

# Convertir les sous-produits en énergie tout en favorisant la réutilisation de l'eau

Ian Hart, Veolia Water Technologies

La gestion des rejets est un défi à relever pour tout type d'industrie, et devient de plus en plus délicate au fil des années. Par exemple, le coût moyen du traitement des effluents a augmenté au Royaume-Uni de plus de 25 % sur ces 5 dernières années seulement. En outre, les coûts opérationnels et énergétiques ne cessent de progresser. Le coût moyen de l'énergie électrique a augmenté de plus de 30 % sur la même période et même le coût de l'eau a également fortement augmenté.

Il est largement admis que ces tendances sont établies, et que ces coûts continueront de progresser d'année en année. Dans cet esprit, Veolia a développé plusieurs solutions pour transformer les déchets et les eaux usées en énergie renouvelable et/ou en eau réutilisable, et ceci en fonction des flux de déchets de l'industrie et des besoins spécifiques de chaque site.

### ABSTRACT

#### Merits of turning waste and wastewaters into renewable energy and/or reusable water.

Managing waste is a challenge for any industry, and one that is becoming ever more difficult year-on-year. For example, the average cost to dispose of trade effluent in the UK has increased by more than 25% over the last 5 years alone. In addition, operational and utility costs continue to go up; the average charges for electricity have risen by more than 30% over the same time period and even the cost of water has also greatly increased.

It is widely accepted that these trends are fixed, and that costs will continue increase year-on-year. With this in mind, Veolia have developed several proven solutions to turn waste and wastewaters into renewable energy and/or reusable water, dependant on the industry waste streams and site specific needs.

Les distilleries produisent trois principaux types de rejets: les drêches (draff) issues de la fermentation; pot ale, le résidu de la première distillation; et Spent Lees, le résidu de la seconde distillation. L'approche traditionnelle du traitement de ces rejets (diagramme 1) est d'assécher la drêche et de la mélanger avec le résidu de la première distillation (sirop de pot ale) pour fabriquer un sous-produit

(Distiller's Grain) à vendre comme aliment pour le bétail. Le résidu de la seconde distillation, les eaux de lavage et d'autres déchets aqueux sont traités, généralement par un filtre biologique à ruissellement, avant rejet à l'égout ou en milieu naturel. Mais un certain nombre de facteurs se conjuguent pour modifier cette approche. Tout d'abord, le coût croissant de l'énergie rend l'évaporation du pot ale coûteuse



Diagramme 1: Schéma traditionnel du traitement des rejets dans une distillerie.

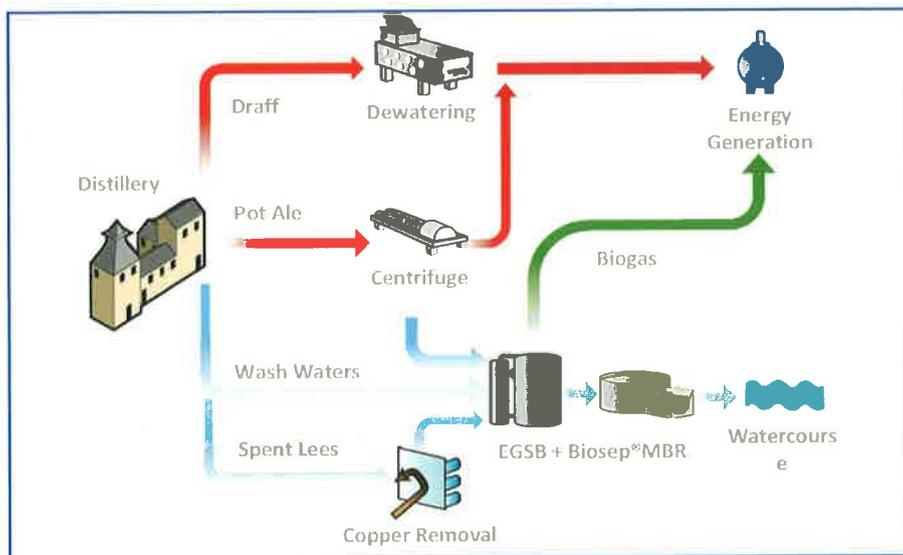


Diagramme 2: Usine de Bioénergie.

alors que le prix fluctuant de l'alimentation pour bétail remet la valorisation du Distiller's Grain en question. Deuxièmement, la plupart des filtres biologiques à ruissellement actuellement en service ont été installés il y a plus de 50 ans et, par conséquent, leur efficacité est maintenant largement diminuée. En outre, le durcissement des normes de rejets pour l'évacuation des eaux usées en milieu naturel requiert un traitement supplémentaire, alors que l'adoption de la tarification selon la formule Mogden fondée sur la DCO pour le rejet au réseau d'eaux usées, rend cette option plus coûteuse. Troisièmement, la hausse du coût de l'eau potable, lorsque cette dernière est utilisée, impacte les coûts d'exploitation.

Donc, y a-t-il une meilleure façon de procéder ?

Veolia Water Technologies y croit. La société a développé un certain nombre de solutions innovantes pour le traitement des eaux usées de la distillerie qui présentent des avantages significatifs.

### Des solutions innovantes pour le traitement des eaux usées de distillerie

Le système de base traite les eaux usées afin de respecter les normes qui permettent une réutilisation de l'eau, ce qui minimise à la fois le rejet en réseau d'eaux usées et les dépenses en eau potable. Moyennant un investissement complémentaire, les eaux usées très chargées en DCO peuvent être traitées pour produire du biogaz comme source d'énergie renouvelable. Pour l'avenir, les derniers développements des procédés de Veolia peuvent apporter des solutions durables combinant la production de bioénergie et le recyclage de l'eau.

Un exemple typique de cette approche est l'usine de traitement des eaux usées pour la nouvelle distillerie Macallan. Le traitement des drêches et du pot ale se fera via l'usine de traitement des biomasses CoRD localisée à Rothes, mais les résidus de la seconde distillation et les eaux de lavage seront traités sur place pour satisfaire aux normes de rejet SEPA pour la décharge en milieu naturel dans la rivière Spey. L'usine de traitement de Veolia, qui doit entrer en service en 2015, est basée sur Idraflot® (flottateur à air dissous - DAF) suivi d'un bioréacteur à membrane BIOSEP® (BRM). Puisque le procédé par bioréacteur à membranes BIOSEP® utilise une membrane d'ultrafiltration en tant qu'étape finale du processus, le perméat produit est d'une qualité exceptionnelle. De plus, l'objectif à long terme est de traiter le perméat d'ultrafiltration par osmose inverse pour une réutilisation comme eau d'appoint des chaudières. Ceci permettra la réduction de l'empreinte globale en eau de Macallan et d'assurer la durabilité environnementale de l'installation.

Un projet plus ambitieux est le projet de bioénergie pour Diageo à Roseisle incluant la conception, la construction, le financement et l'exploitation (Diagramme 2), qui fonctionne depuis 2009.

### Le projet bioénergie

Ici, le pot ale et les drêches sont séparés des résidus de seconde distillation et des eaux de lavage, mélangés avec la poussière et les chaumes et déshydratées, séchées et brûlées dans une chaudière spécialement conçue pour un fuel dual (biomasse et biogaz) afin de produire la vapeur et l'énergie électrique nécessaire sur place. Les résidus de seconde distillation, comme d'usage

dans les distilleries, sont contaminés avec un faible niveau de cuivre provenant de l'alambic. Afin d'assurer que les normes de rejet au niveau du cuivre soit respectée, les résidus de seconde distillation sont traités via une unité de traitement sur résines échangeuse d'ions pour éliminer le cuivre avant le mélange avec les eaux provenant du processus de déshydratation.

Les liqueurs combinées sont traitées dans réacteur anaérobie à haut rendement sur lit granulaire élargi suspendu (EGSB - Expanded Granular Suspended Bed). Celui-ci utilise une biomasse anaérobie granulaire pour convertir une fraction importante de DCO en biogaz riche en méthane qui est utilisé comme combustible supplémentaire pour la chaudière. Après l'étape de traitement anaérobie, l'effluent aqueux est traité par un bioréacteur à membrane BIOSEP® (BRM). Ce dernier est un procédé aérobie dans lequel les bactéries aérobies éliminent la DCO résiduelle et convertissent également l'ammoniac en nitrate (nitrification). Il intègre également une étape de dénitrification anoxique pour réduire l'azote total. Afin de satisfaire aux normes de rejet, il est nécessaire d'utiliser une filtration sur membrane qui permet l'obtention d'un effluent de haute qualité qui peut alimenter directement une unité d'osmose inverse pour être réutilisé comme eau d'appoint de chaudière. L'excès de biomasse générée dans les procédés de traitement biologique est mélangé avec la drêche avant déshydratation pour fournir un biocarburant supplémentaire pour la chaudière. Le système est entré en service en 2009 et fournit 98 % de la vapeur d'eau et 80 % de la puissance électrique utilisée à la distillerie, la réduction des émissions annuelles de dioxyde de carbone sur le site est d'environ 56 000 tonnes. Une usine Veolia similaire, située à Leven, traite actuellement un flux de 6 100 m<sup>3</sup>/jour contenant 118 tonnes de DCO. La récupération de l'eau est de 60 % et l'énergie récupérée correspond à 80 % des besoins de la distillerie tout en réduisant les émissions de dioxyde de carbone de 95 %.

Bien que cette approche globale en bioénergie soit à la fois économiquement attractive et durable, Veolia a travaillé pour améliorer son efficacité et réduire ses coûts. Le résultat de cette approche est le procédé Memthane®, une nouvelle solution qui combine

## Memthane® pas à pas

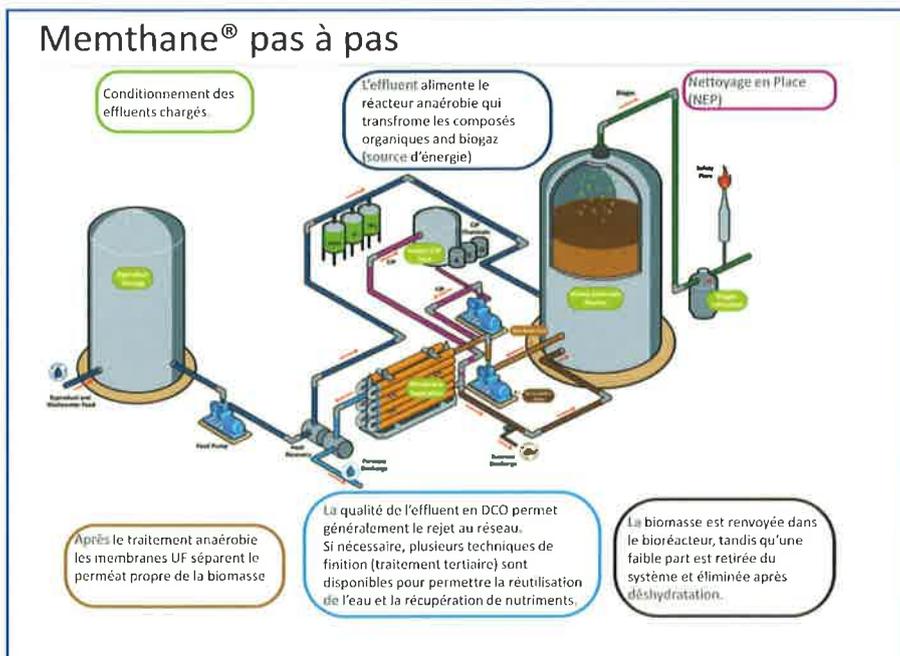


Diagramme 3 : Bioréacteur anaérobie à membrane - Memthane®.

les avantages de la digestion anaérobie et du bioréacteur à membrane (BRM) en un bioréacteur à membrane anaérobie compact (AnMBR). Le système Memthane® (diagramme 3) consiste en un bioréacteur anaérobie à haut rendement de Veolia Biothane suivi d'un système d'ultrafiltration de Pentair X-Flow.

### Combiner les avantages de la digestion anaérobie et du BRM en un bioréacteur à membrane anaérobie compact

Les eaux usées sont introduites dans le bioréacteur anaérobie où les composants organiques sont convertis en biogaz, ce qui, en général, suffit largement pour subvenir aux besoins énergétiques du processus avec un excédent disponible en tant que combustible renouvelable pour les chaudières ou les centrales de cogénération. L'effluent du réacteur anaérobie est pompé vers les modules d'ultrafiltration où le perméat est séparé de la biomasse qui est renvoyée au bioréacteur. Le perméat a une concentration de matières solides en suspension négligeable et peut potentiellement alimenter directement une installation d'osmose inverse permettant une conversion d'environ 70 % ou plus de l'eau usée à récupérer d'une qualité semblable à celle de l'eau de ville adoucie. Cette eau peut être utilisée pour les applications où l'eau potable n'est pas obligatoire comme l'alimentation en eau de chaudière, ou l'eau d'appoint des tours de refroidissement, ou en tant qu'eau d'alimentation des unités NEP (Nettoyage En Place). La membrane

d'ultrafiltration retient les boues dans le système, ce qui réduit la production et les coûts d'élimination des boues excédentaires. Elle retient également la DCO à haut poids moléculaire, qui est souvent difficile à dégrader dans les réacteurs anaérobies conventionnels, pour une période suffisamment longue de façon à ce que la plus grande partie en soit décomposée. Cela réduit non seulement la DCO, mais améliore la production de biogaz. La combinaison de deux étapes en une, le processus Memthane® réduit généralement la DCO de l'effluent en entrée de plus de 99 %, ce qui signifie généralement qu'aucun post-traitement aérobie coûteux n'est nécessaire. De plus, si les eaux usées contiennent des niveaux significatifs d'azote et de phosphore, il peut également être possible de récupérer ces éléments nutritifs de valeur par précipitation de struvite en utilisant la technologie du procédé Struvia de Veolia.

Le traitement des eaux usées à haute charge en DCO par bioréacteur à membrane anaérobie produit un effluent traité qui est généralement assez faible en DCO permettant un rejet au réseau d'eaux usées, avec une turbidité assez basse pour être recyclé par osmose inverse. La production de biogaz est une source durable d'énergie renouvelable, et la possibilité de récupération des nutriments propose un sous-produit potentiellement vendable. Veolia a maintenant dix Memthane® en service dans le monde et ceux-ci ont démontré que la combinaison de la réduction des coûts liés à la décharge des effluents, les faibles coûts d'exploitation, la récupération d'énergie et le recyclage de l'eau rend le processus non seulement très attrayant techniquement et économiquement, mais aussi durable en réduisant à la fois l'empreinte carbone et l'empreinte eau. Actuellement des essais pilotes sont menés dans trois distilleries et l'estimation de Veolia est, qu'en utilisant le procédé Memthane®, une distillerie typique de 8 millions de litres/an pourrait bénéficier d'environ 800 000,- \$/an en énergie (voir diagramme 4). L'ajout du recyclage de l'eau par osmose inverse et les avantages des économies en coûts de rejet à l'égout et les économies en eau pourront facilement générer un gain complémentaire de 100 000, \$ par an. Veolia estime qu'avec ce type de projet, la conversion de sous-produits en énergie précieuse et en eau réutilisable peuvent apporter une contribution majeure à la durabilité des distilleries et fixeront la nouvelle norme de ce secteur d'industrie. ■

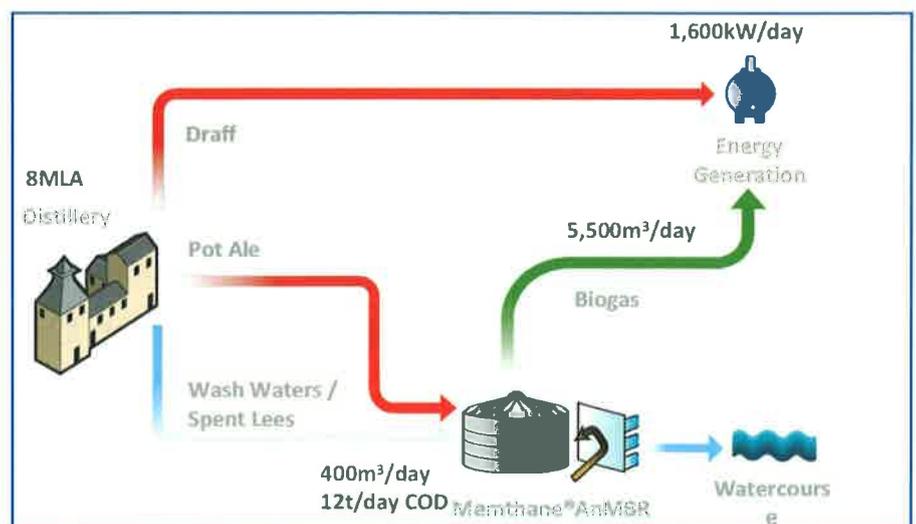


Diagramme 4 : Procédé Memthane® en distillerie