



RÉUTILISATION DES EAUX USÉES DANS L'INDUSTRIE :

SOLUTIONS GRUNDFOS POUR LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES DANS L'INDUSTRIE

PAR MARCO WITTE ET PABLO ANDRES TOJO, APPLICATION SPÉCIALISTES, GRUNDFOS WATER TREATMENT GMBH



INTÉGRATION
AISÉE



PROCESSUS
OPTIMISÉS



RÉDUCTION DES COÛTS
D'EXPLOITATION

GRUNDFOS ISOLUTIONS



PUMP



CLOUD



SERVICES

Introduction :

L'eau est une ressource si fondamentale à notre existence que nous la tenons simplement pour acquise. Dans nos sociétés industrielles modernes, l'eau du robinet se doit d'être pure et potable. Cependant, le contexte est de toute évidence bien différent. L'humanité prend peu à peu conscience que l'eau douce est une ressource rare et que son processus de retraitement a acquis une importance vitale pour nous tous. La consommation d'eau dans l'industrie participe largement à la situation de l'eau dans le monde, ce pourquoi Grundfos accorde une attention particulière à cette question.

Objectif :

Ce livre blanc a pour objectif d'aborder le sujet de la réutilisation des eaux usées dans l'industrie et de décrire les procédés mis en œuvre dans le domaine spécifique du traitement de l'eau. Les solutions Grundfos et les visions pour le futur sont également présentées.

Sommaire

Introduction.....	1
Contexte	2
Processus de réutilisation des eaux.....	2
Transport des eaux usées	2
Traitement biologique	2
Rejet des eaux usées.....	3
Traitement physique chimique	3
Traitement par concentration.....	3
Systèmes de contrôle et régulation.....	3
La réutilisation des eaux usées selon Grundfos.....	4
Problématiques	4
Dosage des agents chimiques dans la phase de prétraitement et de rétro-lavage	5
Visions futures :	6
Conclusion :	7

Contexte

Dans l'industrie, l'eau joue un rôle essentiel de solvant, de liquide de refroidissement, de liquide de lavage et de nettoyage, etc. Chaque fois que nous utilisons de l'eau, nous en modifions le contenu et, donc, sa qualité. Dans de nombreux pays, l'eau doit être traitée après utilisation pour éviter la contamination du cycle de l'eau par des substances industrielles. L'illustration 1 montre le cycle complet de consommation et de traitement de l'eau.

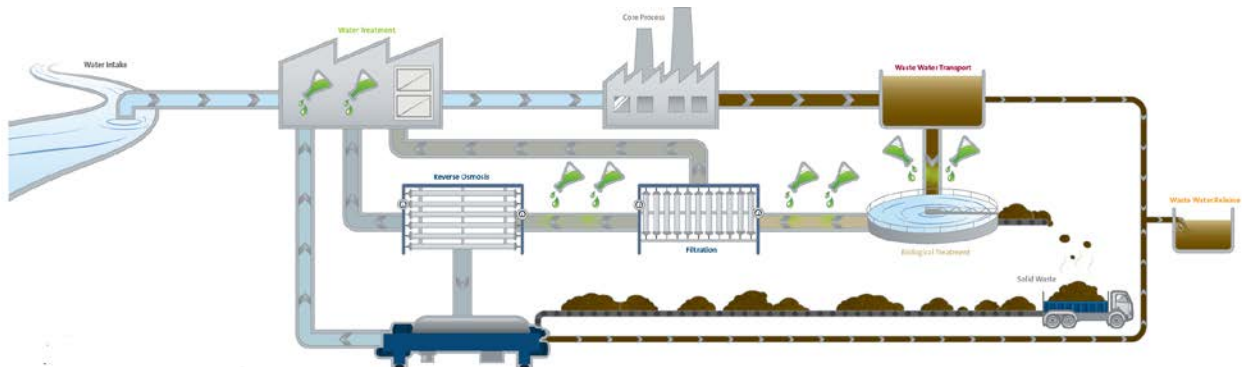


Illustration 1 : Cycle industriel de l'eau

Afin de réduire la consommation d'eau et la contamination dans l'industrie, de nombreuses entreprises étudient la question de la réutilisation des eaux usées. La réutilisation est définie comme le traitement des eaux déjà utilisées afin de les réutiliser dans différents processus, tels que le refroidissement, le lavage et le nettoyage, ou dans les opérations centrales de l'industrie concernée. La contamination et le traitement de l'eau varient en fonction du secteur. L'illustration 2 montre un processus général de réutilisation des eaux.

Processus de réutilisation des eaux

Le processus suit généralement les étapes suivantes :



Illustration 2 : Processus général de réutilisation des eaux

Transport des eaux usées

Une fois utilisées à différentes fins dans l'industrie, les eaux sont transportées vers la station d'épuration. Selon leur composition chimique et leur teneur en particules, différentes pompes Grundfos sont utilisées. L'état des eaux influence également le choix des matériaux. Par exemple, en présence d'une teneur élevée en chlorure, l'utilisation d'acier inoxydable est recommandée.

Traitement biologique

Comme dans les stations d'épuration municipales, le secteur du traitement biologique

par les bactéries joue un rôle important dans le traitement des eaux usées. Au cours de cette étape, la demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO) sont suivies pour traiter et pour abaisser la concentration d'azote et de phosphore. Parfois, cette étape est associée à une étape physique pour séparer les particules de l'eau. Les bioréacteurs à membrane sont par exemple utilisés en cas de rejet d'une partie des eaux usées dans l'environnement.

Rejet des eaux usées

Comme décrit ci-dessus, après cette étape, certaines eaux usées peuvent être rejetées conformément à la réglementation locale, le plus souvent dans une rivière ou une autre source d'eau de surface. Dans certaines régions et selon les réglementations locales, une étape de désinfection est autorisée au cours du processus.

Traitement chimique et physique

Si un traitement plus complet est nécessaire, l'étape suivante consiste en un traitement chimique ou physique. Le pH de l'eau est alors mesuré et ajusté. Toutes les particules sont éliminées pour préparer l'eau avant la dernière étape : le traitement par concentration.

Traitement par concentration

Le traitement par concentration est un processus complexe de traitement de l'eau. La forte demande en énergie et la concentration élevée en ions sont les deux problématiques majeures associées à une quantité d'eau relativement faible. Cette étape comprend souvent un processus de cristallisation ou d'osmose inverse (RO) pouvant comprendre jusqu'à trois étapes. Les difficultés de l'osmose inverse sont la pression élevée et la composition chimique de l'eau qui peuvent impacter aussi bien les membranes que d'autres composants, tels que les tuyaux, les vannes et les pompes.

Systèmes de régulation

Différentes fonctions de mesure et de régulation offrant des résultats fiables sont nécessaires tout au long du processus. En règle générale, les paramètres hydrauliques, tels que la température, le débit et la pression, ou les paramètres chimiques, notamment le pH, la turbidité, la conductivité et le carbone organique total (TOC), sont mesurés en ligne. Les valeurs BOD COD, de phosphate et d'azote sont les plus importantes en matière de réglementation du traitement des eaux usées.

La régulation générale du processus est importante pour chaque application de traitement. En temps normal, un automate programmable échantillonne les signaux mesurés aux différentes étapes du processus et régule celui-ci pour garantir la réussite du traitement. L'échange de données standard se fait normalement via Profibus et Ethernet. Aujourd'hui, les systèmes de régulation des processus peuvent inclure des solutions de stockage informatique de type cloud et de gestion automatisée à distance. L'illustration 3 montre un lien direct entre l'étape du processus et la solution de pompage requise.

GRUNDFOS PRODUCTS IN INDUSTRIAL WATER REUSE

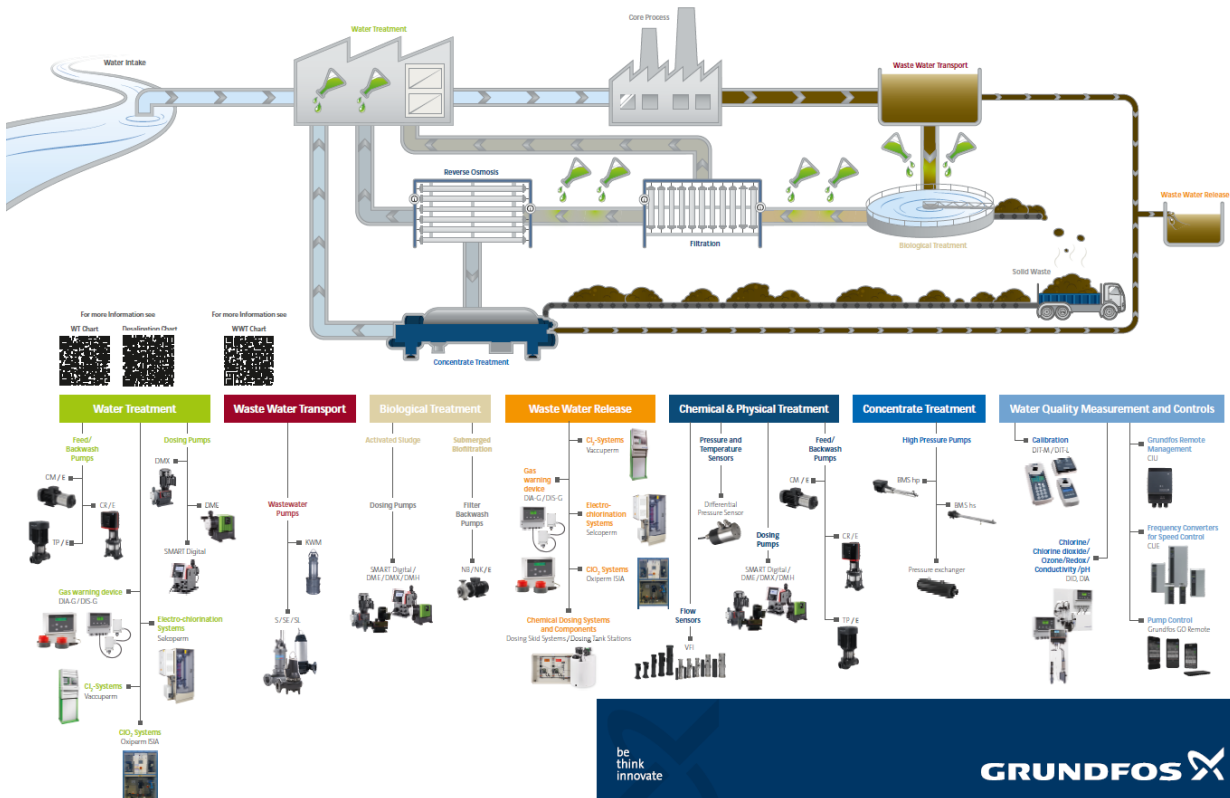


Illustration 3 : Lien entre le processus et la solution de pompage

Les Grundfos iSOLUTIONS pour la réutilisation des eaux usées :

Le traitement chimique et physique tel que décrit ci-dessus est important dans un processus de réutilisation des eaux usées. Très souvent, l'élimination des particules occupe un rôle central, une préfiltration adaptée étant la clé d'un fonctionnement durable et fiable dans les étapes suivantes.

Grundfos propose une gamme de pompes et de systèmes de pompage pour faire de votre système d'ultrafiltration (UF) un concentré de technologie alliant fiabilité et rentabilité, mais aussi pour répondre aux exigences croissantes de votre processus de réutilisation des eaux usées.

Le chapitre suivant décrit les avantages apportés par les Grundfos iSOLUTIONS.

Problématiques

Les principales problématiques liées à l'ultrafiltration sont les suivantes :

- Les variations des paramètres de l'eau brute (augmentation de la turbidité) ;
- La variation de la demande côté eau propre.

La réponse à ces problématiques repose sur des configurations modernes capables de réagir en douceur et en toute fiabilité. L'installation doit pouvoir intégrer facilement des composants et fournir rapidement des informations fiables sur la qualité de l'eau. Elle doit faire preuve d'une grande souplesse pour pouvoir traiter les variations de la demande de débit. En même temps, le processus doit être écoénergétique, économique et ne pas produire d'effet néfaste sur l'environnement.

L'installation de pompage doit pouvoir gérer la variabilité de l'alimentation en eau exigée par un système d'ultrafiltration, car même si ces installations sont pensées comme des « unités à débit constant », elles

peuvent se trouver face à une grande variabilité. Les variations saisonnières, les fluctuations dans les processus ou même les restrictions dans l'alimentation en eau peuvent entraîner des variations. Équiper une pompe du bon variateur peut aider à réguler le débit sans gaspiller d'énergie, comme c'est le cas par exemple avec une vanne de régulation. Un variateur de fréquence peut également permettre la régulation à pression constante simple, indépendamment des variations dans l'alimentation en eau ou la pression de refoulement.

Les lois de l'affinité appliquées aux pompes et moteurs montrent que toute réduction de la vitesse du moteur induit une réduction de la consommation d'énergie de l'ordre de la racine cubique. Les utilisateurs finaux utilisent souvent une vanne de régulation pour réduire le débit sur une pompe à vitesse fixe. Cette méthode gaspille beaucoup d'énergie et d'argent, un problème encore aggravé lorsque les pompes sont surdimensionnées lors de la phase de conception.

De plus, une vanne de régulation de débit fera évoluer la pompe vers le bas de la courbe de rendement, donc non seulement la pompe consommera plus, mais en plus son rendement sera moins bon. Un variateur de fréquence vous permet de définir précisément le débit et la pression nécessaires tout en économisant l'énergie et en fournissant un meilleur rendement.

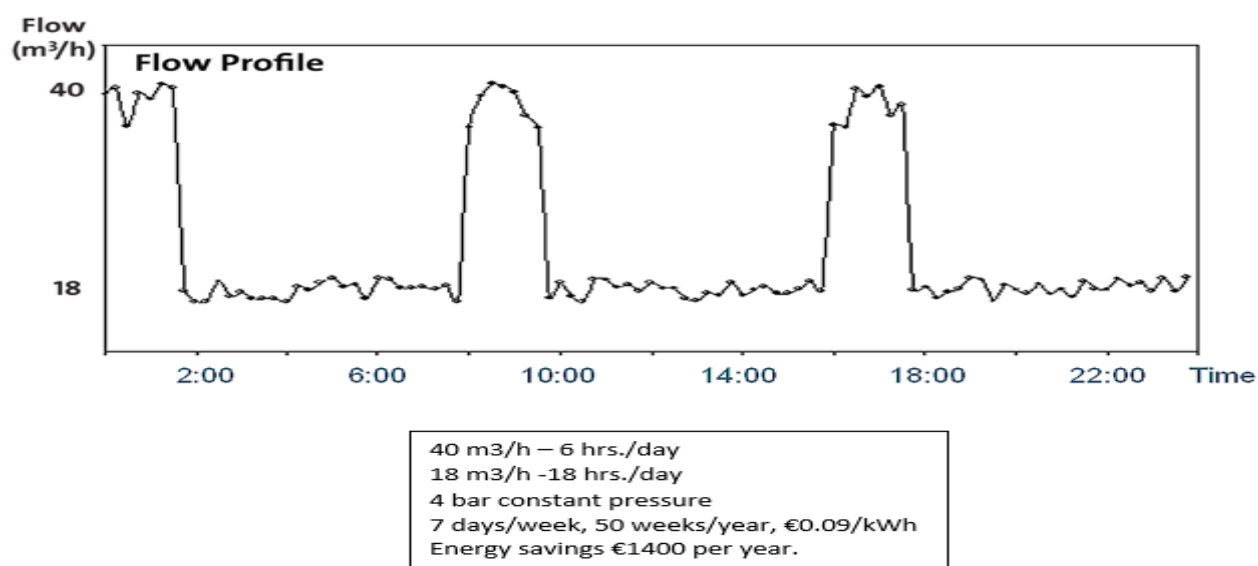


Figure 1 : Profil de débit d'une pompe dans un module d'ultrafiltration

Exemple :

Il arrive parfois qu'une pompe CR 7,5 kW à vitesse fixe, conçue pour fournir un débit de 40 m³/h dans une installation avec 4 bar de pression, soit régulée par une vanne de régulation de débit. En procédant ainsi, on fait augmenter la pression (à près de 7 bar), ce qui fait chuter la performance de la pompe aussi bien sur la courbe du débit que sur la courbe du rendement. Dans cette application, une pompe CR nécessite 5,5 kW.

En faisant appel à un variateur de fréquence pour répondre à la demande de débit, les besoins exacts en pression et en débit sont satisfaits. La puissance requise chute à 3 kW, ce qui permet d'économiser jusqu'à 1 400 € par an sur l'énergie.

On peut parvenir à réduire le nombre de modèles de pompes utilisés pour gérer les différentes installations d'osmose inverse ou d'ultrafiltration de toutes tailles si l'on opte pour des solutions composées d'une pompe et d'une régulation. La standardisation de certaines tailles de pompes et leur plus grande adaptabilité, aideront les fabricants à limiter la complexité et les coûts tout en facilitant la conception des installations. Cela peut également aider l'utilisateur final ayant plusieurs installations ou chaînes à gérer en lui permettant d'économiser sur la maintenance et les pièces détachées.

Certains fabricants exportent des installations d'ultrafiltration ou d'osmose inverse à membrane vers d'autres pays et proposent donc des versions répondant à des exigences différentes en matière de

courant. Un variateur de fréquence accepte 50 Hz ou 60 Hz tout en entraînant un moteur de pompe standard. Ceci réduit la complexité et les coûts de multiples variantes de puissance moteurs pour des systèmes à membrane utilisés en Amérique du Nord ou exportés.

De plus un surpresseur intelligent fournira un démarrage et un arrêt progressifs. Ainsi, on réduit la pression qui, dans certaines circonstances, peut aggraver l'usure des membranes. Toutes les membranes finissent par se salir et doivent donc être nettoyées ; mais comme celles-ci s'obstruent, le besoin en pression pour un même débit augmente. Sans régulation, une installation équipée d'une pompe à vitesse fixe finit par fournir un débit inférieur au débit de perméat nominal. Une pompe avec variation de fréquence intégrée peut t facilement gérer les variations de pression et fonctionner plus longtemps entre deux nettoyages, sans perte au niveau du débit de production, à la condition cependant que l'eau filtrée réponde toujours aux mêmes exigences de qualité.

Choisir la bonne pompe à fréquence variable peut aider l'utilisateur final à planifier les améliorations à apporter à l'installation. Celles-ci peuvent aussi bien couvrir les changements de lignes que le remplacement des membranes par des membranes plus récentes fonctionnant à des pressions moindres ou à des changements de débit. Cette flexibilité permet de rééquiper l'installation à moindres coûts à posteriori et aux utilisateurs finaux d'envisager de nouvelles solutions plus écologiques et plus performantes.

Certains types de pompe récents intègrent des variateurs de fréquences ; ces derniers sont alors pensés et optimisés pour fonctionner avec le moteur de la pompe sur lequel ils sont montés. Les pompes peuvent ainsi être équipées de moteurs plus petits et bénéficier d'un rendement optimisé tout en étant protégées. Les utilisateurs finaux ont également tout intérêt à rechercher un variateur de fréquence conçu spécifiquement pour les pompes. De nombreux variateurs sur le marché répondent à des besoins génériques. Un variateur conçu pour un modèle de pompe particulier peut rendre l'installation et la configuration bien plus simples tout en augmentant le rendement. [1]

Dosage des agents chimiques dans la phase de prétraitement et de rétro-lavage.

L'ultrafiltration nécessite un dosage extrêmement précis des additifs chimiques. Les pompes doseuses numériques modernes, telles que celles intégrées dans les installations fournies par Grundfos, peuvent injecter une quantité très précise d'agents chimiques.

[Source : « Quelles sont les qualités de la pompe doseuse Grundfos SMART Digital DDA FCM ? » Universités de sciences appliquées Weihenstephan-Triesdorf – Institut des technologies alimentaires]

Le diagramme ci-dessous (illustration 4) montre le débit de dosage obtenu par un moteur doté de la technologie pas-à-pas ; on voit que ce débit est quasiment continu même pour de faibles volumes.

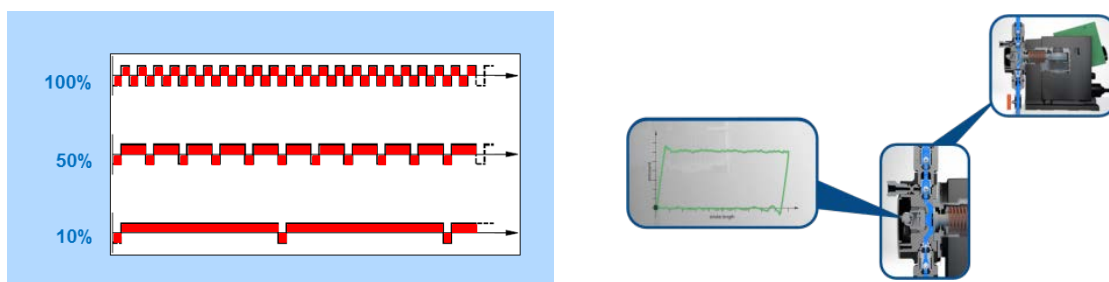


Illustration 4 : Principe de la régulation de débit et diagramme du débit de dosage

Un coffret de commande intégré régule le débit et renseigne en même temps sur le débit réel par comparaison avec le point de consigne.

La gamme SMART Digital propose des pompes modulaires faciles à intégrer. La structure conviviale du menu fournit les informations essentielles sur l'état de la pompe et facilite le travail des opérateurs au quotidien.

La communication avec la pompe n'est plus un obstacle à son intégration dans l'installation. La connexion via l'E-Box offre un système prêt-à-pomper qui communique de différentes manières avec l'API (automate programmable industriel) général. [2]

Visions futures :

La numérisation, les systèmes connectés, le Big Data et la production autonome sont des thèmes abordés dans toutes les conférences à travers le monde. Dans le secteur du traitement de l'eau, la quatrième révolution industrielle influencera également la manière dont nous traitons l'eau ainsi que le traitement et l'utilisation des données futures. Ce chapitre indique les possibilités offertes par les systèmes connectés et l'utilisation innovante des données et des algorithmes pour présenter les données des systèmes d'osmose inverse et optimiser l'utilisation de produits antitartre.

L'osmose inverse intelligente analyse les données via des capteurs standard (pression, température et conductivité) présents dans un système d'osmose inverse. Les capteurs surveillent le fonctionnement et réagissent aux variations des performances de la membrane. Les données des capteurs peuvent être transmises et stockées dans la pompe doseuse ou dans un serveur cloud. Ces deux emplacements peuvent être utilisés pour le stockage des données (local ou historique). L'osmose inverse intelligente présente deux caractéristiques principales : 1) Traitement et visualisation des données en temps réel, et 2) Intelligence numérique avec prise de décision pour le dosage de l'antitartre. Une version améliorée d'une pompe doseuse Smart Digital est utilisée pour la mise en œuvre de l'osmose inverse intelligente. [3]

Les premiers résultats (Figure 2) des essais sur le terrain et des essais pilotes sont encourageants, les essais avec de vrais systèmes clients étant en cours.

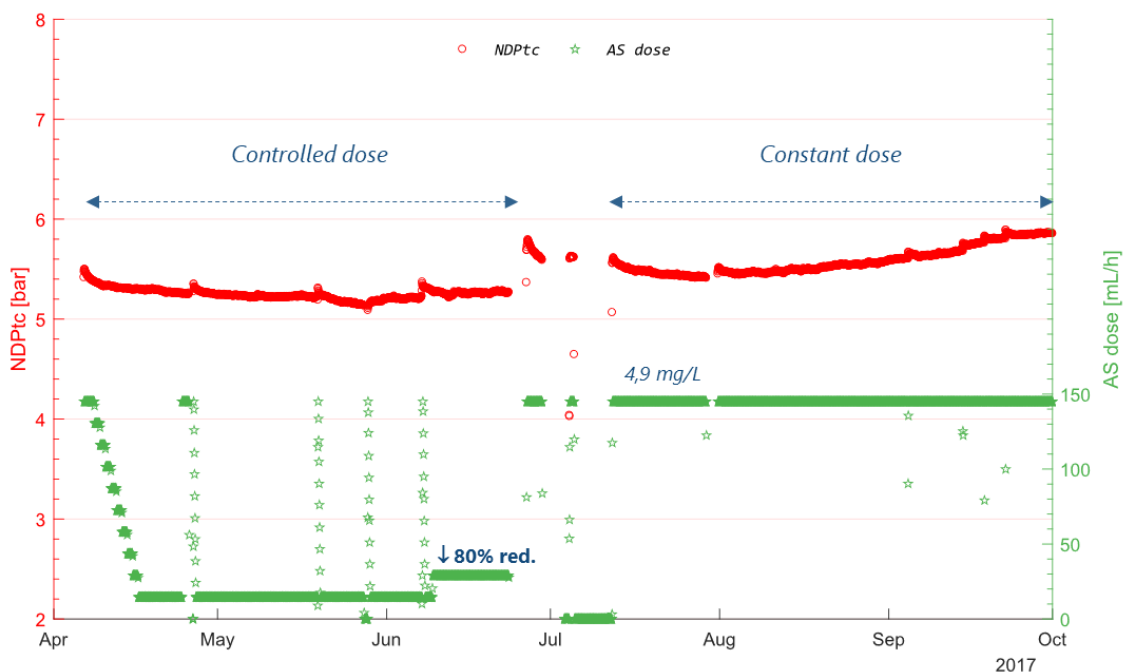


Figure 2 : Comparaison entre un système fonctionnant avec osmose inverse intelligente (dose contrôlée) et sans osmose inverse intelligente (dose constante)

Conclusion :

Ce livre blanc a pour but de présenter les différentes composantes du processus de réutilisation des eaux usées. Nous espérons qu'il a répondu à certaines de vos questions, même si de nombreuses informations restent encore à découvrir. L'utilisation des eaux variant d'un secteur à l'autre, il existe un certain nombre d'applications différentes pour le traitement et la réutilisation des eaux usées dans l'industrie pour lesquelles Grundfos sera amené à développer des solutions optimisées à base de pompes et de solutions de pompage intelligentes.

À mesure que l'eau vient à manquer, la nécessité de la recycler devient de plus en plus importante. Les processus de traitement de l'eau permettront d'assurer un avenir sûr et stable aux habitants de notre planète.

Sources :

[1] Harland Pond : Utilisation des solutions de pompage à vitesse variable dans la filtration à membrane

[2] « *Quelles sont les qualités de la pompe doseuse Grundfos SMART Digital DDA FCM ? Étude comparative de la précision de dosage entre la pompe doseuse SMART Digital DDA et la pompe doseuse mécanique DMI* » – Université de sciences appliquées Weihenstephan-Triesdorf – Institut des technologies alimentaires

[3] Optimisation des systèmes d'osmose inverse par la numérisation, la connectivité et les algorithmes SMART; Dr Marco Witte Carsten Persner, Victor Augusto Yangali-Quintanilla, Maître en sciences, Doctorat,