

FABRICATION DE PRODUITS COSMÉTIQUES AVEC ZÉRO REJET LIQUIDE

Mise à niveau d'une station de traitement d'effluents industriels en la transformant en système à zéro rejet liquide

La mise en place d'une production sans eaux usées à rejeter échoue souvent en raison de la baisse de qualité de l'eau recyclée. Pour un fabricant de cosmétiques, une station d'épuration conventionnelle a été modernisée pour convertir la vision de « zéro rejet liquide » en réalité.

L'eau claire devient de plus en plus rare, non seulement dans les zones arides, mais aussi dans les zones avec des précipitations suffisantes. C'est la raison pour laquelle des années ont été consacrées à l'élaboration de concepts pour le recyclage des eaux usées industrielles. L'une des difficultés réside dans le fait qu'une osmose inverse doit être utilisée dans la plupart des cas pour obtenir la qualité nécessaire à la réutilisation de l'eau. Pourtant, les systèmes d'osmose inverse produisent des concentrats avec une forte concentration en sel, dont l'élimination est coûteuse et devient de plus en plus difficile en raison de l'augmentation des quantités d'eau recyclée et de concentrats produits. Afin d'optimiser le recyclage de l'eau et de minimiser la quantité de concentrats, des concepts sophistiqués ont été développés. L'objectif était de ne plus rejeter les eaux usées sur les sites industriels, mais de réutiliser pratiquement l'ensemble des eaux usées traitées en transférant les substances en phase solide pour ensuite les éliminer (zéro rejet liquide, « ZLD » en anglais). Bien que le concept de zéro rejet liquide ait souvent été décrit et discuté au cours des années, il n'existe presque pas de sites industriels dans le monde qui ont mis le concept en pratique avec toutes ses conséquences. Cela est dû à plusieurs raisons, notamment au fait que le concept de zéro rejet liquide requiert un équilibre en termes de procédé et d'exploitation : l'eau destinée à la réutilisation doit généralement répondre à des hautes exigences de qualité mais en même temps, le système à zéro rejet liquide a pour conséquence une concentration toujours croissante des substances. En raison de l'augmentation des concentrations, l'exploitation devient de plus en plus difficile et l'eau filtrée de plus en plus « sale ». Il est donc nécessaire de trouver l'équilibre entre la meilleure qualité d'eau possible et les concentrations élevées, le tout en assurant une exploitation continue.



1) Station de zéro rejet liquide (« ZLD ») terminée, avec bioréacteur en arrière-plan et conteneurs d'ultrafiltration et d'osmose inverse au premier plan.

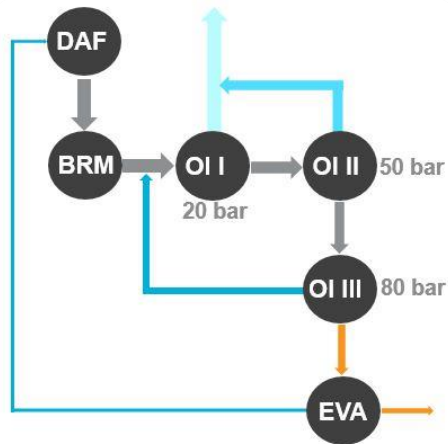
Transformation d'une station de traitement des eaux usées en un système de recyclage de l'eau

Dans ce contexte, un premier concept de recyclage de l'eau a été élaboré pour un groupe cosmétique international, qui a ensuite été développé en un concept de zéro rejet liquide en raison de la modification des conditions extérieures du site : une station conventionnelle pour le traitement des eaux usées de process mixtes était en service (débit d'environ 7 m³/h). Comme le système ne répondait pas aux exigences de rejet de la zone industrielle locale, Wehrle a été chargée de transformer la station en bioréacteur à membrane (BRM) et de doubler la capacité de l'installation afin de préparer le site de production pour l'avenir.

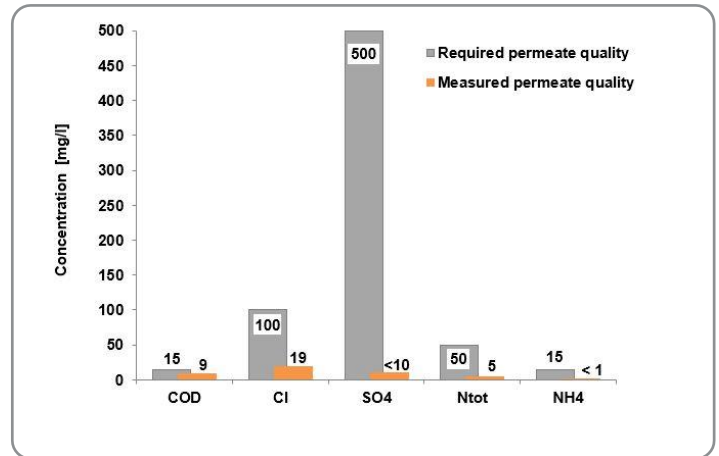
De plus, une station d'osmose inverse à un étage (OI I) a été installée pour le recyclage de l'eau, mais à la demande du client, au début seulement pour un débit de 8 m³/h avec extension optionnelle. Comme le client était convaincu du concept, il a décidé de convertir son installation en une station de zéro rejet liquide pour devenir indépendant du système local de traitement des eaux usées. À cette fin, deux autres étapes d'osmose inverse (image 2) ont été installées pour produire un perméat aussi propre que possible et de concentrer le concentrât au maximum possible avant qu'il soit envoyé à l'évaporateur, où il est épaissi. Les unités membranaires (l'ultrafiltration comme part du BRM et les étapes d'osmose inverse) ont été montées dans des conteneurs compacts et ont été fournies au client « prêtes à l'installation » (image 1).

Après la construction et la mise en service, Wehrle a supervisé l'exploitation de la station pendant six mois. Le procédé était stable et donnait de très bons résultats. Seul le volume d'eau à traiter nécessite une attention particulière, car l'installation n'était alimentée qu'avec une moyenne de 4 à 6 m³/h pendant la période de supervision, mais est conçue pour un débit nettement supérieur (BRM 14,6 m³/h et OI 8 m³/h, voir ci-dessus). Par conséquent, certaines parties de la station doivent être régulièrement arrêtées et redémarrées, ce qui est techniquement faisable mais pas avantageux du point de vue de l'ingénierie du procédé, car cela entraîne également une plus grande fatigue mécanique des composants.

L'entrée de l'osmose inverse, c'est-à-dire la sortie du BRM (= perméat d'UF), a montré une salinité moyenne considérablement plus élevée que prévu lors de la planification et du dimensionnement de la station de zéro rejet liquide. Pourtant, tant la quantité que la qualité de l'eau recyclée pendant la période d'observation étaient supérieures à ce qui avait été envisagé : le rendement de l'OI I était de 80 % au lieu des 70 % prévus. La qualité du perméat, comprenant le perméat de l'OI I et de l'OI II, était nettement meilleure que la qualité exigée par le client (image 3). Ces résultats renforcent les concepts de recyclage et de zéro rejet liquide car ils entraînent plus de possibilités d'utilisation des eaux de process, surtout en ce qui concerne leur réutilisation.



2) Schéma du procédé zéro rejet liquide



3) Les exigences du client par rapport à l'eau recyclée (en gris) et la concentration mesurée dans l'eau recyclée (en orange).

Optimisation des étapes d'osmose inverse

Comme décrit ci-dessus, l'eau recyclée était moins salée que requis (c'est-à-dire la rétention par les membranes d'osmose inverse était meilleure que prévu) et l'entrée était plus salée que supposé. Cela signifie que le concentrat était très chargé en sels, ce qui augmentait la pression osmotique dans le système. Cette augmentation de la pression a été contrebalancée par une réduction du rendement des étapes OI II et OI III – une mesure qui a permis d'optimiser l'exploitation sans détériorer le rendement total du perméat, puisque l'OI I, qui produit la plus grande quantité de perméat, atteint un rendement particulièrement élevé. Le concentrat de la troisième étape d'osmose inverse (OI III) est finalement épaissi sans problème dans l'évaporateur, à tel point qu'il ne reste que 0,25 % de la quantité des eaux usées brutes à éliminer.

En résumé, la modernisation et l'extension d'une station d'épuration biologique conventionnelle existante en la transformant en un système à zéro rejet liquide a été un succès, tant en ce qui concerne la qualité de l'eau recyclée que la minimisation des quantités de résidus à éliminer : 95,5 % des eaux usées brutes sont réutilisées, 4,25 % sont des boues de flottation et des boues en excès et seulement 0,25 % doivent être éliminées sous forme de concentrat d'évaporation (image 5).



3) Concentrés des différentes étapes du processus, du perméat d'UF (à gauche) au concentré de l'évaporateur (à droite).

Actuellement, de nouveaux concepts de zéro rejet liquide, incluant la récupération des matières premières à partir des eaux usées de process comparables, sont testés – une étape importante pour renforcer la durabilité des installations de zéro rejet liquide.



4) Chaîne de processus de l'usine ZLD ainsi que le pourcentage de produits finaux quittant le processus.

A PROPOS DE WEHRLE

Depuis plus de 35 ans, WEHRLE établit de nouveaux critères en tant que pionnier et leader technologique dans le traitement des eaux usées complexes et difficiles, comme par exemple les lixiviats et les effluents industriels. La vaste gamme de technologies de process disponibles permet des combinaisons de procédés intelligentes pour répondre aux attentes des clients de façon ciblée et idéale. WEHRLE conseille, planifie et construit des stations, tout en proposant les prestations correspondantes, comme par exemple la classification des flux, des essais en laboratoire, des essais pilotes, l'optimisation de la performance, la mise à niveau de stations existantes ainsi que l'exploitation complète de la station. En tant qu'entreprise familiale à 100 % en cinquième, sixième et septième génération, les priorités sont la fiabilité, la longévité et la sincérité envers les clients et partenaires. Les clients de WEHRLE comptent sur cette philosophie et ceci dans plus de 40 pays et sur 5 continents.