

# **Injection d'air dans les évaporateurs : impact sur la qualité du sirop d'érable**

**Rapport présenté**

**Par**

**Joël Boutin**

**dans le cadre du  
PROGRAMME DE SOUTIEN AU DÉVELOPPEMENT DE  
L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE**

**22 février 2005**

## RÉSUMÉ

L'injection d'air dans l'évaporateur lors de la transformation de l'eau d'érable en sirop est un nouveau procédé présentement disponible sur le marché. Les effets sur le sirop d'érable de ce procédé, déjà en opération dans plusieurs érablières, sont peu connus actuellement. La Coopérative acéricole régionale des Appalaches (CARA), un regroupement de producteurs de sirop d'érable dont la majorité des entreprises est certifiée biologique, a réalisé, au printemps 2004, un projet visant à évaluer l'impact de ce nouveau procédé sur le sirop d'érable. Ce projet comportait 4 objectifs spécifiques :

- 1) vérifier si l'injection d'air a un effet sur la couleur du sirop d'érable;
- 2) vérifier si les effets observés sur la couleur persistent dans le temps;
- 3) vérifier si l'injection d'air a un effet sur le goût du sirop d'érable;
- 4) vérifier si l'injection d'air peut être une source de contamination du sirop d'érable.

Le projet a été réalisé sur deux sites distincts. Le premier site est une entreprise qui possède quatre évaporateurs alimentés à partir du même bassin d'eau d'érable. L'injecteur d'air a été installé sur un des quatre évaporateurs. Sur le deuxième site, l'injecteur d'air a été installé sur l'évaporateur unique de l'entreprise. Le dispositif expérimental permettait de comparer les sirops d'érable obtenus avec et sans le procédé d'injection d'air. L'historique de production de chacune des entreprises étant bien connu, les sirops obtenus avec injection d'air ont même pu être comparés avec les sirops des années précédentes.

L'expérience a permis de démontrer que, sur les deux sites, le procédé d'injection d'air augmente de façon importante la transmittance des sirops d'érable. Cette observation se traduit par une couleur beaucoup plus pâle des sirops d'érable obtenus avec injection d'air comparativement à ceux obtenus sans injection d'air. Cette différence s'est maintenue tout au long de la période d'entreposage en baril (environ 8 mois), et ce, même si les sirops d'érable ont été soumis à des traitements de conditionnement, de pasteurisation, d'emballage et d'entreposage en petits contenants à la température de la pièce.

Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet permettent d'affirmer que le procédé d'injection d'air affecte de façon considérable le goût du sirop d'érable. En effet, la saveur caractéristique de l'érable est totalement absente des sirops obtenus avec le système d'injection d'air. Des saveurs non souhaitables ont, par contre, été détectées dans les sirops d'érable obtenus avec ce procédé. L'impact marqué du système d'injection d'air sur le goût du sirop d'érable a été observé sur les deux sites où se déroulait l'expérimentation.

Finalement, il a été impossible de vérifier si la filtration des appareils à injection d'air est suffisamment efficace pour garantir l'innocuité des sirops obtenus avec ce procédé. En effet, les techniques disponibles pour réaliser ce type d'analyses ne permettent pas de vérifier la présence d'un contaminant à moins que ce dernier soit identifié initialement. Par conséquent, le projet n'a pas permis de vérifier si l'injection d'air peut être une source de contamination du sirop d'érable.

## **Avant-propos**

La Coopérative acéricole régionale des Appalaches (CARA) est un regroupement de producteurs de sirop d'érable biologique et de sirop d'érable conventionnel. La proportion des ventes du sirop bio par rapport au conventionnel est de 95 % bio contre 5 % conventionnel. Le but premier de la coopérative est d'offrir à sa clientèle un sirop de grande qualité où la saveur est le critère prioritaire de qualité. Aussi, nous avons comme priorité de donner à nos producteurs un prix équitable pour leur produit.

Depuis notre création en 2000, nous avons constamment été curieux et désireux de connaître la qualité du sirop que nous achetions. Il est prioritaire pour nous de connaître la source de nos approvisionnements. C'est pour cette raison que nous avons choisi le modèle coopératif afin de créer un lien avec nos fournisseurs, qui sont par le fait même devenus nos membres. La qualité de l'information recueillie pour cette étude est excellente puisque que nous connaissons très bien les entreprises concernées.

## **1. Introduction**

Il y a dans l'industrie un nouveau procédé qui permet d'obtenir des sirops d'érable à très grande valeur commerciale. En effet, grâce à un procédé de soufflage de bulles d'air dans les casseroles de l'évaporateur, on peut obtenir des sirops de couleur très pâle et par conséquent très lucratifs pour les producteurs selon les prix de la Convention de mise en marché. Nos producteurs membres de la CARA, n'étant pas insensibles à de telles possibilités, se voient courtisés par les vendeurs de ces appareils. Leurs voisins qui ont déjà acquis ce genre d'appareil ne se gênent pas pour venir auprès de nos membres se vanter de leurs succès.

Ce procédé pouvant représenter plus de 50 % du sirop produit au Québec d'ici un an ou deux, il nous fallait comme entreprise mieux connaître les sirops qui pourraient nous être offerts sous peu. Parce que l'impact de ce procédé sur la conservation de la couleur, sur la saveur et sur l'innocuité du sirop est peu documenté, la coopérative CARA souhaite, par l'entremise de cette étude, connaître les effets réels du procédé d'injection d'air dans les casseroles d'évaporateur.

Cette étude devrait permettre d'évaluer l'impact de l'injection d'air :

1. sur la couleur du sirop (à court et moyen termes);
2. sur la saveur du sirop;
3. sur la présence de contaminants induits par l'injection d'air.

L'ensemble de ces effets sur le sirop sera évalué pour nos besoins non seulement à titre de coopérative, mais aussi à titre d'acheteur principalement engagé dans le mouvement biologique. Nous tiendrons donc compte de ces résultats en fonction des clauses des *Normes biologiques de référence du Québec*, émises par le CAAQ.

## **2. Matériel et méthodes**

L'étude a été réalisée sur deux sites distincts. Pour se qualifier, les sites devaient tout d'abord être certifiés biologiques. Cela était primordial afin qu'il soit clair qu'aucun autre procédé interdit pour une entreprise acéricole biologique ou pouvant avoir un impact important sur la couleur ou la saveur puisse intervenir dans les résultats. De plus, nous devions connaître très bien ces entreprises et avoir accès à leurs données pour les années précédentes. Également, les gens travaillant pour ces entreprises devaient être motivés par rapport à la possibilité d'utiliser cet appareil sans en connaître les effets à l'avance, et ils devaient aussi s'engager à être rigoureux pour la prise de données. Ces producteurs étant certifiés biologiques, une entente spéciale pour la durée de l'étude auprès de leur certificateur stipule qu'il est possible de séparer les barils qui ont été produits avec ou sans injection d'air. De plus, la distinction de ces deux types de sirop est inscrite à leur registre de production.

La première entreprise choisie a été l'Érablière Lapierre, située à Milan, en Estrie. Il s'agit d'un endroit où il y a quatre évaporateurs dans la cabane à sucre. Les quatre évaporateurs s'alimentent à partir du même bassin de concentré. C'est donc dire que la qualité de l'alimentation en sève est identique pour les quatre évaporateurs. À cet endroit, nous avons étudié les sirops obtenus d'un des quatre évaporateurs par rapport au sirop produit par les trois autres. En temps normal, le sirop produit par les quatre évaporateurs est mélangé et accumulé dans un gros contenant avant filtration. Pour les fins de notre étude, le sirop produit par l'évaporateur muni de l'injecteur d'air a été intercepté avant le mélange et filtré à part des trois autres sirops mélangés.

Afin de pouvoir connaître l'influence réelle de l'injecteur d'air, nous avons opéré l'évaporateur muni de l'injecteur pour une période d'une journée sans actionner le mécanisme de bulles d'air. Ainsi, nous avons pu comparer la transmission de lumière du sirop obtenu par cet évaporateur par rapport au mélange du sirop des trois autres évaporateurs (qui était mélangé dans un grand contenant avant d'être mis en baril). Il y avait donc deux postes distincts où on effectuait la filtration, l'équilibrage et la mise en baril. Par la suite, pour les cinq jours qui ont suivi, nous avons opéré l'évaporateur sous observation avec l'injecteur d'air en marche. Nous avons par la

suite cessé l'injection d'air pendant deux jours, puis nous avons redémarré l'appareil pour en connaître l'impact. Cependant, nous n'avons pas étudié l'effet de l'appareil sur d'autres évaporateurs dans la cabane. Le temps pour réaliser correctement l'étude était trop court pour que nous puissions réaliser cette étude sur plus d'un évaporateur.

Les barils ont été remplis à chaud à une température variant entre 140 °F et 180 °F. Les barils étaient du type métallique avec un revêtement intérieur de qualité alimentaire. Ces barils sont connus sous le nom de « barils à remplissage unique ». Ils sont étanches, et l'air ne peut pratiquement pas entrer dans le baril pendant la durée de l'entreposage. Le volume de ces barils est de 45 gallons (205 litres). Les barils étaient remplis complètement de manière à réduire au maximum l'espace de tête à l'intérieur du baril. À chaque baril de sirop produit avec l'injecteur d'air, un échantillon de 25 ml de sirop a été prélevé. Simultanément, un échantillon de sirop issu du mélange des sirops produits par les trois autres évaporateurs a aussi été prélevé. La transmittance de couleur des deux échantillons a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre ayant une lumière de 560 nm, au moyen d'une cuvette à fenêtres parallèles de 10 mm de rayon lumineux. Le sirop a donc été testé à l'état chaud. Aucune période de refroidissement n'a été effectuée pour la première mesure de transmittance. Cependant, ce procédé a été le même pour les deux postes d'emballage, celui avec injection d'air et celui sans injection d'air. Il est possible que cette méthode ait eu un impact sur la précision de la lecture de transmittance lors du remplissage du baril, mais cette erreur est la même pour les deux postes d'emballage. Le même spectrophotomètre et le même type de cuvette ont servi pour les deux postes d'emballage; c'est aussi la même personne qui faisait les manipulations.

Les échantillons ont été conservés au froid et ils ont fait l'objet d'une analyse gustative à la fin de la saison des sucres par Joël Boutin technologiste agricole et Suzanne Tessier biologiste qui possèdent plus de dix années d'expérience dans la caractérisation des sirops d'érable. Mme Tessier a de plus suivi la formation sur la *Roue des saveurs de l'érable*, développée par le Centre Acer. La terminologie employée pour décrire les saveurs des sirops évalués au cours de cette expérience en est d'ailleurs inspirée.

Après une période d'entreposage en barils de plusieurs mois, des échantillons de sirop ont de nouveau été prélevés pour mesurer la transmittance.

Le deuxième site choisi se trouve aussi chez un producteur biologique. Il s'agit de la Ferme des Pionniers, de Saint-Marcel, opérée par M. Rémi Pelletier. Les registres de production des dix dernières années montrent que cette entreprise produit une forte proportion de sirops de couleur foncée. La source du problème ne vient pas de son système d'évaporation, car celui-ci est au point. Nous pouvons comparer les sirops obtenus en 2004 avec injection d'air avec les sirops obtenus lors des années précédentes. Nous pouvons situer les résultats de ce producteur par rapport à un groupe de producteurs fournissant du sirop à notre coopérative. Nous avons à notre disposition des registres de production et les résultats de classement officiel de Cintech AA des 25 entreprises. Nous pouvons ainsi faire une comparaison très précise de la production de cette entreprise par rapport à un groupe témoin de producteurs qui, eux, n'ont pas fait de changements majeurs depuis la saison dernière.

Il est à noter que l'appareil d'injection d'air a été installé après le 48<sup>e</sup> baril à l'Érablière des Pionniers, puisque l'appareil était encore en fabrication avant cela. Pour cette étude, nous avons développé un nouveau prototype qui comportait des différences avec les autres modèles d'injecteur d'air alors en vente sur le marché. L'appareil développé comportait une soufflerie plus importante, des tubes à air dans le fond de chaque rayon, des tubes à air dans les casseroles plates et un indicateur de pression pour connaître celle-ci dans la casserole à plis et dans les casseroles plates. Les deux pressions peuvent ainsi être ajustées indépendamment. Le type de filtration de l'air injecté est un filtre à charbon activé

Chaque baril produit à la Ferme des Pionniers a été échantillonné lors de son remplissage dans des bocaux en verre de 125 ml. Ces échantillons ont été congelés la journée même afin de conserver les saveurs intactes le plus possible. Comme pour l'autre érablière sous étude, une analyse gustative a suivi et des mesures de transmittance ont été effectuées sur des échantillons prélevés dans les barils entreposés.

### **3. RÉSULTATS**

#### **3.1 Effets sur la couleur du sirop**

Voici les résultats concernant l'effet de l'appareil sur la couleur du sirop produit par la Ferme des Pionniers. Le tableau 1 situe la Ferme des Pionniers au 20<sup>e</sup> rang par rapport à 24 autres entreprises acéricoles. On peut y voir sa position par rapport aux autres entreprises pour l'année 2003 ainsi que pour l'année 2004. Afin de faciliter la consultation du tableau, les entreprises ont conservé le chiffre représentant leur positionnement de l'année 2003 pour la comparaison avec l'année 2004. Par exemple, la Ferme des Pionniers, qui se classait au 20<sup>e</sup> rang sur 25 entreprises en 2003, se classe au 9<sup>e</sup> rang pour l'année 2004, mais en portant toujours le numéro 20.

La moyenne de couleur des sirops produits par chaque entreprise a été calculée non pas à partir de la moyenne des transmittances de lumière, mais plutôt à partir de la moyenne pondérée des densités optiques, qui est en fait le logarithmique de l'inverse de la transmittance. Cette méthode de calcul est plus représentative que la simple moyenne faite à partir des transmittances de lumière. Les données pour effectuer ces calculs proviennent de Cintech AA. C'est donc le classement officiel qui a servi à faire les moyennes de ces 25 entreprises.

L'érablière la Ferme des Pionniers est passée de la 20<sup>e</sup> place à la 9<sup>e</sup> place. Le groupe produisait une moyenne de B en 2003 et aussi en 2004. La Ferme des Pionniers produisait une moyenne de C en 2003 et a produit une moyenne de A en 2004. Même si tout le monde a fait mieux en 2004 qu'en 2003, la Ferme des Pionniers a fait un bon considérable par rapport aux autres entreprises. Le groupe est passé d'une moyenne de 47 °T à 56 °T (+9 °T), et la Ferme des Pionniers est passée de 40 °T à 61 °T (+21 °T). De plus, les 48 premiers barils de la Ferme des Pionniers ont été produits sans l'injection d'air, car l'appareil n'était pas encore installé. Si



l'appareil avait pu servir pour le début de saison, la couleur moyenne de la Ferme des Pionniers aurait été sans doute supérieure.

Tableau 1- Moyenne de couleur du sirop produit par la Ferme des Pionniers par rapport à 24 autres entreprises acéricoles pour les années 2003 et 2004

<b>2003</b>		
No entreprise	°Transmittance	Couleur
1	80° T	AA
2	69° T	A
3	66° T	A
4	65° T	A
5	59° T	B
6	58° T	B
7	58° T	B
8	56° T	B
9	53° T	B
10	51° T	B
11	50° T	B
12	50° T	B
13	49° T	B
14	47° T	B
15	47° T	B
16	46° T	B
17	45° T	B
18	43° T	C
19	40° T	C
<b>20 Pionniers</b>	<b>40° T</b>	<b>C</b>
21	37° T	C
22	35° T	B
23	33° T	C
24	27° T	C
25	27° T	C
<b>moyenne</b>	<b>47° T</b>	<b>B</b>
Pionniers	<b>40° T</b>	<b>C</b>

<b>2004</b>		
No entreprise	°Transmittance	Couleur
13	73° T	A
1	67° T	A
9	66° T	A
8	66° T	A
3	65° T	A
2	65° T	A
6	64° T	A
23	62° T	A
20 Pionniers	<b>61° T</b>	<b>A</b>
7	60° T	B
11	60° T	B
21	60° T	B
10	59° T	B
4	59° T	B
17	57° T	B
15	56° T	B
12	54° T	B
5	54° T	B
14	50° T	B
19	50° T	B
25	50° T	B
16	49° T	B
18	47° T	B
24	43° T	C
22	39° T	C
<b>moyenne</b>	<b>56° T</b>	<b>B</b>
Pionniers	<b>61° T</b>	<b>A</b>

Les données récoltées à l'Érablière Lapierre (tableau 2) viennent confirmer les résultats obtenus dans la première érablière.

Tableau 2- Transmittance de couleur du sirop obtenu avec un évaporateur muni d'un injecteur d'air par rapport à trois autres n'en ayant pas

Date	Heure	Évaporateur ayant l'injecteur d'air					Mélange des autres évaporateurs			
		No Évapo	Injecteur en marche	# Échantil -lon	No Baril rempli	° trans.	No Évapo en marche	# Échantil -lon	No Baril rempli	° trans.
30-03-04	14:15	1	NON	1A	X 1408	50,8	2,3,4	174	X 1960	51,2
30-03-04	16:20	1	NON	2A	X 1477	54,2	2,3,4	179	X 1224	58,4
30-03-04	17:40	1	NON	3A	X 2016	57,8	2,3,4	182	DX 590	61,5
30-03-04	19:45	1	NON	4A	939	53,5	2,3,4	187	1018	57,7
30-03-04	21:39	1	NON	5A	DX568	48,8	2,3,4	192	2208	54,2
31-03-04	19:00	1	OUI	6A	X 1832	52,8	2,3,4	216	X 882	50,5
31-03-04	21:00	1	OUI	7A	X 1402	64,2	.3,4	220	X 616	51,4
01-04-04	10:00	1	OUI	8A	X 1371	67,2	.3,4	225	X 1474	51,5
01-04-04	11:00	1	OUI	9A	X 874	75,4	.3,4	226	D 054	52,4
01-04-04	18:07	1	OUI	10A	X 1469	81,4	.2,3,4	237	X 2077	50
01-04-04	20:15	1	OUI	11A	X 781	80	.2,3,4	241	X 1881	48,2
01-04-04	21:30	1	OUI	12A	X 1930	81,6	.2,3,4	243	X 2003	45,7
02-04-04	10:00	1	OUI	13A	X 1438	77,6	2,3,4	250	D 127	43,1
02-04-04	11:30	1	OUI	14A	D 244	75,3	2,3,4	253	X 1981	49
02-04-04	13:00	1	OUI	15A	X 1297	80,6	2,3,4	257	DX 547	47,7
02-04-04	15:30	1	OUI	16A	X 628	72,4	2,3	260	X 1233	44,5
02-04-04	17:00	1	OUI	17A	X 1486	63	2,3	262	X 1258	45
02-04-04	19:30	1	OUI	18A	X 1392	72	2,3	264	D 480	54,4
03-04-04	21:00	1	OUI	19A	X 1404	75,1	2,3,4	266	X 2028	43,6
03-04-04	10:00	1	OUI	20A	X 2036	81,2	.3,4	269	X 1249	55,3
03-04-04	11:00	1	OUI	21A	X 1332	83,3	2,3,4	274	X 1484	50,3
03-04-04	18:07	1	OUI	22A	X 1494	82,4	.2,3,4	277	X 1227	49
03-04-04	20:15	1	OUI	23A	.1028	81,4	.2,3,4	281	.980	56,7
03-04-04	21:30	1	OUI	24A	.941	80,1	.2,3,4	284	X 1440	57
03-04-04	21:30	1	OUI	25A	1318	78,1	2,3,4	284	X 1420	58,8
03-04-04	23:20	1	OUI	26A	X 1863	79,7	2,3,4	288	X 1962	55,6
04-04-04	10:10	1	OUI	27A	X 1923	72,2	2,3,4	292	X 1267	54,7
04-04-04	12:15	1	OUI	28A	X 1377	74,3	2,3,4	296	X 782	55,7
04-04-04	15:00	1	OUI	29A	X 718	77,3	2,3,4	300	X 647	55,4
04-04-04	16:00	1	OUI	30A	X 1211	79	.3,4	304	X 1959	54,4
04-04-04	18:35	1	OUI	31A	X 1344	77,4	.3,4	308	DX 594	52,2
04-04-04	20:30	1	OUI	32A	X 1400	78,7	.3,4	310	DX 518	53
05-04-04	14:30	1	NON	33A	X 630	73,1	.3,4	311	X 803	44,1
07-04-04	20:00	1	NON	34A	X 859	44,5	.3,4	318	X 2025	45,2
07-04-04	21:30	1	NON	35A	X 772	50,5	.3,4	319	DX 532	53,1

Selon le tableau 2, l'évaporateur no1 a opéré le 30 mars sans injecteur d'air et il produisait un sirop légèrement plus foncé que le mélange des trois autres sirops provenant des trois autres évaporateurs. Entre le 31 mars et le 4 avril, l'évaporateur no1 a opéré avec l'injecteur d'air pendant que les trois autres évaporateurs ont continué à opérer sans injection d'air. On y constate que le sirop de l'évaporateur no1 est maintenant beaucoup plus pâle que le sirop du mélange des 3 autres évaporateurs (figure 1).

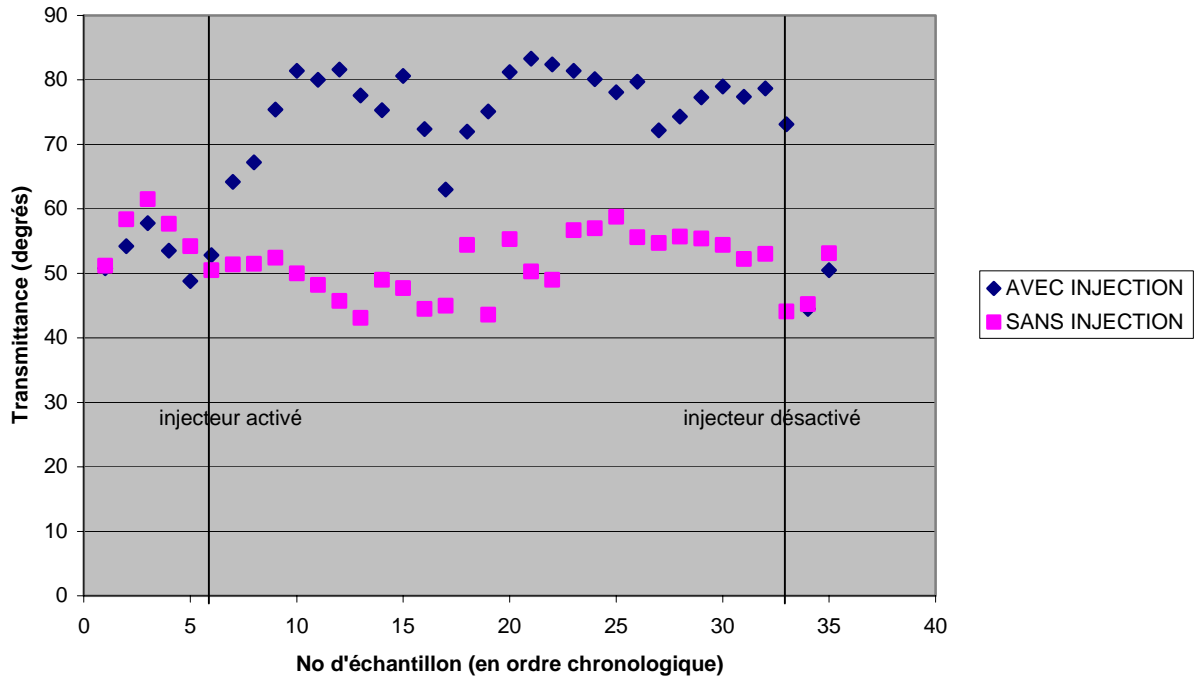


Figure 1- Évolution de la transmittance du sirop (avec et sans injection d'air dans l'évaporateur)

Les 5 et 7 avril, il n'y a pas eu d'injection d'air dans l'évaporateur no 1, et le sirop alors obtenu est redevenu inférieur au mélange du sirop des autres évaporateurs, comme c'était le cas avant l'opération de l'injecteur d'air.

### 3.2 Effet sur la conservation du sirop en baril

L'ouverture des barils s'est faite en deux occasions, soit le 15 septembre et le 20 décembre. Les données présentées au tableau 3 rassemblent les résultats des deux séances d'ouverture pour fins de comparaison avec la transmittance initiale mesurée au printemps. Les barils ouverts lors des deux séances sont des barils différents. Le même spectrophotomètre a servi pour la réévaluation de la transmittance de lumière de ces sirops.

Tableau 3- Évaluation de la transmittance de lumière après une durée d'entreposage des sirops produits avec ou sans injection d'air

Type de sirop	Nombre de barils évalués (barils)	Moyenne de °Transmittance lors du remplissage du baril (°T)	Moyenne de °Transmittance lors de l'ouverture du baril (°T)	Différence de °Transmittance entre le remplissage et l'ouverture (°T)
Sans injection d'air	192	56,3	54,3	2,0
Avec injection d'air	153	68,2	66,1	2,1

La diminution de la transmittance de la lumière est similaire entre les sirops ayant eu de l'air injecté et ceux qui n'en ont pas eu. La différence de perte de transmittance est d'à peine 0,1 °T, ce qui est négligeable.

Le tableau 4 présente les résultats sous l'aspect économique. La valeur des sirops a été calculée en fonction des prix décrétés par la Régie des marchés agricoles et alimentaires pour la récolte 2004. Ces prix par catégorie sont présentés au tableau 5.

Tableau 4- Évaluation de l'effet de la diminution de la transmittance de lumière sur la valeur d'entreposage des sirops produits avec ou sans injection d'air

Type de sirop	Nombre de barils évalués (barils)	Nombre de barils ayant descendu d'une classe de couleur (barils)	Perte amenée par cette diminution de couleur sur l'ensemble du lot (\$/livre)
Sans injection d'air	192	27	0,04 \$
Avec injection d'air	153	32	0,03\$

Pour ce qui est de la perte de valeur de chacun des lots, même si un peu plus de barils ont changé de classe de couleur pour les sirops avec injection d'air, la perte financière moyenne du lot est quand même inférieure de 0,01 \$/lb par rapport au sirop sans injection d'air.

Cela s'explique par le fait que la quasi-totalité des sirops sont passés de la couleur A à la couleur B, ce qui amène une perte de 0,10 \$/lb. Par contre, certains barils de sirop produits sans injection d'air sont passés de B à C, ce qui amène une perte de 0,45 \$/lb. La même perte moyenne de 2 °T pour les deux groupes accuse donc une différence de 0,01 \$/lb sur l'ensemble des deux lots, ce qui se traduit par une plus grande diminution de la valeur de l'inventaire à la suite de l'entreposage pour les barils n'ayant pas eu d'injection d'air. Le tableau 5 indique les prix de la convention de mise en marché du sirop d'érable 2004.

Tableau 5- Prix minimum pour chacune des 7 catégories de sirop décrété par la Régie des marchés agricoles et alimentaire pour la récolte 2004

Catégories	Prix du produit (\$/livre)
AA	2,35 \$
A	2,30 \$
B	2,20 \$
C	1,75 \$
D	1,35 \$
NC	1,00 \$

### **3.3 Effet sur la saveur du sirop produit**

La particularité des sirops produits dans le passé par les deux entreprises était une présence constante de la saveur d'érable. Parfois, cette saveur était accompagnée d'autres saveurs intéressantes faisant partie de la famille des goûts de confiserie, comme le sucre blanc ou la cassonade, ou encore le sucre cuit caramélisé de la famille des goûts empyreumatiques, mais toujours avec un certain équilibre qui faisait que l'érable était toujours présent avec une intensité qui, elle, pouvait varier.

Pour cette année, les sirops obtenus juste avant l'installation de l'appareil d'injection d'air étaient savoureux avec une belle présence généreuse de saveur d'érable. Dès que l'appareil fut mis en marche, les sirops obtenus ont été complètement différents. La saveur d'érable y est devenue totalement absente. Les saveurs présentes sont plutôt de type miel et sirop de maïs, que l'on retrouve dans les familles de goût des confiseries, et vanillées. De plus, une certaine proportion des sirops produits laisse une sensation rude dans la gorge et dans la bouche. Cette sensation est désagréable. Finalement, on peut considérer qu'avec l'absence de saveur d'érable et la sensation finale rugueuse, ces sirops sont méconnaissables et ne correspondent pas aux saveurs auxquelles on peut normalement s'attendre en goûtant du sirop d'érable.

### **3.4 Innocuité du sirop**

Il ne semble pas y avoir de moyen abordable et concret pour savoir si l'air est bien filtré. On ne peut donc pas être certain qu'on ne contamine pas le sirop par ce procédé. Devant cette réalité, on ne peut que s'inquiéter de ce qu'il en est réellement. Pour l'instant, il ne semble pas possible de vérifier la qualité de l'air à la suite de sa filtration. Pour les modèles utilisés dans cette expérimentation, l'air devait passer à travers un filtre de charbon activé. Rien ne semble indiquer que ce procédé peut bloquer les contaminants possiblement contenus dans l'air, tels que les résidus de combustion de l'évaporateur ou l'air vicié par un tuyau d'échappement d'une pompe à vide.

## **4. DISCUSSION**

### **4.1 Effet sur la couleur du sirop produit**

La Ferme des Pionniers a un historique très important de sirop foncé. L'impact de l'injection d'air sur le sirop de cette entreprise a été très impressionnant. Normalement, pour la deuxième moitié de la saison de production, le sirop produit avait un goût d'érable accompagné d'une pointe de caramélisation. Cette caramélisation s'accroissait de jour en jour pour en venir à

masquer complètement la saveur d'érable. Le tout se terminait par des saveurs prononcées de mélasse. Non seulement ces saveurs sont absentes cette année des sirops de fin de saison de cette entreprise, mais ces caramels avaient un pouvoir colorant très puissant. Le fait qu'ils ne soient pas présents donne des sirops moins colorés et donc beaucoup moins foncés. Par exemple, l'entreprise n'a pratiquement pas fait de D ( il ne restait que le « vidangeage » de la grande casserole quand la saison fut terminée). Cette entreprise en a déjà produit jusqu'à 30 % de l'ensemble de sa production par les années passées.

Concernant l'Érablière Lapierre, le tableau 2 nous indique très bien l'effet réel de l'injection d'air sur son évaporateur. Cet évaporateur produisait un sirop légèrement plus foncé que le mélange des trois autres évaporateurs, et dès que l'injecteur d'air est mis en marche, la couleur du sirop produit par ce même évaporateur s'améliore de façon très importante et en vient même à produire un sirop supérieur (de deux classes) au mélange des trois autres évaporateurs. De plus, dès qu'on arrête l'injection d'air, la couleur du sirop de cet évaporateur redevient comme au début, soit légèrement inférieure au mélange des trois autres évaporateurs. Ce test était vraiment concluant et il nous a permis de constater que l'impact de l'injection d'air était très important, mais non instantané. Il faut quelques heures pour que l'effet soit complet, comme s'il fallait que le contenu de l'évaporateur soit complètement changé avant d'avoir un plein effet. Ce phénomène a été observé sur les deux sites. Lorsque l'injection d'air commence et que l'évaporateur contient du réduct qui n'avait pas reçu ce traitement, ça prend quelques barils à un gros évaporateur pour avoir le plein effet de l'injection d'air et obtenir un gain de deux classes de couleur. L'inverse est aussi vrai : quand on arrête le système et qu'on continue le bouillage, l'effet de l'injection d'air se fait encore sentir sur quelques barils, comme si l'évaporateur devait se vider de son contenu et le renouveler avec de la sève n'ayant pas reçu ce traitement pour revenir à sa vraie couleur.

#### **4.2 Effet sur la conservation du sirop en baril**

Il semble n'y avoir aucune différence de conservation entre les sirops produits avec ou sans injection d'air quant à leur comportement lors de l'entreposage des barils. Non seulement la

couleur des deux types de sirop n'a pas changé de l'un à l'autre, mais la saveur elle non plus n'a pas évolué davantage avec un type de sirop comparativement à l'autre. Ayant observé une baisse moyenne de près de deux degrés de transmittance de lumière pour les deux types de sirop, nous y avons cependant constaté un léger avantage quant à la valeur du sirop après une longue période de conservation en baril lorsqu'il y avait injection d'air. Cela est dû au fait que si une partie de l'inventaire perdait une classe, l'impact était moins grand si on passait du AA au A, ou du A au B, que si on passait du B au C. Le fait de produire du sirop plus pâle permet donc d'avoir une meilleure transmittance finale pour le lot après la période de conservation. Ceci n'est pas négligeable pour celui qui entrepose ce sirop, que ce soit l'acheteur ou le producteur. Celui qui entrepose le sirop aura une variation moins importante de la valeur de son inventaire avec du beau sirop si les prix de la Convention de mise en marché demeurent avec des écarts importants entre les beaux sirops et les sirops foncés, comme le démontre le tableau 5.

Parallèlement à cette expérience, nous avons eu à travailler avec ces sirops et nous en avons profité pour observer le comportement de ces deux types de sirop une fois qu'ils ont été pasteurisés (85 °C) et emballés. Il n'y a aucune différence de comportement qui soit observable entre ces deux types de sirop. Il n'y a pas eu de différence dans la transmittance de lumière à la suite du traitement thermique pour la pasteurisation, et il n'y a pas eu de différence à la suite d'une durée d'entreposage de quatre mois en entrepôt à la température de la pièce (20 °C). Donc, le sirop ayant été fait à partir d'injection d'air ne se comporte pas différemment d'un sirop n'ayant pas reçu ce traitement lors de sa conservation en baril, lors de sa pasteurisation et lors de son entreposage en produit fini sur tablette à la température de la pièce.

#### **4.3 Effet sur la saveur du sirop produit**

L'effet de l'injection d'air est très important sur la saveur du sirop produit. Toutes les saveurs et les arômes les plus intéressants d'un sirop d'érable savoureux en disparaissent. Il n'y reste que des saveurs douces (mielleuse, vanillée et sucrée). De plus, lorsqu'on est en début ou en fin de saison, le fait d'injecter de l'air et de produire des sirops aux saveurs très douces ne permet plus de venir un peu masquer les défauts des saveurs. En début de saison, il est normal que les sirops



puissent avoir une saveur boisée, fruitée ou d'écorce. On ne produit pas plus ni moins de sirops avec des saveurs végétales, florales, fruitées, boisées en début de saison. La différence, c'est qu'on ne voit que ces saveurs. Sans être accompagnés par un petit goût d'érable ou de caramel, les goûts de début de saison sont franchement désagréables. Il en va de même pour les sirops de fin de saison. Les saveurs de bourgeon et de sève sont très désagréables quand elles ne sont pas masquées partiellement par un goût de caramel ou de mélasse.

Les sirops obtenus sont non seulement moins savoureux dans le meilleur de la saison, puisqu'on n'y retrouve pratiquement plus de saveur d'érable, mais de plus, les défauts de début et de fin de saison sont plus apparents vu qu'ils sont moins masqués par de l'érable ou du caramel.

#### **4.4 Innocuité du sirop**

Ceci est la portion la plus nébuleuse de cette étude. Autant les résultats étaient clairs concernant l'effet sur la saveur, la couleur et la conservation, autant nous sommes sans réponse pour cette question. En chimie, on ne trouve que ce qu'on cherche. Si on ne sait pas ce qu'on cherche, on ne trouve rien. C'est un peu ce qui se passe avec l'injection d'air. Ne sachant la nature réelle des contaminants possibles, on ne peut savoir si les filtres les arrêtent, car la fiche technique des composantes filtrantes nous donne une information limitée au départ. Pour en savoir plus sur la capacité d'intercepter des contaminants au moyen de ces filtres, il faut d'abord savoir avec précision ce qu'on cherche à bloquer. Or, ce n'est pas le cas pour l'instant. Cherche-t-on à bloquer les résidus de combustion de l'évaporateur ? Quels sont leurs noms ? Ont-ils des métabolites ? Sont-ils différents selon les types d'huile et même les types de bois quand l'évaporateur est chauffé au bois ? Quels sont les produits qu'on doit chercher si le producteur fait un mélange de bois et d'huile ? Et si la prise d'air est près du tuyau d'échappement de la pompe à vide, que cherche-t-on ? Et si le voisin a une porcherie et que les vents dominants sont dans notre direction, que cherche-t-on ?

Si on réussit un jour à faire la liste complète des substances qu'on doit réussir à filtrer et si par la suite le fabricant du filtre nous fait la démonstration que toutes ces substances sont bel et bien

bloquées, est-ce que les organismes qui ont la responsabilité de faire l'inspection du sirop vont faire des tests pour s'assurer que le système de filtration était non seulement installé, mais aussi correctement fonctionnel ? Les réponses à ces questions ne sont pas disponibles aujourd'hui.

#### **4.5 L'importance du type d'injecteur d'air utilisé**

Les résultats obtenus nous permettent d'avoir une bonne idée de l'impact que peut avoir ce type de traitement. Par le passé, les faits qui nous étaient rapportés nous indiquaient que l'impact n'était pas toujours important sur les sirops produits avec injection d'air. C'est pourquoi le modèle choisi pour réaliser l'expérimentation était un nouveau prototype qui comportait des ajustements nécessaires pour la réussite du projet.

Par exemple, le débit d'air de la soufflerie avait été augmenté pour notre prototype. On avait remarqué que la plupart des injecteurs d'air avaient le même ventilateur, que ce soit pour un évaporateur au bois ou au mazout, ou pour un évaporateur de trois, quatre, cinq et même six pieds de largeur. Les effets sur la couleur du sirop semblaient toujours meilleurs par le passé sur les petits évaporateurs et surtout ceux fonctionnant au bois. D'où l'idée d'augmenter le débit de la soufflerie pour les gros évaporateurs au mazout. Il est fort probable que le débit d'air soufflé soit en relation avec le taux d'évaporation de l'évaporateur.

De plus, le modèle utilisé avait des tubes à air dans le fond de chacun des rayons de la grande casserole. Des tubes à air étaient aussi présents dans l'ensemble des casseroles plates, sauf pour les derniers deux pieds carrés ( $2 \text{ pi}^2$ ) près de la sortie du sirop. Il y avait donc beaucoup d'air et il y en avait partout. Une innovation intéressante était qu'un système de colonnes d'eau était relié aux tubes à air pour avoir une indication de la pression de l'air soufflé. Ce système permet non seulement de connaître la pression d'air en opération, mais aussi l'ajustement de cette pression, et ce, par section. Si on veut une pression spécifique différente dans la grande casserole par rapport aux casseroles à fond plat, c'est possible de le faire, et de plus, on a un système gradué pour pouvoir reproduire les mêmes pressions si on le désire.

Un autre fait important est le temps qu'on a pris pour entretenir les tubes à air en cours de saison. Pendant le bouillage, il se forme un dépôt dur sur la surface des tubes à air. Ce dépôt s'épaissit avec les heures d'opération. Après un certain nombre d'heures, le dépôt peut en venir à boucher les orifices des tubes, là où l'air doit sortir. Après quelques jours, l'obstruction des orifices peut être suffisamment importante pour diminuer l'efficacité de l'appareil. Pour les deux entreprises qui ont été suivies lors de cette expérimentation, il fallait démonter le système, le gratter avec des grattoirs métalliques et déboucher les orifices à air avec une perceuse et une petite mèche à tous les deux jours. Si on attendait plus longtemps, le gain de transmittance de lumière n'était plus aussi intéressant.

Certaines personnes nous avaient prévenus de la possibilité que le système d'injection d'air éliminerait la formation de pierre et de croûte noire et dure dans la grande casserole. Ce n'est pas le cas. Si le système d'évaporation d'une entreprise a tendance à favoriser ce genre de dépôt dans la grande casserole, l'injection d'air n'y changera rien. Nous l'avons constaté aux deux sites. Ce n'est donc pas une bonne raison de se procurer cet appareil si c'est dans le seul et unique but d'empêcher la formation de dépôts dans la grande casserole.

## **5. CONCLUSION**

L'appareil d'injection d'air améliore de manière très importante la transmittance de lumière des sirops d'érable qui sont produits à l'aide de ce procédé. Cette couleur pâle se maintient tout au long de la période d'entreposage en baril. Il n'y a pas de réactions différentes entre des sirops produits avec ou sans injection d'air lorsque ceux-ci sont soumis à des traitements de conditionnement, de pasteurisation, d'emballage et d'entreposage en petits contenants à la température de la pièce. La saveur caractéristique de l'érable disparaît cependant des sirops faits avec injection d'air, et ce, même dans des entreprises où cette saveur d'érable se développait de façon importante avant l'arrivée de cet appareil. Finalement, nous ignorons toujours si la filtration actuelle des appareils permet d'éviter la contamination des sirops par des contaminants qui sont présents dans l'air sur les lieux de production.

Il est indéniable que l'effet que procure cet appareil amène les gens à être profondément satisfaits, et ce, indépendamment de la saveur que le nouveau sirop possède. Trente années de conditionnement mental où on se fait répéter que la seule vraie qualité de son sirop est sa couleur ne peuvent que conditionner les producteurs à vouloir faire coûte que coûte du sirop pâle. Une des plus belles preuves de ce fait est que sur le terrain, lorsque les producteurs parlent de la QUALITÉ du sirop, ils parlent en fait de la COULEUR du sirop. Cette expression est consacrée et généralisée.

L'actuelle structure de prix ainsi que le mode de paiement instauré par l'arrivée de l'agence de vente et les quotas forcent les gens à produire un sirop de plus en plus pâle. Si on vous limite sur la quantité, comme producteur, à 75 % de votre capacité de produire, votre réflexe sera de vous assurer que ce volume sera rempli par un sirop ayant la plus grande valeur possible. Présentement, les sirops à faible défaut de saveur, comme le sont en grande partie les sirops produits avec injection d'air, ne sont aucunement pénalisés dans leur valeur marchande sur le marché du vrac. Pour ce qui est des sirops à défauts importants (VR), la pénalité n'est que de 0,10 \$/lb, ce qui n'est pas assez important pour qu'un producteur en tienne compte. En fait, pour un producteur qui se spécialise dans la vente en vrac, il est compréhensible de le voir choisir ce type d'appareil qui lui assurera la production d'un sirop à grande valeur, sans que la saveur inintéressante de ce produit ne vienne affecter son paiement.

Initialement, nous avions prévu nous servir des classements officiels de Cintech AA pour comparer la proportion des sirops à défauts légers (V) et la proportion des sirops à défauts importants (VR) de la Ferme des Pionniers par rapport aux 24 autres entreprises, mais ce ne fut pas possible. Pour une raison que nous ignorons, le classement officiel n'était pas constant cette année. D'excellents sirops se sont vus décerner des V et VR alors qu'ils n'en méritaient pas; pour d'autres producteurs, c'était le contraire, des sirops vraiment mauvais ne recevaient pas de VR et, parfois même, pas de V. Cette inconstance dans la classification de cette année était si importante qu'il nous a été impossible de comparer les résultats de classification officielle de la Ferme des Pionniers avec les 24 autres entreprises.

Cela démontre que l'industrie n'est pas prête à juger les sirops par la saveur. Ce vieux projet qui est d'évaluer un jour les sirops par leur saveur, plutôt que par leur couleur, semble bien peu réalisable par l'industrie pour le moment. Tout d'abord, le peu d'intérêt porté présentement à la saveur, ensuite la très grande importance que prend la couleur pour octroyer la valeur de chaque baril et finalement l'incapacité du système de juger avec une certaine constance la saveur des sirops produits, nous portent à croire que l'industrie ne jugera pas négativement les sirops produits avec injection d'air. L'industrie va probablement prendre plusieurs années avant de comprendre les conséquences réelles que ces sirops auront sur le marché.

Les gens du bio ont la capacité de prendre une décision pour le bien de leur secteur plus rapidement que l'ensemble de l'industrie. Pour une entreprise comme la nôtre qui se veut fortement engagée dans le bio et dans la mise en marché d'un produit avant tout de qualité, l'ensemble de ces résultats nous indique que les sirops produits avec injection d'air ne sont aucunement intéressants à commercialiser. Nous ne pouvons pas concevoir comment on pourrait mettre en valeur ces sirops qui sont sans saveur dans les meilleurs cas, ou carrément mauvais dans d'autres.

Il est possible que plusieurs producteurs acéricoles bio cessent d'être certifiés pour pouvoir utiliser une technologie comme celle-ci si elle n'est pas acceptée dans l'avenir dans la production acéricole bio. Mais il est possible que ce choix basé sur des faits économiques soit indispensable pour eux. Par exemple, si un producteur doit investir quatre mois de travail pour améliorer son système de collecte qui lui fait faire des sirops foncés ou encore changer son évaporateur qui lui fait aussi faire des sirops foncés, cela représente des investissements qui peuvent aller jusqu'à 200 000 \$ pour une entreprise de 20 000 entailles. Ou encore, il investit 2 500 \$ pour un injecteur d'air, et ce sera fait en moins de deux heures au lieu de quatre mois pour avoir des sirops pâles.

L'impossibilité de savoir si le sirop est contaminé ou non par l'air insufflé nous inquiète aussi. Comment garantir l'innocuité et la pureté de notre produit si on ne peut évaluer la possibilité de contamination ? Pour le bio, si on se réfère aux **Normes biologiques de référence du Québec**, du CAAQ, le sirop obtenu n'est probablement pas certifiable en fonction de l'article 7, qui

stipule : « **La fabrication du sirop d'érable ou de ses produits dérivés doit faire ressortir la saveur caractéristique de l'érable** » et « **Il est interdit d'avoir sur les lieux de production et d'utiliser tout système commercial ou artisanal qui change la qualité intrinsèque du sirop** ». De plus, dans la section 1, soit le préambule, on fait mainte fois référence à l'obligation des opérateurs de diminuer le risque de tout type de contamination et de favoriser l'authenticité du produit. Ce produit peut être contaminé. De plus, il n'est pas reconnaissable par rapport à tout ce qui s'est vendu par le passé comme « **SIROP D'ÉRABLE 100 % PUR CERTIFIÉ BIOLOGIQUE** ». Ces mises en garde et obligations ne sont vraisemblablement pas respectées lorsqu'on utilise un système d'injection d'air puisque la saveur caractéristique d'érable est inexistante et qu'il n'est pas possible de garantir que le produit n'est pas contaminé.

Joël Boutin  
Directeur général de la CARA

## Remerciements

Mme Suzanne Tessier, du Club d'encadrement technique acéricole des Appalaches, pour sa contribution lors des dégustations afin de tenir compte de la *Roue des flaveurs*.

Les Équipements Lapierre, de Saint-Ludger, pour leur soutien technique et pour la fourniture du matériel, dont les nouveaux prototypes d'injecteur d'air.

M. André Vézina, de l'ITA de La Pocatière, pour la supervision du projet.

M. Rémi Pelletier ainsi que l'équipe de la Ferme des Pionniers, de Saint-Marcel de L'Islet, pour la qualité de la prise de données et des échantillons.

À toute l'équipe de l'Érablière Lapierre, de Milan, pour la qualité de la prise de données et des échantillons.