



# " Les résines échangeuses d'ions "

## I. GENERALITES

### I.1 Principe

### I-2 Types de résines

### I-3 Régénération

## II. MISE EN OEUVRE

### II.1 Configuration

### II.2 Durée de vie

## III. APPLICATIONS

### III.1 Applications aux industries du traitement de surface

### III.2 Centrales électriques

## IV. FOURNISSEURS (LISTE NON EXHAUSTIVE)

## V. BIBLIOGRAPHIE

-

## I. GENERALITES

### I.1 Principe

Un échange d'ions est un procédé par lequel les ions contenus dans une solution sont éliminés pour être remplacés par une quantité équivalente d'autres ions de même charge électrique. Le procédé d'échange d'ions peut donc être défini comme un échange réversible d'ions, entre un solide et un liquide, échange qui s'effectue sans modification substantielle de la structure du solide, appelé résine.

La réaction d'échange peut s'écrire comme suit :



R : Résine

X : ion préalablement fixe sur la résine.

Ysol : ion indésirable présent dans la solution à traiter

Y : ion fixé par la résine

Xsol : ion rejeté dans la solution

### I.2 Types de résines

Les échangeurs d'ions sont constitués de résines qui se présentent sous la forme de poudre ou de billes conditionnées dans des bouteilles.



Image tirée de <http://www.tris-online.com/tris-online/realisatio/edf8/11.htm>

Plusieurs groupes d'échangeurs d'ions sont à distinguer selon le type d'ions qu'ils sont en mesure de retenir :

- - les échangeurs de cations fortement acides (type acide sulfonique) dits cations forts. Ils fixent tous les cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ...) dans une large gamme de pH et les remplacent par des ions  $\text{H}^{+}$ ,
- - les échangeurs de cations faiblement acides (type acide carboxylique) dits cations faibles. Ils ne fixent les cations qu'en milieu alcalin ou faiblement acide,
- - les échangeurs d'anions fortement basiques (ammonium quaternaire) dits anions forts. Ils fixent tous les anions,
- - les échangeurs d'anions faiblement/moyennement basiques (amine secondaire ou tertiaire) dits anions faibles. Ils fixent les anions forts à des pH acides et dans une proportion variable les acides faibles. Ces échangeurs sont moins sensibles aux polluants organiques (mouillants, complexants...) que les échangeurs d'anions fortement basiques,
- - les résines complexantes ou chélatantes. Elles présentent une sélectivité marquée pour toute une série de métaux.

### **En bref:**

**Les résines cationiques éliminent les cations et les résines anioniques éliminent les anions.**

**Par passages successifs sur des résines cationiques, puis anioniques, l'eau est désionisée.**

## **I.3 Régénération**

### **I-3-1 Principe**

Un volume donné de résine peut fixer une quantité limitée d'ions. Lorsque ce seuil est atteint l'eau en sortie de résine ressort sans que ses caractéristiques n'aient évoluées. La résine doit alors être régénérée pour retrouver sa capacité d'échange.

La régénération consiste à faire traverser la résine par une solution très concentrée en réactifs de manière à inverser la réaction. Cette opération doit être suivie d'un rinçage destiné à éliminer la solution régénérante imprégnant le lit de résine.

La régénération est une opération déterminante, elle affecte en effet :

- • la pureté de l'eau traitée puisque l'efficacité de la régénération est directement liée à la capacité épuratoire de la résine, c'est à dire au nombre de sites fonctionnels réactivés
- • les volumes de régénérants consommés
- • les volumes de déchets chimiques (éluats) qu'il faudra traiter au terme de chaque cycle de régénération.

L'efficacité de la régénération se mesure par le rapport de la quantité de régénérant consommé par les résines sur la quantité utilisée pour cette opération.

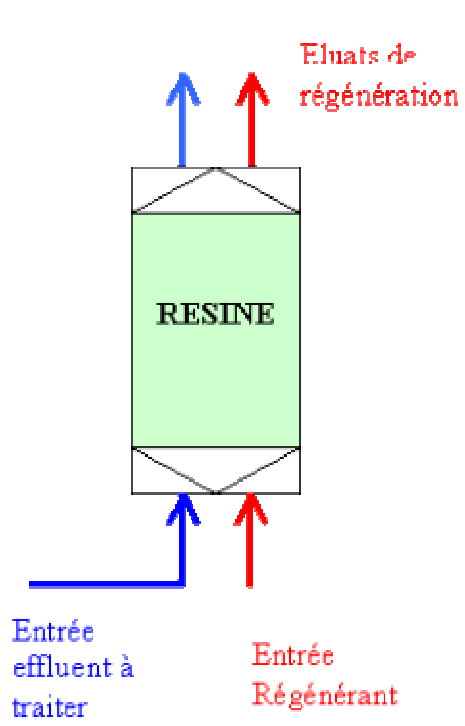
### **I-3-2 Deux méthodes de régénération existent : à co-courant et à contre-courant**

#### Régénération à co-courant

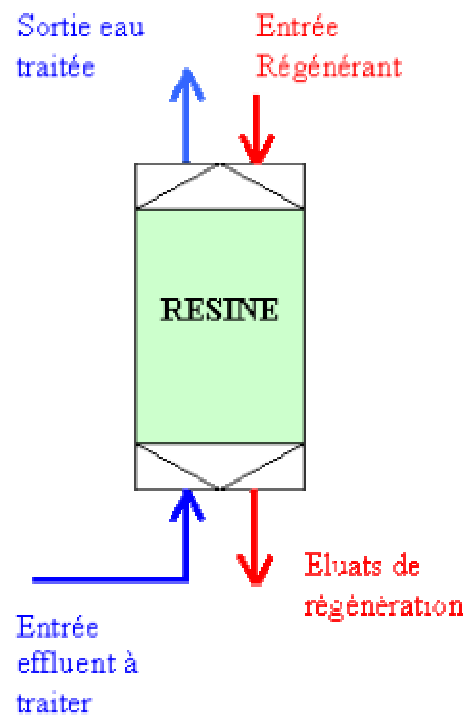
La solution régénérante est percolée dans le même sens que la circulation de l'eau à traiter. Cette technologie est plus économique à l'achat que les résines à régénération contre-courant, en revanche l'efficacité de la régénération est plus faible.

#### Régénération à contre courant

Ce type d'installation est plus complexe et sensible au colmatage que le type co-courant. La régénération est pratiquée en sens inverse du courant de fixation.



REGENERATION CO-COURANT



REGENERATION CONTRE-COURANT

La régénération qui s'opérait traditionnellement sur des systèmes à co-courant s'effectue de plus en plus souvent en sens inverse. La régénération à contre-courant permet entre autre d'assurer que les résines les mieux régénérées se trouvent à l'extrémité de la colonne, là où l'eau quitte la bouteille.

D'autres avantages sont attribués aux systèmes à contre-courant :

- temps nécessaire à la régénération plus court,
- consommation réduite en réactifs,
- consommation réduite en eau pour la régénération,
- et donc une production réduite en éluats de régénération.

### **I-3-3 Eluats de régénération**

La régénération des échangeurs cationiques et anioniques engendre des éluats acides et basiques contenant dans certains cas des toxiques et des métaux. Ils doivent être neutralisés et détoxiqués in situ (station physico-chimique) ou dans un centre de traitement spécialisé. Le volume moyen d'éluats générés est de l'ordre de 10 à 15 L/L résine. Ce chiffre peut être réduit à 6 L/L résine dans le cas d'une régénération à contre-courant.

### **I-3-4 Régénération hors site avec des échangeurs d'ions mobiles**

Les échangeurs d'ions mobiles permettent d'éliminer une pollution spécifique sur site et de confier la régénération de ces échangeurs à des structures extérieures au site (centres agréés). Cette solution permet d'éviter la mise en place et la maintenance d'ouvrages de détoxification sur un site inadapté à cet usage. Toutefois ce type d'échangeurs ayant une capacité d'échange limitée (compte tenu des volumes de résines mises en œuvre 50 à 100L en général), il devra être réservé à des applications où les flux polluants à éliminer sont faibles.

## **II. MISE EN OEUVRE**

### **II.1 Configuration**

Le processus se déroule dans un ou plusieurs réacteurs contenant les résines, traversés par le flux à traiter.

Il existe 2 configurations de base pour les systèmes à échange d'ions :

- les systèmes à lits multiples qui sont constitués de plusieurs réacteurs contenant respectivement des résines cationiques et anioniques. Le flux à traiter les traversant séquentiellement,
- les systèmes à lit mixte qui sont constitués d'un réacteur unique contenant un mélange de résines cationique et anionique. D'une manière générale les systèmes à lit mixte produisent une eau de meilleure qualité mais leur capacité est moins grande que celle des systèmes à lits multiples.

### **II.2 Durée de vie**

La durée de vie d'une résine est limitée dans le temps, on peut estimer la perte de masse de résine à 3% pour milles cycles.

### Facteurs influençant la durée de vie des résines :

- fragmentation des billes sous l'action de turbulences excessives en opération, ou de températures de fonctionnement trop basses,
- enrobage des billes de résine par des matières organiques,
- précipitation de sulfate de calcium en cas de fortes concentrations en calcium dans la solution à traiter (dans le cas d'une régénération à l'acide sulfurique),
- excès de fer ou d'aluminium dans la solution à traiter, excès dus à des entraînements de coagulants utilisés en amont de la chaîne de traitement (chlorures ou sulfates ferriques, sulfates ou polychlorures d'Aluminium).

## **III. APPLICATIONS**

Les résines échangeuses d'ions sont utilisés pour :

- la production d'eau de process (eau déminéralisée, eau adoucie, eau décarbonatée),
- la production d'eau potable (dénitratation),
- le traitement d'eaux résiduaires (industrie chimique, alimentaire et pharmaceutique).

La déminéralisation par échange d'ions est très répandue dans les industries chimiques, pétrochimique, le raffinage pétrolier, les fabriques de semi-conducteurs. En fonction de leurs sites fonctionnels, les échangeurs d'ions sont capables d'adsorber sélectivement des ions spécifiques même lorsque ceux-ci ne sont présents qu'en quantités infimes.

### **III.1 Applications aux industries du traitement de surface**

Les résines sont classiquement utilisées pour le traitement d'effluents chargés en métaux, à l'exemple des effluents issus du traitement de surface. Dans certains cas il est d'ailleurs possible de récupérer et recycler ces métaux lors de la phase de régénération des résines.

Lors de l'utilisation des résines pour le traitement en continu de certains rinçages, 2 schémas de base peuvent être mis en œuvre :

- - le traitement en effluents séparés, à savoir les rinçages alcalins et cyanurés d'une part et les effluents acides chromatisés d'autre part. La législation française interdit le mélange des eaux acides et des eaux cyanurées,
- - le traitement en mélange de toutes les catégories d'eaux de rinçage en absence d'eaux cyanurées.

### **III.2 Centrales électriques**

L'un des principaux marchés des résines est celui des centrales électriques où elles sont utilisées pour le process. Les eaux de chaudières doivent nécessairement être d'une grande pureté pour éviter sous l'action de la température les dépôts et la corrosion des installations.

#### IV. FOURNISSEURS (liste non exhaustive)

NOM	ADRESSE	CP	VILLE	TEL	FAX	SITE/MAIL
AFIG FOESSEL	35 rue du fort BP 118	68331	HUNINGUE cedex	03 89 67 31 22	03 89 69 34 90	<a href="http://www.afigfoessel.fr">http://www.afigfoessel.fr</a>
AQUATEC	25 rue du 35 <sup>ème</sup> Régiment d'Aviation ZA du Chêne BP17	69671	BRON cedex	04 72 37 36 46	04 72 37 37 46	
BAYER	49, 51 quai de Dion Bouton	92815	PUTEAUX cedex	01 49 06 54 68	01 49 06 82 36	<a href="http://www.lewatit.com/">www.lewatit.com/</a> <a href="mailto:Elisabeth.michel.em@bayer-ag.de">Elisabeth.michel.em@bayer-ag.de</a>
CAPTION	12 rue du Condorcet	33155	CENON cedex	05 56 86 52 01	05 56 32 72 18	<a href="mailto:contact@caption.fr">contact@caption.fr</a>
HYTEC INDUSTRIE	PA des Bethunes 28 av. des Bethunes BP9060	95071	CERGY PONTOISE cedex	01 34 30 84 00	01 34 30 84 01	<a href="http://www.hytec-industrie.com">www.hytec-industrie.com</a> / <a href="mailto:info@hytec-industrie.com">info@hytec-industrie.com</a>
ONDEO NALCO	30 rue du 35 ème Régiment d'aviation	69673	BRON	04 72 81 26 69	04 72 81 26 38	<a href="http://www.ondeo-nalco.com">www.ondeo-nalco.com</a>
PERMO	103 rue Charles Michels	93206	SAINT DENIS cedex	01 49 22 46 46	01 49 22 46 50	<a href="mailto:contact@eva.fr">contact@eva.fr</a>
PROSERPOL	8 rue Jean Pierre Timbaud BP27	78184	TAINT QUENTIN EN YVELINES cedex	01 30 45 90 20	01 30 45 90 50	<a href="mailto:proserpol@freesurf.fr">proserpol@freesurf.fr</a>
PROSOFT	PA de la tuilerie St Benoît BP 15	78610	AUFFARGIS	01 30 59 88 00	01 34 85 55 65	<a href="http://perso.wanadoo.fr/prosoft/ingenierie">http://perso.wanadoo.fr/prosoft/ingenierie</a>
ROHM AND HASS	185 rue de Bercy	75579	PARIS cedex 12	01 40 02 50 00	01 43 45 28 19	<a href="http://www.rhomhaas.com">www.rhomhaas.com</a>

#### V. BIBLIOGRAPHIE

- - Traitements de surfaces Epuraton des eaux, SITS, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, 1998
- - Meilleures techniques disponibles en traitement d'eau Traitements de surfaces, Environnement et technique, novembre 2000, n°201, p 69-72.
- - Les résines échangeuses d'ions avec la galvanoplastie, n°221, p42-44, Emmanuel ZAGANIARIS.

- - Résines échangeuses d'ions et traitement d'eau, n°202, décembre 2000, p42-46,  
Bruno MORTGAT.
- - <http://perso.wanadoo.fr/bernard.pironin/echion01.htm>.
- - <http://perso.wanadoo.fr/bernard.pironin/echion04.htm>.