

Connaissances de base Traitement physique/chimique de l'eau



Domaine d'application des procédés physiques/chimiques

Les eaux usées industrielles contiennent souvent des matières inorganiques (par ex. des métaux lourds) ou organiques, qui ne sont pas biologiquement dégradables. Cela concerne de nombreux lixiviats de décharge et eaux souterraines contaminées. La mise en œuvre de procédés physiques/chimiques se prête à ces cas de figure. Ce domaine du traitement de l'eau compte une grande variété de procédés. Parmi les procédés les plus fréquemment utilisés, on peut citer les suivants:

Adsorption

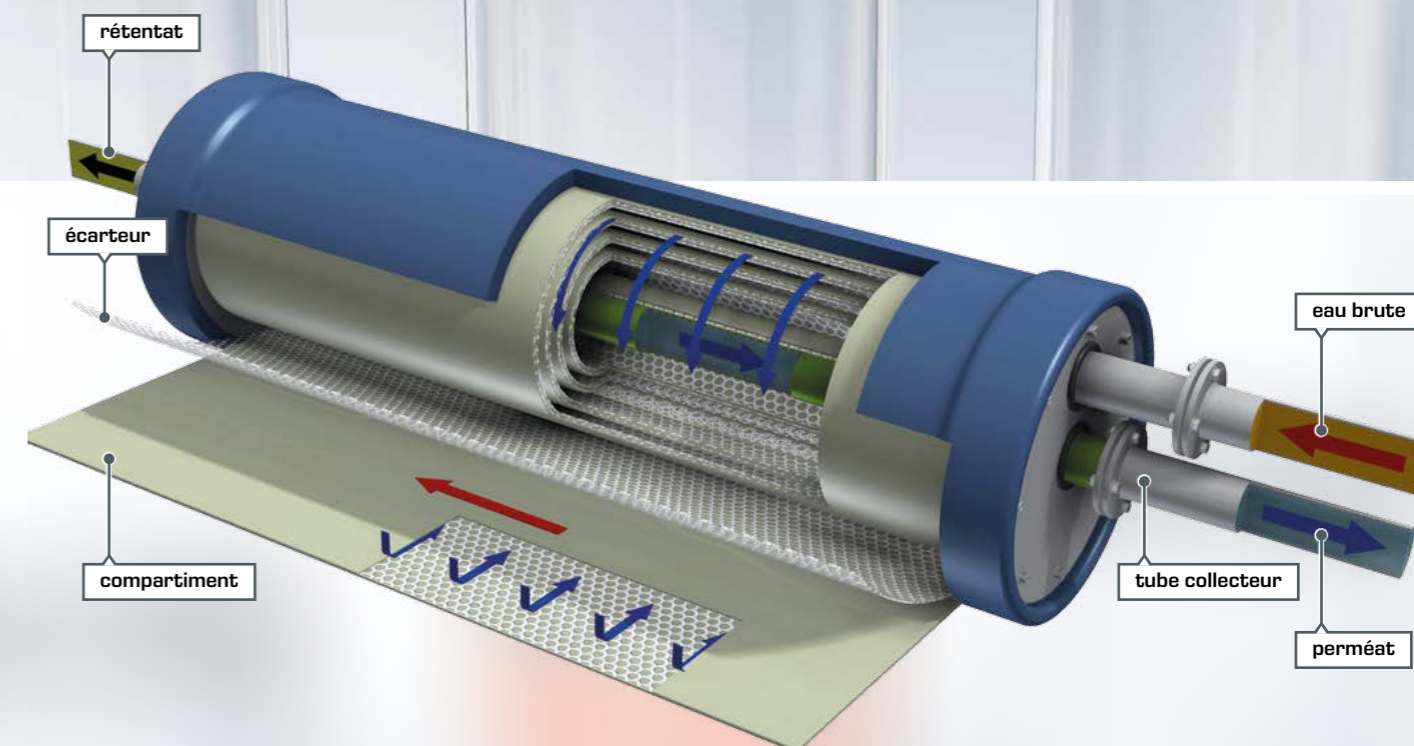
Osmose inverse

Échange d'ions

Précipitation

Floculation

Procédé d'oxydation



Adsorbants traversés en continu dans une station de traitement de l'eau

Adsorption

Lors de l'adsorption, la matière à séparer (adsorbat) est liée à la surface d'un corps solide (adsorbant). Cette liaison peut s'effectuer physiquement ou chimiquement. L'adsorbant le plus couramment utilisé est le charbon actif en granules. Ce procédé permet de séparer de manière fiable de l'eau des composés toxiques tels que les hydrocarbures chlorés. Il s'agit de matières souvent présentes dans les lixiviats de décharge et les eaux souterraines contaminées.

L'adsorption se fait en général par le biais d'adsorbants qui sont traversés en continu. Ces adsorbants sont pourvus d'un lit fixe composé de granules de charbon actif. Au bout d'une certaine durée de fonctionnement, la concentration d'adsorbat dans l'eau d'entrée d'une membrane l'évacuation d'un adsorbant se met à augmenter. Cet état est qualifié d'état de perçage. En relevant la concentration d'adsorbat dans l'évacuation d'un adsorbant en fonction du temps, on obtient ce que l'on appelle la courbe de perçage.

Osmose inverse: procédé de séparation par membrane pour les plus hautes exigences

Le principe de base de l'osmose inverse est on ne peut plus simple. Il s'agit de contrecarrer la tendance à l'équilibre des concentrations de part et d'autre d'une membrane (osmose). On génère à cet effet une contre-pression, laquelle doit être au moins aussi élevée que la pression osmotique. L'eau s'écoule alors en direction de la baisse de concentration au travers de la membrane, si bien que la concentration augmente fortement d'un côté (rétentat) et continue de baisser de l'autre (perméat). Pour simplifier, on peut comparer l'osmose inverse à un processus de dilution.

Avec l'osmose inverse, même les matières dissoutes comme les ions peuvent être extraites de l'eau. Cela permet de produire de l'eau ultra-pure dont l'utilisation est requise dans de nombreux processus industriels sensibles dont notamment l'industrie pharmaceutique. Le dessalement de l'eau de mer est un autre domaine d'application.

On utilise pour l'osmose inverse ce que l'on appelle des modules à membrane spiralée. Leur particularité réside dans la membrane en forme de spirale enroulée autour d'un tube central. Étant donné la pression élevée du côté de l'arrivée, l'eau (perméat) traverse la membrane et s'écoule en spirale vers le tube collecteur central. Le flux partiel retenu par la membrane (rétentat) est conduit hors du module via un tube séparé.

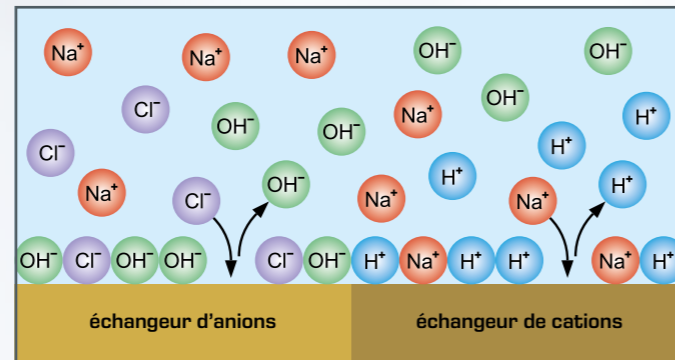
Connaissances de base Traitement physique/chimique de l'eau



Échange d'ions

L'échange d'ions est un procédé physico-chimique durant lequel une matière solide absorbe des ions d'un liquide et libère en échange une quantité équivalente d'ions de même charge dans le liquide. Si les ions échangés ont une charge positive (sodium Na^+ par exemple), on parle d'échange de cations. A contrario, on parle d'échange d'anions lorsque les ions échangés sont chargés négativement (par ex. chlorure Cl^-).

Les échangeurs d'ions sont utilisés essentiellement pour le dessalement et l'adoucissement. Les métaux lourds souvent contenus dans les effluents de l'industrie métallurgique peuvent être également éliminés par échange d'ions.



Dessalement par échange d'anions suivi d'un échange de cations

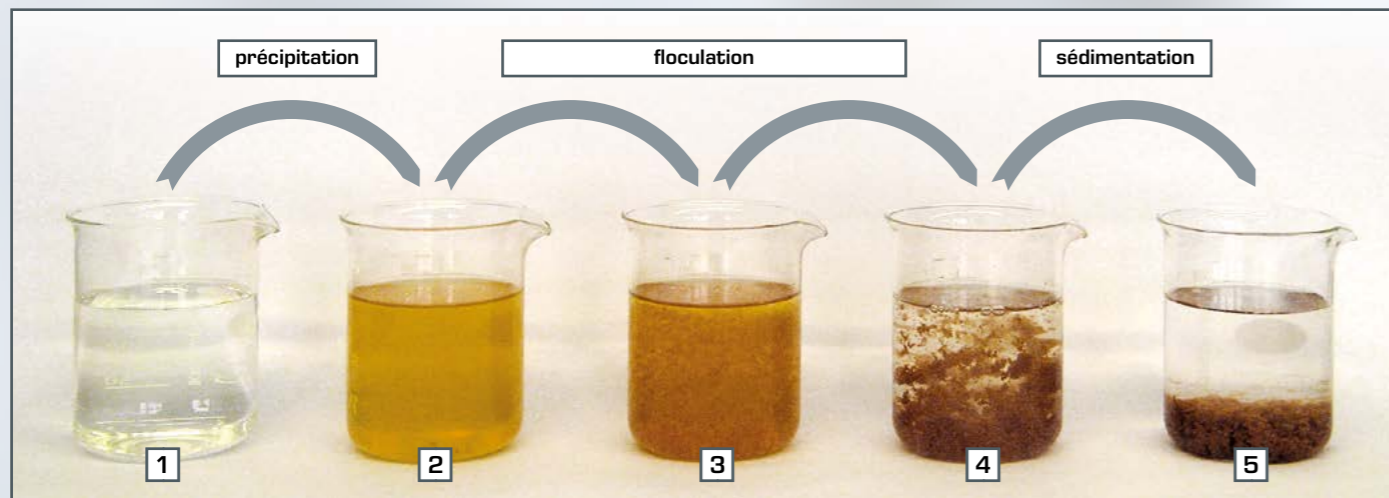
Précipitation

La précipitation est un procédé chimique par lequel une matière dissoute prend une forme insoluble (matière solide) sous l'effet d'une réaction avec une autre matière. La précipitation est adaptée par ex. à l'élimination de métaux dissous. Par ailleurs, elle est aussi utilisée pour l'élimination du phosphore dans les stations d'épuration.

Dans la pratique, la précipitation est souvent suivie d'une floculation permettant d'augmenter la taille des matières solides formées. Ce qui facilite la séparation mécanique ultérieure des matières solides (par ex. par sédimentation).

Floculation

Avant d'ajouter certains produits chimiques, on annule au préalable les forces électrostatiques répulsives qui s'exercent entre les particules solides. Cela a pour effet d'agglomérer les particules en petits flocons (coagulation). Pour augmenter la taille des flocons, on ajoute ensuite du floculant dans l'eau (par ex. polymère). Cela conduit à la formation de flocons de plusieurs millimètres de diamètre ensuite faciles à séparer mécaniquement.



Précipitation et floculation de fer dissous: lorsque l'on ajoute de la lessive de soude, le fer dissous (1) se dépose tout d'abord sous la forme d'hydroxyde de fer insoluble de couleur jaune (2). L'ajout d'autres produits chimiques entraîne la formation de gros flocons d'hydroxyde de fer (3 à 4) qui sont ensuite faciles à séparer par sédimentation (5).

Procédé d'oxydation

Nombre de polluants ne sont pas dégradables biologiquement et ne peuvent donc être éliminés au moyen de procédés biologiques. C'est par exemple le cas de nombreux hydrocarbures chlorés. Suite à des traitements inadéquats, on retrouve ces matières en de nombreux endroits des eaux souterraines, ce qui représente une menace pour l'Homme et l'environnement. Le procédé d'oxydation constitue une méthode efficace pour éliminer ce type de matières de l'eau.

Il existe, pour traiter l'eau, une multitude de procédés d'oxydation différents. Ce que l'on appelle les « procédés d'oxydation

avancés » sont en particulier de plus en plus utilisés ces dernières années. Ce qui caractérise en premier lieu ces procédés est la formation de radicaux OH très réactifs. Ces radicaux font partie des oxydants les plus puissants et sont ainsi en mesure d'oxyder pratiquement n'importe quelle matière.

On peut générer des radicaux OH en irradiant de l'eau oxygénée (H_2O_2) avec de la lumière UV. On utilise à cet effet de préférence des rayonnements UV-C d'une longueur d'onde de 254 nm.

Production d'un radical OH au moyen de lumière UV et d'eau oxygénée (H_2O_2)

- oxygène
- hydrogène
- électron libre

$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{UV} \rightarrow 2 \cdot\text{OH}$