



## RACLAGE DES CANALISATIONS : FONCTIONNALITE ET INTERÊT ENVIRONNEMENTAL

J.M DESSEIGNE, S. PENAVAYRE, V. COUVENT (Institut Français de la Vigne et du Vin)

IFV, Domaine de Donadille, 30230 Rodilhan [Jean-michel.desseigne@vignevin.com](mailto:Jean-michel.desseigne@vignevin.com)

G. WAIDELICH (INWaG)

INWaG, Welzenwiler Str. 7/4, 72074 Tübingen. Inoxpa. [Gwaidelich.de@inoxpa.com](mailto:Gwaidelich.de@inoxpa.com)

X. DILME (INOXPA)

Inoxpa, C/ Telers, 54, Aptdo. 174, 17820 BANYOLES (GIRONA). [Xdilme@inoxpa.com](mailto:Xdilme@inoxpa.com)

Avec la collaboration technique d'E. BARTRA SEBASTIAN (INCAVI, Espagne), A. LUIS CERDEIRA (CVRVV, Portugal), Dr. Z. KERENYI et A. SZABO (Corvinus University Budapest, Hongrie).

**Mots clés :** Eco-Innovation, Transfert, Vin, Moût, Système PIG, Raclage des canalisations, Environnement.

### Résumé

*Concilier réduction de l'impact environnemental de la filière vitivinicole et compétitivité de ses entreprises, tel est l'objectif poursuivi par 12 acteurs européens de la filière, dans le cadre du projet Winenvironnement<sup>1</sup> coordonné par l'IFV. Le projet a pour objet de valider l'intérêt de nouvelles pratiques ou technologies, agissant significativement sur la réduction des consommations en ressources (eau, énergie) et des pollutions, tout en fournissant de meilleures performances. Dans ce cadre, les opérations de transfert ont fait l'objet d'expérimentations. En effet, ces dernières, particulièrement fréquentes dans les caves, engendrent des consommations d'eau importantes et génèrent des effluents potentiellement très polluants, notamment lors des opérations de vidange et de nettoyage. Le procédé développé par la société Inoxpa PIG system ou système de raclage des canalisations a été expérimenté sur tuyaux souples dans 16 caves. Il permet la récupération de la quasi-totalité des produits, sans risque de dépréciation qualitative et donc limite fortement les pertes en produit, d'où un intérêt économique certain. Cette réduction de perte de vin se traduit également par une forte réduction de la pollution organique dans les effluents. Il permet également un nettoyage efficace des canalisations et limite fortement les consommations d'eau lors des opérations de rinçage. Le procédé*

<sup>1</sup> Projet financé par la Commission Européenne dans le cadre du programme « Eco-innovation. When Business meets the Environment » soutenu par l'Agence Exécutive pour la Compétitivité et

*est fonctionnel, mais nécessite des conditions de mise en œuvre particulières, notamment sur canalisations souples, conditions qui ont été précisées lors de l'étude.*

**Key words:** Eco-Innovation, Transfer, Wine, Must, PIG System, Pipes scraping, Environment

### **Abstract**

*Conciliate the reduction of the environmental impact of wine industry and its business' competitiveness; such is the objective of 12 European stakeholders involved in the Winenvironment project<sup>2</sup>, coordinated by the French Institute of Vine and Wine (IFV). The project aims to demonstrate the interest of new practices and technologies, significantly acting for reducing resources consumption (water, energy) and pollutions, while providing better performances. Thus, transfer operations were the subject of an experiment. Indeed, particularly common in the cellars, they generate important water consumption and potentially pollutant effluents, especially during emptying and cleaning operations. The PIG system (recovery system) developed by INOXPA, had been tested in 16 cellars, on flexible pipes. It allows the recovery of almost all products, without qualitative impairment risk and limits products losses. So it definitely presents an economic interest. This reduction in wine loss has another consequence: the reduction in organic pollution of the effluents. It also allows an efficient pipes cleaning and limits water consumption during rinsing operations. The process is functional but requires particular implementation conditions, especially on flexible pipes, these conditions had been specify during the study.*

## **I/ Introduction**

De la mise en cuve jusqu'au conditionnement, la vendange, le moût puis le vin subissent de nombreux transferts. Ces transferts sont dans la majorité des cas réalisés par pompes dans des canalisations souples en matière plastique alimentaire et plus ponctuellement dans des canalisations fixes en acier inoxydable.

En fin de transfert, la vidange de la canalisation doit être réalisée pour limiter les pertes de produits. Cette vidange doit être effectuée sans risques de dépréciation qualitative (brassages, dissolutions d'oxygène, mélanges ou dilutions). Dans les caves, selon les configurations des tuyauteries (diamètres, longueurs, matériaux), plusieurs pratiques sont utilisées : vidange manuelle par manipulation des tuyaux, vidange par pompe avec pousse à l'air (fonctionnement à vide de la pompe) ou pousse à l'eau, vidange par pousse au gaz (air, azote). Après utilisation, un prélavage à l'eau (rinçage) à fort débit doit être réalisé pour éviter le séchage et l'accrochage des souillures. En fonction des risques et du niveau d'hygiène décidé, ce rinçage doit être suivi ou non d'un nettoyage et/ou d'une désinfection chimique. La mise en œuvre de ces procédures d'hygiène nécessite de grandes quantités d'eau et de produits chimiques.

En industrie alimentaire, la technique de raclage ou « pousse à l'obus » est de plus en plus mise en œuvre. Les avantages mis en avant sont de faciliter la récupération des produits et d'éviter les mélanges de produits, tout en réduisant les consommations d'eau, la charge de pollution dans les rejets, ainsi qu'un retour sur investissement intéressant. Dans le vinicole, cette technique reste peu développée, utilisée essentiellement sur canalisations fixes en acier inoxydable, en cas de grandes distances de transfert (canalisations aériennes ou souterraines).

---

<sup>2</sup> Project financed by the European Commission with the program "Eco-innovation. When business meets the environment" of the Executive Agency of Competitiveness and Innovation.

La Société Inoxpa a développé un procédé PIG System de pousse à l'obus spécifique pour l'industrie vinicole, pour canalisations souples et canalisations fixes.

L'objectif de l'étude est de démontrer l'intérêt de ce procédé, notamment en termes de fonctionnalité et sur les aspects environnementaux (réduction des consommations d'eau, réduction des volumes et de la charge polluante des effluents). Les essais sont réalisés sur canalisations souples.

## **Description du PIG System de la société Inoxpa**

Le PIG System est composé d'un lanceur, d'un receveur et d'un obus de forme sphérique en silicone alimentaire. Les balles sont introduites dans le tuyau au niveau d'un raccord, à l'aide du lanceur en forme de T. Le gaz est injecté par l'intermédiaire d'une vanne et propulse l'obus dans les canalisations. Ce dernier pousse le vin à l'intérieur des tuyaux. A l'arrivée, l'obus est bloqué dans le receveur de forme cylindro-conique et assure l'étanchéité, évitant le retour du vin dans les tuyaux.

Différentes configurations sont proposées :

- Dans les plus simples, en configuration manuelle, l'envoi et la réception sont effectués par l'opérateur.
- Dans les systèmes plus automatisés, l'ensemble peut fonctionner sans interventions manuelles, l'obus restant en permanence dans le circuit (gares de stockage)

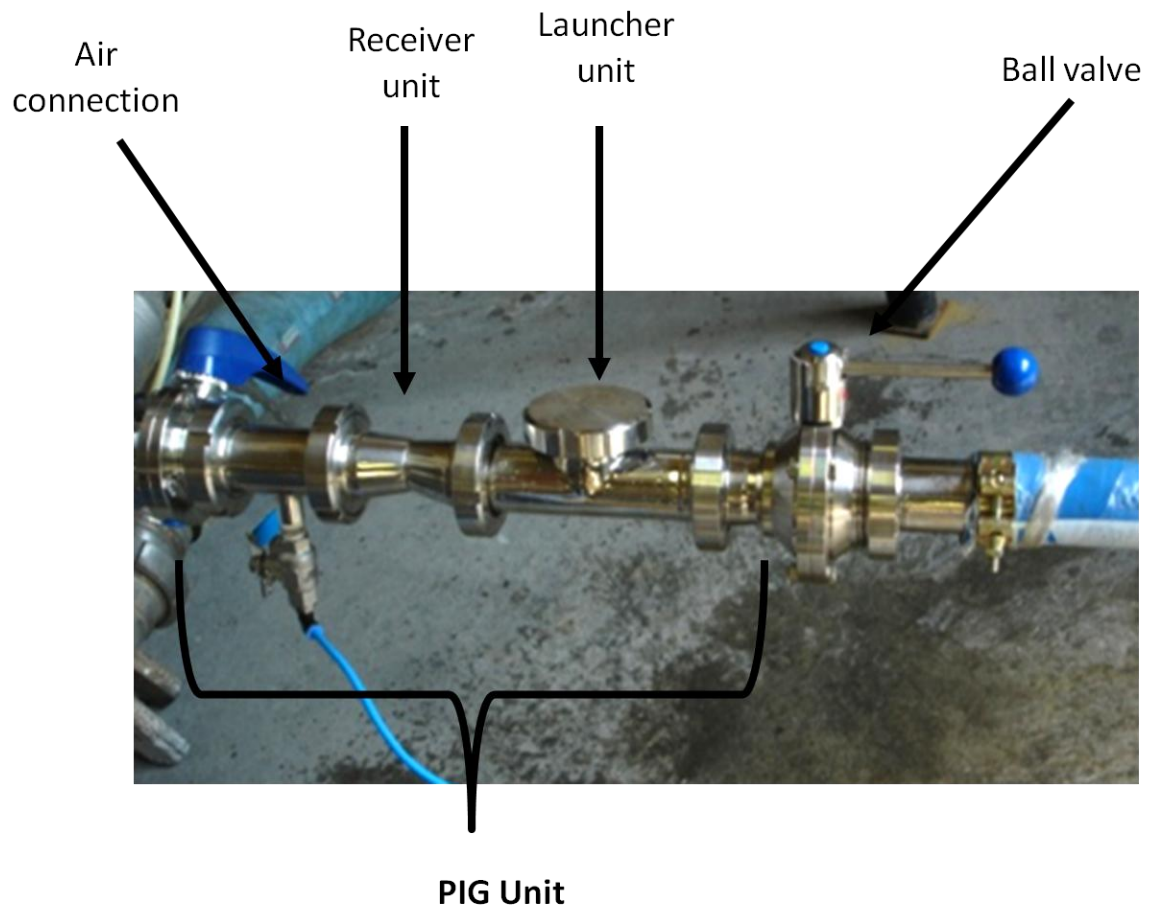


Figure 1: PIG System Inoxpa. Configuration manuelle



Figure 2: PIG System Inoxpa. Système automatisé

## II/ Matériel et méthodes

Le transfert du procédé, utilisé initialement exclusivement sur canalisations rigides en acier inoxydables, à des canalisations souples, a nécessité des tests préalables de mise au point. Une des difficultés est en effet le risque de blocage de l'obus dans les canalisations, soit au niveau des raccords soit au niveau de déformations ou de variations du diamètre intérieur du tuyau.

Pour tester l'efficacité et la fiabilité du procédé de vidange, les essais ont été réalisés sur des canalisations de grande longueur, comportant un nombre important de raccords : 24 mètres linéaires de canalisation en DN 50, constitués de 4 tuyaux souples en PVC translucides de 6 mètres, reliés entre eux par des raccords de type DIN, ligaturés.

Les performances du procédé PIG system sont comparées aux différentes méthodes de vidange des canalisations : vidange manuelle, vidange par pompe (fonctionnement à sec), vidange par pousse à l'eau et vidange par pousse au gaz (air et azote). Pour étudier la fiabilité et l'intérêt pratique du procédé, des essais de démonstration ont été réalisés dans 16 caves, le système étant alors comparé au dispositif de vidange pratiqué dans chaque cave.

L'efficacité des rinçages et les quantités d'eau nécessaires sont évaluées par observations visuelles et par la détermination des principales caractéristiques physicochimiques des eaux de rinçage (conductivité électrique, pH, turbidité, intensité colorante, ATP). Il a été considéré que le rinçage est terminé lorsque les eaux de rinçages n'entraînent plus de souillures (vin, produits de nettoyage/désinfection) et donc lorsque qu'elles ont les mêmes caractéristiques que celles de l'eau propre utilisée pour le rinçage. Le tableau 1 montre que la conductivité électrique est un moyen fiable et rapide de contrôle de la qualité des eaux de rinçage, puisqu'elle permet de détecter des contaminations de 0.05%, non observables visuellement. La mesure de la conductivité peut également être réalisée en ligne.

Les rinçages sont réalisés dans des conditions hydrodynamiques favorisant les actions mécaniques lors de l'écoulement de l'eau de rinçage dans les tuyaux (nombre de Reynolds  $Re > 30.000$ , vitesse d'écoulement supérieure à 0.7 m/s pour des canalisations en DN50).

Traces de vin en %	conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH	Turbidité (NTU)	Intensité colorante	ATP * (RLU)	Aspect visuel
0	666	7,6	0,13	0	15	eau propre
0,05	668	7,6	0,45	0,03	29	eau propre
0,1	670	7,7	0,50	0,04	95	eau propre
0,5	680	7,6	0,70	0,13	nd	Plombé
1	690	7,3	1,32	0,25	nd	plombé
2	716	7,2	2,33	0,43	162	rosé

Tableau 1 : Exemple des caractéristiques physico-chimiques des eaux de rinçage en fonction de leur pollution (traces de vin rouge)

ATP\* : Adénosine triphosphate. Evaluation des quantités d'ATP par bioluminescence, exprimées en RLU (unité relative de lumière)

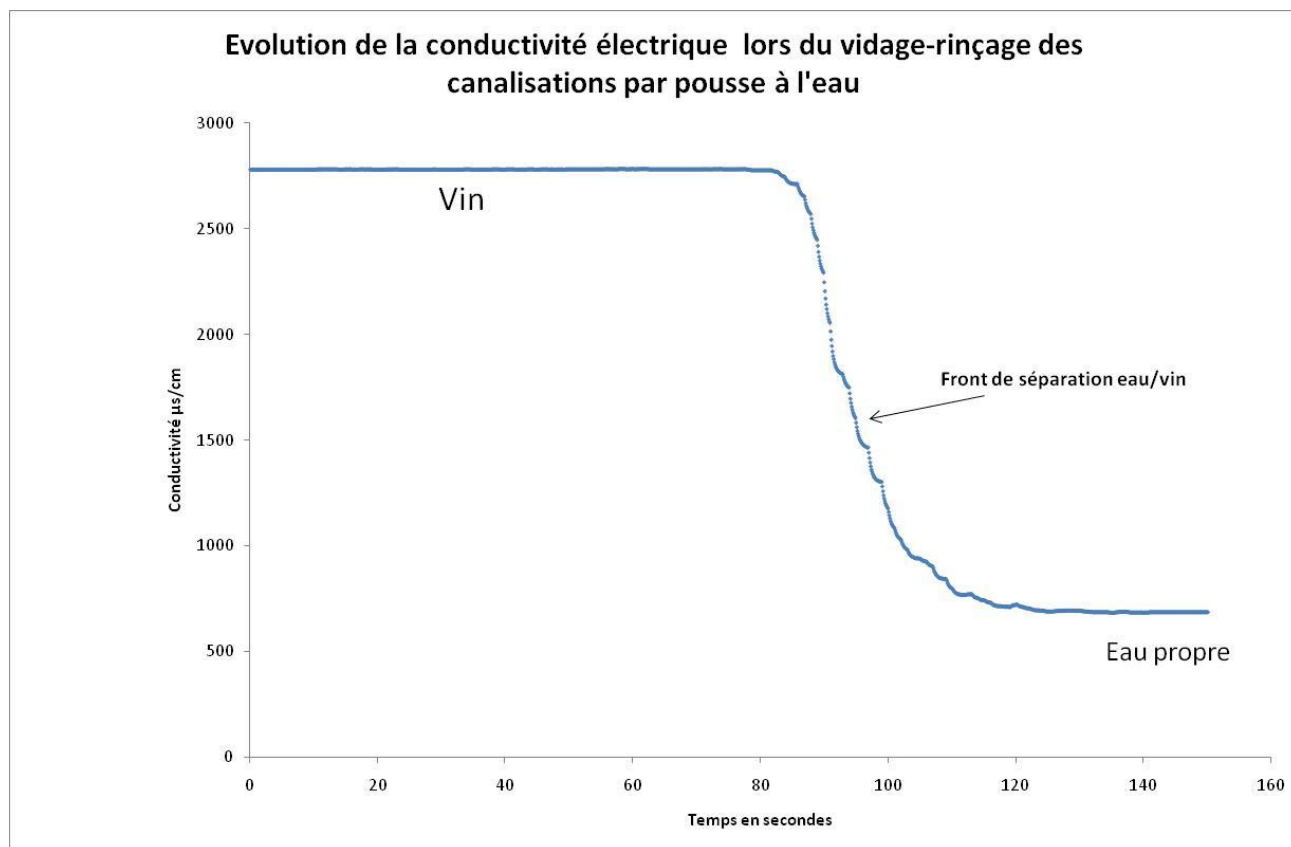


Figure 3 : Evolution de la conductivité électrique lors du vidage-rinçage des canalisations par pousse à l'eau. Une acquisition toutes les 100 ms.

### III/ Résultats

Le procédé PIG System doit assurer la vidange des canalisations, sans blocage de l'obus. En fin de pousse, l'obus doit être bloqué dans le receveur, afin d'assurer l'étanchéité au niveau de la cuve en charge et permettre sa récupération.

Sept obus de configuration et de compositions différentes ont été expérimentés. Les obus rectangulaires en polyéthylène avec des lèvres souples assurent les meilleurs taux de récupération, mais sont difficiles à introduire dans les canalisations. Les obus sphériques en silicone souple, de faible indice Shore, et de diamètre légèrement supérieur au diamètre intérieur des canalisations, assurent de très bons taux de récupération, mais ont l'inconvénient majeur de ne pas être arrêtés au niveau du receveur. Ils se retrouvent dans la cuve. Il en est de même pour les balles en mousse. Des obus sphériques en silicone de dureté moyenne (indice Shore de 65°), et de diamètre proche du diamètre nominal des tuyaux sont fonctionnels. Ils ont été choisis pour la suite des essais.

La progression des obus dans les canalisations nécessite une certaine énergie pour s'opposer aux forces de frottement dans la canalisation et à la pression hydrostatique à vaincre. L'augmentation de la pression appliquée se traduit par une meilleure efficacité : vitesse de déplacement de l'obus, absence de blocage. La pression d'air comprimé doit cependant être limitée à quelques bars (1 à 2 bars) pour des raisons de sécurité. Nous avons mis en évidence que la fiabilité du procédé est très étroitement liée au débit d'air. Comme le souligne la figure 4, à pression identique, la vitesse de déplacement de la balle est proportionnelle au débit d'air comprimé. Lorsque les débits d'air sont trop faibles, les obus se bloquent fréquemment au niveau des raccords ou en cas de rétrécissement du diamètre intérieur des tuyaux (pincements, dépôts internes). Le réglage optimum est une pression de 1 à 2 bars, à adapter en fonction de la contre pression à vaincre (pression hydrostatique), et des débits de 10 à 20 m<sup>3</sup>/h, pour une vitesse de déplacement de l'obus de l'ordre de 1.5 à 2m/s.

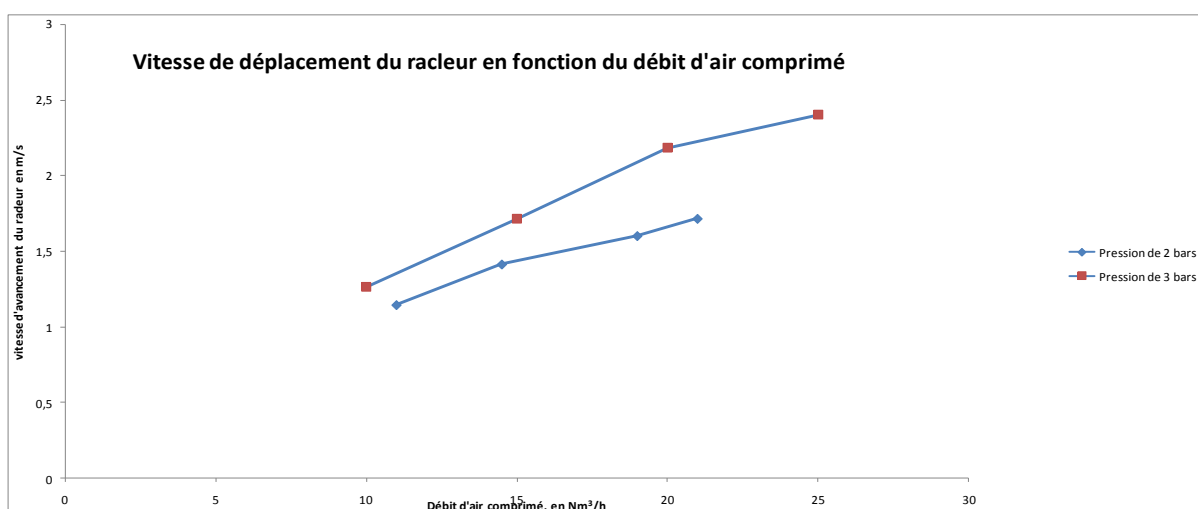


Figure 4 : Influence du débit de gaz sur l'efficacité du procédé

### Efficacité en termes de récupération des produits

Le procédé PIG system permet de récupérer environ 97 à 98% des volumes restant dans les canalisations (cf. tableau 2). Le vin présent dans les canalisations est envoyé en cuve, sans risque de mélange/dilution ou de dissolution d'oxygène. Comparativement, le vidage des canalisations par pompe avec pousse à l'eau engendre des pertes très variables (de 7 à 20% du volume des canalisations lors de nos essais), un mélange eau/vin se créant au front de séparation. Dans le cas d'une vidange des canalisations avec fonctionnement à vide de la pompe, les volumes résiduels peuvent être très variables en fonction des conditions d'utilisation, de 5 à 30 % lors des essais réalisés. Cette pratique s'accompagne également d'incorporation dans la cuve d'importantes quantités d'air. Dans le cas d'une pousse au gaz (azote ou air), les volumes restant dans les canalisations sont fonction des configurations (18 à 20% lors de nos essais). Dans ces deux derniers cas, la récupération des volumes résiduels après vidange partielle nécessite une opération manuelle (progression le long de la ligne de transfert) après fermeture de la vanne de la cuve.

Cave	% de récupération du vin avec le PIG System	% de réduction de la consommation en eau
Cave 1	98 %	70 %
Cave 2	98 %	98 %
Cave 3	97 %	70 %
Cave 4	97 %	81 %
Cave 5	98 %	75 %
Cave 6	99 %	75 %

Tableau 2 : Performances du système de raclage sur le taux de récupération du vin et la consommation en eau

### Efficacité des rinçages/nettoyages

Avec le procédé PIG System, la vidange des canalisations est réalisée par raclage à « sec », sans utilisation d'eau. Après utilisation, les tuyaux doivent cependant être rincés à l'eau, rinçage suivi le cas échéant d'une procédure de nettoyage/ désinfection chimique. Le rinçage s'effectue en introduisant un volume d'eau dans les canalisations et en réalisant une pousse par le racleur. La progression du racleur permet de réaliser un rinçage complet et efficace des tuyauteries, grâce aux actions mécaniques exercées sur les parois et à des régimes d'écoulement favorisant l'élimination des souillures. Il est donc possible de réaliser des rinçages efficaces avec de faibles volumes d'eau (20% du volume des canalisations lors des essais réalisés). En fin de pousse, les tuyauteries ne contiennent plus d'eau résiduelle, ce qui est favorable à l'hygiène. En cas de nettoyage et/ou désinfection par agent chimique par contact, les solutions peuvent être recueillies à l'extrémité des canalisations et éventuellement recyclées.

### Consommations en eau

Les économies en eau par le procédé PIG System dans les 6 caves où ont été réalisés les essais de démonstration sont mentionnées dans le tableau 2. Comparativement aux pratiques de vidange et de rinçage usuelles des canalisations dans ces caves, les économies d'eau varient de 50 à plus de 80%.

Lors de la pousse à l'eau, le volume d'eau utilisé est au minimum le volume des canalisations pour assurer la pousse et le rinçage. Cette pratique, qui limite les risques de dissolution d'oxygène mais nécessite une vigilance de l'opérateur pour éviter le mélange eau/vin, engendre des consommations d'eau très importantes.



Un rinçage efficace des tuyauteries nécessite que les canalisations soient pleines et que le rinçage soit effectué à fort débit. Un rinçage au moyen de racleur peut donc permettre de réduire la consommation d'eau pour cette opération de plus de 80%.

### Volume et charge polluante des effluents

Le rinçage des canalisations génèrent des effluents dont le volume est fonction des quantités d'eau utilisées. La charge polluante de ces effluents est constituée essentiellement de matières organiques provenant des pertes de vin restant dans les canalisations après vidange. Comme le montre le tableau 4, l'utilisation d'un système de pousse à l'obus peut permettre de réduire très significativement les flux de pollution, d'un facteur 2 à 10 lors des essais réalisés.

Volume et charge polluante des effluents		Volume (L)	Flux de DCO (g O <sub>2</sub> )	Flux de MES (mg)
Essai 1	Rinçage par pompe	42	548	1344
	Rinçage par racleur	11	331	687
Essai 2	Rinçage par pompe	70	158	805
	Rinçage par racleur	2	14	100

Tableau 3 : Flux de pollution généré par le rinçage

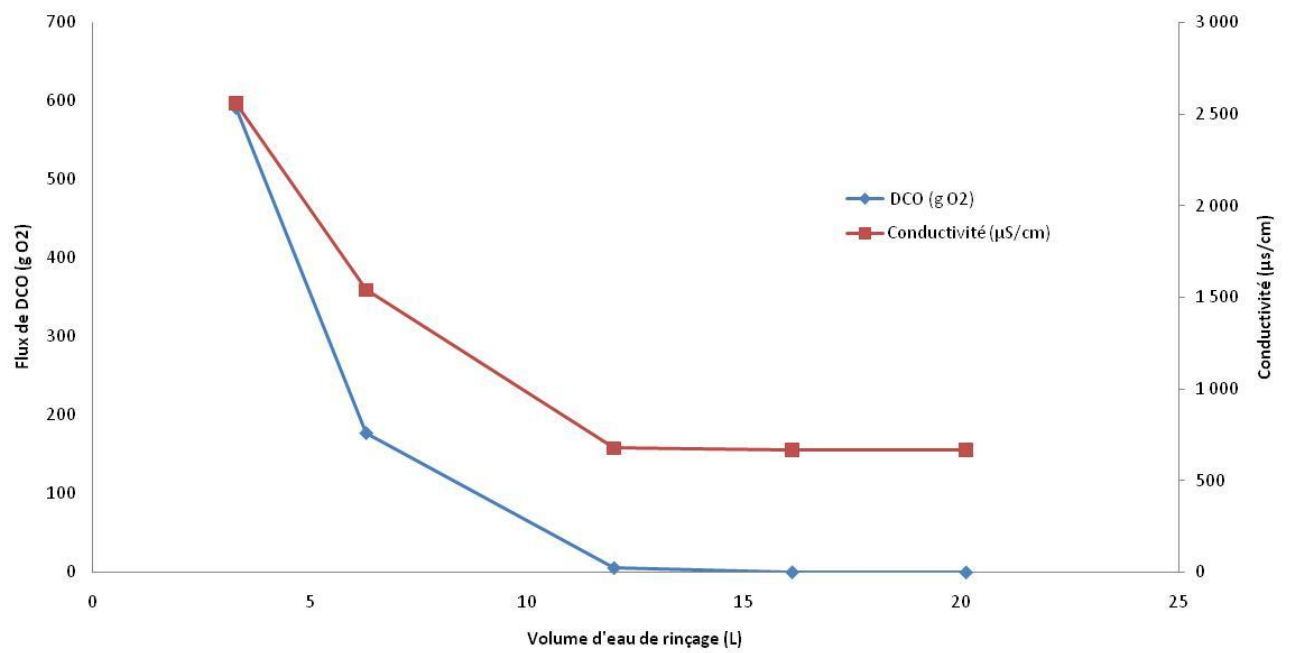


Figure 5 : Evolution du caractère polluant (flux de DCO) des eaux en cours de rinçage.

## Conclusion

Les systèmes de raclage ou pousses à l'obus peuvent être utilisés pour la vidange et le nettoyage des canalisations. Ils permettent de récupérer et d'envoyer dans la cuve la quasi totalité des volumes résiduels de produit restant dans les canalisations après transfert, sans risques de dépréciation qualitative et risques de mélange eau/vin. Ils permettent également un nettoyage efficace des canalisations, tout en limitant de manière très importante les quantités d'eau utilisées, ainsi que la quantité de pollution dans les effluents.

La mise en œuvre d'un raclage des canalisations nécessite cependant certaines conditions. Les tuyauteries doivent avoir un seul et même diamètre, sans étranglements (soudures de mauvaise qualité, clapets, vannes papillons...). Le procédé est fonctionnel sur canalisations souples, mais nécessite des tuyaux adaptés et conditions de mise en œuvre particulières (lanceur, receveur, racleur) qui ont été validées lors de cette étude avec la société INOXPA.

---

*Nous remercions les 16 caves partenaires du projet pour leur collaboration technique. Aveleda SA, Sociedade Agricola da Quinta de Santa Maria, Quinta Campos Lima Agro-turism Unip (Portugal), Vega de Ribes, Bodegas Tobía, Escola de Viticultura i Enología Mercè Rossell i Domènech en Espiells (Espagne), Domaine de Donadille, Coopérative du Lycée Viticole d'Avize, Château de l'Eclair (France), Cantina di Carpi, Cantine Cavicchioli, ASTRA Innovazione e Sviluppo (Italie), Gál, Garamvári, Varsányi, Öreghegy (Hongrie).*

**Copyright MatéVi. Toute reproduction totale ou partielle des contenus est strictement interdite. Pour pouvoir les diffuser, contactez-nous.**