

ARCACLEAN AU BANC D'ESSAI

La quête du meilleur solvant alternatif possible se poursuit, dans le prolongement des effets de l'arrêté ministériel du 5 décembre 2012. En effet, comme le savent bien nos lecteurs, l'arrêté impose progressivement la substitution du perchloréthylène, dès lors que l'installation de nettoyage à sec jouxte des locaux voisins, occupés par des tiers. Arcane Industries, société aubagnaise (Bouches du Rhône), qui développe, élabore et commercialise des produits de nettoyage, s'est penchée sur la question. Arcane Industries affiche une préoccupation environnementale forte puisque qu'elle développe des produits en minimisant leur impact sur l'environnement et la santé, selon ses dirigeants. Arcane Industries a sollicité le CTTN dès l'été 2012, pour une étude partenariale de son solvant ARCACLEAN et ce, en ayant bien identifié la problématique qui allait se poser très vite, de manière aigüe, à la profession.

Soucieuse d'adopter une démarche rigoureuse, ARCANÉ Industries a confié au CTTN, dans une première phase, des essais préliminaires visant à vérifier la capacité du solvant ARCACLEAN à préserver les textiles, à partir de tissus constitués de différentes fibres : les fibres naturelles, les fibres artificielles et les fibres synthétiques.



Première phase : Ces premiers essais ont été réalisés en simulant le nettoyage en plein bain, hors machine de nettoyage à sec, au moyen d'un Laund-O-Mètre, machine qui permet facilement de multiplier les essais, mais à partir d'échantillons de tissus de petites dimensions.

Cette phase a permis également d'étudier l'aptitude du solvant à éliminer divers types de salissures, ainsi que le comportement d'accessoires, tels que

boutons, fermetures à glissière, strass, et paillettes.

Le banc d'essais : Face à des résultats d'essais très encourageants, ARCANÉ Industries a pu valider le projet de réaliser une seconde phase d'étude, en nouant un partenariat avec ILSA, fabricant italien de machines de nettoyage à sec. Cette seconde phase, également confiée au CTTN, a été réalisée sur la base d'une machine : ILSA C2 ICON 240, d'une capacité de chargement de 12 kg.

Caractéristiques du solvant

ARCACLEAN

(Source : ARCANÉ Industries)

Le point éclair du mélange anhydre (sans eau) est de 84°C. Avec 3 % d'eau, le point éclair est de 91°C.

Limite Inférieure d'Explosivité : 0,8 %.

Classé combustible

Densité : 0,962

Miscible à l'eau

Pression de vapeur : indéterminée

Point d'ébullition : 165 - 235°C

Indice KB : 78

Prix annoncé au litre : 7,5 € HT.

Note importante : le solvant ARCACLEAN est le résultat d'un mélange de plusieurs composés chimiques, et est utilisé avec de l'eau en légère proportion. D'où le slogan du fabricant : «**L'eau est notre alliée**». En effet, selon lui, la compatibilité du solvant à l'eau permet d'accroître et d'élargir ses performances d'enlèvement de salissures. **Un autre point est à souligner :** les composés entrant dans la formule du mélange ne font l'objet

d'aucun classement en terme de danger, ce point ayant été confirmé par l'INRS, dans le cadre de la demande de certification NF de machines destinées à mettre en œuvre l'ARCACLEAN. Sur ce point particulier, ARCACLEAN se démarque des autres solvants.

Principales caractéristiques techniques de la machine ILSA (source : ILSA) :

Capacité de chargement nominale : 12 kg (rapport de charge 1/20)

Volume tambour : 240 litres

Circuit de solvant :

- 2 réservoirs de solvant d'une contenance respective de 175 et 105 litres

- 1 filtre rotatif de capacité de 50 litres de solvant

- 1 filtre à épingle

Au maximum, la machine contient 265 litres de solvant (selon plaque signalétique de la machine).

Circuit de séchage :

- circuit fermé avec pompe à chaleur au R407C

- contrôleur de séchage ajustable

- filtres à peluches principal et auxiliaire

Circuit de distillation :

- circuit fermé avec condenseur à eau

- pompe à vide

Sécurité :

La machine comporte notamment les dispositifs de sécurité suivants :

- le solvant étant classé combustible (point d'éclair : 84°C ; LIE : 0,8%), la distillation a lieu sous vide.

Une pompe à vide et un système de régulation de température sécurisé sont

présents sur le circuit de distillation ;
 - le circuit de séchage est conçu pour que la LIE ne soit jamais atteinte. Cela étant, le point d'éclair du solvant (84°C) se situe au-delà de la température de séchage (72°C), ce qui est une sécurité supplémentaire. Le circuit de séchage, le contrôle de la température se font en différents points stratégiques : batterie chaude, entrée tambour, distillateur ;

- la machine a été adaptée aux spécificités du solvant (mélange de plusieurs composants). Voici les particularités du procédé de nettoyage :

-le procédé ne produit pas d'eau de contact ;

- le solvant provenant du séparateur lié au circuit de séchage est acheminé vers le réservoir de travail.

La distillation :

Cette phase du procédé se déroule en deux étapes. Le solvant contenant de l'eau, une première étape de distillation est dite «azéotropique». Cette première étape de distillation a évidemment lieu sous vide et permet d'écarter l'eau. Ensuite, une deuxième étape dans la distillation permet de distiller le solvant. L'azéotrope issu de la distillation est envoyé vers un réservoir spécifique. Lorsque ce réservoir «Azéotrope» atteint son niveau maximum, il est vidangé dans un bidon externe pour récupération et retraitement par une société spécialisée.

A chaque vidange du réservoir «Azéotrope», un ajout de solvant Arcaclean E est effectué dans la machine, par pompage automatique dans un bidon

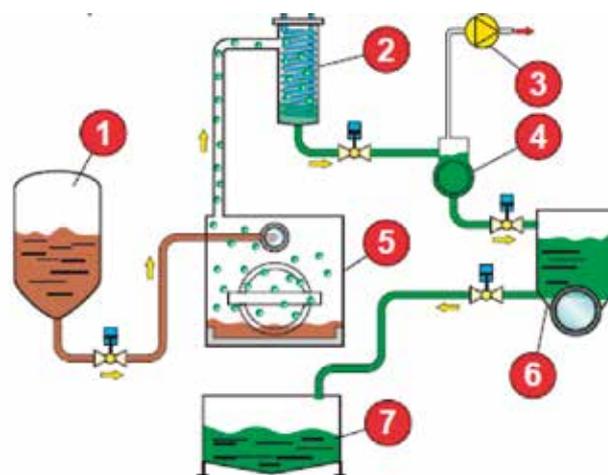
placé aux côtés de la machine.

Arcaclean E : produit d'entretien du solvant, il compense le solvant éliminé dans l'azéotrope.

Distillation sous vide : l'arrivée du solvant souillé au distillateur s'effectue progressivement depuis le réservoir d'attente. Le niveau de solvant est maintenu à un niveau bas dans le distillateur pour favoriser la vitesse de distillation, en limitant les consommations et le risque de débordement. Lorsque le réservoir recevant le solvant condensé est plein, il est vidangé dans le séparateur.

↳ Performances du procédé

Les tests de performances ont été réalisés par comparaison avec une machine de nettoyage au perchloréthylène, référence historique de la profession, et avec une machine aux hydrocarbures, une autre référence connue dans le monde depuis au moins deux décennies.



- ❶ réservoir de solvant souillé
- ❷ condenseur de distillation
- ❸ pompe à vide
- ❹ réservoir de solvant condensé
- ❺ distillateur
- ❻ séparateur
- ❼ réservoir de solvant propre

Pour bénéficier de conditions assez représentatives des usages courants de machines de nettoyage à sec, le taux de chargement pratiqué pour les essais était de 70 %, soit de 8,4 kg de textiles (usage de charges textiles complémentaires identiques).

Le fabricant ne prévoyant pas de renforteur de nettoyage, les essais ont été réalisés sans additif.

Programme de nettoyage au perchloréthylène :

cycle à 2 bains avec filtration et distillation continue.

Renforteur : 25 ml de Clip Green Conc. Température de séchage : 65°C en entrée tambour.

Contrôleur de séchage.

Programmes machine ILSA C2 ICON 240, solvant ARCACLEAN

Programme 1 (vêtements clairs, 2 bains) Distillation continue		Programme 2 (vêtements foncés, 2 bains) Distillation continue	
Prélavage	: 2 min.40 s	Prélavage	: 2 min.40 s
Vidange vers distillateur	: 0 min.40 s	Vidange vers distillateur	: 0 min.40 s
Essorage	: 1 min.30 s	Essorage	: 1 min.30 s
Nettoyage	: 6 min.20 s	Nettoyage avec filtration	: 6 min.20 s
Vidange vers réservoir	: 0 min.40 s	Vidange vers réservoir	: 0 min.40 s
Essorage	: 4 min.40 s	Essorage	: 4 min.40 s
Durée de séchage fixe à 70°C : (Entrée tambour)	26 min.58 s	Durée de séchage fixe à 70°C : (Entrée tambour)	26 min.58 s
<i>Contrôleur de séchage</i>		<i>Contrôleur de séchage</i>	
Refroidissement	: jusqu'à 34°C	Refroidissement	: jusqu'à 34°C
Durée totale	: environ 68 min	Durée totale	: environ 68 min

Programme de nettoyage avec hydrocarbure (Solvon) :

cycle à 2 bains avec filtration et distillation continue.

Renforceur : 25 ml de Clip Green Conc. Température de séchage : 75°C en entrée tambour.

Contrôleur de séchage.

Concernant **la colle**, le solvant ARCACLEAN obtient le meilleur niveau de performance.

Rappelons que les essais réalisés avec le solvant ARCACLEAN l'ont été sans emploi de renforceur, alors qu'un renforceur a été dosé dans le cadre des deux autres procédés, conformé-

sures, fabriqués par des sociétés spécialisées.

Ils permettent d'évaluer la performance de nettoyage par mesures spectrophotométriques, à partir desquelles un pourcentage d'enlèvement est calculé.

Bien que non représentatifs de la réalité, ces salissures permettent d'objectiver la mesure par rapport à une cotation visuelle et donnent une comparaison plus rigoureuse des performances.

Les résultats d'enlèvement des taches grasses apparaissent globalement proches entre les trois solvants, les écarts étant généralement peu significatifs.

Les résultats d'enlèvement des taches tanniques et des taches spécifiques (encre, cirage et herbe) sont toutefois meilleurs pour le solvant ARCACLEAN.

Concernant les taches protéiniques, les résultats sont similaires pour le chocolat et le sang.

ARCACLEAN se détache de ses «compétiteurs» en ce qui concerne le jaune d'œuf.

Tenue de vêtements : il a été procédé à une sélection de vêtements représentative de ce qui est habituellement traité en nettoyage à sec et ce, en lien avec ARCANIE Industries.

En page 16, la liste des vêtements, avec leurs compositions, leurs coloris et leurs codes d'entretien. Les vêtements clairs ont été traités distinctement des vêtements foncés.

Salissures appliquées manuellement :

résultats sur des échantillons de tissus salis (toile de coton blanc) traités après 120 heures de vieillissement en salle conditionnée (T°C et hygrométrie).

Ces résultats ont été obtenus par cotation visuelle selon une échelle de 0 à 5, la note de 5 signifiant un enlèvement total.

D'autres tests ont été réalisés dans les mêmes conditions, mais avec un vieillissement des taches de 24 heures seulement. D'une façon générale, les résultats obtenus après 24 h de vieillissement sont très proches de ceux obtenus après 120h.

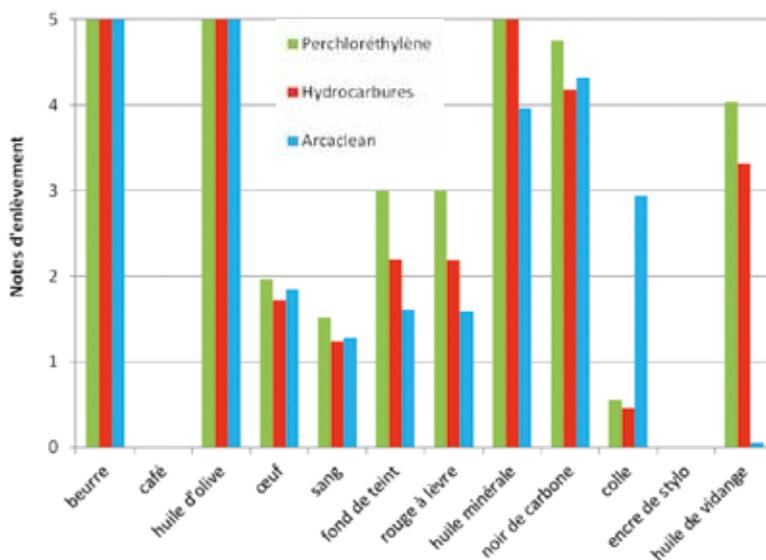
Les résultats obtenus avec le solvant ARCACLEAN sont équivalents à ceux obtenus avec les deux autres solvants (Perchloréthylène et Hydrocarbure) pour 8 des 12 taches sélectionnés.

ment aux recommandations des fabricants.

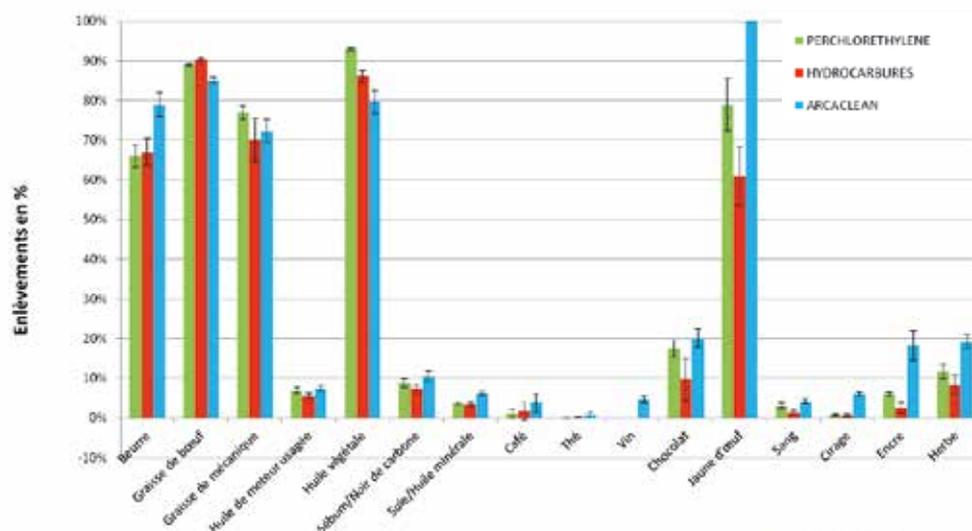
Tissus salis normalisés : d'autres essais d'élimination de salissures ont été effectués à partir de tissus salis normalisés.

Il s'agit de tissus imprégnés de salis-

Enlèvements moyens de taches appliquées manuellement - 120 heures de vieillissement
échelle de cotation : 0 à 5 (5 correspond à un enlèvement total)



TISSUS SALIS NORMALISES



Feutrage (pull-over) : aucun feutrage, par mesure de variation d'épaisseur, n'est constaté, quel que soit le solvant utilisé.

Temps de repassage : les temps de repassage, après passage en machine, ont été mesurés après 3 traitements en machines de nettoyage à sec, pour obtenir une finition équivalente à celle obtenue après nettoyage au perchloréthylène.

Il en ressort que le solvant ARCACLEAN demande un temps de repassage moyen légèrement supérieur à ceux qu'impliquent les deux autres solvants.

↳ Consommations

Consommation et facteur d'émission de solvant :

Ces caractéristiques ont été déterminées en réalisant une pesée différentielle de la machine : état initial et état final, après avoir effectué 50 cycles de nettoyage avec un chargement à 12 kg, d'une charge composée de vêtements en laine, en coton et en polyester-coton. Quantité de vêtements traités : 600kg.

- Facteur d'émission à l'atmosphère ressort à : **3,85 g/kg (soit 0,385%)**
- Quantité de solvant émise à l'atmosphère : 2,3 kg
- Masse des résidus de distillation produits : 2,0 kg (très liquide, peu de salissures présentes ici).
- Le complément apporté en **ARCACLEAN E** est de : 3,2 kg
- La production d'azéotrope a été quantifiée à : 7,94 kg (contenant 3,99 kg d'eau).
- Consommation totale de solvant : 6,94 kg

Déduction faite de l'azéotrope produit (solvant récupéré et retraité par ARCANE Industries), la consommation devient : 3,0 kg (pour 600 kg de vêtements traités).

Consommation électrique :

Mesure sur 2 cycles de nettoyage avec chargement à 8,4 kg : **22 kWh/cycle**

Mesure sur 2 cycles de nettoyage avec chargement max. à 12 kg : **26 kWh/cycle**

Consommation d'eau :

Après mise au point de la machine,

suite au banc d'essais, les consommations d'eau ressortent en moyenne à environ 350 à 400 litres/cycle pour une machine de 12 kg (source : ARCANE Industries)

↳ Approche comparative des coûts de production au poste de nettoyage

Pour l'estimation des coûts de production, les paramètres suivants sont pris en compte :

- Prix d'achat de la machine et amortissement sur 10 ans
- Coût estimatif de son installation et amortissement sur 5 ans
- Hypothèse d'un achat par emprunt avec frais financier afférents (taux d'intérêt de 3.5% par an)
- Frais d'entretien
- Consommations d'énergie
- Consommation d'eau de réfrigération
- Consommation de solvant (ARCACLEAN E inclus pour le procédé ARCACLEAN)
- Consommation de renforçateur de nettoyage (nulle pour le procédé ARCACLEAN)
- Coût du traitement des résidus de distillation
- La main d'œuvre en faisant l'hypothèse d'un temps moyen par cycle

Le comparatif ci-dessous se fonde sur les hypothèses suivantes :

- 8 passes par jour pour chaque procédé
- 2 taux de chargement : 70% et 100%
- utilisation de renforçateur pour le nettoyage au perchloréthylène et aux hydrocarbures
- dans le cas du procédé ARCACLEAN, la collecte de l'azéotrope produit et son retraitement en vue de son recyclage, sont considérés ici à coût nul pour l'exploitant.

Coût de production	Taux de chargement de 70%		Taux de chargement de 100%	
	€ HT/kg de vêtements	€ HT/pièces	€ HT/kg de vêtements	€ HT/pièces
ARCACLEAN	1,44	0,75	1,14	0,59
Hydrocarbure	1,21	0,63	0,86	0,45
Perchloréthylène	1,02	0,53	0,77	0,40

Suite à ce banc d'essais prometteur, ARCANE Industries a continué à travailler sur cette première machine innovante en améliorant significativement le procédé de fractionnement (distillation), ce qui a permis de réduire la consommation en agent d'entretien Arcaclean E.

A ce jour, ILSA propose, pour la mise en œuvre innovante et spécifique au solvant ARCACLEAN, une nouvelle machine optimisée quant à son fonctionnement et son coût.

Elle est basée sur la nouvelle plateforme de la Multi-FLEX, qui est disponible selon deux capacités de charge : 12 kg (Multi-FLEX 240/N) et 16 kg (Multi-FLEX 320/N).

Ces machines devraient apporter des coûts de production plus faibles, selon ARCANE Industries et ILSA.



Multi-FLEX 240/N

Encombrement de la machine, poids

- Largeur : 1 200 mm
- Profondeur : 1 900 mm
- Hauteur : 2 300 mm
- Poids à vide : 1 480 kg
- Poids maximum solvant inclus : 1 710 kg

Caractéristiques électriques

- Raccordement à un réseau 400 Volts triphasé / 50 Hertz
- Intensité maxi absorbée (version tout électrique) : 27 A