



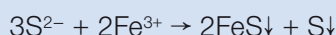
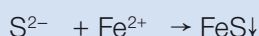
Epuration d'eaux usées industrielles avec des sels de fer

Des sels de fer sont utilisés comme précipitants et floculants dans le domaine de l'épuration d'eaux usées industrielles. Les agents solubles ou dissous mis en œuvre sont des chlorures, des chlorosulfates ou des sulfates contenant du fer bivalent ou trivalent.

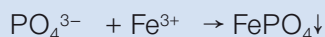
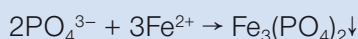
1. Gamme des produits KRONOS

Dans le cadre de l'épuration d'eaux usées industrielles, KRONOS propose différents sels de fer, ferreux ou ferrique, sous forme de solutions, de sels humides ou de granulés.

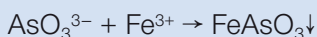
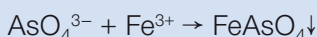
Sulfure



Phosphate



Arsenic



Cyanure

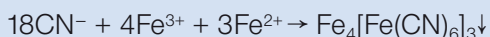
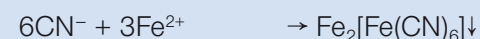


Tableau 1: Réactions de précipitation

2. Mécanismes d'action des sels de fer

2.1 Précipitation

En réagissant avec une série de matières dissoutes dans les eaux usées, les sels de fer peuvent donner naissance à des composés difficilement solubles. Ce phénomène est appelé «précipitation». Toutes les réactions de précipitation significatives pour les eaux usées sont récapitulées dans le tableau 1.

2.2 Floculation (floculation primaire)

La charge fortement positive des ions de Fe^{3+} et de Fe^{2+} provoque la décharge, la coagulation et la floculation de matières stabilisées négativement, présentes dans les eaux usées, telles que les colloïdes, les substances en dispersion colloïdale et les matières solides en suspension. Ce phénomène

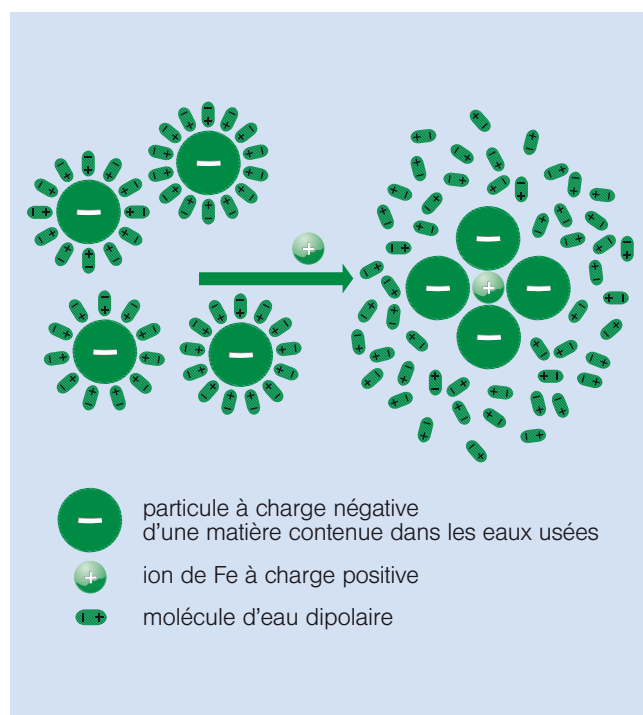


Figure 1: Représentation simplifiée du mécanisme de la floculation

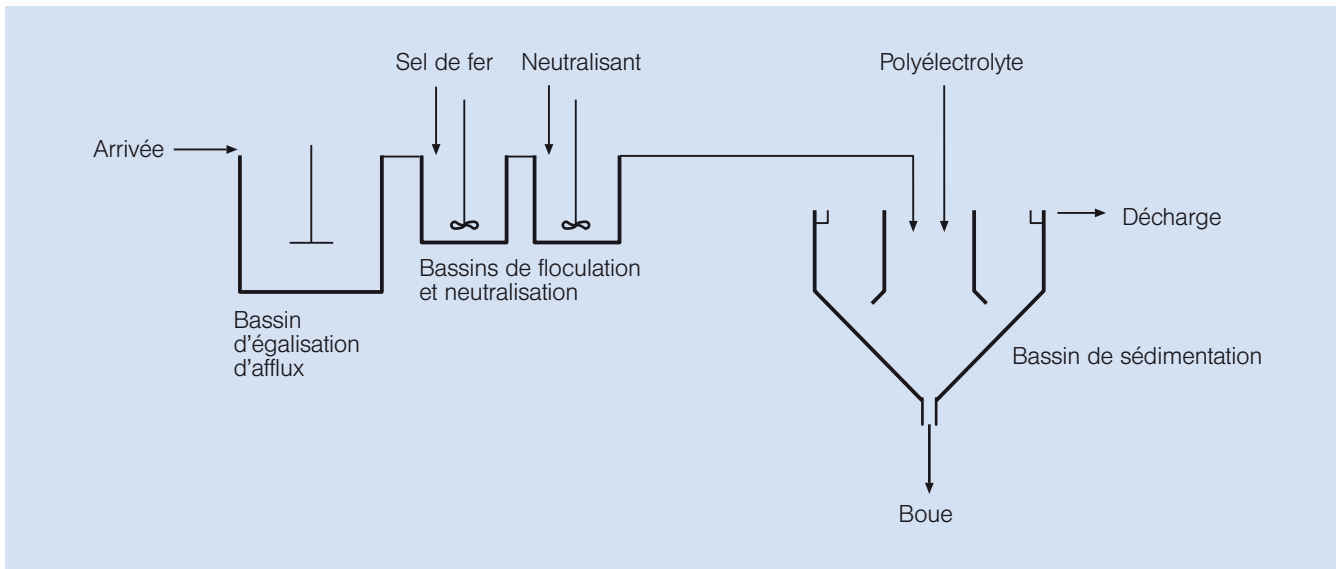
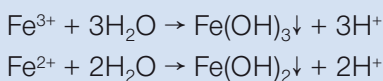


Figure 2: Epuration physico-chimique par précipitation et flocculation – procédé en continu

appelé «flocculation» est représenté schématiquement dans la figure 1 sous une forme très simplifiée.

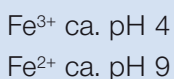
2.3 Hydrolyse

Les ions de fer font partie des sels métalliques hydrolysables, c.-à-d. qu'ils réagissent avec l'eau :



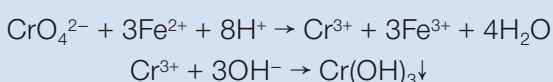
Les ions de Fe «superflus» sont extraits de la phase liquide des eaux usées par précipitation en tant qu'hydroxyde. De plus, le flocon d'hydroxyde est en mesure d'éliminer d'autres composants des eaux usées par adsorption et inclusion.

L'hydrolyse est fonction du pH et libère des ions de H^+ . La précipitation de l'hydroxyde est terminée lorsque les pH suivants sont atteints :

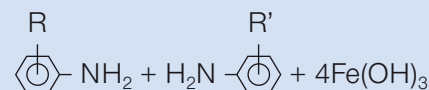
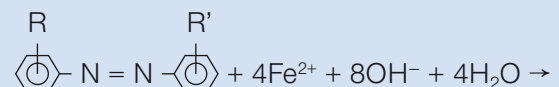


2.4 Réduction

Les ions ferreux réduisent le chromate soluble tant dans le domaine acide qu'alcalin pour donner du chrome trivalent susceptible de précipiter :



L'eau résiduelle de l'industrie textile qui contient des colorants diazoïque peut être traitée avec des sels ferreux. La décoloration est le résultat de cette réaction d'oxydo-réduction (TI 3.03) :



3. Epuration physico-chimique par précipitation et flocculation

Les phénomènes physico-chimiques décrits dans le chapitre 2 ont tous pour but de mettre sous une forme séparable mécaniquement les matières très finement divisées ou dissoutes dans les eaux usées. L'épuration proprement dite des eaux usées a lieu seulement lors de la séparation finale entre solide et liquide. Le procédé global est appelé épuration physico-chimique par précipitation et flocculation.

3.1 Le procédé en continu

L'épuration physico-chimique des eaux usées avec des sels de fer est subdivisée en trois étapes :

- collecte des eaux usées brutes
- traitement chimique
- séparation solide-liquide

Le déroulement du procédé est représenté schématiquement à la figure 2 et peut être décrit ainsi :

Les eaux usées sont collectées dans un bassin où leur afflux est égalisé quant à la quantité, la température et la composition. Il faut éventuellement les aérer.

Dans une première phase de mélange, une solution de sel de fer est ajoutée, moyennant un apport d'énergie important. Tous les phénomènes de flocculation primaire ont lieu à ce stade.

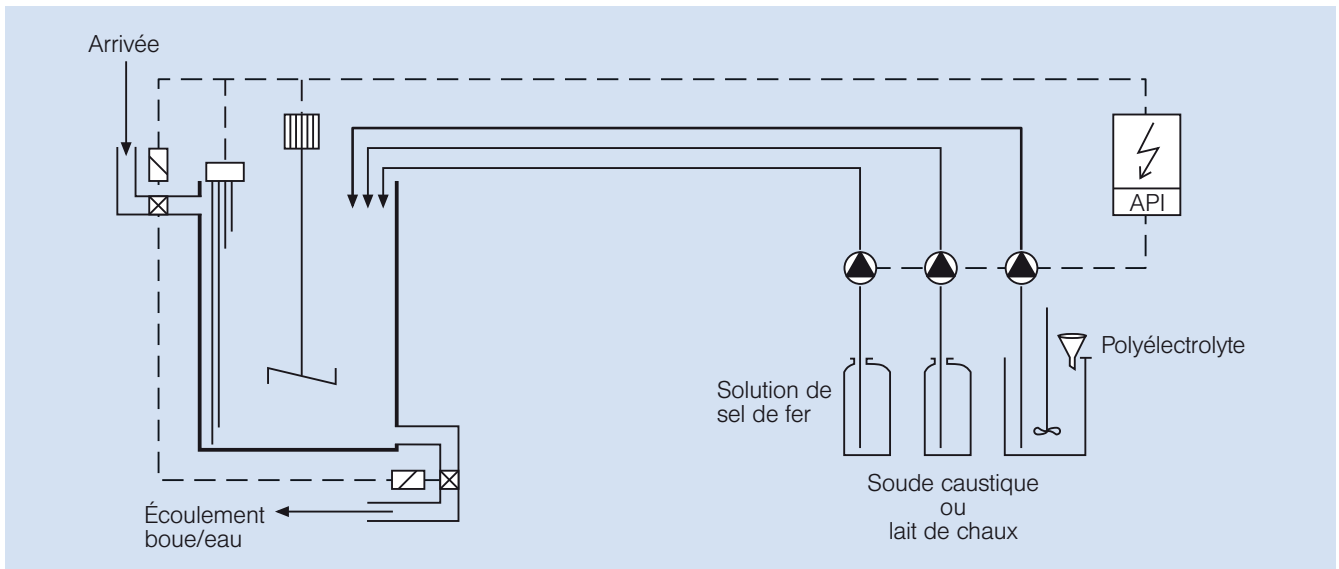


Figure 3: Epuration physico-chimique par précipitation et floculation – traitement par charges

Le pH diminue jusqu'à env. 3 – suivant la quantité dosée nécessaire, la capacité tampon et le pH à la sortie. Dans une deuxième phase de mélange, on procède à la neutralisation, de préférence avec du lait de chaux, ce qui requiert également de bonnes conditions de mélange et un pH supérieur à 7.

La troisième phase du traitement chimique consiste à ajouter du polyélectrolyte avec un apport d'énergie minimum. Le polyélectrolyte anionique, en tant qu'adjuvant de floculation, fait augmenter la grosseur des floccs et a pour but d'accélérer la sédimentation (floculation secondaire).

Pour la séparation solide-liquide, les eaux usées traitées chimiquement sont amenées dans un entonnoir de sédimentation qui est conçu de préférence comme un bassin de contact de la boue. On peut choisir comme alternative des clarificateurs inclinés ou des séparateurs à lamelles. Les matières solides peuvent également être séparées selon la technique de flottation.

3.2 Le traitement par charges

Le procédé en continu représenté à la figure 2 suppose un débit d'eaux usées relativement élevé. L'épuration discontinue des eaux usées dans le traitement par charges (fig. 3) peut être envisagée si leur volume est faible et leur production très irrégulière. En matière de construction d'installations, un réservoir servant à la fois d'unité de collecte, de mélange et de sédimentation suffit en principe. Les différents processus peuvent être gérés par un automate programmable industriel (API), de manière à minimiser l'intervention manuelle et à obtenir un déroulement presque continu des opérations.

3.3. Essais en laboratoire

Le procédé discontinu peut aisément être simulé à l'échelle du laboratoire. Le type, la quantité et la combinaison des produits chimiques ainsi que l'effet d'épuration possible peuvent être déterminés dans un bécher. Il faut considérer que l'épuration

physico-chimique par précipitation et floculation n'offre qu'une marge de rendement limitée. Elle ne permet pas d'éliminer les composants des eaux usées, tels que les alcools, qui ne peuvent ni précipiter ni floculer.

4. Domaines d'application de l'épuration physico-chimique par précipitation et floculation

L'épuration physico-chimique par précipitation et floculation trouve une application dans de nombreux secteurs industriels, en tant que processus unique, phase de processus combinée avec d'autres procédés ou phase précédant l'épuration biologique des eaux usées.

4.1 Dissociation des émulsions

La floculation de matières émulsionnées dans les eaux usées est appelée dissociation des émulsions. L'épuration par ce procédé est courante en particulier dans l'industrie des colorants et de transformation des colorants. Les «eaux de lavage» doivent être dissociées dans tous les domaines où des matières synthétiques en dispersion sont fabriquées, transportées et transformées. L'épuration de ces eaux usées revêt une importance croissante à mesure que les enduits, enductions et colles traditionnels sont remplacés par des systèmes aqueux exempts de solvants.

Toutes les eaux usées contenant des huiles et des graisses émulsionnées peuvent être épurées par dissociation des émulsions avec des sels de fer. Ce procédé est mis en œuvre notamment dans l'industrie du raffinage et de la transformation des métaux, pour les eaux usées contenant des huiles de forage et de coupe.

Dans l'industrie agroalimentaire, les eaux usées contenant des lipides et des protéides sont «dissociées» et clarifiées ensuite mécaniquement, de préférence par flottation.

4.2 Floculation des matières en suspension

Les matières solides finement divisées ou en suspension qui polluent les eaux usées peuvent être séparées mécaniquement par la méthode appelée floculation des matières en suspension.

La floculation des matières en suspension avec des sels de fer est pratiquée notamment dans les industries céramique, chimique et papetière. Les eaux usées provenant de l'épuration de gaz d'échappement, par ex. les eaux cendrées des centrales électriques, sont aussi clarifiées par épuration physico-chimique.

L'épuration des eaux usées sortant des installations de lavage de bouteilles dans l'industrie des boissons constitue un autre domaine d'application.

4.3 Décoloration

Les eaux usées de l'industrie d'ennoblissement des textiles contiennent souvent des résidus de colorants très stables, qui résistent à pratiquement tous les procédés d'épuration courants.

Ces eaux usées peuvent être décolorées irréversiblement grâce à la précipitation dite réductrice avec des sels ferreux et de la chaux (chapitre 2.4).

4.4 Elimination des sulfures

Les eaux usées de tanneries (eaux de pelain) et de raffineries de pétrole contiennent des sulfures et de l'hydrogène sulfuré (H_2S). Des sulfures peuvent aussi se former dans les eaux usées de l'industrie agroalimentaire par suite de phénomènes anaérobies. Ces sulfures peuvent aussi précipiter sous l'action de sels ferreux ou ferriques (tableau 1). Les problèmes de nuisance par les odeurs, de corrosion et d'intoxication deviennent ainsi maîtrisables.

4.5 Détoxication du chromate

Les sels ferreux sont en mesure de réduire le chromate très toxique en chrome III. L'hydroxyde chromique et ferrique insoluble qui précipite ensuite lors de la neutralisation et de l'hydrolyse peut être éliminé mécaniquement des eaux usées.

La détoxication ou réduction du chromate est employée dans l'industrie de transformation du ciment et d'ennoblissement de la surface des métaux.

4.6 Autres domaines d'application

Aux cinq applications principales décrites s'ajoutent d'autres possibilités d'utilisation des sels de fer.

4.6.1 Elimination du phosphate

L'épuration des eaux usées communales est le domaine classique de la précipitation des phosphates. Inversement, du phosphate doit même souvent être ajouté à des eaux usées industrielles qui sont épurées par voie biologique.

Mais quelques eaux usées provenant de l'industrie chimique, du secteur agroalimentaire et de la branche des boissons contiennent tant de phosphate qu'il faut procéder à leur précipitation spécifique avec des sels de fer.

4.6.2 Elimination de l'arsenic

Les eaux usées de la préparation et du traitement des minerais ainsi que les égouts de mine et les eaux d'infiltration (pollution ancienne) peuvent contenir de l'arsenic. Les sels de fer précipitent l'arsenic en arsénites ou arséniates de fer difficilement solubles. Ce procédé de précipitation est aussi employé dans des cas particuliers pour éliminer l'arsenic lors de la préparation d'eau potable ou industrielle.

4.6.3 Détoxication des cyanures

La précipitation de l'ion toxique de CN^- avec des sels de fer est une méthode éprouvée de longue date. Elle donne naissance à du «bleu de Berlin ou de Prusse» difficilement soluble ou du «blanc de Berlin», suivant les conditions et le sel de fer choisi. Ce procédé convient en particulier à l'épuration grossière avant la détoxication par oxydation. On y a recours essentiellement pour le traitement de concentrés dans l'industrie d'ennoblissement des surfaces ou encore le lavage de sols.

4.6.4 Précipitation des métaux lourds

Bien que les sels de fer ne puissent pas précipiter les métaux lourds par voie directe, ce procédé est utilisé avec succès. L'effet d'élimination résulte des phénomènes d'adsorption et d'inclusion avec le flocon d'hydroxyde. Le domaine d'utilisation le plus connu est l'épuration des eaux usées des unités de lessivage des vapeurs par précipitation et floculation avec des sels ferriques

Ces explications sont destinées à donner des indications et des suggestions au consommateur; elles ne prétendent pas être exhaustives et sont fournies sans engagement. Les dispositions légales, également celles relatives à d'éventuels droits de protection de tiers, doivent être observées dans tous les cas.

Prrière d'observer les indications données dans les fiches techniques de sécurité avant d'employer les produits cités.

KRONOS INTERNATIONAL, Inc.

KRONOS ecochem

Peschstr. 5 · D-51373 Leverkusen · Allemagne

Téléphone (+49 214) 356-0 · Télécopieur (+49 214) 44117

E-mail: kronos.ecochem@kronosww.com

www.kronosecochem.com

© KRONOS 2003

DS2068F/303.25F