

# **Technologie de lavage écologique et économique : Rockwell Automation choisit Egaclean d'Amsonic**

J.-F.Fallot

## **Introduction**

Le nettoyage industriel représente une étape intégrée au processus de production. L'évolution des technologies faisant appels aux solvants hydrocarbures -non chlorés- utilisés sous vide a permis une percée remarquable de ce type d'équipement. De grands noms des industries de pointe ont opté pour ce choix.

L'article suivant décrit l'implantation du système Egaclean chez Rockwell.

## **La préparation de surfaces chez Rockwell**

Le groupe américain Rockwell privilégie les procédés de fabrication écologiques. Le dégraissage s'effectuait jusqu'en mars 2001 au perchloréthylène. Cette machine équipée de filtration des émissions devait être remplacée, principalement pour se conformer aux normes Opair 1998 et pour la certification de la société selon ISO 14001.

Les pièces de connectique et les éléments de boîtiers électriques sont embouties et leur état de surface doit être nettoyé avant montage, soudage, dépôt galvanique ou stockage. La qualité du nettoyage est importante en raison des applications multiples des produits Rockwell dans l'industrie électronique, aéronautique et médicale.

Le groupe d'étude mis sur pied dans ce but a analysé dans un premier temps les solutions lessivielles et le dégraissage en solvant hydrocarbure. Le choix s'est porté après analyse sur la méthode aux solvants « AIII » soit des hydrocarbures à point-éclair >56°C.

M.Claude Vincent, responsable du projet précise les raisons de ce choix.

## **Quelles raisons vous ont poussé à opter pour la solution hydrocarbure?**

*Le perchloréthylène est l'un des produits toxiques interdits ou éventuellement tolérés dans les unités de production de Rockwell. Notre société adopte les normes du pays le plus restrictif sur le plan écologique et de la sécurité pour l'ensemble de ses activités. D'autre part, le doublement du prix du Per, son caractère toxique et non-écologique ainsi que la nécessité de remplacer la machine utilisée nous ont poussé à choisir la technologie des solvants hydrocarbures non halogénés.*

## **Combien de fournisseurs avez vous contactés ?**

*Quatre sociétés ont été retenues dans un premier temps.*

## **Quelles sont les raisons du choix de "EGAclean" ?**

*Deux sociétés n'ont pas rempli les critères qualitatifs. Des deux sociétés restant en lice, Egaclean présentait le meilleur bilan dans notre table de décision. Parmi les principaux éléments, retenons les coûts d'investissement et d'exploitation, la sécurité, le système de convoyage automatique et le service après-vente.*

## **Quel sont rétrospectivement les points importants du processus de décision ?**

*La qualité du nettoyage (mesure de tension superficielle supérieure à 51 mN/m), la sécurité, le caractère écologique de l'équipement, la capacité de production et le convoyage automatique.*

Parmi les sociétés contactées, Amsonic a été retenue. Il est à relever que la société Rockwell utilise du solvant isoparaffine à température de 40°C dans une machine de la première génération, datant de 1994. Cette machine procède au dégraissage de pièces en matière plastique utilisées dans l'appareillage.

### Cahier de charges

Le tableau 1 donne un aperçu des exigences posées. Le plan de production s'étend sur les années 2001 à 2005.

Nombre d'articles	352
Production horaire	400 kg
Paniers par cycle de lavage	4 paniers de 475 x 320 x 154mm
Mode de chargement	Semi-automatique
Matière	Cuivreux, acier, aluminium
Salissures	Huiles minérales, abrasifs de tribofinition
Exigences de propreté	Tension superficielle >50 mN/m selon DIN 53 364 Valeurs mesurées : 52 mN/m
Mode d'agitation des paniers	Statique, oscillation, rotation
Temps de cycle	10 à 15 min
Opérations préalables	Etampage, soudage, filetage, pliage, tribofinition
Opérations suivantes	Montage, dépôt galvanique, soudure, brasage fort

Tableau 1 : Données de production

### Processus décisionnel

Le groupe d'étude a procédé à de nombreux essais avec des charges réelles.

La qualité du lavage, la propreté des pièces s'est révélée légèrement supérieure à celle obtenue en perchloréthylène sur une installation datant d'une vingtaine d'années. Ce fait prouve la qualité de nettoyage obtenue en machine Egaclean à haute température sous vide. D'autres applications utilisant la même méthode de nettoyage, tels que les dépôts galvaniques, le collage ou les dépôts PVD ont démontré le niveau qualitatif supérieur du nettoyage en solvants isoparaffiniques.

De plus ces solvants excluent tout risque de corrosion durant une période de quelques semaines. Les tests en brouillard salin démontrent que la protection contre la corrosion est comparable à celle obtenue avec des inhibiteurs de corrosion ajoutés aux détergents aqueux.

Une application en connectique démontre l'effet positif de la haute température. Les pièces sont en effet dégraissées en machine Egaclean après un dégraissage préliminaire en solvant AIII à 40°C et phase vapeur. Ce nettoyage supplémentaire garantit l'élimination des particules grasses au fond des trous borgne (diamètre 0,3 mm profondeur 5 mm). Ces salissures ne pouvaient pas être éliminées en solvant chloré.

L'avantage de la solution Egaclean réside dans l'utilisation d'un solvant à haute température. Contrairement aux systèmes à hydrocarbures travaillant à 40°C, le procédé Egaclean (breveté) accroît notablement la capacité de dégraissage et de pénétration du solvant.

Les différents essais, le rapport coût-performance et les références acquises dans l'industrie métallurgique ont conduit à choisir le procédé Egaclean.

3

La possibilité de varier les temps, températures, fonctions de lavage tels qu'ultrasons, injection ou filtration ont permis de définir les programmes de lavage.

On distingue deux types de lavage :

Programmes courts :

*Lavage en solvant de travail avec ultrasons ou injection*

*Phase vapeur*

*Séchage*

Temps de cycle : environ 10 minutes.

Programmes de lavage de précision :

*Lavage en solvant de travail avec ultrasons ou injection*

*Lavage en solvant propre avec ultrasons ou injection*

*Phase vapeur*

*Séchage*

Temps de cycle : environ 15 minutes.

Le choix du type de lavage dépend des exigences de propreté, des salissures et de la géométrie des pièces. On choisira un programme court pour le lavage intermédiaire ou pour des pièces peu exigeantes.

Les programmes de lavage de précision s'appliquent aux pièces à trous borgnes, fortes salissures et lorsque les exigences de propreté sont élevées.

M. Vincent se prononce ainsi sur l'investissement réalisé:

#### **Les objectifs économique, qualitatifs et écologiques ont-ils été atteints ?**

*La qualité demandée, la productivité, les coûts et le bilan écologique sont conformes aux exigences de Rockwell.*

#### **Des économies ont-elles été réalisées ?**

*Sur le plan économique nous respectons les consommations et les coûts de maintenance annoncés*

*Les temps de cycle sont plus courts qu'en nettoyage au per pour les petites pièces. La machine au per nécessitait environ 18 minutes contre 13 minutes en machine "EGAclean". Pour les pièces volumineuses, les temps de cycle étaient plus courts en solvant chloré. Il faut relever que la machine au Per n'était pas équipée d'une sonde de mesure de la concentration (valeur de consigne 1 g/m<sup>3</sup>). L'adjonction obligatoire selon l'Opair de cet élément rallonge substantiellement les temps de cycle. Relevons que l'installation au Per n'a pas été améliorée depuis plusieurs années. Globalement, la productivité est identique pour les deux systèmes de lavage.*

#### **Quelles expériences avez-vous tiré de ce projet ?**

*Il convient d'accorder une grande importance à l'élaboration du cahier de charges. Le convoyage semi-automatique et le choix des paniers sont également important. Le mode de déchargement automatique des paniers, qui sera installé prochainement permet un gain de temps appréciable.*

#### **Quels sont les travaux de maintenance à effectuer ?**

*L'opérateur consacre chaque semaine un quart d'heure aux contrôles de l'eau de chauffage, du filtre grossier, du distillateur, du séparateur d'eau et de la purge de l'entrée du distillateur. Divers contrôles de niveau complètent cette opération.*

*Tous les mois, un nettoyage des radiateurs du groupe froid, du générateur ultrasons nous occupent durant une demi-heure. Toutes les 500 heures, nous procédons à la vidange d'huile de la pompe à vide, alors que d'autres éléments de la pompe à vide sont remplacés annuellement.*

#### **Quelles sont les différences entre le nettoyage en solvant chloré et hydrocarbure ?**

*Nous n'avons pas observé de différence qualitative. La productivité globale est légèrement inférieure en solvants hydrocarbures. La fiabilité de l'installation est excellente.*

M.Hürzeler, en charge de la machine "EGAclean" ne tarit pas d'éloges. L'absence d'odeur, la facilité d'une maintenance sans contact avec un solvant toxique lui permettent d'affirmer que la nouvelle installation *Swiss clean* est un grand pas en avant pour l'opérateur.

### *Egaclean 4200*

L'équipement choisi est équipé conformément au tableau 2.

Les caractéristiques techniques sont reproduites au tableau 3. Il s'agit d'une machine standard conformes aux normes CE et certifiée par la SUVA.

Tableau 2 : Schéma de principe du circuit de solvant

Dimensions PxLxH	2560x1495x2050 mm
Volume de solvant	750 litres
Capacité de distillation	100 l/h
Puissance installée	54 kW
Dimension de la charge	670x480x320 mm
Poids maximum de la charge	200 kg
Fonctions de lavage	Ultrasons-injection, filtration 1 µm
Emissions	Vapeurs de solvant: pas mesurables Rétentat de distillation : brûlé en cimenterie

Tableau 3 : Caractéristiques techniques

Bien que la machine *Egaclean* puisse utiliser d'autres solvants, elle est généralement exploitée avec l'isoparaffine sans additif. Ce solvant présente de nombreux avantages :

- Produit plus économique que les alcool modifiés ou des isoparaffine avec additifs.
- Distillation en continu pratiquement illimitée, le solvant retrouvant son état initial après distillation.
- Contrôle aisé de la qualité du distillat (couleur, absence de particules). Pour certaines huiles végétales, les paramètres de distillation sont légèrement modifiés.
- Parfaite séparation de l'eau (hydrofuge), ce qui évite tout risque de corrosion.
- Aucune toxicité, ne contient ni chlore, ni fluor, ni soufre, ni chaînes aromatiques.
- Consommation très faible de solvant.

Formule chimique	Mélange d'hydrocarbures isoparaffiniques C <sub>9</sub> – C <sub>12</sub>
Point de fusion	173 – 103°C
Point d'éclair (PMCC)	>56°C
Densité	0,77 kg/dm <sup>3</sup>
Pression de vapeur (20°C)	0,1 kPa
Solubilité dans l'eau	<0,1% poids
Classe toxicité	exempt
MAK VLE	300 ppm (recommandation)

Tableau 4 : Solvant isoparaffinique

La distillation du solvant est le point-clé du système Egaclean. Il garantit le régénération continue et donc la qualité constante du lavage en hydrocarbure. Cette distillation permet une régénération illimité du solvant, qui ne subit aucune transformation chimique au cours de la distillation sous vide. L'évolution de la pollution du solvant dans les deux réservoirs (travail et propre) est présentée sur les tableaux 5 à 7.

Le solvant peut être pollué par des huiles, à titre d'exemple dans le tableau 5 à raison de 0,2 litre d'huile par charge (soit environ 6 litres par jour).

Les programmes de lavage de précision conduisent à une apport de solvant de travail pollué par le volume d'huile entraînée (1 litre) restant dans la chambre de lavage et sur les pièces.

La pollution atteint en fin de journée les valeurs indiquées. Après une distillation en dehors des heures de lavage -en mode automatique- le solvant propre atteint un degrés de propreté d'environ 80 ppm d'huile. On admet généralement que la l'objectif de propreté de 100 mg/m<sup>2</sup> est réalisé avec un solvant dont la pollution en huile est inférieure à 10 mg/litre, soit 1%. La limite de pollution atteinte dans le procédé Egaclean est 25 fois inférieure.

Dans le cas du lavage avec des programmes courts, le solvant propre n'est pas pollué par un entraînement de solvant de travail. Il n'est utilisé que pour la phase vapeur. Il demeure alors absolument propre. Dans tous les types de lavage, la distillation est effectuée en continu.

Tableau 5 : Qualité du solvant de travail

### Concentration d'huile

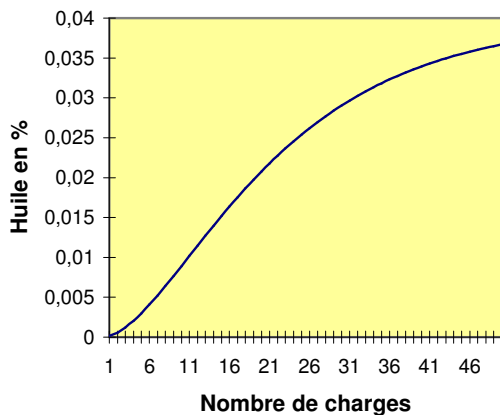
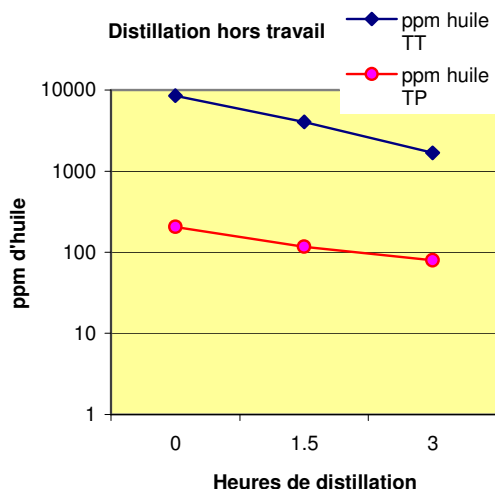


Tableau 6 : Evolution de la qualité du solvant après le travail  
(échelle logarithmique de l'axe des ordonnées)



### Expérience pratique

L'installation mise en service en mars 2001 présente un bilan des coûts conforme aux attentes. La consommation de perchloréthylène de l'ancienne installation était de 2420 litres par an.

Coûts d'exploitation	CHF	CHF/kg
Solvant 20 l * 5,50 CHF/l	110.--	
Energie 20 kWh * 800 h * 0,10 Frs/kWh (estimation du fabricant)	1600.--	
Maintenance (8 heures)	400.--	
Maintenance (fournitures)	650.--	
<b>Total</b>	<b>2760.--</b>	<b>0,0153</b>

Tableau 7 : Coûts d'exploitation pour la production effective de 180 tonnes.

Le bilan écologique des installations *Egaclean* se présente également très favorablement par rapport aux systèmes lessiviels ou aux solvants chlorés. Cette technologie a atteint désormais une acceptation très large du marché et représente l'alternative aux solvants chlorés ou lessiviels dans pratiquement tous les domaines de la préparation de surfaces.