

Les eaux de contact comportent des traces de solvant...

Quelles solutions pour les traiter ?

Même si elles ne représentent qu'une très faible partie de la consommation de solvant (moins de 1% quels que soient les solvants utilisés), et bien que représentant un volume d'eau usée faible (quelques litres par jour), la vidange des eaux de contact que renferment les séparateurs est une opération à effectuer avec soin, en regard de l'environnement et de la qualité des rejets.

Les divers acteurs ayant en charge la gestion des ressources en eau et des eaux usées, telles que les Agences de l'Eau ou les collectivités territoriales, s'interrogent sur les traces de certaines substances présentes dans les eaux usées, parmi lesquelles les solvants, et donc les solvants utilisés en nettoyage à sec. Ils s'interrogent d'ailleurs de la même façon au sujet de tous types de produits détergents et lessiviels.

En règle générale, ce type de substances, que ce soit un hydrocarbure, le D5, un solvant chloré tel que le perchloréthylène, ou tout autre solvant, ne doit pas se trouver dans les rejets. Aussi, ces organismes ou collectivités cherchent-ils à faire respecter cette règle.

Pour la Ville de Paris notamment, le problème posé par les solvants chlorés est accentué du fait de l'existence des égouts de Paris, vaste réseau technique, très dense, où circulent non seulement les eaux usées, mais aussi de nombreux câbles et autres conduites qui nécessitent l'intervention quasi permanente d'équipes techniques, pour des raisons de maintenance ou de nouvelles installations. Les odeurs générées, notamment par les solvants chlorés, et le perchloréthylène en particulier, ont été clairement identifiées. Par conséquent, hormis quelques cas de déversements accidentels de solvant, la question de la maîtrise des eaux de contact doit être examinée de près, afin d'éviter de déverser à l'égout des eaux de contact chargées.

Par conséquent, la Ville de Paris en particulier, de même que l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN), en charge du bassin qui englobe la capitale, sont preneuses de solutions de traitement et ont souhaité qu'une recherche soit effectuée dans ce domaine.

Avec ces deux acteurs, l'AESN et la Ville de Paris, la FFPB et le CTTN ont constitué un groupe de travail.

Ses objectifs étaient de répondre aux questions suivantes :

- comment optimiser la séparation eau/solvant sur les machines de nettoyage à sec, parmi lesquelles les machines en service ?
- quelles sont les performances de dispositifs additionnels ?
- est-il envisageable de trouver d'autres technologies que celles existantes ?

Le CTTN a donc mené une étude selon trois axes :

- analyse de la conception et du fonctionnement des séparateurs qui équipent les machines de nettoyage à sec et dégager des préconisations, test des performances des technologies additionnelles de séparation/épuration des eaux de contact. Cette partie a impliqué des essais en atelier et en pressings. De nombreuses analyses physico-chimiques ont été effectuées, afin de connaître les taux de solvant résiduels, les concentrations en tensio-actifs anioniques, cationiques et non ioniques (qui composent notamment les renforceurs de nettoyage ou encore, les pré-brossants) ;
- une recherche exploratoire sur les techniques qui pourraient être développées pour parfaire la séparation, en utilisant notamment, si possible, un appareil de contrôle portatif et économique, de la qualité des eaux de contact traitées.

➤ L'eau de contact issue des séparateurs... un seul terme pour des réalités très différentes

En fonction des machines, des solvants et du type de séparateur, l'eau en sortie de séparateur présente des concentrations en solvant très différentes.

Prenons le cas d'une machine qui met en œuvre un hydrocarbure, fonctionnant en plein bain, sans distillateur. La concentration en solvant des eaux de contact varie, selon les résultats obtenus, entre 0,3 mg/l et 48 mg/l. En ce qui concerne les machines à pulvérisation d'hydrocarbures, les écarts de concentration sont encore plus importants.

Cette disparité est imputable aux modes de gestion des séparateurs, qui diffèrent grandement, et des opérations d'entretien et de maintenance des séparateurs effectuées de manière plus ou moins soignée.

Au cours de l'étude réalisée, par exemple, concernant un pressing utilisant une machine au perchloéthylène, le simple nettoyage du séparateur et du décanteur (notion de double séparateur, dispositif obligatoire) a permis de diviser par 5 la concentration en solvant des eaux de contact vidangées de la machine.

Pour une autre exploitation, le remplacement du flotteur (détection de niveau), devenu défectueux, ainsi que le nettoyage du séparateur et du décanteur, ont permis de diviser par 40 la concentration en solvant de l'eau de contact.

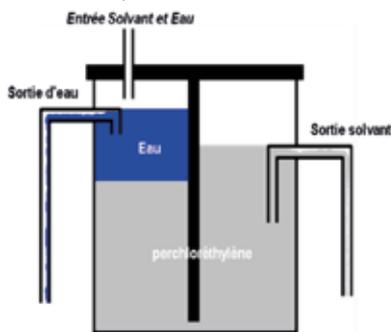
En plus de l'entretien des machines, l'utilisation d'additifs modifiant la solubilité du solvant dans l'eau, influence grandement la qualité de l'eau de contact.

Pour tester l'un des dispositifs d'épuration (voir suite de l'article), de l'eau de contact a été récoltée dans quatre pressings différents. Bien entendu, les pressings n'injectent pas des tensio-actifs (anioniques, cationiques ou non ioniques) spécifiques, mais directement le renforçateur de nettoyage, qui n'est autre qu'un mélange de tensio-actifs. Le tableau ci-contre montre les concentrations de solvant, allant du simple au quadruple, et les concentrations en tensio-actifs, très variables. Rappelons ici que le perchloréthylène (C₂Cl₄) pur n'est miscible dans l'eau (pure) qu'à un maximum de 160 mg/litre d'eau.

↳ Séparation des eaux de contact

(rappel sur le principe du séparateur)

Cas d'une machine fonctionnant au perchloréthylène



Il s'agit d'un récipient conçu sur le principe du **vase florentin**. Il comporte :

- un orifice d'entrée du mélange solvant/eau,
- un orifice de sortie d'eau,
- un orifice de sortie de solvant.

Le mélange eau/solvant provient du condenseur de distillation ou du circuit de séchage. Le récipient se remplit progressivement par la chambre de gauche et, par différences de densité entre eau et solvant, l'eau remonte et reste à la surface du solvant dans cette même chambre.

Les opérations de vidange de l'eau d'une part, et du solvant d'autre part, s'effectuent automatiquement lorsque les niveaux respectifs sont atteints.

Echantillon	C ₂ Cl ₄ mg/l	Tensioactifs		
		Anioniques mg/l	Cationiques mg/l	Non ioniques mg/l
Décanteur Pressing n°1, Echantillon 3	160,1	0,2	3,4	3168
Séparateur Pressing n° 1, Echantillon 4	158,5	5,4	2,2	3731
Décanteur Pressing n° 2, Echantillon 5	252,9	3	1,2	4294
Décanteur Pressing n°3, Echantillon 6	631,6	4,4	2,3	1044

L'eau évacuée est dirigée vers un second étage de séparation. Le solvant évacué du premier et du second étage, pour sa part, est réintroduit dans la machine (recyclage).

D'une façon générale, plus la différence de densité entre les deux solvants est importante, plus la séparation est optimale sachant que pour les solvants alternatifs (densité faible), le système est inversé.

Après le second étage de séparation, un bidon de collecte reçoit une eau comportant encore, néanmoins, des résidus de solvant. Ce bidon est extérieur à la machine elle-même. Il est généralement placé dans le bac de rétention propre à celle-ci. Dans ce bidon, s'opère généralement une dernière décantation. L'eau de contact est évacuée régulièrement alors que la phase solvant est réintroduite dans la machine. C'est typiquement ce bidon de collecte, avec l'eau qu'il contient, qui pourrait faire l'objet d'améliorations.

Vers un séparateur idéal ...

La principale fonction d'une machine de nettoyage à sec n'est évidemment pas de séparer les eaux de contact. Toutefois, quelques principes permettent d'optimiser cette étape qui reste importante. Pour ce faire, certaines machines de nettoyage à sec reprennent les principes ci-dessous :

- la conception des séparateurs et décanteurs doit être spécifiquement étudiée pour chaque type de solvant,
- la hauteur relativement importante des récipients permet d'améliorer la séparation,
- l'automatisation des détections de niveaux d'eau ou de solvant diminue le risque d'accident,
- la visualisation (au travers d'un hublot placé sur les séparateurs ou décanteurs) permet d'observer l'état du solvant et la propreté du séparateur,

- faciliter l'accessibilité aux séparateurs et décanteurs favorise les opérations d'entretien et de maintenance et permet de les effectuer à fréquence accrue.

↳ Technologies additionnelles identifiées

L'un des principaux objectifs était d'étudier les technologies qui permettent d'épurer les eaux de contact de manière à parvenir à un taux de solvant résiduel le plus faible possible, et de vérifier leurs performances dans différentes conditions d'utilisation.

Il s'agissait donc d'étudier des technologies identifiées comme pouvant potentiellement **épurer** les eaux de contact. Les solvants ciblés étaient les hydrocarbures (hydrocarbures destinés au nettoyage à sec), le décaméthylcyclopentasiloxane (D5) et le perchloréthylène.

Deux technologies existantes ont pu être testées : une technologie utilisant des charbons actifs, et une technologie utilisant un certain type de résine. Les essais ont été réalisés en atelier, avec deux types d'eaux de contact :

- des eaux de contact récoltées dans plusieurs pressings, qui ont permis d'examiner l'efficacité des dispositifs pour des qualités d'eau de contact réelles,
- des eaux de contact «reconstituées». Ces dernières ont été produites à partir d'eau de ville, de solvant pur et de différents produits additifs tels les imperméabilisants ou les renforçateurs de nettoyage. Cette partie a permis de tester les performances des technologies étudiées en contrôlant la qualité de l'eau à l'entrée des dispositifs,
- de plus, l'un des dispositifs a été placé dans les conditions réelles, en pressing, pendant plus de 6 mois. Pour tous les dispositifs étudiés, les

analyses ont particulièrement porté sur les performances en termes de taux d'abattement (concentration de solvant en sortie du séparateur par rapport à la concentration en entrée), et aussi sur leurs autonomies potentielles.

➤ La technologie utilisant les charbons actifs pour les eaux de contact contenant un hydrocarbure

Le système d'épuration est assez compact. Il intègre tous les éléments nécessaires à son raccordement aux machines de nettoyage à sec et au traitement de l'eau de contact : pompe de circulation, filtre à charbon, réservoirs, bac de sécurité.

Afin de déterminer les performances de ce dispositif, une solution eau/solvant a été préparée. Deux prélèvements ont été réalisés pour chaque mesure, en entrée de l'épuration et en sortie. Une cuve est remplie de 140 litres d'eau et d'environ 10 litres d'un solvant hydrocarbure, prévu pour le nettoyage à sec de vêtements. Un mélange homogène a été réalisé et son homogénéité maintenue. Les prélèvements ont été analysés par chromatographie.

les hydrocarbures n'ont pas pu être détectés après le passage par le dispositif. Le même test a été reproduit, avec une nouvelle solution de 140 litres spécialement préparée. L'objectif était de déterminer l'autonomie du système.

Volume filtré (litres)	Concentration entrée (mg/L)	Concentration sortie (mg/L)	Taux d'abattement (%)
143	1 351,060	0,003	100,00
190	28,915	0,003	99,99
240	50,518	0,003	99,99
268	18,019	0,003	99,98

Même avec des concentrations en hydrocarbure très élevées, le taux d'abattement est proche de 100%. Cela signifie qu'une phase contenant une majorité d'hydrocarbure a été filtrée par le dispositif, ceci malgré une forte concentration.

Un pressing qui traiterait 100 kg de linge par jour, pourrait ainsi filtrer l'eau de contact durant 3 mois au minimum, puisqu'aucune percée du solvant n'a été mise en évidence, en sortie de dispositif ; c'est-à-dire que ce dispositif pourrait sans doute traiter un volume plus important d'eau de contact.

➤ De l'eau et des hydrocarbures, avec du renforçateur en entrée ... et presque qu'exclusivement de l'eau en sortie

Pour cette expérience du renforçateur de nettoyage a été ajouté.

Pour cet essai, 175 L d'eau, 35 mL de renforçateur et 350 g de solvant hydro-

carbure ont été mélangés d'une façon la plus homogène possible.

Le taux d'abattement des concentrations est proche des 100%. Toutefois, les analyses mettent en évidence un léger phénomène d'entraînement du solvant par les tensio actifs, puisque 0.3 mg/L ressortent du dispositif (facteur 100).

Volume filtré (litres)	Concentration entrée (mg/L)	Concentration sortie (mg/L)	Taux d'abattement (%)
3	1 886,6	0,3	99,98
50	178,6	0,3	99,83
100	37,4	0,3	99,20
128	27,9	0,3	98,92

➤ La technologie utilisant les charbons actifs pour les eaux de contact contenant du D5

Ce dispositif basé sur des charbons actifs, n'est pas conçu au départ pour traiter les eaux de contact des pressings utilisant du D5. Nous avons cependant réalisé des essais pour connaître la performance de ce dispositif sur ce solvant (décaméthylcyclopentasiloxane).

Si les concentrations d'entrée étaient très variables (ce qui démontre une inhomogénéité de la solution), les concentrations en sortie étaient inférieures à 0,02 mg par litre, donc les taux d'abattement étaient systématiquement supérieurs à 99 %.

La percée n'a pas non plus été atteinte, c'est-à-dire qu'après 140 litres filtrés, les charbons actifs épuraient toujours la solution. Ceci laisse présager une autonomie importante de ce type de système de filtration.



➤ De l'eau et des hydrocarbures en entrée... et juste de l'eau en sortie

Pour les 140 premiers litres traités, les concentrations d'hydrocarbures analysées sont inférieures aux limites de quantification de l'instrument de mesure (0,003 mg/L), ce qui signifie que

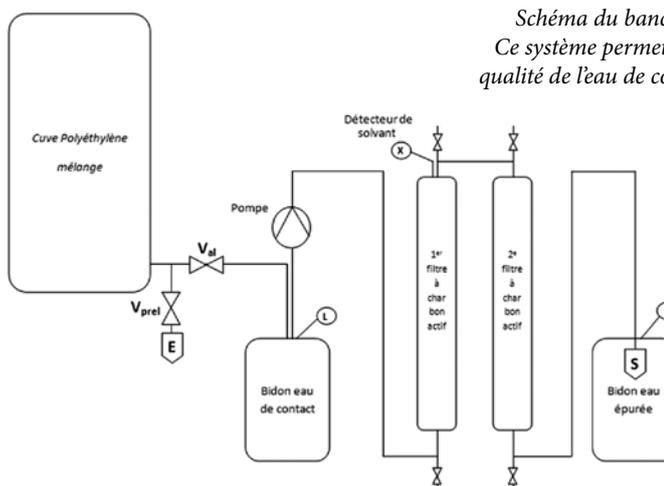


Schéma du banc test, en atelier. Ce système permet de contrôler la qualité de l'eau de contact entrante.

↘ La technologie utilisant les charbons actifs pour les eaux de contact contenant du perchloréthylène



Toujours selon le même principe, le dispositif adapté à la filtration de l'eau de contact pour les machines au perchloréthylène a été testé. Avec de l'eau et du perchloréthylène, le taux de filtration était supérieur à 99,8 % avec une concentration en sortie du dispositif inférieure à 0,1 mg/l et ce, pour les 280 litres d'eau filtrés. En ajoutant du renforteur de nettoyage (175 litres d'eau, 160 g de perchloréthylène et 1 litre de renforteur), le taux d'abattement des concentrations en perchloréthylène variaient entre 60 % et 92 %. Les tensio-actifs permettent d'augmenter le seuil de solubilité du perchloréthylène dans l'eau. Une première hypothèse est que les charbons actifs ne peuvent pas filtrer une trop grande quantité de perchloréthylène en raison de nombre de sites actifs et/ou de vitesse de passage. Une autre hypothèse peut être avancée : les molécules de perchloréthylène sont entourées (voire «encapsulées») à l'intérieur d'une sphère de tensio-actifs, dans l'eau. Les charbons actifs et le perchloréthylène ne pourraient alors pas «entrer» en contact. Ainsi, le perchloréthylène ressortirait du système de filtration. L'essai suivant (175 litres d'eau, 160 g de perchloréthylène et 1 litre de renforteur) avait pour objectif d'observer le comportement du dispositif, après le passage de tensio-actifs. Le taux d'abattement monte alors au-delà de 98 %. Il semble donc que l'influence des tensio-actifs filtrés seuls, lors de l'essai

précédent, était limitée. L'hypothèse de «l'encapsulation» du perchloréthylène (apolaire) par des tensio-actifs à l'intérieur de l'eau est donc la plus plausible. Les tensio-actifs diminuent la performance du système lorsqu'ils sont présents, mais n'altèrent pas les charbons actifs présents dans le dispositif d'épuration.

↘ La technologie utilisant un certain type de résine

Cette technologie aussi est utilisable, notamment pour les eaux de contact contenant du perchloréthylène. Le système est assez compact et directement utilisable en pressing. Cette technologie a été testée suivant trois configurations : dans un pressing réel, dans notre atelier avec des eaux de contact «reconstituées» et dans notre atelier avec des eaux de contacts récoltées en pressing.

Les tests ont donné des résultats concluants, aussi bien dans nos ateliers que directement en situation, dans un pressing. Dans ce dernier cas, la percée n'a pas été atteinte après une période significative, de plusieurs mois.

↘ Autres technologies

A titre exploratoire, d'autres technologies ont été recherchées. Cette recherche s'est appuyée sur des publications ou brevets traitant de cette thématique, ainsi que sur la consultation de divers organismes tels que l'Institut Français des Techniques Séparatives ou le LSGC (Nancy), par exemple, sans grand succès, de même s'agissant d'un éventuel dispositif économique de contrôle portatif de la qualité de l'eau de contact après traitement.

L'IFTS a une connaissance étendue de la filtration par membranes (organiques ou minérales), ainsi qu'une expérience de leurs comportements en présence d'hydrocarbures ou de composés chlorés. Pour l'application évoquée, l'IFTS estime que le rythme de traitement des eaux de contact inhérent à l'activité de pressing (quelques litres par jour), per-

mettrait de travailler à des débits et pressions relativement faibles, au profit de la performance et dans des conditions économiquement plus avantageuses de son point de vue. Nous serions éloignés des conditions normales d'emploi de membranes, où l'on recherche un débit de traitement élevé.

La bibliographie montre cependant que si des techniques ont la capacité de filtrer les eaux de contact, la mise en œuvre dans un pressing, à des coûts abordables, reste un point bloquant.

↘ EN CONCLUSION

Bien que présent en très faibles quantités, le taux de solvant dans les eaux de contact doit être réduit au maximum. Or, les concentrations en solvant des eaux de contact dans les pressings varient de façon importante. L'utilisation de renforteurs de nettoyage ou d'additifs tels les imperméabilisants, dépendent de l'activité du pressing. Mais, elle influence la qualité des eaux de contact et leur traitement. Nous avons mis ici en évidence l'influence et l'importance du nettoyage des séparateurs et décanteurs sur la qualité des eaux de contact. En conséquence, lors de l'achat de la machine, l'accessibilité du décanteur et séparateur est un des points importants à prendre en compte.

Deux types de dispositifs ont été testés : le dispositif utilisant des résines (pour le perchloréthylène) et le dispositif utilisant des charbons actifs (pour le perchloréthylène, les hydrocarbures et le D5). Pour les deux systèmes, la percée (c'est-à-dire le nombre de litres d'eau filtrés à partir duquel la solution aqueuse n'est plus épurée du solvant qu'elle contient initialement) n'a pas été atteinte. Ce qui laisse présager des périodes d'utilisation avantageuses, très supérieures à 3 mois.