



**LE SECTEUR DES TRAITEMENTS DE SURFACE. LES PROCÈS TYPICAL.  
LA CONTAMINATION GÉNÉRÉE**

**J.M Parera  
ENTHONE-OMI  
Barcelone (Espagne)**

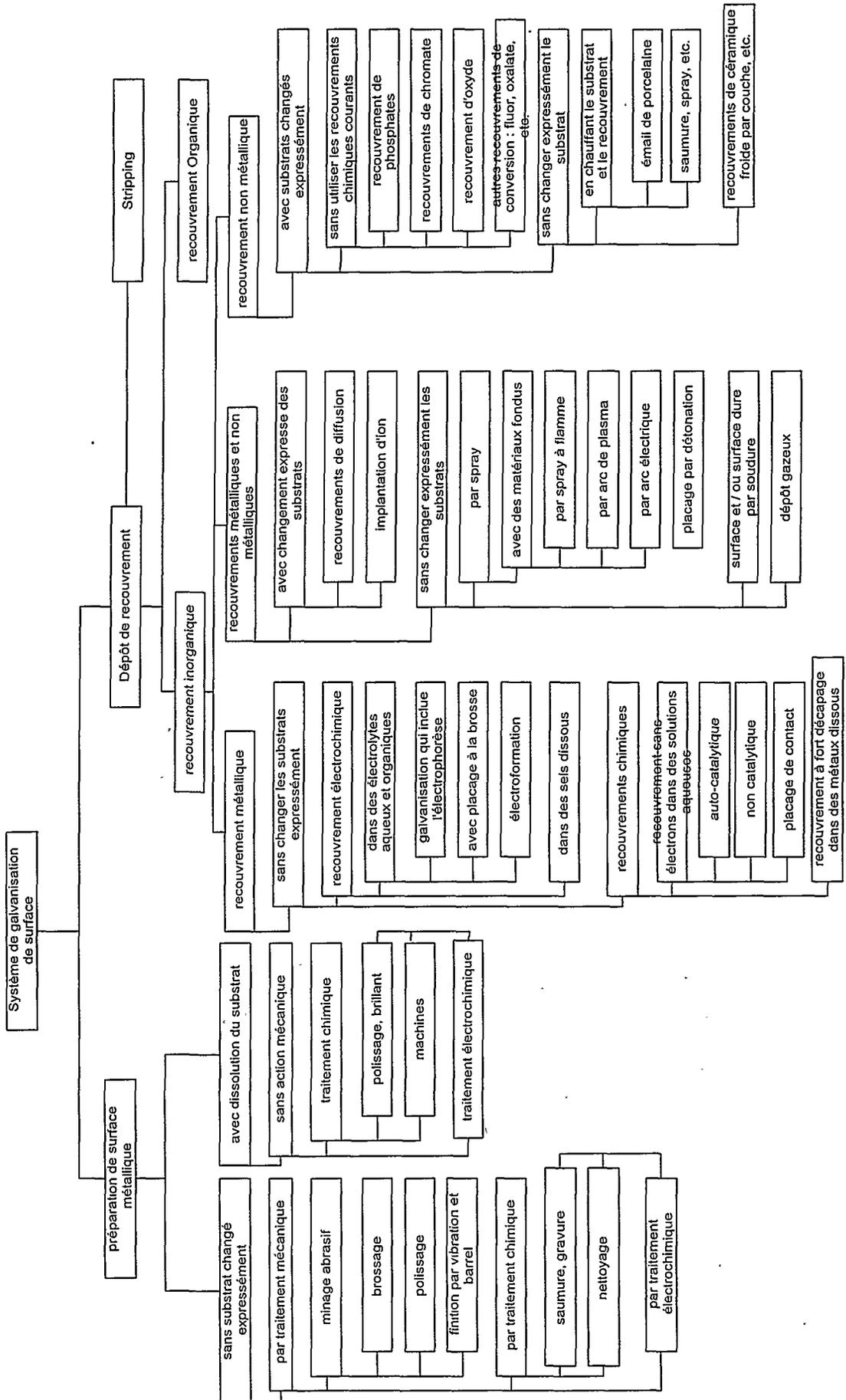
## GALVANISATION

Un grand nombre d'objets en métal que nous utilisons dans notre vie quotidienne (écrous, boîtes de conserve, ustensiles de cuisine, pièces détachées de voiture, châssis métalliques de fenêtres, poignées de porte, lampes, beaucoup de composants électriques et électroniques, plumes, monture de lunettes, allumettes, bijoux, etc.) ont subi un processus de galvanisation.

Que signifie galvanisation? C'est le nom que l'on donne à un éventail de procédés qui modifient les propriétés de la surface d'un métal en y ajoutant une couche d'un autre métal ou plusieurs couches de différents métaux ou, parfois, des alliages de deux, trois ou encore plus de métaux ou en formant un film d'oxyde.

Les origines de l'industrie remontent au désir d'augmenter la valeur des articles en métal en améliorant leur apparence. Actuellement, l'importance de la galvanisation pour la décoration a diminué. La tendance est aux traitements de surface qui permettront une meilleure résistance à la corrosion ou à des propriétés physiques ou mécaniques de la surface (résistance à la chaleur ou aux intempéries, lubrification, facilité pour souder, conductivité électrique, etc.) ou à l'utilisation de substrats de métaux meilleur marché ou de plastiques pour leur donner les propriétés essentielles des surfaces métalliques.

Toutes les galvanisations de surface n'utilisent cependant pas des méthodes électrochimiques pour plaquer le métal, comme nous pouvons le voir dans le résumé qui suit :



Nous ne parlerons que d'une partie de la finition de surface, la galvanisation, qui inclue toute la technologie de dépôt de métaux électrolytiques.

## RÉVISION HISTORIQUE DE L'INDUSTRIE DE LA GALVANISATION EN ESPAGNE

Il y a presque 50 ans, en 1949, 300 entreprises s'y dédiaient, la plupart se trouvaient en Catalogne et au Pays basque.

La croissance jusqu'à nos jours a été continue :

<u>Année</u>	<u>Nombre</u>
1949	300 entreprises
1960	550 "
1970	1 000 "
1995	2 500 "

Bien qu'il n'existe pas de bilan officiel du chiffre d'affaire de ce secteur, on estime qu'annuellement il se situe entre 700 et 1 000 millions de dollars

Avec ces chiffres, il est aisé de comprendre qu'il y a de nombreuses petites entreprises qui ont grandi. Elles souffrent cependant de plus en plus d'une forte pression que l'on peut résumer en deux aspects :

- 1) S'adapter au niveau technique de plus en plus strict, difficile à respecter sans personnel technique qualifié et systèmes de contrôle dont la plupart ne disposent pas.
- 2) Respecter les normes officielles sur les effluents, les déchets et les lois sur la santé et la sécurité industrielle.

Nous pouvons donc nous attendre à une réduction du nombre d'entreprises de galvanisation car ces procédés se concentrent dans des entreprises plus grandes, bien préparées et récentes.

Nous pensons cependant que le niveau d'affaire dans ce secteur continuera à augmenter.

Avant de passer en revue les différents procédés d'électrodépôt utilisés dans cette industrie, il est intéressant de décrire les bains de placage.

### LES BAINS DE PLACAGE

Le bain de placage est une solution à base d'eau qui contient un mélange de solubles du métal plaqué, de sels conductifs pour augmenter la conductivité électrique des solutions et plusieurs additifs pour assurer que le placage soit conforme aux propriétés et aux qualités exigées.

Voici la fonction de chacun de ces composants :

### **1) Les ions métalliques**

Le métal à plaquer est présent dans le bain soit comme un ion hydraté, soit comme un complexe, normalement en fortes concentrations.

Plus la concentration métallique est élevée, plus la densité peut être utilisée pendant l'électrolyse et plus cette densité est élevée, plus la vitesse de dépôt sera élevée.

### **2) Les sels conducteurs**

On ajoute aussi plusieurs électrolytes à fortes concentrations pour donner au bain un maximum de conductivité. Ils ont aussi une influence sur le contrôle du pH de la solution.

### **3) Les agents complexes**

On les utilise quand il faut maintenir en solution un métal dans certaines conditions qui seraient normalement insolubles.

Il faut aussi presque toujours les utiliser pour plaquer un alliage afin d'équilibrer les conditions de dépôt des différents métaux qui forment l'alliage pour maintenir la bonne proportion entre eux.

Ils aident aussi à dissoudre les anodes.

### **4) Les additifs organiques**

On ajoute de petites quantités de composés organiques au bain de galvanisation pour modifier la structure et les propriétés du métal plaqué et des alliages.

Ces additifs peuvent être classés, selon leur fonction, de la manière suivante :

- . pour éclaircir
- . pour niveler
- . pour modifier la structure
- . comme agents humidificateurs

La combinaison adéquate de ces additifs permet de changer les caractéristiques physiques d'un dépôt de galvanisation. On peut obtenir, par exemple, à partir du même genre d'électrolyte des dépôts semi-brillants et avec une résistance très élevée à la corrosion et des dépôts tout à fait brillants avec une résistance plus faible à la corrosion.

## LES PROCÉDÉS DE GALVANISATION

En principe, le procédé de galvanisation peut être décrit comme suit :

Le substrat (cathode) connecté négativement et l'anode connecté positivement à la source extérieure d'électricité sont immergés dans le bain de galvanisation. Lorsque les conditions sont adéquates, les ions métalliques sont déchargés lorsque la cathode forme le dépôt.

Malgré la quantité de métaux et d'alliages galvanisables, seuls certains d'entre eux peuvent être couramment utilisés pour les utilisations normales de l'industrie de la galvanisation. Il s'agit de:

Cuivre	Alliage d'étain et de plomb
Nickel	Alliage de zinc - cobalt / zinc -nickel / zinc-fer
Chrome	Nickel - fer
Zinc	Or et ses alliages
Aluminium	Argent
Cadmium	Palladium et palladium - nickel
Laiton	Rhodium
Bronze	Ruthénium
Aluminium - cobalt / Aluminium - nickel	

Les combinaisons adéquates de ces procédés permettent d'obtenir presque n'importe quelle finition. Les séquences de traitement incluent en général plusieurs traitements.

Bien qu'il n'y ait pas de classification standard des étapes de galvanisation, il existe trois phases de placage :

- pré-traitement ou préparation de surface
- dépôts intermédiaires
- dernière finition

Voyons ce qu'inclue chacune de ces étapes :

## PRÉ-TRAITEMENT

On inclue dans cette phase tous les procédés nécessaires pour obtenir une surface complètement propre et sans oxydation pour recevoir un recouvrement de métal.

Le plus important est la phase de nettoyage. Ce n'est peut-être pas le plus important, mais elle influence la qualité des surfaces plaquées. Des saletés au début du procédé peuvent former des pores sur les surfaces plaquées et réduire l'adhésion et la résistance à la corrosion.

La sélection des systèmes disponibles dépend en principe de deux facteurs :

### . le métal de base :

La composition et les propriétés physiques du métal de base influencent la sélection du procédé de nettoyage. La condition du métal de base est aussi importante. Par exemple, une pièce chauffée ou soudée requiert plus de travail que de l'acier froid non oxydé.

### . la souillure:

C'est une substance sur la surface du métal qui empêche de galvaniser. C'est normalement le résultat d'une application voulue sur un métal d'un matériel pour faciliter le travail du métal.

Les huiles animales et végétales, les cires, les composants pour polir, les résidus oxydés et métalliques sont les plus courants.

Pour éliminer ce toute salissure, il existe deux nettoyeurs :

- nettoyeur solvant
- nettoyeur alcalin

On utilise toujours en premier lieu les solvants, selon différentes méthodes :

- . immersion statique
- . immersion avec agitation ultrasonique
- . spray
- . phase de vapeur.

Les deux solvants les plus utilisés sont : le trichloréthylène et le perchloéthylène.

Les nettoyants alcalins sont utilisés dans deux phases normalement.

La première par simple immersion, nettoyant de trempage ou chimique, suivie par une deuxième phase électrolytique, électro-nettoyant. On utilise toujours les nettoyants avec une inversion normale directe ou inverse, ou périodique. Dans l'électro-nettoyage, les émulsions humides et les autres actions physiques et chimiques de la solution alcaline de nettoyage sont complétées par une agitation de la solution qui dérive de la libération des gaz de l'électrolyse. La phase de l'électro-nettoyant comporte aussi une phase d'activation métallique.

Après la phase de nettoyage, on procède presque toujours à une immersion dans une solution acide qui élimine les oxydes métalliques. C'est le décapage acide.

Un système de pré-traitement typique comporterait les phases suivantes :

- pré-nettoyage avec des solvants
- nettoyage par trempage
- électro-nettoyage
- décapage acide.

Sans oublier les rinçages à l'eau.

## LES DÉPÔTS INTERMÉDIAIRES

L'utilisation d'un ou de plusieurs dépôts avant la dernière finition se fait pour trois raisons :

- . améliorer la résistance à la corrosion
- . améliorer l'aspect final
- . permettre de plaquer certains métaux (surtout moulage en zinc)

Les principaux métaux utilisés sont le cuivre et le nickel.

## CUIVRE

Les électrodépôts de cuivre sont largement utilisés comme première couche dans plusieurs systèmes de placage, comme *stop-offs* de transfert et dans des panneaux de circuit imprimé. Bien que le cuivre résiste bien à la corrosion, il se ternit vite lorsqu'il est exposé à l'atmosphère.

On utilise deux genres d'électrolytes dans la galvanisation :

**CYANIDE DE CUIVRE** : Les solutions de cyanide de cuivre avec les risques qu'elles comportent pour la santé et les problèmes de déchets sont cependant encore utilisées dans de nombreuses opérations. Le placage de parties de moules en coquille de zinc avec du cyanide de cuivre a l'avantage d'être la seule méthode pratique de pré-recouvrement.

La protection inférieure en cuivre protège le moule des attaques chimiques des bains acides utilisés pour le placage du nickel.

**ACIDE DE CUIVRE** : Ces solutions permettent d'obtenir des dépôts de cuivre très brillants, équilibrés et ductiles à bon marché.

Il est surtout utilisé dans le placage sur plastique, dans l'industrie électronique et les moules après un premier recouvrement avec une solution de cyanide de cuivre.

## **NICKEL**

Le placage au nickel, avec ou sans cuivre en-dessous, est l'un des recouvrements métalliques de protection et décoration électrodéposés les plus anciens pour les moules en acier, en laiton et en zinc ainsi que pour d'autres métaux. Plus récemment, on l'a utilisé sur plastique. L'importance du placage de nickel est visible à la quantité consommée chaque année en Occident : 60 000 tonnes.

Ceci représente plus de 10 % du total du nickel utilisé en général.

Toutes les électrolytes de nickel se basent virtuellement sur une solution Watts qui contient du sulfate de nickel, du chlorure de nickel et de l'acide borique. Le placage au nickel est la finition la plus versatile. Les solutions actuelles permettent de plaquer du nickel avec de très bons résultats d'équilibre, ce qui implique que le niveau de micro-aspérité dans le métal de base donne une finition douce et plus brillante. Plus l'équilibrage est élevé, moins il faut préparer d'autres substrats expansifs. Les dépôts de plusieurs couches de nickel comme le nickel duplex est utilisé pour offrir une plus grande résistance à la corrosion pour des parties plus exposées. Le placage de nickel duplex comporte le dépôt de deux couches de nickel, l'une semi-brillante et sans sulfure et l'autre brillante, avant d'appliquer le chrome.

## **ZINC**

C'est le métal le plus utilisé dans l'électro-dépôt.

25 % des surfaces électrolytiques sont composées de ce métal.

C'est un genre de dépôt légèrement différent du schéma général parce qu'on le dépose directement sur du fer et de l'acier sans couche intermédiaire.

Malgré cela, le zinc retarde l'oxydation. La surface d'acier qui en est recouverte ne reste pas brillante et sans tache. Pour éviter le ternissement et retarder la formation de produits blancs de corrosion, on ajoute un fin film protecteur avec l'un des procédés de finition de conversion chromatique.

Au début, il n'y avait que des bains de cyanide pour ces dépositions. Depuis les années 70, des bains acides les ont remplacés et, plus récemment, ce sont des solutions alcalines sans cyanide.

Dans les figures suivantes, nous voyons l'évolution des bains :

	<u>1970</u>	<u>1990</u>	<u>Projection 2000</u>
Cyanide de zinc	82%	40%	20%
Acide de zinc	15%	40%	35%
Zinc alcalin	3%	20%	45%

La composition chimique des bains de zinc :

	Métal de zinc	Hydroxyde de sodium	Cyanide de sodium	Chlorure de potassium
Acide de zinc	22-37 g/l	-	-	185-225 g/l
Zinc alcalin	6-20 g/l	75-160 g/l	-	-
Cyanide de zinc				
Cyanide faible	8-12 g/l	75-90 g/l	12-19 g/l	-
Cyanide moyen	13-19 g/l	75-90 g/l	26-45 g/l	-
Cyanide élevé	26-34 g/l	75-90 g/l	82-105 g/l	-

## DERNIÈRE FINITION

La finition la plus utilisée est le chrome.

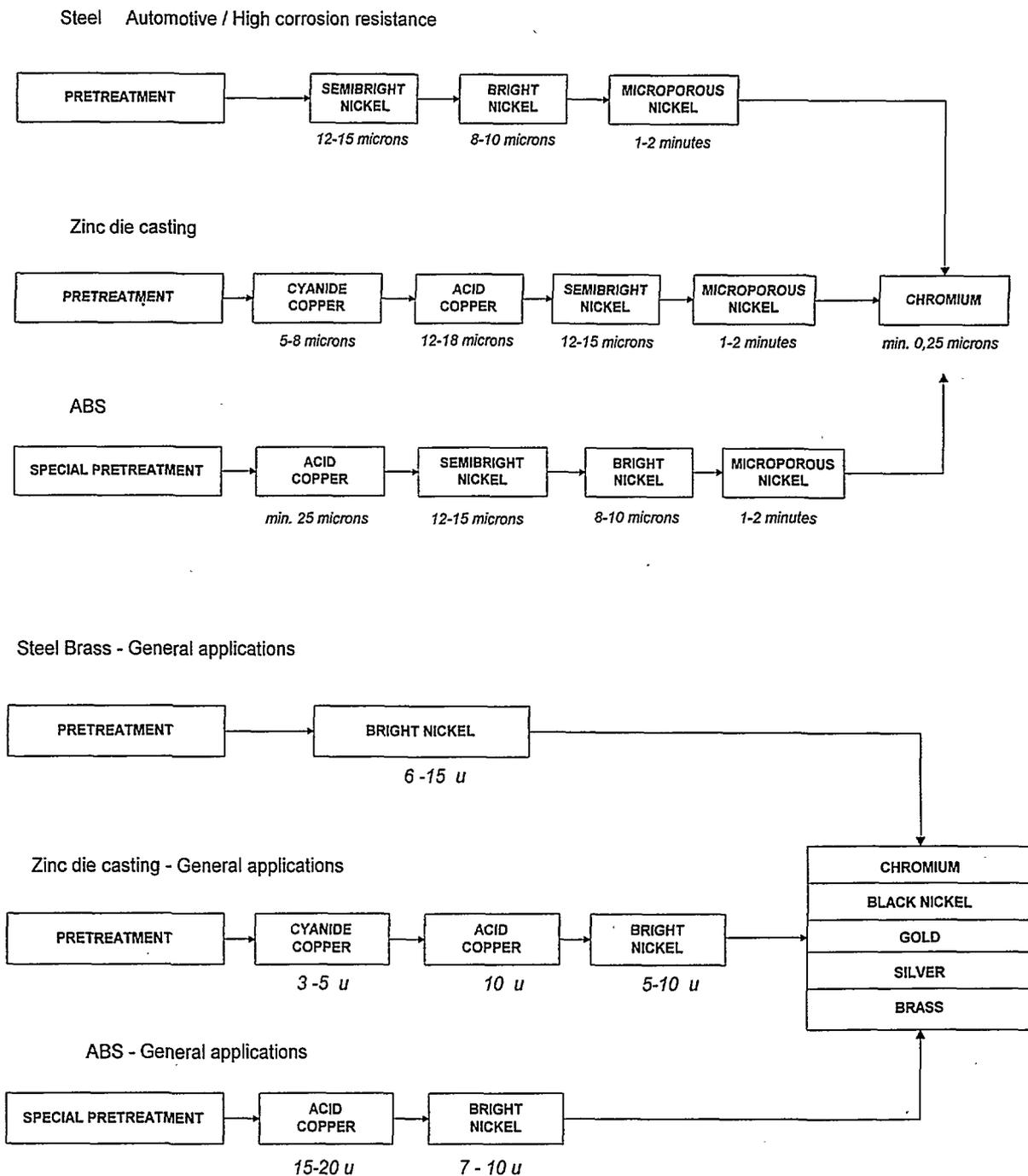
Les meilleures propriétés du chrome comme recouvrement métallique sont ses caractéristiques de protection et de décoration inhérentes. Le chrome possède une excellente résistance au ternissement, à la corrosion, aux intempéries et aux rayures et il est presque toujours plaqué sur un dépôt brillant de nickel. Le dépôt traditionnel de chrome est le produit d'une galvanisation électrolytique qui contient des ions de chrome hexavalent et a une apparence décorative d'un blanc bleuté très joli.

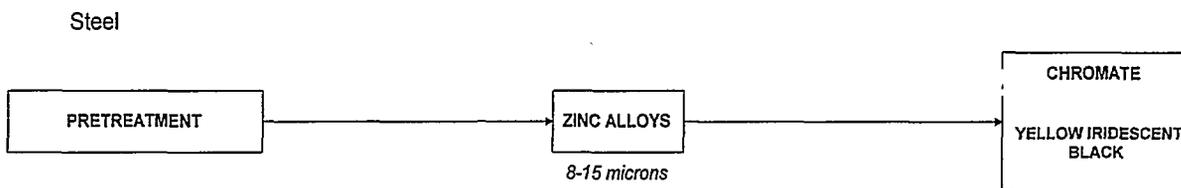
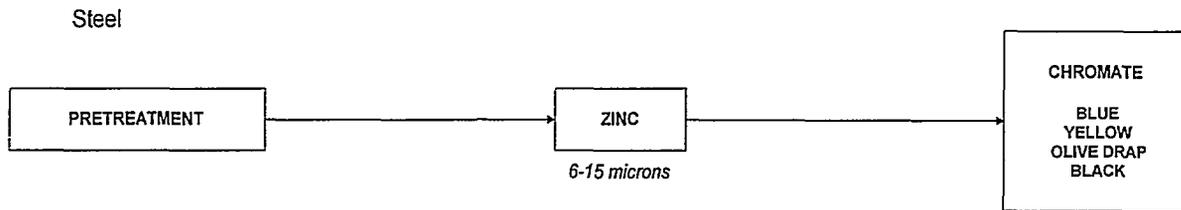
La composition de ces solutions est simple : acide de chrome comme base de métal avec de petites quantités de sulfates et de fluors pour contrôler les dépôts de chrome.

Malgré les dangers et la toxicité des bains de chrome, il ne faut pas oublier que le chrome hexavalent a été identifié comme cancérigène et continue à être le plus utilisé pour les finitions blanches.

Voici d'autres finitions utilisées sur des dépôts de nickel brillant : laiton, or, argent, nickel noir et d'autres métaux précieux comme le rhodium, le palladium et le ruthénium.

### LES OPÉRATIONS LES PLUS FRÉQUENTES





## POLLUTION

Le développement de nouveaux procédés électrolytiques est allé de pair avec l'amélioration des performances techniques pour s'adapter à des règles de plus en plus strictes ou pour en réduire le coût.

Depuis peu, il faut y ajouter deux autres facteurs :

- . qualité
- . environnement

L'industrie de la galvanisation utilise et emmagasine de grandes quantités de produits chimiques toxiques, corrosifs et inflammables.

Un seul composant ne présente aucun risque : l'eau.

La liste des produits polluants qu'utilise cette industrie serait très longue, tous les éléments d'une solution de placage y seraient inclus.

Analysons les plus dangereux, soit à cause de leur toxicité, soit parce qu'ils sont utilisés en grandes quantités :

ACIDES  
ALCALIS  
CYANIDES  
CHROMATES  
AGENTS COMPLEXES  
FLUOR

MÉTAUX  
HYDROCARBONÉS  
HALOCARBONES

Voyons où ils sont utilisés :

**ACIDES** : solutions d'acides minéraux en concentration de 5 à 100 % dans les bains de saumure, de polissage chimique, de phosphates, etc. Les acides les plus fréquemment utilisés sont : l'acide hydrochloré, sulfurique, nitrique et phosphorique.

**ALCALIS** : La principale source de ce genre de sels sont les solutions pour nettoyer les métaux. Les procédés de zinc alcalin contiennent une grande quantité d'hydroxyde de sodium (des quantités de 100 à 160 g/l sont courantes dans ces bains).

**CYANIDES** : Le cyanide de sodium est utilisé dans les formules de nettoyeurs pour améliorer les performances, surtout à basse température. Bien qu'ils soient utilisés dans quelques applications, leur utilisation dans ce genre de solutions a presque disparu.

Les cyanides de sodium ou de potassium sont la base de bains de cuivre alcalin. Toutes les solutions de laiton et de bronze contiennent du cyanide.

Pour les métaux précieux, on utilise aussi ces sels pour les solutions de placage d'or et d'argent.

Le champ de l'électrodépôt de zinc continue à utiliser beaucoup de cyanide dans les bains de placage de cyanide de zinc.

**CHROMATES** : On utilise les solubles de chrome hexavalent dans de nombreux secteurs de la galvanisation. Les plus importants sont :

- placage décoratif et chrome dur
- recouvrement de conversion de chromate comme protection des alliages et des dépôts de zinc, mais aussi pour améliorer la résistance à la corrosion de l'aluminium et du magnésium.
- gravure de surfaces plastiques avant la galvanisation pour améliorer l'adhésion. Ce genre de solution contient normalement 400 g/l d'acide de chrome avec plus de 300 g/l d'acide sulfurique.

Voyons la pollution créée par ces systèmes.

En moyenne, on considère qu'1 m<sup>2</sup> de surface plaquée utilise 0,150 l de solution de chrome. Étant donné que la concentration moyenne de ces bains est de 250 g/l d'acide chloré ou de 130 g/l de chrome hexavalent, ceci représente :

$$0,150 \text{ l} \times 130 \text{ g/l} = 19,5 \text{ g de chrome consommé}$$

Si l'épaisseur moyenne du dépôt de chrome est de 0,25 microns, cela fait 1,75 g de chrome pour 1 m<sup>2</sup> de pièces chromées.

Si 1 g d'acide chromé est réduit en chrome trivalent et précipité comme hydroxyde, il crée +/- 3,1 g de boue. Chaque m<sup>2</sup> de surface plaquée génère +/- 60 g de boue dans l'usine de traitement d'effluents. Il existe différents systèmes pour réduire les pertes par dragage, mais beaucoup d'usines travaillent sans.

**AGENTS COMPLEXES** : Les sels alcalins de l'acide éthylène-diaminetétra acétique, l'EDTA, et l'acide nitrilotriacétique, le NTA, avec d'autres complexes comme les gluconates, les aminés secondaires et tertiaires sont inclus dans des formules de nettoyeurs et de bains de zinc et de cuivre.

**FLUORS** : Dans la plupart des formules de bains de chrome dur et de décoration, il y a une petite quantité d'ions fluorés (entre 0,2 et 0,9 g/l). Nous utilisons aussi de grandes quantités de fluor avec des acides minéraux dans plusieurs activateurs acides. Tous les métaux y sont aussi.

**MÉTAUX** : Puisque l'on parle de dépôt de métal, on retrouve les mêmes pollués : les métaux de la galvanisation et ceux dissous dans les solutions acides.

**HYDROCARBONÉS** : Comme indiqué auparavant, ils sont utilisés dans le pré-nettoyage de pièces.

Pour cette brève analyse générale des types de pollution, nous allons revoir les alternatives de ce secteur et celles qui devraient être disponibles dans un proche futur pour éviter ou réduire le niveau de contamination.

## **LES ALTERNATIVES ACTUELLES OU À COURT / MOYEN TERME**

**NETTOYANTS** : Grâce à l'amélioration des systèmes d'agent humides, on peut éliminer le cyanure de sodium des formules de nettoyeurs alcalins, en les remplaçant par d'autres sels. Rares sont les ateliers qui utilisent actuellement des nettoyeurs au cyanure.

- Le développement de nettoyeurs alcalins plus efficaces et leur combinaison avec d'autres moyens physiques comme des systèmes d'agitation ultrasonique du nettoyeur comme les éducteurs permet de ne pas utiliser de solvants avant la phase de nettoyage.
- L'introduction progressive de la technologie de l'ultrafiltration et les formules de nouveaux nettoyeurs qui y sont adaptés permettra d'éliminer continuellement les huiles que les nettoyeurs ont retenu et qui sont la cause principale de la perte d'efficacité de ces solutions et du changement fréquent de ces solutions (1-3 semaines). Ceci augmentera la vie des nettoyeurs de plusieurs mois et donnera une petite quantité de liquide très concentré dans des huiles que les entreprises spécialisées peuvent traiter.

## CYANIDES :

**BAIN DE CYANIDE DE CUIVRE :** Ces formules de cuivre alcalin peuvent remplacer les solutions de cyanide mais seulement dans un nombre limité d'applications. Il n'existe pas de vrai remplaçant de ces procédés pour recouvrir des parties de moule de zinc.

**CYANIDE DE ZINC :** On a remplacé les solutions de cyanide pour dépôt de zinc par des solutions acides ou alcalines sans cyanides. Les bains sans cyanide sont aussi efficaces que les autres, et s'il reste de grandes quantités de solution, c'est à cause surtout de considérations économiques dues au coût du bain de neutralisation, mais pas par manque d'alternatives.

**CYANIDE D'OR ET D'ARGENT :** Bien qu'il existe des procédés sans cyanide pour les dépôts d'or et d'argent depuis le début des années 70, ils n'ont pas été utilisés.

## CHROMATES :

### Placage de chrome

Si les solutions avec du cyanide ont été remplacées par des bains sans cyanide acide ni alcalin, ce n'est pas le cas des bains de chrome.

Il existe des solutions de placage de chrome basées sur un chrome trivalent moins toxique que les solutions conventionnelles et avec moins de métal, 13 fois moins que le chrome hexavalent. Son utilisation a été très limitée jusqu'à présent. Il n'y a qu'un facteur qui a empêché que ces nouveaux bains se développent comme prévu. La couleur du dépôt de chrome de la solution trivalente n'est pas exactement le même blanc bleuté que celui obtenu traditionnellement avec les hexavalents.

Malgré les recherches, on ne voit pas de solution à ce problème cosmétique à moyen terme.

### Chromates de zinc

La situation varie pour chaque type de chromate :

#### Chromate bleu:

Il y a des solutions avec du chrome trivalent moins toxique et plus facile à neutraliser que les chromates hexavalents bleus.

#### Chromates jaunes

Il n'y a que des solutions avec du chrome hexavalent. Les recherches laissent entrevoir à moyen terme des solutions avec du chrome trivalent.

Chromates vert olive et noirs

Pas d'alternative, même à moyen terme.

Solutions de gravure pour plastique

Nous ne sommes pas parvenus à remplacer ces solutions. On ne voit pas de solution pour cette application concrète.

Si les années 80 se sont caractérisées par l'application des concepts de productivité, les années 90 se sont orientées vers la qualité, l'application de systèmes de qualité basés sur les standards ISO 9 000. Dans le futur, on essayera de s'adapter au standard ISO 14 000, sur les systèmes de gestion de l'environnement. Ceci permettra de contrôler et de réduire la pollution de l'industrie de la galvanisation.

**LES BAINS DÉGRAISSANTS. LA MINIMISATION.  
LES NOUVELLES TECHNOLOGIES**

**Jaume Amigó.  
R+D Technical Directeur.  
CYTISE.  
Barcelone (Espagne)**

## **LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE DÉGRAISSAGE INDUSTRIEL ET DE SYSTÈME DE SÉPARATION DE L'HUILE ET DE ÉMULSION D'EAU. ALTERNATIVE DE PRODUCTION PROPRE**

La pression des règlements sur les déchets, la tendance à réduire et, éventuellement, à éliminer des produits qui endommagent la couche d'ozone, ont poussé l'industrie à réaliser une analyse et à chercher des alternatives au dégraissage et aux opérations de traitement des eaux résiduelles.

En 1987, le Protocole de Montréal a limité la production et la consommation de produits qui affectent l'ozone. Deux de ces substances sont largement utilisées dans le domaine de la finition de surfaces. Le CFC-13 et le III TCA doivent disparaître des pays développés en l'an 2000 et 2005 respectivement.

Ces substances n'affectent pas seulement le dégraissage mais aussi le besoin croissant d'eau, ce qui oblige à traiter d'une manière plus efficace les effluents, et coûter plus cher. Les valeurs maximales admises dans certains éléments diminuent constamment, de même que les maxima chimiques et biologiques (BOD, COD).

Une nouvelle philosophie, née des conclusions de la Conférence de Paris, PARCOM, et de la Conférence euro-méditerranéenne de Barcelone, oblige à modifier les produits et les systèmes, selon un nouveau schéma pour respecter ces limites.

Bien que les utilisateurs intéressés attendent et incitent à mettre sur le marché un nouveau produit miraculeux qui résoudrait tous ces problèmes, le fait est que :

- Dans la plupart des cas, on ne peut pas remplacer un produit par un autre.
- Seule une analyse de la situation et la recherche de solutions alternatives peuvent nous mener à un changement de procédé ou de système de dégraissage.

Par conséquent, nous transformerons le produit parallèlement à la méthode, au système et à l'équipement de travail.

Le groupe CYTISE-UNITS COATING a vite pris conscience de ce fait en profitant de ses possibilités et de son implantation internationale qui permet d'établir des contact et une collaboration étroite avec les entreprises, soit chimiques soit du domaine de l'ingénierie. CYTISE-UNITS COATING est parvenue, après des réunions, des tests de laboratoire et des expériences pilotes de R+D, à un niveau de connaissance qui permet de donner des solutions spécifiques à un niveau industriel, dans le domaine du dégraissage et du traitement de surface.

Les systèmes mentionnés ci-dessous répondent à trois concepts de base :

- \* **Réduction de la consommation de produits chimiques**  
L'eau comme produit de base.
- \* **Utilisation d'un produit à faible toxicité et impact écologique**  
Remplacement des solvants chlorés, des nitrates, des chélateurs positifs, etc. non bio-dégradables.
- \* **Réduction du volume des déchets**  
Utilisation de produits technologiques qui facilitent le recyclage.

Ces concepts combinent les produits et les installations :

- \* **PRODUIT**
  - aqueux
  - solvant
- \* **INSTALLATION**
  - Système d'application
    - . spray
    - . immersion
  - Système de recyclage
    - . membranes
    - . distillation
    - . évaporation à vide

nous permettront de choisir une solution, qui ne sera peut-être pas parfaite, mais répondra certainement aux demandes de l'environnement, au besoin d'efficacité de dégraissage et de nettoyage, sans oublier les aspects économiques, et surtout, en vue du **PROGRÈS**.

## **PROPOSITION TECHNOLOGIQUE**

### **PRODUITS AQUEUX :**

Les produits aqueux sont de bons agents nettoyants. L'eau est le meilleur moyen d'éliminer des produits ioniques et, combiné avec des alcalins ou des agents actifs de surface, elle acquiert la capacité de saponifier ou même d'éliminer les non polaires.

Les "produits alcalins" à base aqueuse sont utilisés depuis longtemps, mais pour des raisons environnementales ils ont été modifiés pour éliminer tous les composants qui créent des problèmes ou peuvent interférer avec le traitement des déchets. Grâce à leur composition, ils permettent d'appliquer correctement les technologies de séparation des huiles ou d'autres procédés (filtres, filtres mécaniques, technologies de membrane MF ou UF), ce qui facilite le recyclage des matières actives, sans aucune contamination. Ce sont donc des dégraissants aqueux alcalins ou neutres qui renforcent la longévité des dégraissants et réduisent les déchets, tout en maintenant une efficacité élevée et constante de dégraissage.

Comme le prouve le tableau annexe, notre ligne de dégraissers aqueux KLEANEX nouvelle génération convient à presque tous les traitements de surface, selon leur composition, on peut les utiliser pour : la galvanisation, (immersion), préalable à la peinture aux phosphates (immersion ou spray), comme traitement inter-opération KLEANEX POLICLEAN ou dans l'industrie du métal comme préparation au traitement de la soudure thermique ou comme protection finale.

### **PRODUIT DÉGRAISSEUR SOLVANT CLASSE A 3**

- Ligne de solvants. Les nettoyants industriels dont nous parlons sont des hydrocarbonées (paraffine), n-iso, cycle aliphatique sans matière non-saturée, neutres, inertes aux matériaux sensibles comme l'aluminium, les surfaces peintes ou polies, la plupart des plastiques et des élastomères. Ils éliminent différentes sortes de saleté sans interactions chimiques, ce qui le transforme en un système largement applicable avant des traitements thermiques tels que : soudure, adhésion, recouvrement de peinture organique, traitement ou durcissement thermique, c'est donc une alternative naturelle aux solvants chlorés. On peut aussi l'utiliser dans les lignes de galvanisation d'électrodéposition si l'installation le permet.

Voici 4 caractéristiques liées aux thèmes suivants :

- \* Propriétés physiques des produits
- \* Environnement
- \* Santé et sécurité
- \* Économie

### **HUILE À ÉMULSION D'EAU - SYSTÈME DE SÉPARATION**

#### **Antécédents**

On utilise les fluides aqueux tranchants comme émulsion ou solution dans plusieurs processus mécaniques, surtout dans l'industrie du métal.

On utilise normalement ces produits comme refroidissants de lubrifiants et, dans certains cas, pour éliminer des débris qui se sont produits pendant le travail.

Étant donné qu'il y a toute une série d'études sur ce genre de produit, nous allons commenter les aspects qui justifient l'importance du problème de l'environnement que crée ce genre de déchet :

#### **Quantité**

Pratiquement tous les ateliers utilisent ce genre de produit.

La quantité "d'huiles coupantes" utilisée cette année en Espagne est de plusieurs milliers de tonnes, certaines usines produisent plus de 5 millions de litres par an (produit concentré et rinçages).

### **Effets nocifs sur l'environnement**

Il existe plusieurs classifications de ces produits, mais en simplifiant, nous retiendrons les principaux :

#### **Émulsion**

- huiles (concentration de 2,5 à 8 %)
- eau
- émulsifiant
- inhibiteurs de corrosion
- bactéricide
- fongicide
- détergent
- anti-moussant
- etc.

#### **Solutions (produit synthétique):**

- solutions synthétique (1 -14 % de concentration)
- eau
- inhibiteurs de corrosion
- teinture
- bactéricide
- paraffines
- etc.

#### **Pseudo-solutions (mélange des précédents):**

Selon le travail réalisé, on peut ajouter aux listes mentionnées plusieurs types de métaux selon

le procédé dans lequel on utilise le fluide coupant, tels que le zinc, le fer, le cuivre, le cadmium, le chrome, l'aluminium, le nickel, etc.

Exprimé selon les paramètres de déchets, il faut les classer comme déchet toxique et dangereux qu'il convient donc de traiter correctement, étant donné qu'il n'est pas possible de les évacuer directement.

Les principaux paramètres sont :

COD (demande d'oxygène chimique)	entre 2 000 et 2 500 ppm
huiles et graisses	entre 0,1 et 10 %
solides en suspension	entre 100 et 1 500 ppm
nitrites	entre 5 et 9 000 ppm
fer	entre 10 et 400 ppm
aluminium	entre 0 et 150 ppm
bore	entre 0 et 1 500 ppm

La plupart dépassent en général les limites permises par la législation.

## ALTERNATIVES

Les fabricants font de gros efforts pour éliminer ces composants, aussi dangereux que les :

- composés chlorés
- nitrites
- phénols
- composants de bore
- etc.

Par leur nature même, et tant qu'il n'y aura pas de système de réutilisation des fluides coupants, il est clair qu'il faut les traiter avant de les déverser.

Voici les principales alternatives utilisées :

### Traitement physico-chimique

Il consiste à ajouter aux fluides coupants, dans les installations appropriées, un certain nombre de produits qui les neutralise pour qu'une fois séparés de la boue produite, l'eau soit aussi pure que possible.

On utilise normalement du chlore ferré avec de l'hydroxyde de calcium et différents polyélectrolites.

Malheureusement, cette méthode n'est pas pratique, elle demande beaucoup de travail, produit beaucoup de boue et, dans de nombreux cas, ne parvient pas à réduire les niveaux de COD au-dessous des limites établies.

C'est pour cette raison qu'il est de moins en moins utilisé comme procédé de traitement.

### Ultrafiltration

Le procédé d'ultrafiltration se base sur une ultrafiltration tangentielle à travers des membranes de différents types avec une largeur de pores de 0,002 et 0,001  $\mu$ .

Ces membranes peuvent être organiques (cellulose, polysulphone, PVDF, etc.) ou inorganique (charbon, silicate d'aluminium, carbure de silicone, etc.)

Ce système consiste surtout à éliminer des métaux en suspension et des huiles non émulsionnées, en passant le fluide à travers des membranes à un flux et un rythme adéquats de manière à ce qu'un produit concentré et un filtrant sans huile se produise : le concentré est renvoyé au dépôt de stockage, on l'élimine comme déchet.

### Procédé complémentaire d'ultrafiltration

L'ultrafiltration donne un filtrant sans huile mais ne respecte pas la législation en vigueur, on a testé d'autres filtrants liés à l'ultrafiltration.

Voici les principaux:

#### **Ozonisation**

Elle consiste à oxyder le matériel organique à travers l'injection d'ozone.

Cette technique donne de bons résultats par rapport à la réduction de COD mais n'agit pas sur les métaux dissous contenus dans l'effluent.

#### **Osmose opposée**

L'osmose opposée est une technique d'ultrafiltration semblable mais avec une différence puisque les membranes sont semi-filtrants et permettent à de petites particules (moins de 100 Amstrong) de les traverser.

Le fluide qui passe au travers de ces membranes respecte la législation et peut être réutilisé dans des processus de production grâce à la bonne qualité de l'eau qui en ressort.

Cependant, bien que le procédé soit techniquement viable, son application crée certains problèmes :

- la production d'un deuxième concentré, à part celui produit dans l'ultrafiltration, avec des colorants, métaux, inhibiteurs, etc. qui ne sont pas retenus dans l'équipement mentionné.
- les bouchons difficiles à nettoyer dans les membranes à cause des métaux dissous (fer et aluminium) et des différents inhibiteurs qui réagissent dans de nombreux cas en produisant un flux progressif jusqu'à ce qu'il se bloque sans possibilité de régénération.

### Traitements biologiques

Ils consistent à ajouter à la technologie de la microfiltration un système bioréacteur qui, en conditions correctes de pH, température, colonies de bactéries spécifiques, etc. travaillent à éliminer les restes organiques.

C'est un procédé intéressant, mais il peut créer des problèmes avec des métaux dissous et avec les modifications et les mélanges de fluides coupants qu'implique le traitement biologique.

### **ÉVAPORATION SOUS VIDE**

Cette technique fait bouillir l'eau à 30° en appliquant dans le container une dépression d'environ 0,9 bars.

À travers la pompe à chaleur, nous sommes parvenus, avec une seule source de chaleur, à produire l'ébullition et la réfrigération pour la condensation de la vapeur, ce qui permet d'obtenir une eau très pure.

Voici le mode de fonctionnement :

Le fluide entre dans la chambre à ébullition où il est chauffé par le serpentin avec le Fréon chaud comprimé, qui vient du compresseur.

Dans cette chambre, l'eau est évaporée à 30° à cause du vide produit par l'éjecteur et la pompe.

Les vapeurs montent par la cheminée jusqu'à la chambre de condensation où elles sont refroidies à travers le serpentin avec du Fréon froid dilaté réfrigéré au préalable dans l'échangeur.

L'eau condensée passe par l'éjecteur vers la citerne de distillation d'où elle sort par flux excessif.

Étant donné la complexité des facteurs qui convergent dans les fluides coupants pour son traitement, l'utilisation du système d'évaporation sous vide a les avantages suivants :

- tous les genres de fluides coupants, même mélangés, peuvent être traités.
- on peut obtenir une concentration d'huile élevée.
- entre 90 et 95 % de l'eau est éliminée.
- il retient les possibles métaux dans le concentré
- il élimine presque tous les colorants
- une seule filtration préalable permet d'éliminer les particules lourdes.
- il fonctionne automatiquement à tous les niveaux même en déchargeant des huiles concentrées.
- pas d'émission de fumée ou d'odeurs.
- la température d'ébullition étant faible, le coût est relativement bas.

En tenant compte des caractéristiques mentionnées et après suffisamment d'expériences en laboratoire, nous avons installé, dans une usine automobile importante, une usine industrielle capable de traiter 12 000 litres de fluide coupant par jour.

## DESCRIPTION DE L'USINE

Le premier niveau du projet est la canalisation de tous les fluides coupants vers une seule citerne capable de stocker tout le volume produit au cours du nettoyage des citernes des machines qui emploient ce type de produit. On a aussi prévu une citerne de stockage d'huiles concentrées.

L'usine est composée de la manière suivante :

- Séparateur d'huiles démulsiées
- Système de décantation avec filtration de boue
- Décantation concentrée et système d'évaporation

Voici le fonctionnement du système :

### 1. SÉPARATEUR D'HUILES DÉMULSIONNÉES

Étant donné qu'une bonne partie des fluides peut être mélangée, une partie de l'huile se démulsiifie et flotte à la surface.

Puisque cela n'a aucun sens de traiter un produit concentré dans un évaporateur, on a prévu l'utilisation d'un séparateur d'huile qui, à travers un tube en plastique flexible envoie l'huile qui est à la surface vers la partie supérieure de l'équipement d'où elle est dirigée vers la citerne de concentration.

## **2. SYSTÈME DE DÉCANTATION AVEC FILTRATION DE BOUE**

Pour éviter que les résidus boueux ou métalliques ne parviennent à l'évaporateur, on a prévu un système de décantation lamellée où le produit passe à une vitesse réduite et où les résidus restent.

Le produit propre parvient à la citerne de stockage où l'évaporateur aspire la matière et où les boues décantées sont éliminées à travers la partie inférieure du filtre.

## **3. DÉCANTATION CONCENTRÉE ET SYSTÈME D'ÉVAPORATION**

Les évaporateurs disposent d'un système de niveau dans la chambre d'ébullition, de manière à ce que lorsqu'une partie de l'eau s'évapore et le niveau diminue, la valve d'entrée du produit s'ouvre automatiquement et la situation de dépression aspire la matière de la citerne de stockage intermédiaire.

Lorsque le produit contenu dans l'évaporateur parvient à la concentration préfixée à travers une augmentation de la pression maximale du circuit Fréon, la valve de déversement s'ouvre et déclenche la pompe de décharge qui envoie le produit concentré dans le dépôt prévu.

Un PLC tout à fait automatique contrôle tout le système ainsi que les paramètres de température, pression, niveau, etc.

On a prévu un équipement de double évaporateur qui le rend plus fonctionnel. Voici le schéma de l'usine.

### **EXEMPLE N° 1**

## **SÉPARATION DE L'HUILE EN UTILISANT RECOIL DS - FABRICANTS DE BOULONS**

Le RECOIL DS est une unité de filtration automatique utilisée pour séparer les émulsions d'huile dans l'eau pour le recyclage d'eau de lavage, les bains de dégraissage et de phosphatage ainsi que dans la microfiltration des liquides.

Le RECOIL DS offre des avantages pour :

### Traitement d'eau résiduelle :

- . coût inférieur de la citerne de déchets grâce à une concentration accrue des impuretés.
- . pas de consommation d'agent auxiliaire de filtration (ex. carbone actif, coagulants ou "floculateurs", etc. ).

### Recyclage de l'eau de lavage et des moyens de traitement de surface

- . réduction des dépenses d'emmagasinage des déchets car on recycle les liquides des machines ultrasoniques et de nettoyage des composants métalliques, des bains de dégraissage et de phosphatation ainsi que des cabines de peinture au spray.
- . qualité améliorée des procédés de nettoyage.
- . économies dues à l'allongement de la vie des solutions de nettoyage.

## LE PROCÉDÉ

Dans le procédé de filtration RECOIL DS, ce qui doit être filtré est pompé à travers des membranes filtrantes à une vitesse de flux très élevée et à une pression définie. Les matières solides et les impuretés (huile) sont retenues. Les filtrants séparés par la membrane sont recueillis dans un module et éliminés par des unités de nettoyage. Ils ne peuvent plus revenir dans le procédé de travail ni dans le système d'égout.

## LA FONCTION

Le centre du RECOIL DS est un module à membranes filtrantes. Les tubes sont poreux et composés de la membrane même, avec une dimension de pore précise (point de coupure). Le produit à filtrer est pompé dans un cycle à partir du container RECOIL DS à travers le module et vice versa. La dimension sélectionnée des pores permet de retenir les impuretés et l'huile. Seule l'eau propre passe à travers les membranes.

## LE SYSTÈME D'ÉLIMINATION

L'unité d'élimination automatique est un élément standard du RECOIL DS. Pendant l'élimination, une petite quantité de produit filtré est projetée contre la membrane filtrante, à contre courant du flux de filtration, grâce à une faible pression. Le filtrat renvoyé nettoie l'intérieur du tube de la membrane et assure :

- l'efficacité maximale et l'accomplissement permanent de filtration élevé
- des intervalles extrêmement longs entre les nettoyages
- une énergie et des coûts d'entretien réduits.

## PLACAGE GALVANIQUE DE LIGNES DE TONNEAUX EN ZINC (deux lignes)

### PROCÉDÉ:

- dégraissage par immersion
- dégraissage par électrolytique

### DONNÉES TECHNIQUES

Production totale	25	Tn / cargaison journalière
Volume de dégraissage par immersion	4 300	litres
Volume de dégraissage électrolytique	4 300	litres

### DÉGRAISSAGE PAR IMMERSION

Composition	KLEANEX FW 72 UF KLEANEX FW 72 W	50 gr / l 3 ml / l
Conductivité	40 $\mu$ s / cm	
Équipement	RECOIL DS 5 Connecté aux deux lignes	
Flux UF		150 l / heure
Moyenne du contenu d'huile fonctionnant à 60 %		1,5 g / litre

### DÉGRAISSAGE ÉLECTROLYTIQUE

Composition	KLEANEX 81 UF KLEANEX 81 W	50 gr / l 3 ml / l
Conductivité	175 $\mu$ s / cm	
Équipement	RECOIL DS 2 Connecté aux deux lignes	
Flux UF		100 l / heure
Moyenne du contenu d'huile fonctionnant à 60 %		1g / litre

**ASPECTS ÉCONOMIQUES****Remarques préliminaires**

Il a été nécessaire de changer tous les 15 jours le dégraisseur (cyanide) électrolytique et par immersion qui a permis de réaliser le travail à cause de la pollution de l'huile et de sa faible efficacité.

Actuellement, on a éliminé le cyanide mais on n'a pas changé les solutions de travail (plus de 10 mois de fonctionnement), il s'agit simplement de retirer le concentré d'huile du RECOIL DS toutes les 4 semaines pour l'immersion et toutes les 8 semaines pour l'électrolyse.

**COÛT**

Basé sur une production mensuelle d'une cargaison de dégraissage de 500 Tn.

**AVANT**

<b>Produits</b>	dégraissage par immersion	<b>1587</b>	ECU
	dégraissage électrolytique	<b>709</b>	ECU
	cyanide (avec le traitement des déchets)	<b><u>2 250</u></b>	<u>ECU</u>
	<b>COÛT TOTAL</b>	<b>4. 546</b>	ECU

**AVEC LA NOUVELLE TECHNOLOGIE DE RECYCLAGE :**

<b>Produits</b>	dégraissage par immersion	<b>950</b>	ECU
	dégraissage électrolytique	<b>1.152</b>	ECU
	cyanide (avec le traitement des déchets)	<b>411</b>	ECU
	entretien des RECOILS	<b><u>225</u></b>	<u>ECU</u>
	<b>COÛT TOTAL</b>	<b>2 738</b>	ECU

**COÛT TOTAL(\*)**

(\*) Neutralisation finale de l'usine de purification non incluse

**ÉCONOMIES MENSUELLES :**

$$4\ 546 - 2\ 738 = 1\ 808 \text{ ECU}$$

**COÛT ACTUEL :**

$$2\ 738 \times 1/500\ 000 = 0,876 \text{ ECU/KG}$$

**AMORTISSEMENT DE L'INVESTISSEMENT:**

$$\text{COÛT TOTAL DU RECOIL DS} = 53\ 125 \text{ ECU}$$

$$\underline{53\ 125 / 1\ 808 = 30 \text{ mois}}$$

**CONCLUSIONS :**

Pour les économies, nous ne tenons pas compte d'autres points très importants :

- réduction du travail dans les opérations de changement de bains
- diminution de la consommation d'eau due au recyclage de bains de travail
- consommation moindre d'énergie dans le chauffage initial
- diminution du volume de déchets
- meilleur fonctionnement de l'usine de traitement des eaux résiduelles
- meilleurs résultats COD.

**EXEMPLE n° 2**

**SÉPARATEUR D'HUILE D'ÉMULSION D'EAU DE L'USINE DE FLUIDE COUPANT  
PRODUITS DE BASE**

Fluide coupant de base avec COD > 20 000 et huile 5,01 gr / l

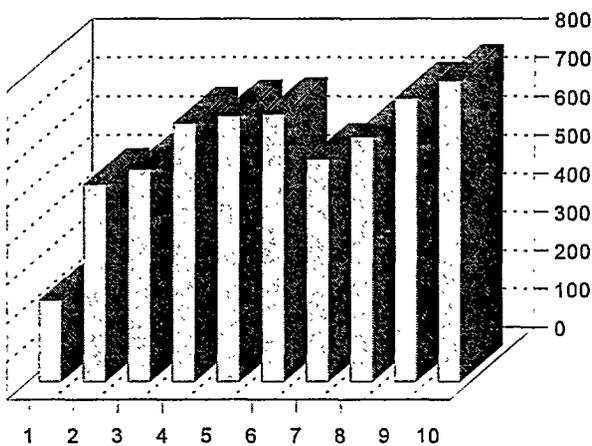
Voici les résultats de l'expérience et de l'étude réalisée pendant 10 jours, en travaillant 24 h / 24 avec les prémisses suivantes :

GRAPHIQUE DES FLUX :

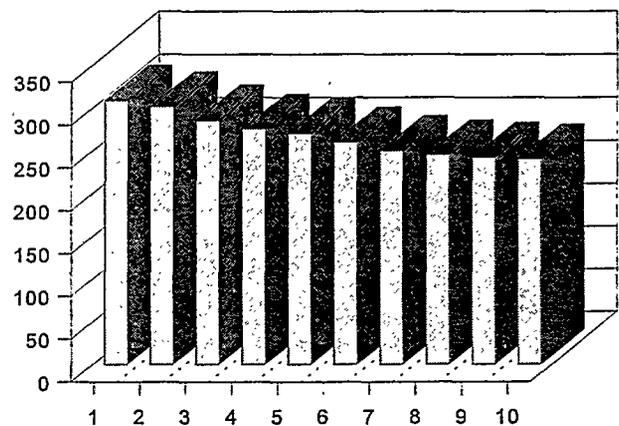
Réalisé avec les valeurs moyennes de chaque jour

Jour	DISTILLÉ				CONCENTRÉ
	Flux	COD	pH	Graisse + huile	Graisse + huile
1	308	210	6,71	710	5,19
2	301	511			
3	285	550			133
4	275	670			
5	270	689			
6	260	694	7,46	543	
7	250	577			
8	245	636	8,36	616	445
9	242	735			
10	240	780	8,41	640	540

COD



FLUX



COD

Analyse d'un échantillon chaque jour (le dernier de chaque période de travail).

## pH ET CONDUCTIVITÉ

Mesuré dans les échantillons où le COD a été mesuré

## HUILE ET GRAISSES

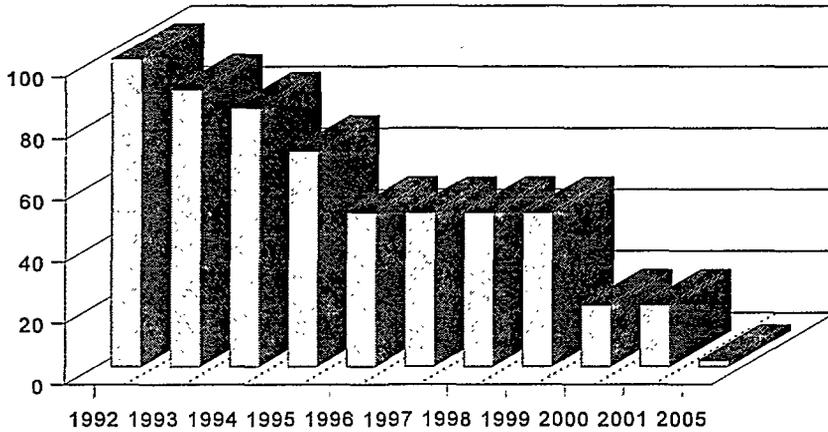
On a procédé à 4 résolutions, une au début, l'autre à la fin et les deux autres au milieu du processus.

## CONCLUSIONS :

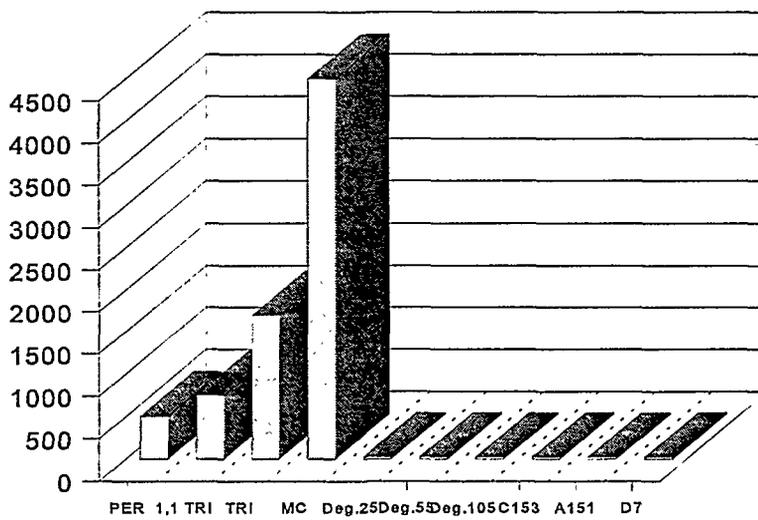
On peut déduire les conclusions suivantes :

- a) On maintient les niveaux des déchets, en COD ou en huiles et graisses, autour de données qui respectent la plupart des standards et des normes sur le déversement des déchets directement dans les égouts urbains.
- b) Par rapport à d'autres systèmes, il n'y a pas de problème de métaux en dissolution ni de solides en suspension dans les concentrés.
- c) Bien que les coûts énergétiques soient supérieurs à d'autres systèmes, la facilité d'entretien et la solidité des composants rend ce système compétitif, surtout pour les grands flux.
- d) On peut parvenir à une concentration d'huile bien plus élevée, ce qui permet de les réutiliser.
- e) L'équipement est très compact et occupe peu de place.
- f) Pour résumer, nous pensons qu'utiliser la technique d'évaporation dans le traitement de la "taladrine" est un grand pas en avant pour réduire l'impact sur l'environnement et ouvre les portes d'un futur prometteur.

Restriction de la production et  
consommation de TCA (III trichloréthane)



Index de danger (HI) selon TRGS 420 (Allemagne).  
HI= saturation de la concentration (mg/m3) à 20°C OEL



PRODUIT	APPLICATION						OBSERVATIONS
	Métal de base	Spray	Immersion	Électrolytique	Universel	Observation	
KLEANEX AX UF	Fe	X	X			Bon pouvoir humidificateur	
KLEANEX FW 72 UF	Fe		X			Dispersion élevée de l'huile	
KLEANEX 39 UF	Al, C	X	X			Sans attaquer la base de métal	
KLEANEX 81 UF	Fe		X	X		Conductivité élevée	
KLEANEX POLICLEAN 251	Universel	X	X		X	Dégraissage entre les opérations	
KLEANEX POLICLEAN 246 NF	Universel	X	X		X	Dégraissage entre les opérations	

**DESCRIPTION DE L'USINE**

- \* **SÉPARATEUR D'HUILE DÉMULSIFIÉE**
- \* **SYSTÈME DE DÉCANTATION / FILTRATION DES BOUES**
- \* **DÉCANTATION CONCENTRÉE / SYSTÈME D'ÉVAPORATION**

- \* RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION DE PRODUIT CHIMIQUE
- \* UTILISATION D'UN PRODUIT PEU TOXIQUE ET À FAIBLE IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
- \* RÉDUCTION DU VOLUME DE DÉCHETS

**PRODUIT**

- . AQUEUX
- . SOLVANT

**INSTALLATION**

**\* SYSTÈME D'APPLICATION**

- . Spray
- . Immersion

**\* SYSTÈME DE RECYCLAGE**

- . Membrane
- . Distillation
- . Évaporation au vide

## **SOLVANT CLASSE A-3**

### **CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES:**

#### **. PROPIÉTÉS PHYSIQUES**

- TECHNOLOGIES À FAIBLE VAPEUR**
- CHALEUR À FAIBLE ÉVAPORATION**
- POINT FLASH ÉLEVÉ**

#### **. ENVIRONNEMENT**

- FAIBLE IMPACT SUR L'AIR**
- FAIBLE IMPACT SUR L'EAU**

#### **. SANTÉ ET SÉCURITÉ**

- FAIBLE TOXICITÉ**

#### **. ÉCONOMIE**

- SOLUTIONS À VIE COURTE**

**TYPE D'ÉMULSION W/O**

**CONTENU :**

- . HUILE (2,5 - 3 %)
- . EAU
- . "SURFACTANT"
- . INHIBITEUR DE CORROSION
- . BACTÉRICIDE
- . FONGICIDE
- . DÉTERGENT
- . ADDITIF ANTI-MOUSSE

**TYPE SYNTHÉTIQUE W/O**

**CONTENU:**

- . POLYMÈRE SYNTHÉTIQUE (1-14 %)
- . EAU
- . INHIBITEUR DE CORROSION
- . TEINTURE
- . BACTÉRICIDE
- . PARAFFINES

## VALEURS NORMALES DE DÉCHETS W/O

- DEMANDE D'OXYGÈNE CHIMIQUE (COD)	ENTRE 2 00 ET 2 500 PPM
- HUILES ET GRAISSES	ENTRE 0,1 ET 10 %
- SOLIDES EN SUSPENSION	ENTRE 100 ET 1 500 PPM
- NITRATES	ENTRE 5 ET 9 000 PPM
- FER	ENTRE 10 ET 400 PPM
- ALUMINIUM	ENTRE 0 ET 150 PPM
- BORE	ENTRE 0 ET 1 500 PPM

## **NOUVELLES TENDANCES DANS LES HUILES COUPANTES**

### **PRODUITS W/O SANS :**

- COMPOSANTS CHLORÉS**
- NITRATES**
- PHÉNOLS**
- COMPOSANTS DE BORE**

## **ÉVAPORATION AU VIDE**

### **PRINCIPAUX AVANTAGES :**

- TOUS LES TYPES DE FLUIDES COUPANTS PEUVENT ÊTRE UTILISÉS**
- DÉCHARGES AVEC UNE CONCENTRATION D'HUILE ÉLEVÉE**
- 90 À 95 % DE RECYCLAGE DE L'EAU**
- MÉTAUX RETENUS DE LA SOLUTION**
- COLORANTS ÉLIMINÉS**
- UNE SEULE FILTRATION EST NÉCESSAIRE**
- DÉCHARGE AUTOMATIQUE D'HUILE CONCENTRÉE**
- PAS DE FLUX**
- COÛT BAS**

## **AVANTAGES DE RECOIL DS**

- . RÉDUCTION DU COÛT DE TRAVAIL**
- . CONSOMMATION MOINDRE D'EAU**
- . CONSOMMATION MOINDRE D'ÉNERGIE**
- . DIMINUTION DES DÉCHETS**
- . MEILLEURE EFFICACITÉ DE L'USINE W. W. T.**
- . MEILLEURES VALEURS COD**

**AUPARAVANT:**

Produits		
	dégraissage par immersion	1 587 ECU
	dégraissage électrolytique	709 ECU
	cyanide (y compris son traitement des déchets)	<u>2 250 ECU</u>
	<b>COÛT TOTAL</b>	<b>4 546 ECU</b>

**AVEC LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE RECYCLAGE :**

Produits		
	dégraissage par immersion	950 ECU
	dégraissage électrolytique	1 152 ECU
	énergie électrique	411 ECU
	entretien du RECOILS	<u>225 ECU</u>
	<b>COÛT TOTAL</b>	<b>2 738 ECU</b>

COÛT TOTAL (\*)

(\*) Neutralisation finale dans l'usine de purification non incluse.

ÉCONOMIES MENSUELLES

$4\,546 - 2\,738 = 1\,808$  ECU

COÛT ACTUEL

$2\,738 \times 1/500\,000 = 0,876$  ECU / KG

**AMORTISSEMENT DE L'INVESTISSEMENT DU RECOIL**

**COÛT TOTAL DU RECOIL DS = 53 125 ECU**

**$53\,125 / 1\,808 = 30$  mois**

**CONCLUSIONS:**

- . **POSSIBILITÉ DE DÉVERSER DIRECTEMENT DANS LES ÉGOUTS URBAINS (HUILE À FAIBLE COD ET GRAISSE)**
- . **PAS DE MÉTAUX LOURDS OU DE SOLIDES EN SUSPENSION DANS LES CONCENTRÉS**
- . **SYSTÈMES D'ENTRETIEN FACILE. FACILE À NETTOYER**
- . **CONCENTRÉ EN HUILE ÉLEVÉ. RÉUTILISATION FACILE.**
- . **ÉQUIPEMENT COMPACT**

ULTRAFILTRATION UF PHYSICO-CHIMIQUE

OZONISATION

R. O. OSMOSE INVERSE

TRAITEMENT BIOLOGIQUE

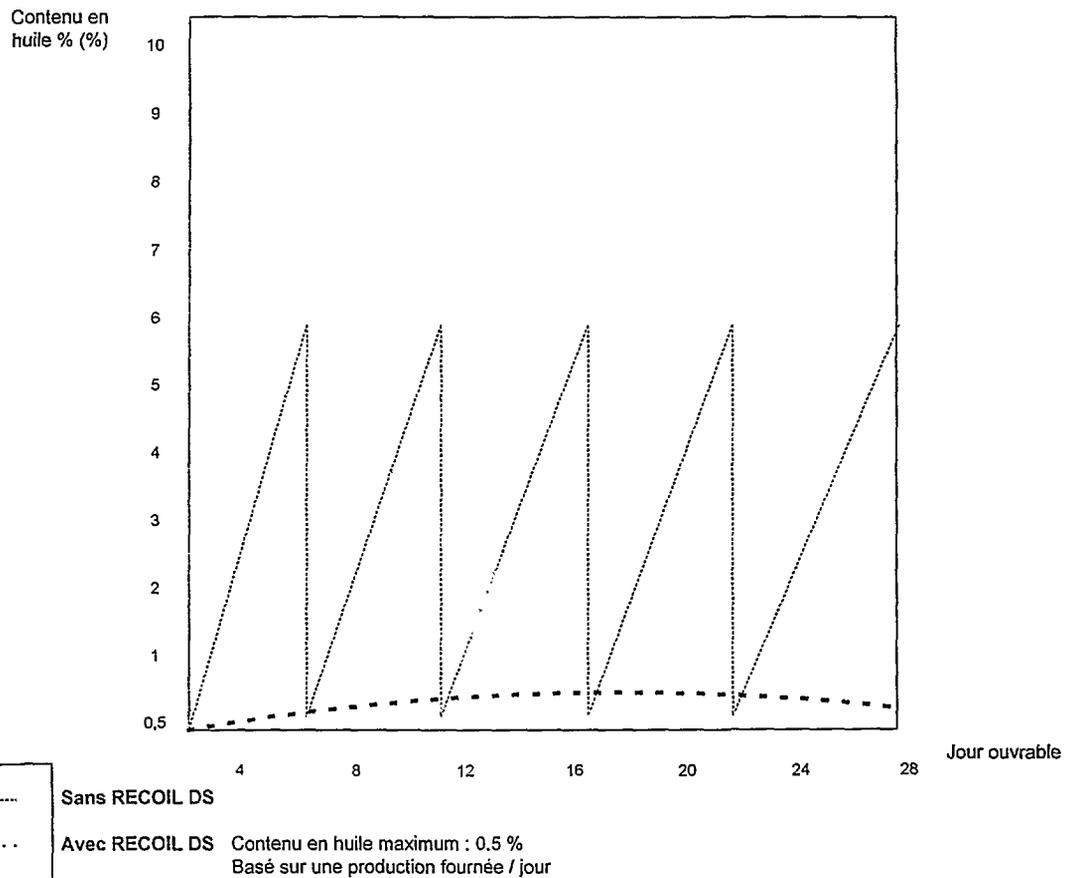
ÉVAPORATION À VIDE

**RECOIL DS**

Séparation de l'huile et récupération des solutions de dégraissage

**CARACTÉRISTIQUES :**

MODÈLE	FLUX MOYEN (l/h)	DIMENSIONS (mm)
RECOIL-DS 1.4	40	1400x2000x600
RECOIL-DS 2.6	60	1400x2000x600
RECOIL-DS 5.15	150	2100x2200x1300
RECOIL-DS 10.30	300	2100x2200x1300
RECOIL-DS 15.45	450	3000x2300x1500
RECOIL-DS 40.70	700	3900x2300x1800



## **RECOIL DS**

### **Séparation d'huile et récupération de solutions de dégraissage.**

La présence d'huile dans les effluents est une préoccupation croissante pour l'environnement car leur séparation et leur entreposage est difficile et cher.

L'utilisation de RECOIL DS permet de séparer et de concentrer les huiles de pollution et les graisses présentes dans les solutions de dégraissage, ce qui permet de conserver les solutions à un niveau élevé d'efficacité.

RECOIL DS peut être utilisé pour n'importe quel traitement galvanique préliminaire : peinture, macération, etc.

#### **AVANTAGES**

- économiser des produits de dégraissage
- qualité constante de l'opération de dégraissage
- moins de matières polluantes dans les effluents
- conditions chimiques moindres dans l'usine de purification
- économie d'énergie car il n'est plus nécessaire de chauffer les nouveaux bains
- moins de travail car on a besoin de moins de nouveaux bains
- une petite usine de purification et une quantité inférieure de boue
- produits de surface automatiques

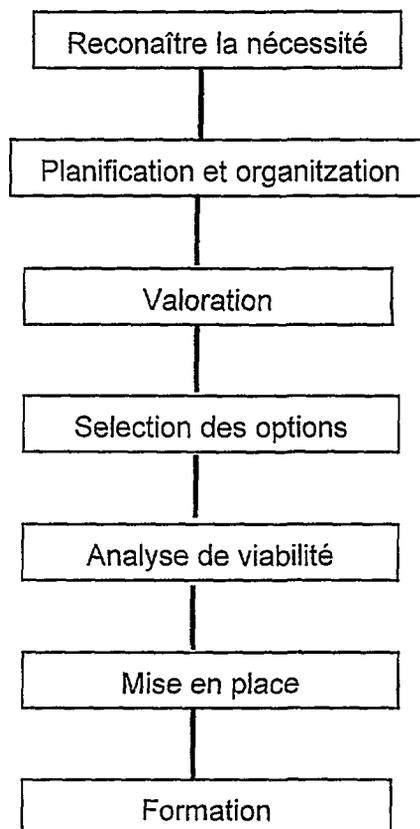
**LA RÉDUCTION DES TRAÎNAGES. LA RÉCUPÉRATION DES BAINS.  
L'AMÉLIORATION DES ÉTAPES DES NETTOYAGES. LA  
RÉDUCTION DE LA CONSOMMATION D'EAU.**

**Ramon Sans Fonfria  
Université Polytechnique de la Catalogne  
(Terrassa) Espagne**

## OPTIMISATION DES PROCESSUS ET MINIMISATION DE LA CONSOMMATION

### PROGRAMME

- Introduction
- Étapes pour la minimisation
- Objectifs à aboutir
- Conséquences économiques de la minimisation
- Processus expérimental
- Types de rinçage
- Applications des systèmes tertiaires de traitement
- Exemple pratique

**ETAPES POUR LA MISE EN PLACE DU PROGRAMME D'UNE FAÇON GÉNÉRALE****INTRODUCTION**

1993. Le Marché Unique Européenne met en concurrence entreprises de pays différents, les normes de l'environnement se durcissent, et en conséquence les entreprises doivent réaliser un effort très important. Cet effort impliquera la incorporation des processus de production des technologies propres, qui, en général, dépendent moins énergie et matières premières, et de la formation de techniques qui pourraient gérer ces technologies.

Ainsi, on se trouve dans le compromis d'augmenter la production sans dépenser toutes les ressources, en générant moins déchets et en récupérant les effluents générés.

Pour la réalisation de ces objectifs, il faudra un AUDIT D'ENVIRONNEMENT. L'EPA (Environmental Protection Agency) a défini l'AUDIT D'ENVIRONNEMENT comme une révision systématique, documentée, périodique et objective des opérations de processus et du procédé par rapport aux normes environnementales.

Le programme d' "**optimisation de processus et minimisation de déchets**" pourra être inclut dans cette audit d'environnement.

Les méthodes traditionnels de traitement de déchets fondent leur décisions sur le traitement de déchets une fois générés.

Les évier industriels ont été une sortie facile et pas trop chère mais la nouveau législation à renforcé les contrôles et à diminuer les possibilités d'usage. Cette solution sera plus chère chaque jour et ne contribuera pas à la meilleure de l'environnement.

La solution alternative est réduire les déchets o les recycler. Avec de plans appropriés, les entreprises peuvent démontrer son intérêt par l'environnement et peuvent obtenir plus de rentabilité du processus.

L'objectif du programme "**optimisation du processus et minimisation de déchets**" implique n'importe quelle technique, installation ou application des procédés qui diminue l'impact environnemental, au même temps qu'elle puisse améliorer la gestion des usines, faire rentables activités nouvelles en relation aux déchets ou aux matières premières, augmenter o améliorer les rapports **énergétiques et industrielles** et diminuer les dépenses de production ou gestion des usines a moyen échéance.

La plus grand partie des effluents qui sont produits par les entreprises, proviennent des lavages et des rinçages qui se doivent faire:

- a) Dans les processus de production
- b) Dans les pièces qu'on fabrique
- c) Dans les réacteurs ou éléments où le processus est réalisé
- d) Dans les conductions de matières premières, produits ou réactifs

Exemples:

- 1- Lavage de réduction avec hydrosulfite de sodium dans moyen basique après d'une teinture obscure.
- 2- Rinçage de pièces de tissu, après un lavage de neutralisation.
- 3- Rinçage de pièces galvaniques, après un processus de dépôt électrochimique.
- 4- Lavage et rinçage des réacteurs après de la fabrication d'un produit.
- 5- Lavage et rinçage de bassin de réception et canals dans les industries lactiques.

Ces lavages et rinçages sont les processus secondaires de notre cycle productif; processus sans surveillance technique mais qui sont les producteurs de la majorité des eaux résiduaires générées, qui nous inquiètent.

Les lavages et rinçages sont réalisés pour éviter incompatibilités entre processus, pour améliorer les rendements productifs, pour éviter la pollution de produits, etc.

Dans une perspective de type qualitative, on peut réaliser un bon rinçage si on use un débit d'eau important. De la même façon, si on use de l'eau suffisant afin que la concentration de polluants ne surmonte pas celle de la loi, on peut être toujours dans les limites de la législation. Cette solution doit être interdite parce qu'elle est inacceptable dans un point de vue social et environnemental.

Il est nécessaire définir la qualité de rinçages pour chaque processus et réutiliser les eaux jusqu'à la valeur maximum fixée par le rinçage. Ce contrôle nous permet définir et contrôler parfaitement le rinçage (dans la qualité exigée), connaître la concentration de polluants dans les eaux résiduaires (il n'y aura pas grandes montés de pollution) et, en général, épargner un grand volume d'eau.

## OBJECTIFS À ABOUTIR

1.- Maintenir la pollution des rinçages dans les limites de qualité qui sont exigés par le processus antérieur.

- 1.a.- Non émission de toxiques dans l'environnement industriel
- 1.b.- Éviter incompatibilités chimiques
- 1.c.- Augmentation de la rentabilité de chaque processus

2.- Épargne des eaux des lavages.

- 2.a.- Minimisation de la consommation de l'eau
- 2.b.- Minimisation des déchets. Réduction du canon
- 2.c.- Dimensions plus petites de la station d'épuration. Alternatives au processus de dépuración (viable si on diminue le débit d'eau, qu'il faut dépurar)
- 2.d.- Déchets d'accord la législation actuelle

3.- Simplification des opérations par l'ouvrier.

## **CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES**

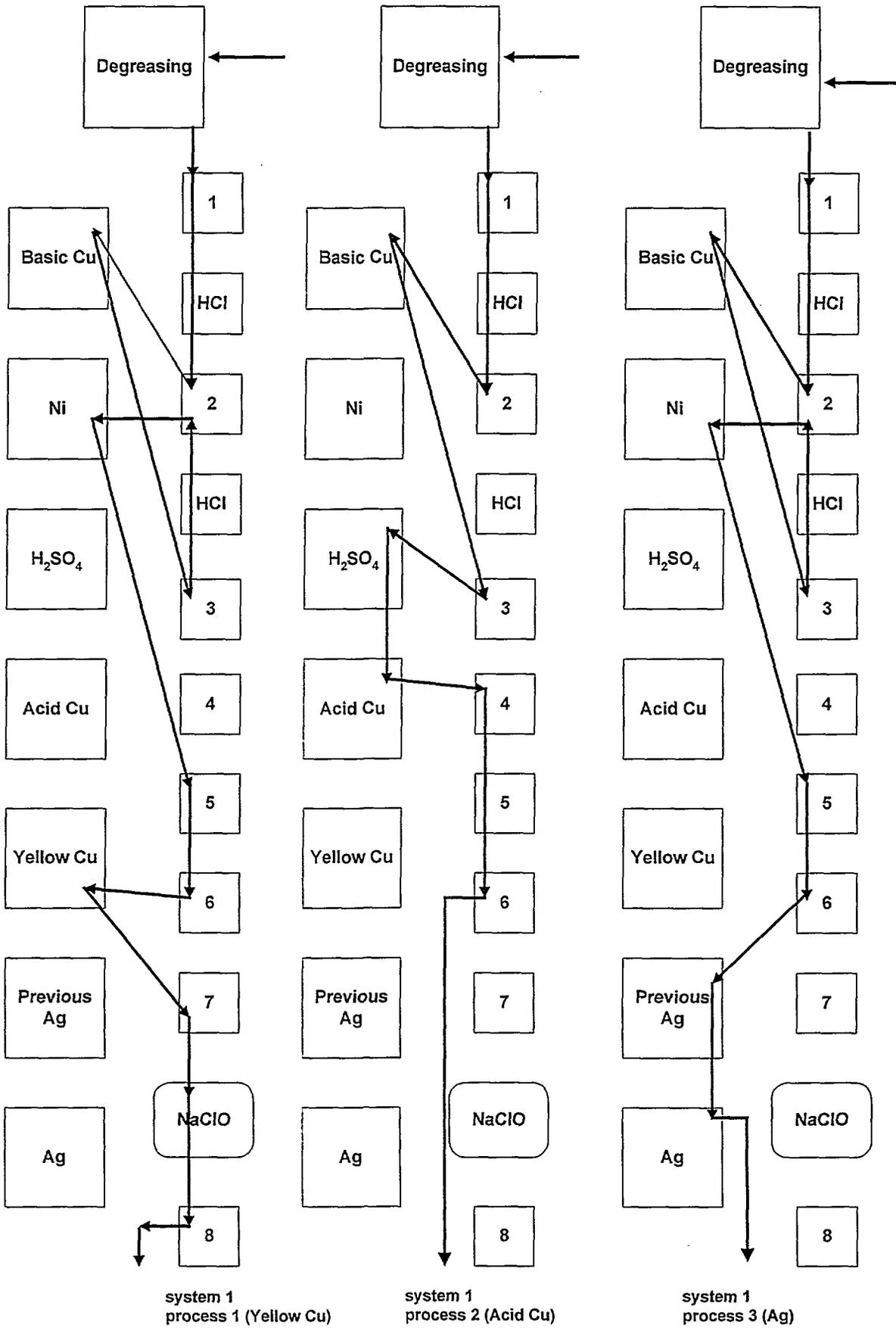
- Contrôle de la pollution des lavages. Augmentation de la qualité du processus de fabrication.
- Diminution de la consommation des eaux propres.
- Réduction de la dimension de la station d'épuration.
- Possibilité de récupérer de l'eau et des produits.
- Minimisation et contrôle des déchets.

## **PROCESSUS EXPÉRIMENTAL**

- 1.- Étude de la situation des rinçages
- 2.- Calcul de la surface lavée
- 3.- Levée d'échantillons
- 4.- Analyse des polluants
- 5.- Évaluation des résultats
- 6.- Changements dans le système de lavage

## **CLASSIFICATIONS DES RINÇAGES**

- Non critique (750 p.p.m.)
- Moins critique (40 p.p.m.)
- Plus critique (20 p.p.m.)
- Très critique (5 p.p.m.)



system 1  
process 1 (Yellow Cu)

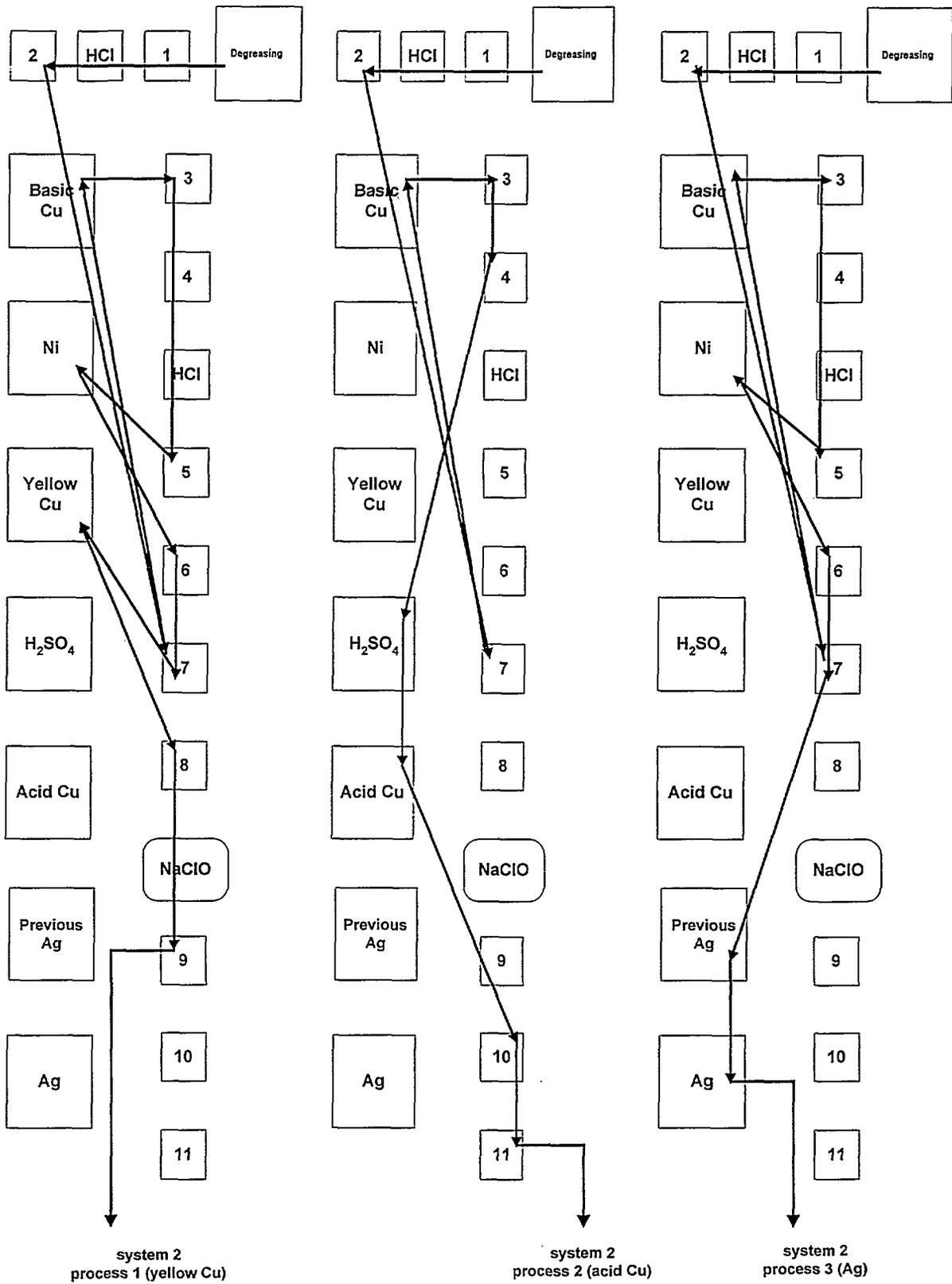
system 1  
process 2 (Acid Cu)

system 1  
process 3 (Ag)

RESULT	pH	Si	Zn	CN	Cu	SO4	Cl	B	NI	NaClO
1A	8,52	15,3	0							
1B	8,6	15,3	0							
1C	8,91	19,3	0							
2A	4,95		4,27							
2B	2,82		4,84							
2C	2,36		7,53							
3A	8,1			30	25,1					
3B	8,46			39,4	38,4					
3C	8,8			72,56	55,7					
4A	6,67				12,6	0	0			
4B	6,17				32,6	0	0			
5A	7,5							2,38	36,7	
5B	7,35							4,31	53,3	
5C	7							6,77	89,2	
6A	7,3								1,5	
6B	7,3								1,7	
6C	7,13								2,5	
7A	7,85		13,45	19,9	11,57					
7B	8,17		19,76	22	15,32					
7C	8,5		27,8	31,2	27,3					
8A	7,5		0		0					0
8B	7,5		0		0					0
8C	7,5		0		0					0

## CONCLUSIONS. DÉPENSES D'EAU

- On ne peut pas penser avec une minimisation de la consommation de l'eau, tandis que les rinçages soient contaminés selon la classification.
- Les rinçages 2, 3, 7 ne sont prêts que 3h. après le début du processus productif.
- Les rinçages 2 et 6 dépensent beaucoup d'eau et en plus, le 2 n'accomplit pas les objectifs.
- Rinçage de récupération dans le bain d'argent.

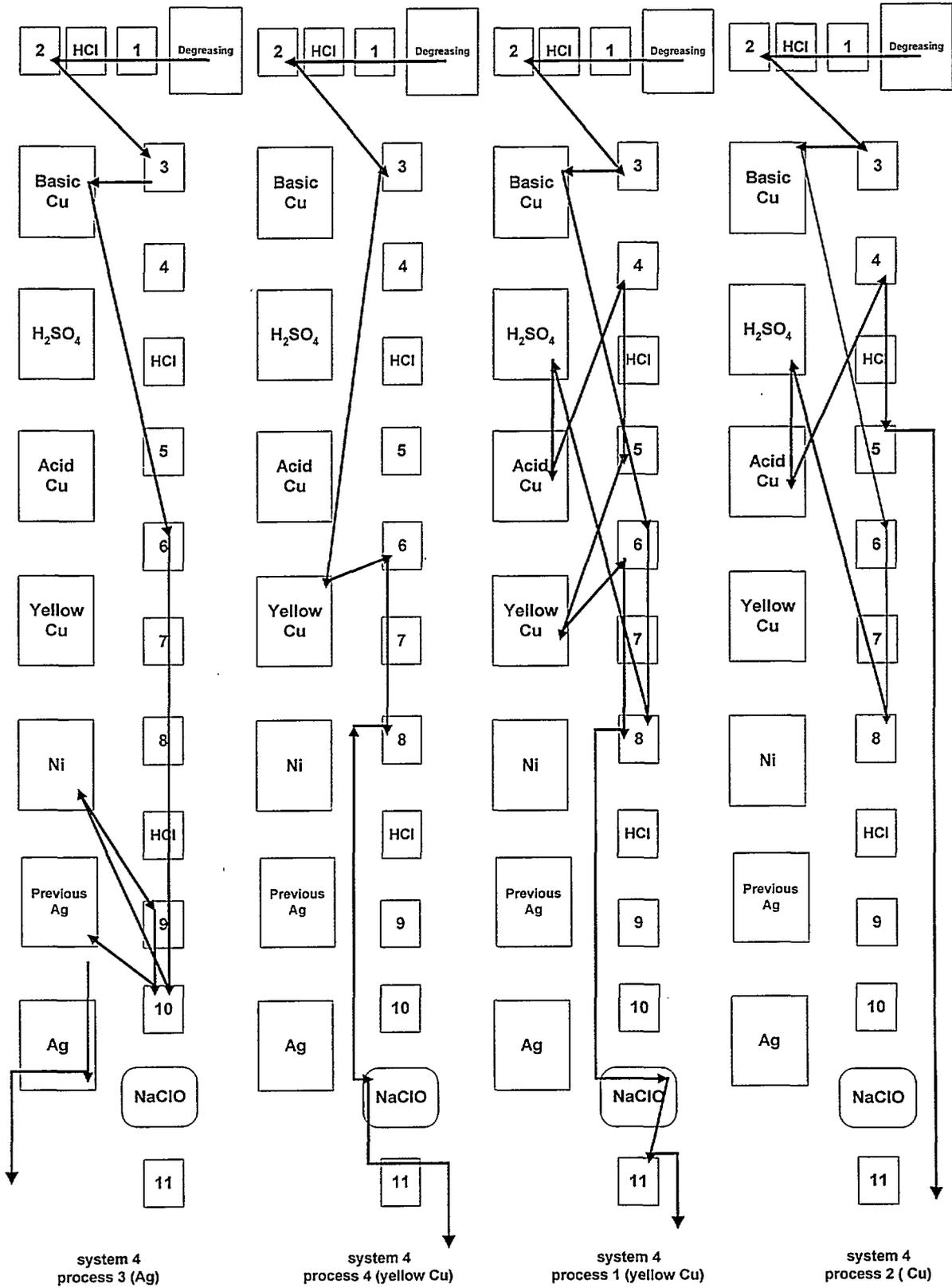


	surface	stored surface	pH	Zn	CN	Cu	B	Ni
1A	14500	14500	8,5	No				
1B	11000	25500	8,5	No				
1C	14000	39500	8,5	No				
2A	14500	14500	2,1	2.7				
2B	11000	25500	1,8	5.2				
2C	14000	39500	1.7	7.0				
3A	14500	14500	8,3		32.0	33.3		
3B	11000	25500	8,4		70.6	53.9		
3C	14500	39500	8.9		100.0,	90.6		
4A	14500	14500	7.3		2,8	4.8		
4B	11000	25500	7.5		3,1	5.1		
4C	14500	39500	7.8		3.2	5.4		
5A	14500	14500	2.2					
5B	5900	20300	1.8					
5C	4000	24300	1.7					
6A	12900	12900	7.1				4.7	62.0
6B	7600	20300	7.1				5.9	94.0
6C	4000	24300	6.9				8.3	107.4
7A	12900	12900	7.3					1.9
7B	7600	20300	7.3					2.1
7C	4000	24300	7,3					
8A	14500	14500	8.0	12.5	35.9	18.5		
8B	5200	19700	8.2	17.5	38.8	30.7		
8C	10700	30400	8.9	21.6	67.3	42.0		
9A	14500	14500	7.6					
9B	5200	19700	7.7					
9C	10700	30400	7.7					
10A	5100	5100	6.5		19.3			
10B	9900	15000	5.8		48.6			
10C	6200	21200	5.1		64.9			
11A	5100	5100	7.2					
11B	9900	15000	7.3					
11C	6200	21200	7.2					

## CONCLUSIONS. DÉPENSES D'EAU

- Problèmes de pollution dans le processus des rinçages 4, 5 et surtout le 8 parce qu'il est continu (plus grand dépense d'eau).
- Le parcours des pièces qui proviennent du bain de Cu alcalin est trop large. Il faut le réduire.

**Note:** L'entreprise a changé le bain de laiton pour celui du bronze, il faut modifier les processus antérieurs de laiton pour celui de bronze.



	surface	pH	Zn	CN	Cu	B	Sn	Ni
1A	56000	9.8						
1B	86000	9.9						
2	142000	1.15	11.3					
3	142000	6.9						
4	14100	6.7			52.3			
5A	14100	7.3			2.2			
5B								
6	162900	10.3		340	54.5		30.4	
7	162900	8.0		20	34.3		6.0	
8	162900	7.8		0.9	1.2			
9	21900	5.7				9.8		384
10A	18000	7.4						1.85
10B	3900	7.4						
	142400	7.3						



## CONCLUSIONS. DÉPENSES D'EAU

- Les rinçages 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 et 10 ne peuvent être maintenus plus de 3 jours.
- Les rinçages 1, 5 et 10 doivent être renouvelés chaque 3 jours.

C'est la première fois qu'on a un système de rinçage avec de concentrations de polluants dans des eaux de lavages. Ces concentrations se trouvent dans les limites de la classification du rinçage. C'est à dire, le processus a été optimisé quant à éviter interférences dans les bains.

Avec ce système on évite problèmes et en conséquence on a une plus grande rentabilité et qualité. On a réussi à optimiser le processus et réduire la consommation de l'eau dès 2372 l/jour à 730 l/jour.

Comme il y a quelques rinçages qui ont de concentrations au dessus de celles permises, on va modifier le système 4 pour le faire plus utile à l'égard de la dynamique des échanges d'eau et pour épargner de l'eau.

RINÇAGES	RESULTS
1A	pH 9.76
1B	pH 9.97
2	pH 1.15 Zn 11.3
3	pH 6.87
4	pH 6.70 Cu 52.3
5A	pH 7.35 Cu 2.22
6	pH 10.34 Cu 545 Sn 6.1 CN 20.1
7	pH 8.03 Cu 1.22 CN 0.94
8	pH 7.76 Cu 1.22 CN 0.94
9	pH 5.69 Ni 384 B 9.87
10A	pH 7.38
	Ni 1.85
10B	pH 7.36
11	pH 7.80

## APPLICATION DES TECHNOLOGIES QUI PERMETTENT

- A) Épargne de l'eau
- B) Récupération de produits
- C) Non génération de déchets

Évaporation: a+b

Résine d'échanges: a

Osmose inverse: a+"b"

Ultra-microfiltration: a+"b"

Électrophorèse: "a"+b

Dépôt électrochimique: "a"+b

Résine d'échange + Dépôt électrochimique: a+b+c

Osmose inverse + Dépôt électrochimique: a+b+c

Ultra-microfiltration + Dépôt électrochimique: a+b+c

## CONCLUSIONS

- Concentrations inférieures au maximum permis per la classification dans tous les lavages.
- Faibles concentrations dans quelques rinçages, qui permettent augmenter la production sans problèmes par rapport à la classification.
- La circulation des pièces parmi les rinçages et le processus est parfait, si on considère l'usage de chaque bain.
- L'usage des rinçages a une dynamique hebdomadaire.
- La consommation est définitivement réduite à 75%. Dés 11.350 l/sem à 2.800 l/sem.
- La dépuraton des rinçages 1, 5 et 10 n'est pas nécessaire parce qu'ils sont rénovés pendant la semaine. Pourtant, il est nécessaire la dépuraton de quelques rinçages pendant le week-end.

**LA FORMULATION DES BAINS. LA SUBSTITUTION ET  
LA RÉCUPÉRATION DES MATIÈRES PREMIÈRES**

**J.A Ortega  
Technical Manager  
McDermid Española,SA  
Barcelone (Espagne)**

On n'imagine pas la technologie actuelle sans composants métalliques et plastiques. La galvanisation et l'électrolyse ont les principaux moyens pour modifier les métaux et les plastiques.

La principale fonction du placage est de protéger des parties de la corrosion et des intempéries. On a étudié le coût des pertes dues à la corrosion à 150 billions de dollars en Europe. Les techniques d'électro-placage et d'électrolyse réduisent ces pertes.

Il existe de nombreuses entreprises d'électro-placage. Elles utilisent des solutions déjà préparées et des additifs ainsi que des produits de pré-traitement et de finition dans leurs équipements.

Toutes les entreprises qui fabriquent des électro-placages développent de nouveaux produits pour l'électro-placage et l'électrolyse.

Voici les demandes croissantes faites aux maisons qui fournissent l'électro-placage :

- la législation sur l'environnement et les restrictions toxicologiques sont plus sévères.
- les normes de santé et de sécurité sont plus strictes.
- les standards techniques et de qualité augmentent.
- les démarches pour enregistrer de nouvelles formules sont de plus en plus compliquées.
- les tests sont plus chers.
- on essaie de réduire les coûts.

Les entreprises qui fournissent l'industrie de l'électro-placage ont toujours voulu développer des produits biodégradables, sans halogène, capables d'être recyclés ou dont il est facile de se défaire, qui ne provoquent pas de produits de décomposition ou de métabolites.

Pré-traitement

Placage

- électro-dépôt
- électrolyse

Polissage

## PRÉ-TRAITEMENT

Le procédé de placage actuel se fait après une série d'opérations pendant lesquelles le substrat est poli, dégraissé et nettoyé pour enlever la rouille. Entre les étapes, il faut rincer certaines parties.

Des défauts au début peuvent provoquer des pores sur la surface, ce qui diminuerait l'adhésion et l'éclat.

## PROCÉDÉ DE PRÉ-TRAITEMENT

PROCÉDÉ	PRODUITS CHIMIQUES NÉCESSAIRES
Polissage	Cire, émulsifiants.
Pickling	HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , etc. et inhibiteurs de corrosion.
Nettoyer et enlever la rouille	Na(OH), K(OH), PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , etc., surfactants, émulsifiants, agents chelating et de dispersion.

## PLACAGE

L'électro-placage est le procédé qui permet d'appliquer un substrat métallique ou non par électrolyse ou chimiquement. Il inclue aussi l'application d'une couche passive d'oxyde et de phosphate, et toute la gamme de polisseurs nettoyants, techniques de couleur et de finition, y compris le pickling, le dégraissage et le polissage.

Le but est d'améliorer la solidité ou la conductivité ou de faciliter la soudure en les rendant plus résistants à la corrosion, aux intempéries, à l'abrasion et aux attaques chimiques.

L'électro-placage moderne a permis d'économiser des matières premières précieuses et d'éliminer les risques sérieux pour la santé que comporte le polissage, une tâche répétitive et ennuyeuse.

Les progrès des additifs organiques et inorganiques les ont rendu indispensables dans les procédés de finition métallique.

## PROCÉDÉ D'ÉLECTRO-PLACAGE

PROCÉDÉ	PRODUITS CHIMIQUES NÉCESSAIRES
Métaux d'électro-placage, y compris: pyridine, nickel, zinc, cuivre, chrome, étain, plomb, zinc/nickel, zinc/cobalt, zinc/fer, alliages ses de nickel/fer, or, alliages d'or.	Composés d'acétylène, dérivés de la composés de thio, composants alkyle non saturés, composants carbonyle, nicotine et dérivés, dérivés d'imidazol, surfactants, émulsifiants, agents de dispersion, glycol polyalkylène. EO / PO polymères en bloc, composés de B-naftol, etc.

Fer  
Iridium  
Palladium, alliage de palladium et nickel  
Rhodium  
Alliage d'Étain et Nickel

Électrolyse de cuivre ou de nickel pour  
plastiques ou métaux.

Agents complexes, agents de  
conditionnement d'ammoniac, surfactants  
réducteurs, métaux lourds.

Polissage chimique d'acier inox

Composés d'acétylène.

Anodisation d'aluminium

Composés d'acétylène

Voici les principales branches de l'industrie du point de vue de l'électro-placage ou de l'électrolyse:

- Automobile
- Bâtiment et construction
- Industrie électrique
- Électronique
- Meubles
- PC

Les principaux métaux électro-déposés, selon leur % :

Zinc	22 %
Nickel	20 %
Chrome	15 %
Cuivre	15 %
Autres métaux, y compris les précieux	25 %

Consommation mondiale de nickel et de zinc en 1995 pour l'électro-placage :

Nickel	100.000 tonnes
Zinc	1.000.000 tonnes

L'éclat donne une distribution égale qui empêche la formation de gros cristaux. Leurs produits de décomposition deviennent souvent une partie intégrale du dépôt métallique qui a une influence sur les propriétés physiques.

Les propriétés suivantes peuvent être contrôlées par l'éclat :

- . Repoussage
- . Équilibrage
- . Éclat
- . Résistance à la corrosion
- . Dureté
- . Ductilité
- . Tribologie
- . Force interne
- . Cristallinité
- . Adhésion du métal
- . Réactivité.

Voici les principaux changements introduits pendant les 10 dernières années pour s'adapter aux règles de protection de l'environnement.

### NICKEL ÉLECTROLYTIQUE

Voici la composition standard des électrolytes Watt :

Sulfate de nickel	300 g/l
Chlorure de nickel	50 - 100 g/l
Acide borique	40 - 50 g/l
Surfactant ammoniac	0,2 - 0,5 g/l
Avivage	1 - 10 ml/l
pH	3 - 5
Température	55 - 65 °C

Les sels de métaux des watts de nickel contiennent du sulfate de nickel et du chlorure de métaux.

Voici les normes de la CEE en ce qui concerne les sels de nickel :

Sulfate de nickel

Xn (catégorie 3)\*

R22  
R40  
R 42/43  
S22  
S36/37

Chlorure de nickel

Xn (catégorie 3)\*

R22  
R25  
R40  
R42/43  
S22  
S36/37

(\*) Possible agent cancérigène, les tests sur personnes ou animaux n'ont pas encore donné de résultats. Avril 1997.

Pour cette raison, l'utilisation de bains non agités est plus fermement recommandée pour remplir le niveau maximum d'exposition au nickel, selon le tableau suivant :

- (a) nickel comme métal ou composants non solubles
- (b) Composants de nickel soluble

Italie	a : 0,1 mg/m <sup>3</sup>	b : 0,05 mg/m <sup>3</sup>
UK	a : 0,1 mg/m <sup>3</sup>	b : 0,05 mg/m <sup>3</sup>
Allemagne	a : 0,05 mg/m <sup>3</sup>	-----

Les agents organiques contenus dans les bains d'électro-placage appartiennent aux familles suivantes :

R - SO<sub>3</sub><sup>-</sup>  
R - SO<sub>2</sub> - NH - R  
R - S - R  
R - C ≡ C - R  
C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>- N<sup>+</sup> - R - SO<sub>3</sub><sup>-</sup>

L'utilisation de composants de dérivés de pyridine, comme la (propyl - ou éthyle) sulfobétaine de pyridine, est interdite sur le marché des USA car la décomposition du bétaine laisse la pyridine dans les effluents de rinçage.

Cependant, d'autres composants, comme les dérivés d'acétylène ou les composants sulfatés peuvent très bien remplacer le (propyl - ou éthyle) sulfobétaine de pyridine.

### CHROME ÉLECTROLYTIQUE

Le chrome est normalement électro-plaqué sur une couche de nickel électrolytique. Voici la formule de bain de chrome électro-plaqué, du  $\text{CrO}_3$  :

$\text{CrO}_3$	200 à 500 g/l
Sulfate ( $\text{SO}_4^{=}$ )	1 à 4 g/l
Catalysée	propriétaire selon la formule
Température de travail	30 à 50 °C

Les anciens catalyses étaient composés de fluor, mais les techniques actuelles en ont développé d'autres basés sur du sulfate de Pyridine ou sur des alkylsulfonates à chaîne courte, qui empêchent les bains de chrome d'attaquer le matériel de base (acier ou laiton), ce qui allonge la vie des bains de chrome d'électro-placage.

On peut aussi utiliser l'électro-placage du chrome à travers sa forme trivalente :  $\text{Cr}^{3+}$ , bien que l'apparence du dépôt soit différente de celle du  $\text{Cr}^{6+}$ . Ceci n'est possible que pour certaines portions et des objectifs spéciaux.

On étudie la possibilité de remplacer le chrome et le  $\text{Cr}^{6+}$  par des alliages de 2 ou 3 métaux, qui ont les mêmes caractéristiques que le chrome pour la résistance à la corrosion ou la décoration.

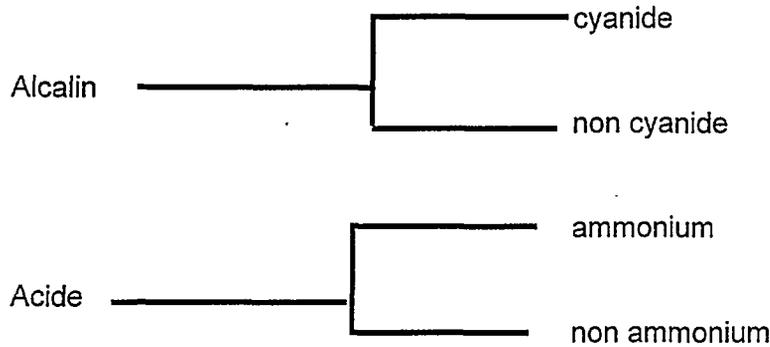
### ZINC ÉLECTROLYTIQUE

Le zinc est l'un des principaux métaux plaqué. Il a plusieurs applications différentes. En voici la liste:

- . Pièces pour applications d'ingénierie mécanique, électrique et d'automobile.
- . Équipements domestiques, matériel de camping et de sport, chariot de supermarché et paniers à provision, toitures, meubles, etc.
- . Boulons et attaches
- . Câbles plaqués, tuyaux et acier / métal
- . Équipement de bureau, illumination et biens électriques

Le zinc n'est pas cher, on peut le plaquer avec différentes électrolyses et il résiste bien à la corrosion. On peut même augmenter cette dernière en chromant ou en recouvrant de silicate ou de matière organique, ce qui offre d'autres effets décoratifs et fonctionnels.

Ils proviennent de différents procédés de placage de zinc :



Les principaux critères pour le choix du bain :

- . substrat
- . succès du pré-traitement
- . contrôle du bain
- . densité actuelle
- . efficacité
- . repoussage
- . équilibrage
- . éclat
- . traitement d'effluents

Les avantages relatifs des bains acides et alcalins sont signalés ci-dessous :

<u>Caractéristiques</u>	<u>Acide</u>	<u>Alcalin</u>
Éclat	excellent	élevé / excellent
Équilibrage	très bon	modéré
Distribution métallique	faible	excellent
Ductilité	satisfaisante	excellente
Efficacité	très riche	modéré
Parties en fer à plaquer	oui	non
Contrôle des bains	facile	très facile
Sensible aux impuretés	oui	non
Traitement des effluents	sans ammoniac simple ammonium compliqué	simple (pas de cyanide) compliqué (cyanide)

L'efficacité des cathodes dans plusieurs électrolytes de zinc en fonction de la densité normale.

Voici la composition de solutions alcalines de zinc :

Composants	Type de bain (g/l)				
	cyanide élevé	cyanide moyen	cyanide faible	traces de cyanide	pas de cyanide
Zn <sup>2+</sup>	30-40	20-25	10	8	8-16
NaCN	90-130	40-60	20	8	-
NaOH	70-90	80-100	90	90	130-150
Carrier	-	-	-	-	10-20

Les bains sans cyanides sont de plus en plus fréquent. Ils sont moins toxiques, mais plus difficiles à contrôler que les bains au cyanide et ils requièrent des mélanges plus complets d'avivage.

Composants	Type de bain (g/l)	
	légèrement acide avec du NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	légèrement acide sans NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Zn <sup>2+</sup>	20-50	20-50
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	10-60	-
Cl <sup>-</sup>	100-125	100-140
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	20-25	25-30
Avivage	1-2	1-2
Agent humidificateur	30-40	30-40

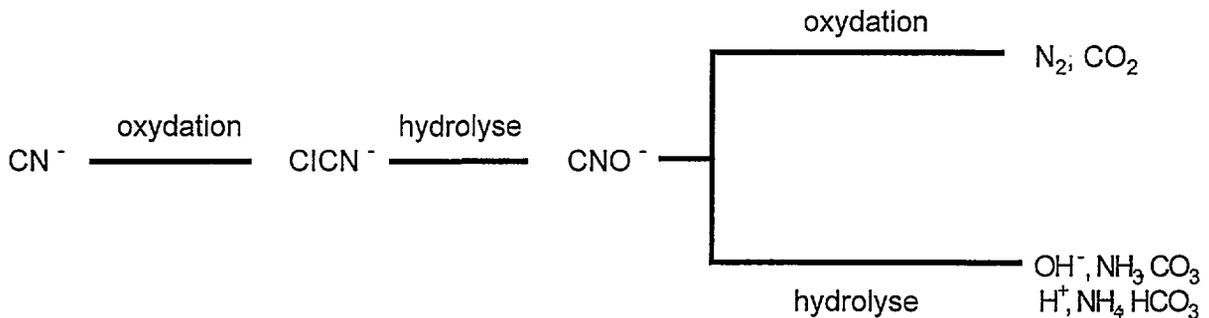
Le problème des bains de cyanide alcalin est le besoin de traiter les effluents avec un hypochlorite de sodium.



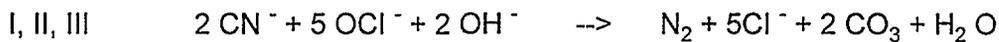
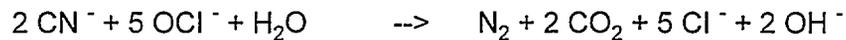
Le cyanate formé peut être oxydé ou hydrolysé, selon les réactions suivantes :



On peut exprimer le procédé comme suit :

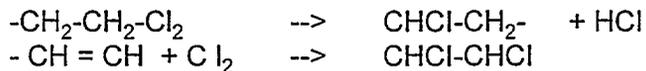


Le procédé souhaitable est la pleine décomposition de cyanides pour fournir du N<sub>2</sub> et du CO<sub>2</sub>, obtenu par addition des réactions I, II et III.



Les inconvénients du traitement au cyanide par hypochlorure de sodium sont :

. Chloration des chaînes aliphatiques, saturé et non saturé :



. Chloration d'alcool, aldéhydes, acides et cercles aromatiques qui produisent du chlorophénol.

La grande quantité de chlorure de fer  $\text{Cl}^-$  générée à travers la réaction peut supposer un sérieux problème pour déverser les effluents.

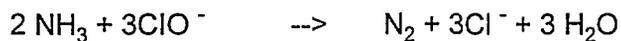
D'autres manières de traitement pour l'oxydation des cyanides sont les nettoyeurs, ce qui implique l'utilisation de l'ozone, de courants de gaz d'oxygène, de peroxyde d'hydrogène et

d'acide de CARO ( $2\text{KHSO}_5$ ,  $\text{KHSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ), qui crée du  $\text{SO}_4^{=}$ , ce qui précipite avec de l'hydroxyde de calcium.

Les bains de zinc alcalin sans cyanide peuvent facilement être traités en équilibrant le pH à 9,5 et en précipitant les métaux par  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Les bains de zinc acide avec de l'ammoniac impliquent que pour faire des complexes forts avec des métaux, le traitement est difficile et cher.

Les sels d'ammoniac et l'ammoniac sont des complexes avec des sels de zinc. Selon la réaction, on peut utiliser du chlorure de sodium pour les détruire.



Les bains de zinc acide sans ammoniac peuvent facilement être neutralisés en ajustant le pH et par traitement avec du  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

On a supprimé de la formule les composants chlorés dans l'addition d'agents pour les bains de zinc acide.

L'orthochlorobenzaldehyde a été remplacé par un autre composé cétonique ou des aldéhydes aromatiques, sans chlore.

On a aussi éliminé les nonilphénols comme agents humidificateurs, ils sont remplacés par d'autres surfactants :

- . ethoxylate d'alcool gras
- . ethoxylate de B-naftol
- . ethoxylate d'alkyphenol sulfaté
- . sulfate d'éthylhexyl
- . ethoxylate d'alcool oxo
- . produit de condensation acide de naphthaline sulfonique.

Les passivés chromés, basés sur du chrome hexavalent  $\text{Cr}^{6+}$ , comme finition du zinc et de ses alliages, donnent une apparence cosmétique parfaite et une bonne résistance à la corrosion.

Les industries européennes de l'automobile cherchent des alternatives au  $\text{Cr}^{6+}$  pour moins polluer.

Les atelier d'électro-placage doivent développer de nouveaux procédés de finition qui doivent être aussi fiables que ceux développés auparavant.

Il est actuellement possible d'utiliser les composés de  $\text{Cr}^{3+}$  au lieu du  $\text{Cr}^{6+}$ , en ajoutant une couche de complexe de silicate, ce qui permet de limiter les problèmes avec le  $\text{Cr}^{6+}$ . Ceci respecte les standards de Volvo STD 513.102 qui tolère moins de  $0,3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  de chrome hexavalent lixiviant.

De nouveaux procédés de passivation devraient être disponibles prochainement, sans chrome hexavalent ni trivalent.

### Pb-Sn

Dans les bains de dépôt plomb - étain, on a remplacé les sels suivants :

$\text{Sn}(\text{BF}_4)_2 \cdot \text{aq}$	Fluoborate d'étain
$\text{Pb}(\text{BF}_4)_2 \cdot \text{aq}$	Fluoborate de plomb

par des sels plus faciles à traiter comme les dérivés acides méthanosulfoniques  $\text{H}_3\text{C-SO}_2\text{-OH}$  qui forment des sels solubles avec du plomb et de l'étain divalent.

L'acide méthasulfonique est biodégradable et ressemble fort aux fluoborates.

Il reste des formules qui contiennent du cyanide de sodium ou de potassium. Il s'agit de :

- Ag (argent)
- Laiton
- Cu (monovalent)
- Bronze (blanc, jaune)

On essaie d'enlever le cyanide des dépôts monovalents de cuivre, et ce sera possible dans le futur.

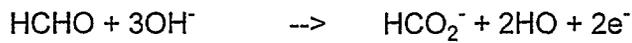
Ceci ne représente qu'une petite partie par rapport aux bains de zinc avec du cyanide qui ont été remplacés

## PLACAGE ÉLECTROLYTIQUE

### Cuivre électrolytique

Les substrats plaqués par des techniques électrolytiques doivent être nettoyés et préparés en différentes étapes. Il faut réduire les complexes de cuivre avec du formaldéhyde sur les surfaces catalysées avec du palladium ou du cuivre.

Voici la réaction :



Ingrédients des bains de placage de cuivre :

<u>Ingrédient</u>	<u>Fonction</u>
Sels de cuivre	Sulfate de cuivre, chlorure de cuivre, etc.
Agents complexes	Composants complexes et ions cupriques et impuretés
Hydroxydes alcalis	Ajuster le pH
Formaldéhyde	Agent réducteur
Surfactant	Réduit la tension de la surface
Nitrogène et composés de sulfure	Stabilisants

Ces bains de cuivre sont remplacés dans toute l'UE par la métallisation des trous dans le PCB par des composants à base de graphite, qui les rend conducteur et permet de plaquer le cuivre par électrolyse sans problème.

On a donc éliminé des composants tels que :

- . Cuivre
- . Formaldéhyde
- . Agents complexes
- . Hydroxyde de sodium

### PLACAGE DU NICKEL

Ingrédients des bains de placage de cuivre :

<u>Ingrédient</u>	<u>Fonction</u>
Sels de nickel	Sulfate de nickel, chlorure de nickel, sulfonate de nickel.
Agents complexes	Aminoacides, hydroxyacides
Hydrophosphite de sodium, DMAB, borohydrure	Agent réducteur
Surfactant	Réduit la tension de la surface
Métaux lourds, dérivés d'acétylène	Stabilisants

Voici les réactions qui expliquent le mécanisme de dépôt de Ni, un alliage de Ni-P :



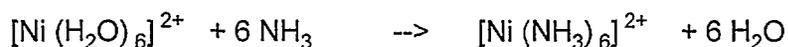
Dans la réaction (1), la réaction catalytique de décomposition d'hypophosphite de sodium produit de l'hydrogène monoatomique qui réduit le nickel ionique en métal (2). Une partie de l'hydrogène réduit l'hypophosphite de sodium et forme du phosphore (3). La réaction (4) est secondaire, elle se produit dans le dépôt chimique Ni-P et réduit l'efficacité. Il faut 5 kg d'hypophosphite de sodium pour réduire un kg de nickel.

Pour maintenir le pH de la solution, on peut faire l'ajustement avec de l'ammoniac ou du carbonate de potassium. Les meilleures valeurs de pH sont 4,8 - 5 pour les bains de dépôt industriels et 8,5 - 9 pour le placage de plastique (ABS, ABS / PC).

On a résolu le problème de la présence d'ammonium.

Voici les formule de nickel dans une solution aqueuse  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

Complexe avec l'ammoniac



Le complexe d'ammoniac bleu est facile à traiter car ses composants sont plus solubles avec des hydroxyacides ou des aminoacides, mais il crée des problèmes de dépôt.

Actuellement, nous avons remplacé l'ammoniac dans les formules d'électrolyse de nickel.

### REMPACEMENT DE MATIÈRES PREMIÈRES

Remplacement du chlorure de méthylène.

CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (Dichlorométhane)      Xn X R: 40, S:23c-24/25-36/37

pour la peinture et le vernis. Tous les pays ont réduit son utilisation à cause de la toxicité.

On peut enlever le chlorure de méthylène (dichlorure de méthane) des vernis ou laques et inclure des esters d'acide lactique comme des lactates éthyle ou butyle avec d'autres ingrédients.

### RÉCUPÉRATION DES MATIÈRES PREMIÈRES

La récupération se fait dans les pistes de gravure des panneaux de circuit, de 40 ou 400 micromètres.

Le liquide utilisé pour attaquer le cuivre est une solution cupro-ammoniacale qui, à une certaine température et par aspersion, élimine le cuivre des pistes dans le sous-recouvrement.

On peut récupérer le cuivre de solutions usées et les sels de cuivre comme le sulfate et l'oxydure de cuivre.

Après il peut y avoir une neutralisation, une fois la formule ajustée.

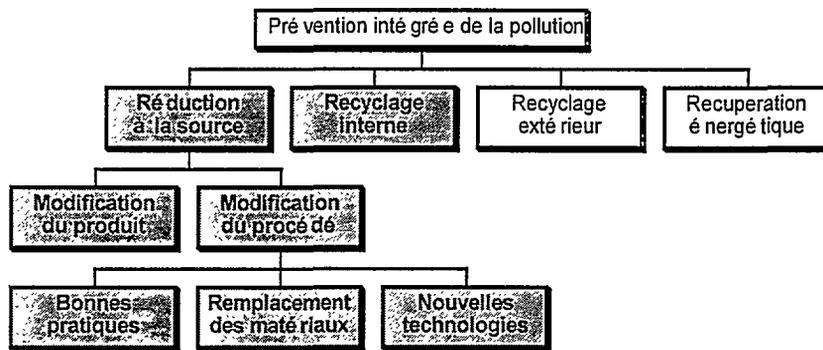
Le liquide est réutilisé et le cuivre récupéré actuellement.

C'est le même cas pour les bains d'eau oxygénée ou l'acide nitrique. L'étain et le plomb sont éliminés et on peut reformuler la solution.

**LES BONNES PRATIQUES ENVIRONNEMENTALES.  
SÉPARATION DES EFFLUENTS**

**J.M Renau  
Université Rovira i Virgili  
Tarragona (Espagne)**

## Qu'est-ce la Production Propre ?

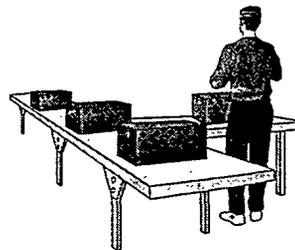


## Bonnes Pratiques dans le secteur de la galvanoplastie

Sur deux niveaux d'actuation:



Résponsables des ateliers,  
managers, etc...



Employés

## Managers ....

- \* Indication de la disposition des produits chimiques par catégories, selon leur nature, leur dangerosité, leur inflammabilité, ...
- \* Négociations avec les fournisseurs pour que les pièces arrivent avec le moindre degré de saleté possible et régler les procédés de nettoyage et dégraissage.
- \* Dessin des montages pour obtenir un entraînement minimum des bains.
- \* Modifications des temps d'égouttage dans les installations pour éviter les pertes de bains par entraînement.
- \* Installation de couvercles aux joints pour recueillir le liquide dégouttant des pièces dans le transport d'un réservoir à un autre.

## Managers ....

- \* Installation de systèmes d'agitation dans les bains de nettoyage pour améliorer sa efficacité (mécaniques, ultrasoniques).
- \* Modifications dans le design des équipements à fin de pouvoir retirer, de façon périodique et de manière plus ou moins facile, les huiles des cuves de dégraissage.
- \* Établissement d'un maintien préventif des installations.
- \* Utilisation de produits moins toxiques.
- \* Réduction de la concentration des produits utilisés dans les bains.
- \* Installation de systèmes d'agitation à l'air dans les cuves de rinçage.

## Managers ....

- \* Analyse du système optimum pour la réalisation du procédé de rinçage: le nombre d'étapes, les débits, les volumes des cuves, etc.
- \* Contrôle, par débitmètres, du débit d'eau utilisé dans les rinçages.
- \* Implantation des bains de récupération immédiatement après les bains de procédé.
- \* Formation continuée aux ouvriers sur les bonnes pratiques environnementales.
- \* Faire maintenir propre l'état général de l'établissement: du sol, de déchets, de saletés...
- \* Encourager à la collaboration dans l'inspection routinière et systématique de l'état des machines, tonneaux, valves, pompes, tuyauteries et installations générales de l'entreprise.

## Employés ....

- \* Maintenance des emballages dans une correcte position, fermés, empilés dans un nombre non excessif ... pour éviter les renversements accidentels et les mélanges de produits.
- \* Nettoyage de tout renversement accidentel selon un procédé spécifique en fonction du produit renversé.
- \* Opérations de transvasement des liquides (déversement des contenus des bidons dans les cuves des bains) faites de manière que on évite les renversements.
- \* Contrôle périodique de la qualité des bains (pH, T, C....) pour maintenir son effectivité et prolonger sa vie utile.
- \* Emplacement approprié des pièces dans les montages, en vue à obtenir un entraînement minimum.

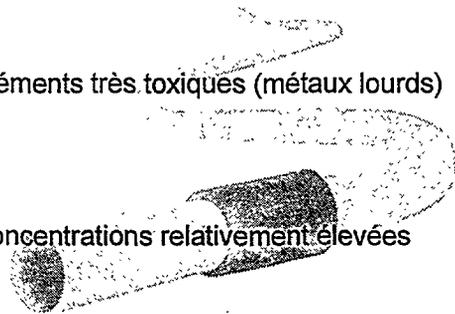
## Employés ....

- \* Nettoyage préventif des montages et des tonneaux.
- \* Extraction lente des montages et des tonneaux pour donner temps à l'égouttage et pour ne pas perdre du bain par l'entraînement.
- \* S'assurer de vider les pièces qui peuvent être remplies de bain à cause de sa configuration.
- \* Au cas de travailler avec des tonneaux, les faire tourner pendant quelques secondes pour faciliter son égouttement.
- \* Participation au maximum dans les stages et les cours de formation des entreprises.
- \* Éviter au maximum la formation et l'accumulation de la saleté.

## Caractéristiques principales des effluents produits dans le secteur de la galvanoplastie

\* Éléments très toxiques (métaux lourds)

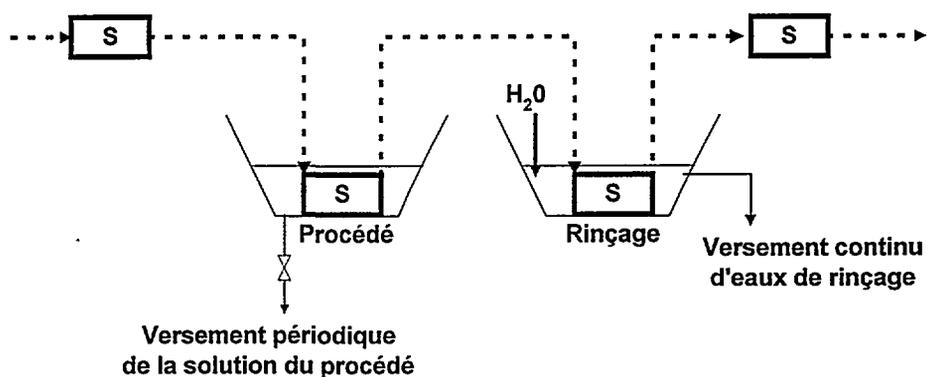
\* Concentrations relativement élevées



## Éléments polluants plus fréquents

- \* Cyanures
- \* Chromates
- \* Nitrates et sels d'ammonium
- \* Acides et bases fortes
- \* Métaux lourds (Cu, Ni, Cr, Zn, Al, Fe, Sn, Pb)
- \* Huiles et graisses
- \* Tensio-actifs et détergents

## Schéma basique du procédé

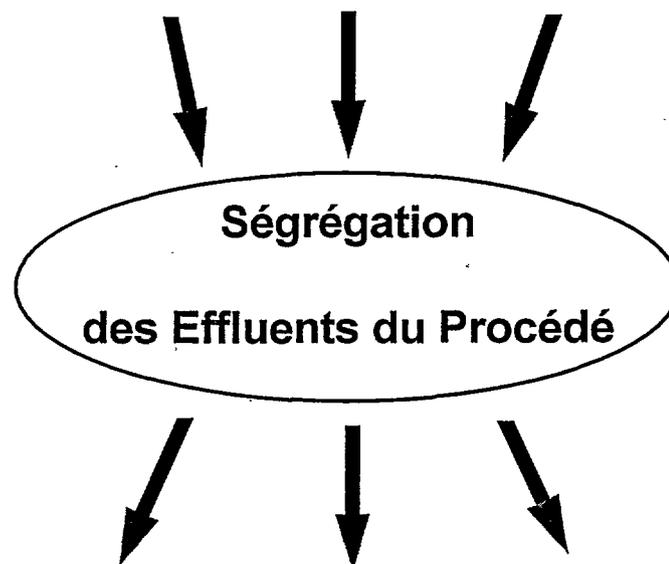


## Clasification des effluents du procédé

Selon:

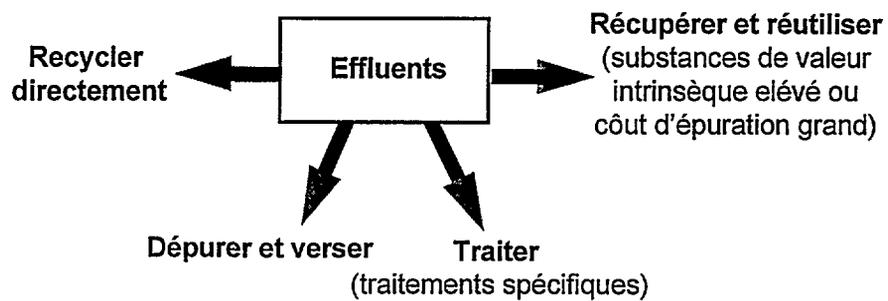
Concentration	Débit
-Concentrés (Bains épuisés)	- Discontinu
-Dilués (Rinçages)	- Continu

## Bonnes pratiques environnementales

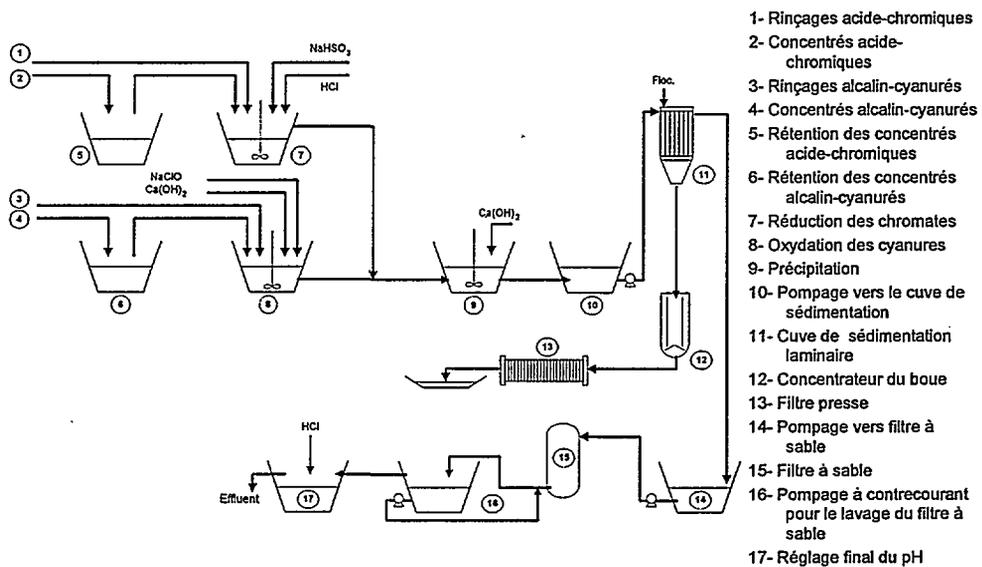


## Grâce à la Ségrégation....

On peut décider :



## Schéma d'épuration des effluents



## Dépuration des effluents

On a besoin des conditions spécifiques, quant à:

- \* Réactifs
- \* Température
- \* Concentration
- \* pH
- \* Temps

pour le traitement chimique de chacune des substances présentes dans les effluents de l'industrie galvanoplastique.

## Installations de traitement des effluents

- \*Sont des systèmes très complexes à cause de la nature des effluents.
- \*Physico-chimique.

Étapes fondamentales:

- Traitement chimique des polluants spécifiques
- Précipitation des métaux
- Sédimentation et traitement des boues
- Filtration et réglage du pH et traitements sélectifs

**EXPÉRIENCES DANS LA CATALOGNE. LES GROUPES DE TRAVAIL.  
DIAGNOSTIC SUR L'ENVIRONNEMENT ORIENTÉ À LA MINIMISATION**

**Elsa Climent  
Centre d'Initiatives pour la Production Propre  
Barcelone (Espagne)**

## GROUPES DE TRAVAIL AVEC DES INDUSTRIES

Le Centre d'Initiatives pour la Production Propre (CCPI) a commencé ce genre d'activité avec des industries catalanes en 1995. Depuis lors, 5 groupes de travail se sont formés et se sont occupés des secteurs industriels suivants :

### - Traitement de surface (galvanisation)

2 groupes de travaux différents avec des industries appartenant à 2 associations différentes ont été constitués. Le premier groupe a commencé à travailler en avril 1995 et était composé de 6 entreprises. Le deuxième, formé de 11 industries, a commencé ses activités en novembre 1995.

### - Traitement de surface (application de peinture)

Le groupe était composé de 6 entreprises et a travaillé d'avril 1996 à décembre 1996.

### - Fabrication de peinture

Le groupe était composé de 7 entreprises et a travaillé de septembre 1996 à décembre 1996.

### - Teinture textile et finition

Le groupe était composé de 6 entreprises et a travaillé de septembre 1996 à décembre 1996.

## QUELLES SONT LES ACTIVITÉS D'UN GROUPE DE TRAVAIL?

Les groupes de travail traitent surtout : la réalisation d'un diagnostic de prévention de la pollution pour chacune des compagnies participantes ainsi que l'organisation d'une série de réunions périodiques sur les possibilités de prévention de la pollution pour les secteurs industriels concernés.

## LES MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

Les groupes de travail comprennent au moins :

- un représentant de chacune des industries participant,
- un représentant du CCPI
- un expert (soit un conseiller, soit une agence d'expert-conseil) engagé pour gérer et mener à bien les activités dans le cadre du groupe de travail.

Il faut souligner l'importance de la figure de l'expert pour parvenir à des résultats satisfaisants pour le diagnostic particulier et les réunions.

Il faut que l'expert connaisse réellement à fond le secteur industriel ainsi que :

- les procédés industriels
- les matières premières utilisées
- la technologie et l'équipement nécessaire
- les fournisseurs de matières premières, d'équipement et de technologie
- les effets sur l'environnement des activités en question
- les possibilités de prévention de la pollution
- etc.

Les entreprises participantes doivent confier en l'expert et être persuadées que si elles partagent l'information qu'elles possèdent sur les procédés de production, elles pourront diminuer leurs effets nocifs sur l'environnement, augmenter la productivité et améliorer la qualité de leur produit.

Trop souvent on a affaire à des experts de l'environnement, comme ils s'autodéfinissent qui connaissent les lois qui régissent l'environnement et les audits, mais qui n'ont aucune expérience des procédés industriels ou de prévention de la pollution. La figure de l'expert et la volonté des participants sont les facteurs clé pour obtenir des résultats satisfaisants des activités de groupe. Il est donc absolument nécessaire d'éviter des situations comme celle que nous venons de mentionner.

## **LE RÔLE DU CCPI DANS LE GROUPE DE TRAVAIL**

Le CCPI a 5 fonctions principales :

La coordination des participants jusqu'à la formation du groupe de travail : les contact et les discussions avec les associations industrielles, avec les entreprises intéressées, l'explication de la méthodologie et des différentes activités, la sélection de l'expert, etc.

La coordination et le suivi des différentes tâches à mener à bien dans le cadre du groupe de travail.

Le soutien financier.

La révision des rapports finaux.

La divulgation des conclusions auprès de entreprises catalanes.

## **LE DIAGNOSTIC DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION**

L'un des diagnostics de prévention de la pollution est l'évaluation d'une installation industrielle pour identifier les possibilités de prévention de la pollution. L'expert s'en charge, il se rendra entre 3 et 5 fois dans l'entreprise pour recueillir l'information sur les points suivants :

- Processus de production : Il est important de connaître les matières premières, les produits fabriqués, l'équipement de l'entreprise, les technologies utilisées, le contrôle de qualité des produits et des matières premières, etc.

- Méthode de travail : Il est aussi intéressant de recueillir de l'information sur les procédés écrits dont peut disposer l'entreprise pour décrire des tâches spécifiques telles que le nettoyage, la production et l'entretien. Il faut aussi déceler le manque d'information pour recommander sa mise en marche dans le rapport final du diagnostic.

- Organisation interne : Il est utile de mieux connaître d'autres activités telles que le contrôle d'inventaire, la gestion des achats, la politique sur l'environnement, les systèmes de gestion de l'environnement, les systèmes d'assurance de qualité. etc. Ils peuvent tous influencer les résultats de l'entreprise sur l'environnement.

- Pollution générée : Il faut identifier les différentes sources de déchets (déchets solides, eaux résiduelles, émissions) produites par l'entreprise et évaluer leur importance.

Une fois l'information réunie et étudiée, chaque entreprise reçoit un rapport final qui devrait au moins contenir une :

Introduction

Description générale des installations évaluées

Description des procédés industriels, des activités ou des départements évalués

Énumération et description des déchets générés. Les points de concentration, la quantité et le traitement ou la gestion

Description des alternatives de prévention de la pollution recommandées, y compris leur faisabilité technique et économique.

Voici donc en quoi consiste un diagnostic de prévention de la pollution. Voyons maintenant ce qui ne l'est pas.

Un diagnostic de prévention de la pollution n'est pas un audit environnemental étant donné que l'entreprise expertisée n'a généralement pas mis en place un système de gestion de l'environnement.

Un diagnostic de prévention de la pollution ne s'occupe pas de la situation légale de l'entreprise analysée en ce qui concerne le respect des standards légaux sur l'environnement.

Finalement, un diagnostic de prévention de la pollution ne devrait pas devenir un vague rapport général final. Si nous voulons être utiles aux entreprises, ce rapport devrait quantifier les déchets, les eaux résiduelles, les émissions, les investissements, l'économie de matière premières, les périodes d'amortissement, etc.

Voici quelques unes des possibilités de prévention de la pollution pour l'une des entreprises participantes, les améliorations suggérées, les investissements prévus et les périodes d'amortissement. Les buts principaux des alternatives suggérées sont :

- la réduction du drainage d'eau lors du rinçage.
- le remplacement de bains de galvanisation par des composés de cyanide.
- l'entretien correct des bains de galvanisation et de dégraissage pour prolonger leur temps d'utilisation.
- l'optimisation des opérations de rinçage pour minimiser la consommation d'eau et améliorer la qualité des eaux résiduelles.

La période d'amortissement est donc de moins de 3 ans dans la plupart des cas et peut parfois être immédiate.

Nous ajoutons aussi la feuille 2 de MedClean qui montre les résultats de la prévention de la pollution obtenus par l'entreprise F. Sandoval en adoptant de bonnes pratiques et en changeant certains procédés, après avoir participé à un groupe de travail.

## **LES RÉUNIONS SUR LA PRÉVENTION DE LA POLLUTION**

Pendant six mois, on organise une série de réunions mensuelles, c'est la durée prévue du groupe de travail. L'expert est responsable de l'organisation des réunions, du choix des thèmes de prévention de la pollution ayant trait au secteur concerné et, au besoin, de la sélection d'experts supplémentaires sur ces thèmes qui participeront aux réunions et offriront des données plus spécifiques.

Voici quelques thèmes envisagés dans les groupe de travail sur la galvanisation :

- Méthodologie de la mise en place d'un programme de prévention de la pollution.
- Opérations de rinçage et drainage des eaux
- Alternatives aux solvants halogénés dans les opérations de dégraissage
- Recyclage sur place de bains de dégraissage
- Bains de galvanisation sans composés de cyanide
- Remplacement du chrome (VI)
- Contrôle de qualité des bains de dégraissage et de galvanisation
- Prévention de la pollution réussie des entreprises participantes
- etc.

Ces réunions ne veulent pas être des réunions de suivi des diagnostics individuels de prévention de la pollution ou des forums de discussion de problèmes environnementaux très spécifiques ou particuliers qui concerneraient l'une ou l'autre entreprise.

## LA DOCUMENTATION COMME RÉSULTAT DES ACTIVITÉS DES GROUPES DE TRAVAIL

Comme résultat des réunions et des diagnostics de prévention de la pollution, l'expert doit rédiger un rapport de diagnostic final pour chaque entreprise et un rapport final global.

Voyons à présent le but de ce rapport de diagnostic final.

Étant donné que l'expert connaît en détail les procédés et les particularités de l'environnement du secteur industriel concerné, on lui demande de décrire les deux procédés, les possibilités les plus fréquentes de prévention de la pollution ainsi que les alternatives techniques et économiques faisables les plus courantes pour le secteur industriel traité. Le rapport global final ne doit donc pas mentionner une entreprise en particulier mais reprendre des données groupées. Ce rapport global final est un instrument utile au CCPI pour mieux connaître la situation environnementale actuelle de l'ensemble du secteur.

Le CCPI recevra une copie de chaque rapport de diagnostic final et de chaque rapport global final. Chaque entreprise recevra son rapport final de diagnostic et une copie du rapport final global. L'information contenue dans les rapports finaux de diagnostic est évidemment confidentielle.

## L'OPINION DES ENTREPRISES PARTICIPANTES

Vers la fin des activités du groupe de travail, les représentants des entreprises participantes reçoivent une enquête. Le but de ce questionnaire est de déterminer leur opinion à propos de divers sujets tels que l'expert engagé, les résultats des diagnostics individuels de prévention de la pollution, le niveau technique et l'intérêt des réunions, etc.

Voici les résultats des enquêtes des deux groupes de travail sur la galvanisation

La réalisation et les résultats des diagnostics de prévention de la pollution étaient positifs. 50 % des participants auraient souhaité que l'expert passe plus de temps dans leur entreprise lorsqu'il recueillait l'information pour le diagnostic.

Le travail de l'expert était considéré comme bon ou très bon par les participants.

70 % des participants ont essayé d'appliquer certaines des améliorations suggérées dans les rapports de diagnostic final.

Leur participation aux réunions de prévention de la pollution ont été considérées comme positive ou très positive.

Les sujets choisis pour les réunions de prévention de la pollution étaient intéressants ou très intéressants.

Les participants auraient souhaité parler d'autres thèmes pendant les réunions. Voici certains de ces sujets : gestion et traitement des déchets et des eaux résiduelles, santé et sécurité au travail, subsides de l'État, etc.

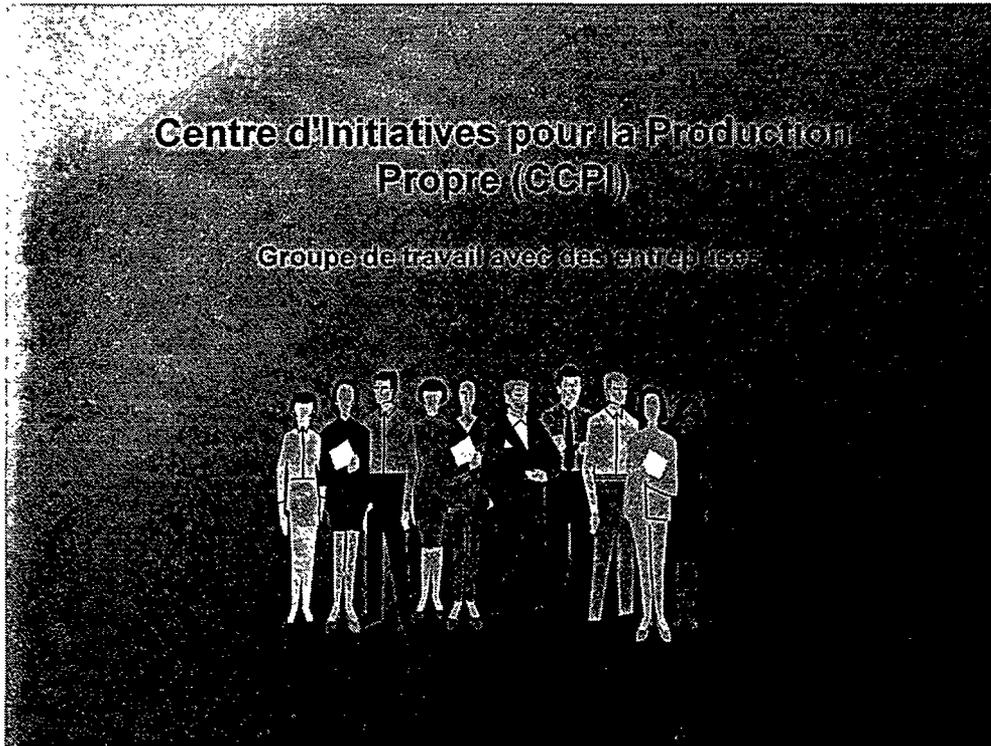
20 % des participants auraient souhaité plus de réunions.

## CONCLUSIONS

Du point de vue du CCPI, on pourrait certainement améliorer certains aspects de la méthodologie pour parvenir à de meilleurs résultats des groupes de travail.

- Pendant les premières étapes et tout au long du projet, il est très important de maintenir une très bonne communication entre les entreprises, l'expert et le CCPI. C'est la seule manière d'éviter des équivoques et de remettre sur la bonne voie le projet si cela s'avère nécessaire.
- Pour le bon déroulement du groupe de travail, il est important que les entreprises aient les mêmes soucis environnementaux, les mêmes procédés industriels et des niveaux technologiques semblables. Si le groupe n'est pas suffisamment homogène, il s'avère difficile de maintenir l'intérêt du groupe tout au long du projet.
- Il faut adapter la méthodologie au niveau technique des entreprises. Plus le niveau est élevé, plus le rôle de l'expert devient compliqué car il est de plus en plus difficile de trouver des alternatives de prévention de la pollution. Dans ces cas, le choix de l'expert est primordial pour que le groupe fonctionne correctement.
- Les entreprises ne participent pas aux réunions avec autant de régularité que nous le souhaiterions. Les raisons sont probablement doubles :
  1. les sujets choisis n'intéressent peut-être pas dans la même mesure tous les participants.
  2. les réunions ne sont pas suffisamment interactives.

Il est donc très important de parvenir à un accord sur les thèmes de prévention de la pollution à traiter lors des réunions et d'encourager la participation active de tous les membres du groupe.



**Groupe de travail avec des entreprises**

---

 **LES SECTEURS QUI ONT PARTICIPÉ AUX GROUPE DE TRAVAIL**

- **Traitement de surface - Galvanisation (2)**
- **Traitement de surface - Application de peinture**
- **Fabrication de peinture**
- **Teinture textile et finition**



## Groupe de travail avec des entreprises



*Diagnostic de prévention de la pollution*



*Réunions sur les alternatives de prévention de la pollution*

## Groupe de travail avec des entreprises



### MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

*Représentants de chaque entreprise participante*

*Représentant du CCPI*

*Expert(s) engagés pour gérer et réaliser les activités au sein du groupe de travail*

*D'autres personnes*



**Groupe de travail avec des entreprises**

---

 **LA FIGURE DE L'EXPERT**

**Connaissance profonde et réelle du secteur industriel:**

- procédés
- matières premières
- technologie
- fournisseurs
- données sur l'environnement
- etc.



**Groupe de travail avec des entreprises**

---

 **LE RÔLE DU CCPI**

- La coordination des participants jusqu'à la formation du groupe de travail
- La coordination et le suivi des différentes tâches à mener à bien dans le cadre du groupe de travail.
- Le soutien financier.
- La révision des rapports finaux.
- La divulgation des conclusions auprès de entreprises catalanes.

## Groupe de travail avec des entreprises



### LE DIAGNOSTIC DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION

*L'évaluation d'une installation industrielle pour identifier les possibilités de prévention de la pollution.*



*C'est un expert qui doit réaliser cette évaluation dans un laps de temps fort court.*

**UN DIAGNOSTIC DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION N'EST PAS UN AUDIT ENVIRONNEMENTAL**

## Groupe de travail avec des entreprises



### LE DIAGNOSTIC DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION

#### RECUEIL DE L'INFORMATION SUR LES ASPECTS SUIVANTS DES INSTALLATIONS:

- **PROCÉDÉ DE PRODUCTION:** *les matières premières, les produits fabriqués, l'équipement, les technologies, le contrôle de qualité, etc.*
- **MÉTHODE DE TRAVAIL:** *les procédés écrits, les pratiques, les habitudes.*
- **ORGANISATION INTERNE:** *le contrôle d'inventaire, la gestion des achats, les systèmes de gestion de l'environnement, etc.*
- **POLLUTION GÉNÉRÉE:** *les sources de déchets, points focalisés, quantité, traitement ou gestion actuels, etc.*

## Groupe de travail avec des entreprises



### DIAGNOSTIC DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION RAPPORTS FINAUX

**RAPPORTS FINAUX:**

- 1) Introduction
- 2) Description générale des installations évaluées
- 3) Description des procédés industriels, des activités ou des départements évalués
- 4) Énumération et description des déchets générés. (Points de concentration, quantité et traitement ou gestion)
- 5) Description des alternatives de prévention de la pollution recommandées, (faisabilité technique et économique)

## Groupe de travail avec des entreprises



### ALTERNATIVES DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION

ALTERNATIVES DE LA PRÉVENTION DE LA POLLUTION	AMÉLIORATIONS SUGGÉRÉES	INVESTISSEMENT ESTIMÉ (PTS)	PÉRIODE D'AMORTISSEMENT (ANNÉES)
Drainage des eaux	Application de bonnes pratiques professionnelles et environnementales	0	Immédiat
	Systèmes flash	Insignifiant	Immédiat
	Réduction de la concentration de sel dans les bains de galvanisation	0	Immédiat
Bains de galvanisation	Hausse de la température dans les bains de galvanisation	200.000 (pts/ an)	0,5
	Utilisation de cuivre-acide au lieu de cuivre-cyanide	0	Immédiat
	Filtration de bain d'étain	1.000.000	2,5
	Filtration de bains de dégraissage	600.000	1,5
Système de rinçage	Changement du rinçage parallèle double en un rinçage double en cascade	200.000	3
	Mise en marche du rinçage double en cascade sur toute la ligne	700.000	3
	Application des nouveaux bains de récupération	Insignifiant*	Immédiat
	Mise en marche du recyclage de l'eau grâce à l'échange d'ions	4.000.000	2,5
<b>TOTAL</b>		<b>6.500.000</b>	<b>1,8</b>

## Groupe de travail avec des entreprises



### RÉUNIONS SUR LES POSSIBILITÉS DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION

Réunions: - mensuelles pendant 6 mois  
- thèmes ayant trait à la prévention de la pollution dans le secteur industriel traité

~~Les réunions ne sont pas~~

## Groupe de travail avec des entreprises



### RÉUNIONS SUR LES POSSIBILITÉS DE PRÉVENTION DE LA POLLUTION

#### GRUPE DE TRAVAIL SUR LA GALVANISATION

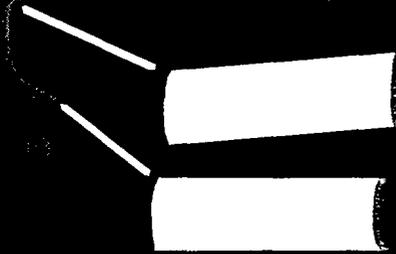
- Méthodologie de la mise en place d'un programme de prévention de la pollution
- Opérations de rinçage et drainage des eaux
- Alternatives aux solvants halogénés dans les opérations de dégraissage
- Récyclage sur place de bains de dégraissage
- Bains de galvanisation sans composés de cyanide
- Remplacement du chrome (VI)
- Contrôle de qualité des bains de dégraissage et de galvanisation
- prévention de la pollution réussie des entreprises participantes
- etc.

## Groupe de travail avec des entreprises



### LA DOCUMENTATION COMME RESULTAT DES ACTIVITES DES GROUPES DE TRAVAIL

- *Rapports de diagnostic final de la prévention de la pollution*
- *Rapport global final.*



## Groupe de travail avec des entreprises



### RAPPORT GLOBAL FINAL

- *Liste des thèmes choisis pour les réunions de prévention de la pollution*
- *Liste des experts ayant participé aux réunions*
- *Compte rendu des réunions*
- *Documents de travail, etc.*
- *Extrapolation des données pour l'ensemble du secteur industriel:*
  - Description générale du groupe de travail*
  - Pollution créée*
  - Déchets quantifiés*
  - Alternatives identifiées pour la prévention de la pollution*
  - Alternatives suggérées*
  - Investissements estimés*
  - Etc.*

## Groupe de travail avec des entreprises



### L'OPINION DES ENTREPRISES PARTICIPANTES À PROPOS DES EXPERTS ET DES DIAGNOSTICS (Groupe de Travail sur la Galvanisation)

- L'accomplissement et les résultats des diagnostics de prévention de la pollution étaient considérés positifs.
- 50 % des participants auraient souhaité que l'expert passe plus de temps dans leur entreprise.
- Le travail de l'expert était considéré comme bon ou très bon par les participants.
- 70 % des participants ont essayé d'appliquer certaines des améliorations suggérées.

## Groupe de travail avec des entreprises



### L'OPINION DES ENTREPRISES PARTICIPANTES À PROPOS DES EXPERTS ET DES DIAGNOSTICS (Groupe de Travail sur la Galvanisation)

- La participation a été considérée positive ou très positive.
- Les sujets choisis étaient intéressants ou très intéressants.
- Les participants auraient souhaité parler d'autres thèmes (gestion et traitement des déchets et des eaux résiduelles, santé et sécurité au travail, subsides de l'État, etc.).
- 20 % des participants auraient souhaité plus de réunions.

## Groupe de travail avec des entreprises



### CONCLUSIONS

- Bonne communication entre les entreprises...
- Groupe homogène...
- Méthodologie des groupe de travail adaptée au niveau technique des entreprises...
- Accord sur les thèmes liés à la prévention de la pollution et réunions interactives...

