

OptiFluO : optimisation de l'usage de l'eau au chai

Réduction des volumes d'eau pour les opérations d'hygiène par une démarche de type Pincement eau et utilisation de la conductimétrie pour qualifier les eaux de rinçage

Pascal Poupault

IFV Pôle Val de Loire Centre, unité d'Amboise, pascal.poupault@vignevin.com

EN QUELQUES MOTS

Les instances nationales (à travers le Plan Eau 2023, plan national d'action pour une gestion résiliente et concertée de l'eau) et régionales (Enjeux et programme de travail pour la gestion de l'eau 2028-2033 par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne) incitent et encouragent les mesures de sobriété des usages dans une gestion durable de l'eau. Si les principales sources de surconsommation au chai sont connues, des pistes de travail sont à explorer : optimisation des plans d'hygiène, équipements, recyclage avec ou sans traitement.

OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Le projet OptiFluO se propose d'explorer plusieurs de ces pistes d'amélioration, d'optimisation de la gestion de l'eau au chai. A travers plusieurs opérations unitaires ciblées, les plus consommatrices d'eau, l'ensemble des flux (eaux propres et eaux sales) en présence lors des opérations d'hygiène est quantifié et caractérisé. L'ensemble des données recueillies permet d'appliquer aux opérations d'hygiène une démarche déjà validée et appelée Pincement Eau. La conductimétrie est utilisée pour caractériser les eaux sales et leur niveau de pollution, principalement des eaux de rinçage. L'objectif est de recycler, réutiliser les dernières fractions issues du rinçage final d'un pressoir, d'une cuve détartrée ou d'une mise en bouteilles, soit les fractions potentiellement les moins polluées (par des résidus de raisins, de soude ou poussières) pour une autre procédure d'hygiène. Un bilan environnemental sur la consommation d'eau (réduction) est associé. La faisabilité de ces opérations doit apporter une première réponse à l'utilisation d'eaux

non conventionnelles dans la filière dans le cadre de la nouvelle réglementation sur la réutilisation des eaux usées traitées (REUT).

MÉTHODE

Les eaux de rinçage sont caractérisées sur les opérations de pressurage (année 1), de détartrage (année 1 et 2) et de conditionnement (année 2). La conductivité est utilisée pendant l'opération pour sélectionner les fractions potentiellement recyclables. Les analyses classiques des effluents (DCO, MES...), dans le cadre de l'application du Pincement Eau, doivent valider l'utilisation de ces fractions dans des étapes d'opération d'hygiène à venir. Le Pincement Eau est appliqué sur des opérations de détartrage (année 2) et sur des opérations de détartrage couplées à des mises en bouteilles (année 3). Des fractions d'eau de rinçage final de détartrage et celles issues du rinçage de bouteilles sont ainsi recyclées dans des opérations de détartrage (rinçage intermédiaire).

RÉSULTATS

Les quantités d'eau mises en jeu dans les **nettoyages de pressoir** à mi-journée sont faibles (données sur 3 pressoirs sur deux journées). Elles sont plus importantes et régulières pour le lavage automatique des drains (350 litres) que pour le lavage manuel de la cage (120 à 180 litres). On observe une diminution certaine du niveau de pollution résiduelle avec l'avancée des deux étapes. Les paramètres mesurés montrent cependant un nettoyage incomplet et il n'apparaît pas envisageable de mettre de côté quelqu'une de ces fractions pour un recyclage sur le site.

Fraction	Conductivité in situ	Nature de l'analyse (laboratoire)					
		pH	Conductivité	Turbidité	Matières en suspension (MES)	DCO	Carbone organique total (COT)
Unité	µS/cm		µS/cm	NTU	Mg/L	Mg (O2)/L	Mg/L
1	752	<4	727	3	6	920	440
2	854	4,6	884	4	8	760	430
3	696	4,2	707	2	6	720	430
4	685	4	694	2	5	760	450
5	684	4,2	690	2	5	720	400
6	721	5,5	752	8,5	26	440	240
7	696	4,2	719	4,5	12	720	410
Réseau	690	7,5	687	<1	2	<30	1,5

TABLEAU 1 : Caractéristiques des eaux acidifiées de prérinçage pour la cuve 1 : mesure de la conductivité sur place et caractérisation chimique après dépôt au laboratoire, suivi du 10/06/2024 – IFV Amboise)

Les données acquises sur les eaux de rinçage d'opérations de **détartrage** est plus intéressante. L'opération voit se succéder un passage à la soude (200 litres de soude à 3%), un rinçage intermédiaire à l'eau acidifiée d'acide citrique (200 litres) et un rinçage final avec 200 litres d'eau claire.

La caractérisation des **eaux de rinçage intermédiaire** – in situ par mesure de la conductivité, au laboratoire pour analyse complète - laisse guère de possibilité de mettre de côté des fractions pour un recyclage. Les niveaux de pH sur ces fractions laissent entrevoir des résidus d'acide citrique (exemple en **TABLEAU 1**).

Les eaux de **rinçage final** d'une procédure de détartrage

offrent la possibilité pour certaines des fractions, de recyclage (surlignées dans l'exemple du **TABLEAU 2**) où la conductivité se rapproche de celle de l'eau de réseau ainsi que le pH.

Les fractions 5 à 8 ont ainsi pu être recyclées dans des eaux de rinçage intermédiaire pour l'opération de détartrage d'une autre cuve.

Enfin, en année 2, les volumes issus du **rinçage de bouteilles** avant la mise ont été analysés, sur trois jours d'embouteillage. Sur l'exemple présenté en **TABLEAU 3** il se confirme que ces volumes importants (3M3 sur une journée) peuvent prétendre à un recyclage sur site, pour une autre procédure d'hygiène.

Fraction	Conductivité in situ	Nature de l'analyse (laboratoire)					
		pH	Conductivité	Turbidité	Matières en suspension (MES)	DCO	Carbone organique total (COT)
Unité	µS/cm		µS/cm	NTU	Mg/L	Mg (O2)/L	Mg/L
1	750	4,2	707	2,2	5,5	520	430
2	720	4	694	1,8	4,6	460	350
3	720	5,5	752	8	26	440	140
4	712	5,8	750	5	30	210	140
5	698	6,2	730	3	25	140	100
6	701	6,3	720	4	30	110	80
7	690	6,5	689	3	25	120	70
8	695	6,9	685	2	25	120	50
Eau réseau	675	7,5	665	0,73	2,25	<30	1,5

TABLEAU 2 : Caractéristiques des eaux de rinçage final pour la cuve 2 : mesure de **conductivité** sur place (in situ) pendant le déroulement de cette étape, et caractérisation chimique après dépôt au **laboratoire**, suivi du 11/06/2024 (FV Amboise, 2024)

Fraction	Volume	Nature de l'analyse (laboratoire)					
		pH	Conductivité	Turbidité	Matières en suspension (MES)	DCO	Carbone organique total (COT)
Unité	L		µS/cm	NTU	Mg/L	Mg (O2)/L	Mg/L
0	200	8	646	0,37	<2	<30	1,6
1	200	7,7	680	4,4	14	270	13
2	200	7,9	644	0,93	<2	59	23
3	200	7,9	650	0,82	3	57	21
4	200	7,6	664	2,8	8	91	100
12	200	7,5	685	0,41	7	180	150
13	200	7,4	692	0,41	7	490	140
14	200	7,5	689	0,40	5	250	120
Réseau		7,8	665	0,73	2,725	<30	1,5

TABEAU 3 : Caractéristiques des eaux de rinçage des bouteilles sur la journée de conditionnement du 10 juillet 2024 : caractérisation chimique après dépôt au **laboratoire**, suivi du 10/07/2024 (FV Amboise, 2024)

APPLICATION DE LA MÉTHODE DE PINCEMENT EAU (PINCH-EAU) AUX EAUX DE RINÇAGE

Paramètres physico-chimiques des eaux de rinçage
Les analyses physico-chimiques sont réalisées sur l'eau du réseau), considérée comme référence, ainsi que sur les eaux de rinçage des bouteilles et les eaux de rinçage final des cuves. Durant le processus de rinçage final, l'eau est collectée en fractions de 20 litres pour analyse. Les



résultats des analyses indiquent que ces eaux peuvent être divisées en deux fractions : une eau fortement chargée, provenant du début du rinçage, et une eau moins chargée, obtenue à la fin du processus de rinçage.

Analyse statistique des indicateurs de pollution
Cette étude a pour objectif d'identifier les indicateurs de pollution les plus pertinents pour l'analyse **Pinch-eau**. Une approche statistique basée sur la **corrélation de Pearson** a été utilisée pour analyser les relations entre les différents paramètres de pollution. Les coefficients de corrélation de Pearson sont présentés dans la carte thermique (**FIGURE 1**).
La corrélation de **0,78** entre la **conductivité** et la **DCO** montre que la **conductivité** peut être utilisée comme un indicateur indirect de la pollution organique.

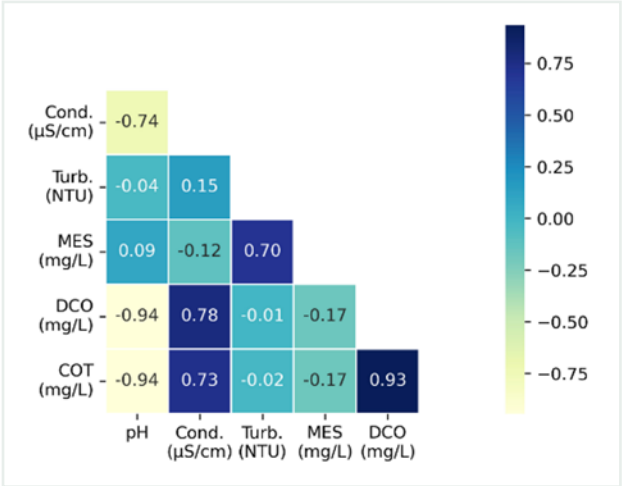


FIGURE 1 : Analyse statistique des indicateurs de pollution

La forte corrélation de la **DCO** avec plusieurs paramètres, notamment la **COT**, le **pH** et la **conductivité**, justifie son choix en tant qu'indicateur clé pour l'analyse **Pinch-eau**.

La **conductivité** présente également une forte corrélation, et sa mesure en continu permet un suivi simplifié de la pollution à moindre coût. En complément, les **MES** ou la **turbidité** peuvent être surveillées de manière ponctuelle. La mesure de la conductivité sur site permettra d'en recycler certaines fractions. L'analyse de Pincement Eau peut être appliquée à l'ensemble de ces fractions. Dans la suite de l'étude, les eaux de rinçage des bouteilles ainsi que la deuxième fraction des eaux de rinçage des cuves feront l'objet d'une réintégration dans le processus de lavage et de rinçage. Les eaux de pré-rinçage et l'eau de détartrage, quant à elles, seront potentiellement compensées par ces eaux. Le diagnostic de cette optimisation sera réalisé par l'analyse Pinch-eau. L'analyse Pinch-eau est appliquée (année 2) sur l'opération de détartrage. Sur deux demi-journées, les fractions de rinçage final d'une cuve de 500 Hl sont recyclées à hauteur de 30% sur le rinçage intermédiaire de l'opération de détartrage de la cuve suivante. Sur l'ensemble des deux demi-journées, une réutilisation de 40 à 50% des fractions retenues comme recyclables est réalisée.

SYNTHÈSE DE L'ANALYSE PINCH-EAU SUR LES OPÉRATIONS DE CONDITIONNEMENT ET DÉTARTRAGE : BILAN SUR LA CONSOMMATION D'EAU POTABLE.

Les suivis réalisés sur l'année 3 ont permis de mettre à l'épreuve le scénario d'un processus combiné de lavage et de rinçage des cuves et des bouteilles.

Sur une semaine, les deux premiers jours sont consacrés au conditionnement : des fractions d'eau issue du rinçage des bouteilles sont prélevées, analysées et l'ensemble des volumes est conservé en cuve (cuve inox de 50Hl). Les deux jours suivants sont consacrés à des opérations de détartrage au cours desquelles deux sources potentielles d'eau non conventionnelle (fractions issues des deux jours de rinçage de bouteilles et stockées dans la cuve inox, fractions issues des rinçages finaux à l'eau du réseau) sont exploitées.

Sur l'opération de détartrage de 9 cuves d'une capacité totale de 3500 Hl, le recyclage des fractions d'eaux non conventionnelles issues des rinçages de bouteilles et des eaux de rinçage finale de l'opération de détartrage a permis de ne pas prélever sur le réseau de distribution environ 15 Hl d'eau sur les 34 Hl habituellement nécessaires.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le recyclage de fractions d'eau est envisageable lors d'une opération de détartrage. Les fractions retenues ont été caractérisées et leurs usages confirment en 2025 les résultats des essais de 2023/2024. Il apparaît concevable d'étendre le recyclage des eaux de rinçage de bouteilles pour de telles opérations pour y appliquer la méthode de pincement eau et in fine faire une économie substantielle d'eau du réseau (de l'ordre de 38% ici). La conductivité des eaux est corrélée à la DCO ; elle peut ainsi être utilisée sur place pour sélectionner les fractions à recycler. Dans le cadre du règlement en vigueur sur la réutilisation de telles fractions d'eau, il conviendrait de préciser les seuils d'acceptabilité du niveau de pollution et d'avancer sur des conditions de stockage optimales dans le temps de ces eaux.