

# Effluents industriels Tendre vers le rejet zéro

Réalisé par Christian Lyon,  
Technoscope

## ABSTRACT

### Industrial effluents Aiming for zero discharge.

With laws on discharges becoming stricter all over the world and an increased demand for water resources, industrial companies are decreasing or even doing away entirely with their discharges of effluents. There are no new methods being used, but rather an in-depth study of processes and a level of engineering that uses existing solutions in an optimal manner. Evaporation-concentration is being developed in France.

Station Proserpol - Couplage d'un évaporateur  
CMV/circulation fixée et d'une osmose inverse.

Avec des législations sur les rejets qui se renforcent partout dans le monde et la pression sur la ressource en eau, les industriels réduisent voire suppriment leurs rejets d'effluents. Pas vraiment de méthodes nouvelles à mettre en jeu, plutôt une réflexion poussée sur les procédés et une ingénierie qui met en œuvre de manière optimale des solutions existantes. L'évaporation concentration est en développement en France.



**T**raiter les effluents des industries ne va pas sans une réflexion sur la ressource en eau. Devenue plus rare, en compétition avec les usages domestiques et urbains, la ressource en eau devient chère. Une étude européenne de 2007 indique que

d'ici 2030, l'utilisation rationnelle de l'eau par les consommateurs et les industriels au travers de technologies économes pourrait réduire les consommations de 43 %. Éviter les surconsommations pour payer moins mais aussi pour moins rejeter. « Faire atten-

tion à cela peut conduire aussi à une moindre consommation de réactifs et produits en général » souligne Pierre Chantron de Callisto. L'entreprise a donc beaucoup à gagner sur un plan économique avant même de se justifier sur un plan écologique. On

**Avant de traiter les rejets d'un site, la première démarche à mettre en œuvre est d'acquérir une bonne connaissance des flux en quantité et qualité. Réduire les volumes d'effluents, c'est de facto réduire la taille des équipements de traitement (investissement et encombrement moindres) ou les coûts de collecte si l'on réalise du traitement à l'extérieur.**



F.X.J.

rejettera d'autant moins que l'on mettra en œuvre des recyclages courts au sein d'un procédé, ou une cascade d'utilisations tenant compte de la dégradation de la qualité d'eau (à chaque usage sa qualité), pouvant aboutir à l'arrosage d'espace vert.

Avant de traiter les rejets d'un site, la première démarche à mettre en œuvre est d'acquérir une bonne connaissance des flux en quantité et qualité; souvent des mesures simples mènent à des économies substantielles sur les consommations et les rejets. Réduire les volumes d'effluents, c'est de facto réduire la taille des équipements de traitement (investissement et encombrement moindres) ou les coûts de collecte si l'on réalise du traitement à l'extérieur. Il est fini le temps où l'on mélangeait tous les rejets pour réaliser un traitement global en bout de tuyau. Une analyse fine des rejets conduira à procéder à des traitements ciblés par type de rejet (préalable à la mise en place des recyclages sur procédé), travaillant au plus près des sources.

Globalement, pour François Morier de Proserpol, « vis-à-vis des rejets toxiques et dangereux, les industriels se tournent de plus en plus vers le rejet zéro. Pour ceux qui rejettent des effluents biodégradables dans des réseaux urbains, le développement du paiement de l'effluent à la charge polluante les incite à des prétraitements plus poussés en entreprise pour rejeter au réseau ou au milieu. On observe également au niveau des rejets en milieu naturel une plus grande vigilance sur la présence de bactéries ». Les traitements biologiques doivent donc être bien menés pour ne pas risquer de relarguer des bactéries. Des propos

confirmés par plusieurs industriels du traitement des déchets rencontrés lors du dernier Pollutec. Jean François Berenger, d'Actibio, relève que « s'il est relativement aisé de parvenir à du zéro rejet sur des effluents chargés en métaux et peu en organique, il est souvent utopique d'envisager un rejet zéro avec des effluents organiques ». Gilles Estiot, directeur commercial de Fairtec-Suez, confirme la tendance des stations d'épuration urbaines à moins accepter d'effluent industriel. « Les industriels se tournent vers des traitements en interne et des rejets au milieu naturel, ce qui oblige à faire des études d'impact du rejet en fonction du milieu. Les techniques utilisées sont alors très liées au niveau de rejet possible, fonction des arrêtés préfectoraux ». Patricia Sire du Cetim va dans le même sens en précisant que « avec l'arrêté ministériel de juin 2006 on demande à l'industriel d'être maître de son impact environnemental ». Demande à la fois plus souple que le respect d'un chiffre unique mais aussi plus exigeante pour estimer le rejet et imaginer le traitement d'effluent idoine.

La demande du marché est simple: des procédés fiables et peu coûteux satisfaisant les normes de rejet. À cela s'ajoute un souhait: la délégation

du traitement. Le mouvement est net dans les grandes entreprises par leur stratégie de sous-traitance de tâches non directement productives. L'intérêt d'une solution de prise en charge globale des différents effluents sera dans la cohérence et la combinaison des traitements allant jusqu'à une gestion complète du cycle de l'eau. Mais l'exploitation déléguée n'est pas réservée aux grands intervenants. Certaines PMI spécialisées proposent dans leur assistance de tels contrats comme Callisto. « Depuis maintenant six ans nous proposons à des PMI ou des entités locales de grands groupes des services et jusqu'à l'exploitation déléguée. Nous avons été parmi les premiers à proposer cela à cette échelle » indique Pierre Chantron.

Les sites gros producteurs d'effluents disposent de leurs unités propres. Pour les faibles quantités, quelques mètres cubes par mois ou par an, la solution la plus simple est la collecte en l'état. Une question se pose pour les sites produisant des quantités moyennes d'effluents. L'industriel doit optimiser son choix: ce peut-être la mutualisation d'une collecte entre plusieurs industriels pour



RGA Environnement

**Les unités de traitement d'effluents industriels Albedo Ind de RGA Environnement fonctionnent sans opérateur, n'utilisent pas de consommables sauf pour les rétrolavages et sont équipées de télésurveillance assurant une gestion intégrale de leur fonctionnement à distance.**

**L'évaporation naturelle peut être aidée comme dans le procédé Nucleos proposé par Irrigaronne: les effluents contenus dans un bassin de stockage sont pompés et arrosent un support maillé spécifique qui accroît la surface d'évaporation en profitant du vent naturel ou d'une ventilation pouvant être couplée à des échangeurs de chaleur, utilisant les énergies résiduelles (vapeurs d'eau, eau chaudes de process, biogaz).**



Irrigaronne

baissier les prix, un stockage temporaire en attendant le passage d'une unité mobile de traitement (cf. encadré ci-contre) voire une unité commune qui traitera de manière plus rationnelle que plusieurs petites unités dispersées.

Il existe des solutions rustiques et efficaces. Par exemple les boues issues de filtration ou autre procédé peuvent être desséchées en bénéficiant des apports gratuits de chaleur et de capacité d'évaporation si l'on dispose de place et de temps. C'est ce que propose Pantek avec Osmofilm®: boues plus ou moins liquides, émulsions et effluents divers sont placés dans une sache spécifique de 250 litres perméable placée dans une caisse palette gerbable. L'eau s'évapore naturelle-

ment à travers la sache jusqu'au séchage total du produit. Le procédé est particulièrement bien adapté pour traiter in-situ les faibles volumes de déchet (les utilisateurs de la technologie traitent entre 1 m<sup>3</sup> et 85 m<sup>3</sup> par an d'effluents). La solution Osmofilm® fonctionne sans machine et sans utilisation d'énergie fossile. Les utilisateurs d'Osmofilm® ont au final entre 70 et 99 % de déchet en moins à détruire et réalisent entre 30 et 80 % d'économies. Dispositif comparable avec le Geotube, ces "chaussettes" de Ten Cate Geosynthetics conçus pour les boues de lagune. L'évaporation naturelle peut être aidée comme dans le procédé Nucleos proposé par Irrigaronne: les effluents contenus dans un bassin de stockage sont pompés et



TIA

**Abattement de DCO, élimination de polluants spécifiques, épuration des eaux de pompage, recyclage des eaux industrielles, procédés de concentration, séparation, T.I.A. est spécialisé dans la définition et la mise en œuvre de solutions de filtration membranaire**

## Effluents industriels: des actions concertées avec le Cetim

À la demande de la CCI Nord-Isère, le Cetim a réalisé une étude sur le bassin de la Bourbre, une rivière qui ne parvient pas à atteindre les objectifs de bon état.

Un recensement des entreprises mécaniques a été réalisé ainsi qu'une étude sur leurs pratiques. Si une entreprise génère un volume d'effluents supérieur à 300 m<sup>3</sup>/an une unité interne de concentration par évaporation est viable. A moins de 5 m<sup>3</sup>/an, la collecte directe est la plus simple et économique. Entre les deux il faut pousser la réflexion. À plus de 50 m<sup>3</sup>/an un stockage vrac en grosse citerne et ramassage se justifie. Entre 5 à 50 m<sup>3</sup>/an une solution de concentration d'effluents par évaporateur mobile est envisagée. La chose se pratique déjà autour de Clermont-Ferrand par la société SEM spécialisée en maintenance mécanique. Une expérience sera menée courant 2008 dans deux entreprises sur la Bourbre. Mais un autre problème apparaît remarque Patricia Sire: si les entreprises s'occupent de leurs effluents de fabrication, le nettoyage des sols salis par des huiles et autres produits représente une source non négligeable de pollution qui part à l'égout.

arrosent un support maillé spécifique qui accroît la surface d'évaporation en profitant du vent naturel ou d'une ventilation pouvant être couplée à des échangeurs de chaleur, utilisant les énergies résiduelles (vapeurs d'eau, eaux chaudes de process, biogaz). Une solution qui ne s'applique pas à tout effluent mais peu coûteuse pour évaporer 95 à 99 % de l'effluent en réduisant l'emprise au sol. Les solutions biologiques comme les lits de roseaux commencent à être utilisées pour les effluents industriels (cf. le prix des techniques innovantes de Pollutec pour la phytoépuration sur boues industrielles de l'IMEP, Institut méditerranéen d'écologie et de paléocologie).

Bionis Environnement est par exemple spécialisé dans le "traitement naturel" des eaux usées avec les Taillis à Très Courtes Rotation de saules. Ce procédé allie le pouvoir épurateur du sol avec le pouvoir épurateur des saules. Des installations ont déjà été réalisées dans les industries agroalimentaires, les communes rurales (de 160 à 1.000 EH), les élevages bovins et porcins, les lixivats de compostage, l'équarrissage, la déshydratation de sang, les sucreries, etc..

Les effluents chargés en matières organiques peuvent être source d'énergie avec un traitement anaérobie. Le renchérissement du prix de l'énergie devient un facteur déclenchant pour l'investissement dans ce genre de solution, d'autant plus que les procédés sont au point. Gilles Estiot constate que la demande évolue: « la biogaz brûlé dans un moteur entraîne un alternateur

**A Pollutec, DAS présentait pour la première fois un bioréacteur à ruissellement pour le traitement intensif des eaux usées industrielles. Pour accroître la surface de contact et les cinétiques d'échange de matière entre l'air, les bactéries et l'eau à épurer, celle-ci ruisselle gravitairement sur un matériau de garnissage à petits grains; de plus, un ventilateur assure une circulation forcée d'air à contre-courant.**



DAS

pour produire du courant vendable sur le réseau. La chaleur du moteur est utilisable pour concentrer des effluents dans un évaporateur. On réalise ainsi de la cogénération. Comme les primes à la cogénération ont augmenté, on constate un regain d'intérêt pour ces solutions. Une évolution plus économique que technologique ».

La distillerie de Thouarcé (37) a fait un choix analogue en alimentant ses chaudières avec le biogaz produit par le digesteur construit clés en main par Proserpol.

Chers ces traitements? Ils ont un coût certain. Mais force est de constater qu'en traitant correctement ses effluents, on gagne sur d'autres points: sans considérer l'évite-

ment d'amendes, le suivi des rejets conduit bien souvent à un meilleur suivi de procédé avec des retours positifs sur la qualité de la production et sa régularité. Un retour difficile à quantifier.

Pour Harold Mette, directeur général de Equip'Hydro, « L'approche des applications de réutilisation des eaux résiduaires implique un coût économique qui dans la plupart des cas est la première barrière à franchir ». Equip'Hydro travaille sur plusieurs projets de réutilisation dont l'un concerne les eaux de détagage de wagons par traitement physicochimique classique et filtration sur charbon actif. « En France, et de plus en plus, les industriels recherchent des solutions de re-use pour leurs effluents souligne Harold Mette. C'est certainement le fait de normes de plus en

plus strictes et du coût de plus en plus important de traitement des déchets. Car les pays du nord de l'Europe ont déjà et depuis longtemps imposés ces normes par des coûts souvent exorbitants de retraitement des déchets ».

Julien Brochier, directeur commercial chez Vivlo, affirme pour sa part que « les technologies de recyclage des eaux existent depuis 15 ans, elles sont reconnues et obtiennent des performances élevées en termes de qualité épuratoire et de réduction de volume du déchet final, plus que les systèmes dits classiques. Malheureusement, ces technologies, rarement préconisées par méconnaissance alors qu'elles sont compétitives en terme de coûts (investissement et exploitation), ont fait leur preuve et obtiennent de bien meilleurs résultats épuratoires ».

### Concentrer et détruire

Le traitement des effluents se résume à trois grandes fonctions: concentrer par précipitation (traitement physico-chimique) ou par évaporation, filtrer pour séparer des particules solides, détruire par un traitement biologique ou chimique. La réduction des teneurs dans les rejets pousse l'ingénierie à utiliser chaque technologie de traitement à son optimum d'efficacité avec bien souvent



Ondeo IS

**Ondeo IS a développé le Biofor®, bioréacteur aérobie à bactéries fixées sur un matériau spécifique (Biolite) placé en lit fixe immergé traversé par un flux ascendant d'eau et d'air. Il est utilisé par exemple aux Papeteries du Léman depuis 2004 sur un débit de 16.000 m<sup>3</sup>/j.**



Pall

**Pall propose également les membranes céramiques Membralox®, qui se caractérisent par leur résistance thermique, chimique et mécanique sur des effluents industriels. Couplées à des réacteurs biologiques, elles séparent les microorganismes de l'eau traitée.**

des traitements en cascade. Sur chaque fonction de nombreuses technologies sont disponibles.

On note une intensification des procédés qui conduit à des unités plus compactes souvent moins gourmandes en énergie. Le traitement physico-chimique reste un grand classique mais il faut ensuite décanter et filtrer, opérations optimisées par exemple dans des équipements comme Delreb de Stereau pour la décantation lamellaire à raclage rotatif des boues après précipitation, Actiflo Turbo un décanteur pour eau de procédé développé par Veolia Eau Solutions & Technologies (VWS) etc. En matière de procédé plus intense, Ondeo IS a développé pour l'industrie le Biofor®, bioréacteur aérobie à bactéries fixées sur un matériau spécifique (Biolite) placé en lit fixe immergé traversé par un flux ascendant d'eau et d'air (utilisé par exemple en polissage d'effluents de raffinerie avant rejet en milieu naturel sur un débit de 10.000 m<sup>3</sup>/jour).

Les bioréacteurs à membranes relèvent du même souci de compacité. Ils peuvent être de deux types : un bioréacteur classique dont le milieu de culture passe dans une unité de filtration externe ou des membranes immergées dans le milieu de culture. Leurs performances peuvent être élevées tout comme la qualité de l'effluent en sortie : MES inférieures à 2 mg/l, DCO inférieure à 10 mg/l, phosphore inférieur à 0,5 mg/l comme le revendique Ondeo IS pour ses équipements. Performances comparables affichées par les installations de Proserpol qui souligne des avantages comme la moindre production de boues à volume égal

de réacteur, l'insensibilité à la dénitrification et le risque de bactéries filamenteuses contourné. Veolia Water STI propose le Biosep avec des cassettes membranaires immergées; les concentrations en boues sont élevées : 12 g/l au lieu de 4 d'où des bassins plus compacts. Compacité appréciée lorsqu'il s'agit d'accroître la capacité d'un site déjà encombré comme chez Cooperl à Lamballe. L'abattoir a connu deux extensions successives en 2004 et 2006 de 18 et 12 t/DCO semaine, absorbées par des Biosep. C'est un avantage des membranes d'agrandir des installations plus facilement. Un paramètre important des réacteurs aérobies est l'apport d'oxygène. À Pollutec, DAS (Allemagne) présentait pour la première fois un bioréacteur à ruissellement pour le traitement intensif des eaux usées industrielles. Pour accroître la surface de contact et les cinétiques d'échange de matière entre l'air, les bactéries et l'eau à épurer, celle-ci ruisselle gravitairement sur un matériau de garnissage à petits grains; de plus, un ventilateur assure une circulation forcée d'air à contre-courant. La circulation des flux consomme peu d'énergie. Là encore le principe de modularité est employé avec des

**Vivlo a installé en 2007 un évaporateur à pompe à chaleur sur une chaîne de traitement de surface avec bains de dégraissage chez Siemens à Grenoble. La qualité du distillat autorise la réutilisation directe de l'eau sur les postes de rinçage de la chaîne et la préparation des bains de traitement. Le volume de déchet ultime à évacuer ne représente plus que 5 % du volume initial.**



Vivlo

réacteurs en polyéthylène pour une installation et des extensions faciles tout en réduisant les coûts d'investissement.

### Réduire les volumes par évaporation

Une tendance très nette est la réduction de volume des effluents aqueux par évapoconcentration dont on voit se multiplier l'offre; les coûts de collecte sont ainsi fortement diminués. On concentre toutes sortes de fluides : solutions salines, émulsions, fluides de coupe etc. Il est rare d'aller jusqu'au résidu sec, car un liquide même visqueux se déplace facilement par pompage. « La France a un gros retard sur cette technique largement utilisée en Allemagne et en Italie. Pourtant les temps de retour sont parfois très courts, notamment sur les effluents toxiques » précise Philippe Ridel de Ridel Environnement. Avis partagé par Julien Brochier de Vivlo, société qui propose des équipements de 200 l/j à 300 m<sup>3</sup>/j.

Fairtec cite un exemple sur des effluents de fonderie (eau de poteyage) : avec un facteur de concentration de 16, les effluents sont passés de 10.000 t/an traités à 120 €/t à 625 t/an de concentrats traités à 230 €/t, soit une économie de 1M€. Vivlo a installé en 2007 un évaporateur PAC 12000 SAF EE de 500 l/h à pompe à chaleur sur une chaîne de traitement de surface avec bains de dégraissage chez Siemens à Grenoble. La qualité du distillat autorise la réutilisation directe de l'eau sur les postes de rinçage de la chaîne et la préparation des bains de traitement. Le volume de déchet ultime à évacuer ne repré-

## Biocarburants : un nouveau type d'effluents à traiter

C'est une face cachée de l'engouement pour les biocarburants. Leur production génère comme toute activité industrielle des effluents très chargés.

À matières biologiques, solutions biologiques, procédés efficaces en énergie pour les opérations de séchage et optimisation du cycle de l'eau. Concentration de vinasses à haut rendement par procédé HESC, Actiflo en décantation accélérée, Idraflot pour la flottation, réacteurs anaérobies...

Toute une palette de procédés proposés par Veolia Water Solutions & Technologies qui illustre cette problématique de cas divers en Allemagne, France et aux États-Unis tant sur des productions de bioéthanol que de biodiesel. La valorisation énergétique des effluents est



**Vue d'une installation de traitement des effluents d'une industrie des biocarburants, mise en service en 2006. Cette installation est couplée d'un traitement anaérobie UASB.**

de manière élégante de lutter contre des pollutions qui ne sont pas inéluçables.

Tami Industries fabricant de membranes, carters et joints cite des applications en traitement de surface à 80 °C et pH extrêmes.



Tami Industries

sente plus que 5 % du volume initial. L'offre d'équipements est large depuis le petit appareil d'un mètre cube par jour à de grosses installations. Installations fixes, mobiles ou transportables sur skid ces équipements sont fabriqués et assemblés par Bionis, ESF Filtration, H2O GmbH, Serep, Tecnofil Industries ou Vivlo par exemple. Ridel propose deux types d'appareils: les évaporateurs à compression mécanique de vapeur et ceux à pompe à chaleur. « La différence entre les deux procédés se situe sur la température d'évaporation et sur les consommations d'énergie. L'évaporateur à compression mécanique travaille à 85 °C et consomme deux à trois fois moins d'énergie qu'un évaporateur à pompe à chaleur qui travaille à 35 °C » indique-t-on chez Ridel. Mais à basse température, la corrosion est diminuée, les produits risquent moins la décomposition donc maintenance facile. Chaque technique a ses avantages.

L'industrie agroalimentaire (transformation des viandes, huileries...) génère des effluents gras récupérés dans des bacs à graisse puis collectés par des ramasseurs spécialisés. Une alternative moins coûteuse pour les PMI est en développement en région Midi-Pyrénées, basée sur un traitement de saponification avec rejet en réseau d'assainissement collectif. Les plateformes technologiques Viandes et Salaisons

de Rodez, GH2O d'Albi et les Critt régionaux développent cette solution. Dans les plus grosses unités un traitement sur place en station spécialisée est possible: exemple les unités développées par Carbofil avec un réacteur d'oxydation spécifique qui assure un brassage intense et une forte oxygénation; des charges de plusieurs centaines de kilogrammes par jour sont traitées.

Mais ces graisses animales ou végétales représentent un potentiel d'énergie important et qui peut être transformé sur place et fournir de la chaleur. La société Lacaze a développé un brûleur spécifique Fat Fuel



Ridel Environnement

**Ridel Environnement a installé plusieurs Evaporateurs à Compression Mécanique de Vapeur sur le site de SNECMA - Corbeil (91) depuis 2004 pour retraiter les bains des machines de nettoyage lessiviel. La qualité du distillat récupéré permet d'obtenir des rinçages de très haute qualité capable de produire des pièces exempte de traces après rinçage.**

Burner avec l'IFP (Institut Français du Pétrole) pour brûler des graisses issues de procédé agroalimentaire dans de bonnes conditions et produire de l'eau chaude (l'activité traitement d'effluents est sus-

## Un réseau de partenaires pour répondre à la problématique zéro rejet

La mise en place de solutions de traitement nécessite une technicité de plus en plus grande, en raison des objectifs à atteindre de plus en plus contraignants. Pour atteindre ces objectifs, la liaison amont/aval (process de production/process de traitement des déchets) est devenue primordiale et nécessite une expertise technique pointue qui ne peut être obtenue que par un travail en partenariat étroit d'entreprises ayant des spécificités différentes. Par exemple, la mise en place d'un recyclage d'effluent sur un process de traitement de surface par "vibroabrasion" doit prendre en compte le choix des produits, la mise au point des procédures sur les vibrateurs, l'aménagement de l'atelier, la définition du matériel de traitement nécessaire (optimisation des outils de production et recyclage), le suivi et la maintenance des installations...

C'est dans ce cadre, notamment, et pour répondre à cette problématique, que nous avons créé un réseau de partenaires qui regroupe des entreprises comme Bioenvy International (Ingénierie technique environnement, Procédés et produits écologiques de nettoyage et dépollution industriels), Agaster (développement de machines de centrifugation), Tera Industrie (machines de vibroabrasion), Atys-Sobek (expertise technique déchets liquides, étude/dimensionnement et suivi d'installations) et Afig Foessel (spécialisée dans la mise en place et le suivi de matériels de traitement d'eaux de process et d'eaux usées). Ce fonctionnement en réseau permet une réflexion plus large et plus approfondie et profite de l'expérience de chacun des partenaires pour une efficacité accrue.

pendue à ce jour). La société S3D de Nantes s'est créée depuis un an et se lance sur ce créneau de la récupération et valorisation de graisses à partir du procédé Valorfat. Il permet de transformer des huiles et graisses animales en biocarburant sur site afin d'alimenter un groupe électrogène. Ce dernier produit alors de l'électricité et de la chaleur directement utilisable par l'entreprise utilisatrice. Le déchet devient donc une source d'énergie réduisant ainsi sa facture énergétique.

En matière de filtration, les membranes (micro et ultrafiltration, osmose inverse) et l'ingénierie de leur mise en œuvre ont fait de gros progrès. Un des points clés de la pérennité des membranes est la qualité des prétraitements notamment l'élimination d'éléments abrasifs qui endommagent les membranes. On les retrouve sur tous les types d'effluents y compris des solutions très agressives chimiquement. Les membranes minérales résistent à la température. Tami Industries fabricant de membranes, carters et joints et sa société sœur SIVA qui conçoit et fabrique des installations intégrant les membranes de filtration tangentielle en céramiques de Tami Industries pour, entre autres, toutes les applications concernant le traitement d'effluents industriels, de bains de dégraissage, lixiviat, etc., citent des

## Le procédé OVH® Oxydation par Voie Humide

L'Oxydation par Voie Humide (OVH) de Granit Technologies permet d'oxyder la fraction organique d'un liquide. Ce procédé est utilisé pour le traitement de boues municipales ou industrielles ainsi que pour le traitement d'effluents industriels contenant des charges importantes de polluants organiques.

L'OVH est la réaction en phase liquide entre des substances organiques et de l'oxygène à des pressions et températures importantes. Au cours de l'oxydation, les composés organiques réagissent avec l'oxygène pour former du gaz carbonique et de l'eau :

Matières Organiques + Oxygène → CO<sub>2</sub> + eau + petites molécules organiques biodégradable et un gaz en faible quantité. Si la fraction

minérale contenu dans l'effluent à traiter est importante (cas de boues de STEP), on obtiendra aussi un résidu minéral solide, qui est l'équivalent des cendres après l'incinération. Les effluents obtenus après le traitement d'oxydation peuvent être recyclés à l'intérieur des process ou rejetés au milieu naturel.



separé du liquide par une simple filtration. En fin de réaction, on obtient un liquide contenant encore un peu d'organique résiduel très facilement

première démarrée en Europe en 2000 est celle de Peterborough au Royaume Uni qui traite 65 m<sup>3</sup>/h d'effluent secondaire à des fins de réutilisation. Pall propose également les membranes céramiques Membralox®, qui se caractérisent par leur résistance thermique, chimique et mécanique sur des effluents industriels. Couplées à des réacteurs biologiques, elles séparent les microorganismes de l'eau traitée. Aquasource vient de son côté de lancer une nouvelle unité de traitement baptisée Re-Source™, permettant un recyclage des eaux usées. Cette unité de filtration dite "tout-frontal" met en œuvre un procédé d'ultrafiltration utilisant des membranes en fibres creuses organiques dites à peau interne en polysulfone hydrophile: Alteon™. Le procédé de l'unité Re-Source™ s'appuie sur deux brevets Degre-mont: le procédé Coral® (utilisation de la micro-coagulation) et le procédé de rétrolavage à l'air. L'unité Re-Source™ est conçue pour fonctionner de manière autonome. Ce savoir-faire procédé est aussi disponible pour les OEM qui souhaitent concevoir leurs propres systèmes à partir des membranes Alteon™

Les métaux en solution

et plus généralement les sels peuvent être traités par échange d'ions pour récupération et concentration. Ce procédé de récupération nécessite une régénération qui entraîne elle-même un rejet salin. Rendre les installations plus compactes par une meilleure hydraulique des écoulements et la répartition des lits échangeurs d'ion est une préoccupation constante (cf. procédé Eco-Tec filiale Proserpol). Julien Brochier, Vivlo, affirme que « les volumes d'éluats et de régé-

## Un exemple de rejet zéro

Labono développe le procédé breveté Turbido de traitement d'eaux usées industrielles qui consiste en une station compacte et éventuellement mobile de traitement physico-chimique d'effluent par coagulation-floculation. Le procédé permet une optimisation de la consommation de réactifs et une séparation améliorée entre boues et eau traitée. Enfin, le procédé est auto-adaptable à la charge de pollution entrante.



Labono a dernièrement mis en service une station Turbido sur une application permettant un "rejet zéro". Le site, situé dans le Doubs (25) fabrique des baguettes de soudure. La production nécessite de fondre des métaux, dont les poussières et fumées de fusion sont orientées vers un laveur de gaz par voie humide. L'eau du laveur se charge progressivement de particules métalliques en solution, le dispositif perd de son efficacité de filtration jusqu'à occasionner un relargage intempestif à l'atmosphère. En particulier, des rejets de cadmium ont nécessité de trouver une solution pour éviter tout relargage à l'atmosphère. Les rejets d'eau au réseau, contenant également du cadmium étaient aussi visés. Labono a mis en service une station Turbido de traitement en continu et en circuit fermé de l'eau provenant du laveur de gaz. L'abattement des métaux lourds est réalisé avec un réactif spécifique (chélatant des métaux). Les abattements obtenus sont intéressants :

- MEST : plus de 98 % (de 150 mg/L à moins de 2 mg/L)
- Cadmium : 99,9 % (de 550 mg/L à moins de 0,5 mg/L)

Aujourd'hui, l'entreprise ne rejette plus du tout d'eau contaminée en cadmium vers le réseau, et les relargages intempestifs atmosphériques toxiques sont totalement éliminés.

Dernièrement le procédé Turbido a été mis en service sur une nouvelle problématique industrielle : traitement des lixiviats d'une plateforme de maturation de mâchefers. L'entreprise se situe en Isère (38).

La société Granit Technologies SA a développé l'oxydation par voie humide, abrégé OVH, un procédé d'oxydation en phase aqueuse (alternatif à l'incinération et excédentaire en énergie) qui permet de traiter les effluents liquides à forte charge organique ou inorganique difficilement dégradable de stations d'épuration ou de procédés industriels sans l'utilisation de produits chimiques et/ou catalyseurs.

Dans l'OVH Granit®, la matière organique est transformée en gaz carbonique et en eau (environ 70 - 85%) et en composés organiques entièrement biodégradables (liquide). Les proportions de ces divers composés dépendent de la composition de l'effluent à traiter et des paramètres d'exploitation pression/température qui sont optimisés en fonction du but recherché.

L'OVH Granit® peut traiter :

- des boues provenant des stations d'épuration communales ou industrielles,
- des sous produits industriels organiques et inorganiques ex : liqueurs noires, déchets d'abattoirs, mercaptans, eaux mères industrielles, S<sup>2-</sup>, HS<sup>-</sup>, CS<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup>, etc.

Dans la plus part des cas, l'OVH Granit® permet une valorisation rationnelle des sous produits d'oxydation liquides et solides ex : production de biogaz, récupération des matières premières, additifs pour l'industrie de briques, etc.

**Boues d'épuration :**  
30 m<sup>3</sup> de boue déshydratée à 25 % de Matière Sèche produit

- 3,6 tons (3 m<sup>3</sup>) de méthane oxydé valorisable en briqueterie,
- Plus de 430 m<sup>3</sup> de biogaz supplémentaires,
- Plus de 12.000 kW thermiques équivalents eau chaude à 90 °C pour chauffer les digesteurs ou pour toute autre application soit une économie de plus de 1000 litres de mazout.
- Aucun autre refus liquide ou solide supplémentaires.

**GRANIT**  
Grand Chêne 5 -  
CH - 1003 Lausanne (Suisse)  
Tél. 00+41 (0)21 318 7510  
Fax +41 (0)21 318 7511  
E-mail : info@granit.net  
http://www.granit.net

«*nération se réduisent* ». Les échangeurs d'ions répondent aujourd'hui dans de bonnes conditions économiques et techniques aux besoins industriels. Une amélioration des échangeurs d'ions apparaît sur le marché avec les produits développés par Creat, le centre de recherche développement de Chargeurs Interlining et Intissel. Les supports utilisés sont à base de tissés et de non-tissés avec des avantages certains dans des problématiques industrielles de traitement de métaux lourds. Grâce à leur très grande surface développée couplée à une très bonne accessibilité des sites échangeurs d'ions, le captage de polluants même à très faible concentration se révèle efficace en termes de cinétiques d'échanges. Nabila Kourda et Sébastien Paillet, en charge du développement technique et commercial de ces produits, indiquent que des tests en situation sur des effluents industriels sont actuellement menés et des recherches de partenariat avec des sociétés de filtration sont entreprises.

Au-delà de ces procédés classiques, lorsque

Pour certaines applications industrielles, il est tout à fait possible de cumuler un zéro déchet à un zéro rejet. Un exemple en est fourni dans l'une des usines du groupe Lafarge qui fabrique des tuiles. Ces tuiles contiennent différents additifs destinés à améliorer leur résistance et leur étanchéité. En fin de fabrication, une peinture recouvre le produit pour lui donner la couleur souhaitée. Lors des lavages des machines qui sont très fréquentes, l'eau se retrouve polluée par des matières en suspension et les différents additifs utilisés. L'installation réalisée par la société Purostar assure la collecte, l'homogénéisation, la coagulation, la floculation et la décantation des eaux de fabrication. L'eau clarifiée sortant de l'installation développée par Purostar est réutilisée



Purostar

à 100 % pour la composition du mélange sable-ciment destiné à la fabrication des tuiles. Les boues décantées sont recyclées elles aussi à 100 % dans les matières premières utilisées pour la fabrication des tuiles. Il y a donc zéro rejet et zéro déchet pour cette installation réalisée par Purostar chez Lafarge.

certain produits sont très difficiles à dégrader, il faut recourir à des moyens plus radicaux. C'est le cas de l'oxydation humide développée par la société suisse Granit. Un cas d'application parmi d'autres, la destruction des liqueurs noires aux Papeteries du Léman. Le débit de l'ordre de 60 m<sup>3</sup>/j est traité à 300 °C et 200 bar pour une destruction de la matière organique supérieure à 90 %. Une combustion "dans l'eau" qui permet de récupérer près de 10 t/j de vapeur.

La société Serep, basée au Havre, propose outre des technologies classiques de traite-

ment des eaux industrielles (traitements physico-chimiques, évaporateurs sous vide CMV, ...), des procédés propres tels l'électrocoagulation et l'ozonation catalytique. Ce dernier permet de minéraliser les polluants organiques même classiquement réfractaires aux oxydants, et ceci sans générer de boues. Le procédé d'ozonation catalytique est ainsi particulièrement efficace pour le traitement de la DCO dure avec des coûts d'exploitation très compétitifs. Serep peut réaliser des essais laboratoire et sur site pour démontrer l'intérêt de cette technologie innovante. ■

**CALLISTO**  
PRÉSENTATION ET DIMENSIONNEMENT  
ÉTUDES ET RÉALISATION

**Ingénierie de l'eau**

- Traitement des effluents industriels
- Conception, installation, rénovation
- Maîtrise d'œuvre
- Technologies propres
- Audit - Bilan
- Exploitation

Installation de traitement en rejet zéro avec évapo-concentration et ultrafiltration

Tél. 05 55 06 09 96 - Fax 05 55 30 55 14 - 87000 Limoges  
<http://www.callisto.fr>  
E-mail : [accueil@callisto.fr](mailto:accueil@callisto.fr)

**Traitement des effluents et lixiviats par évaporation forcée AVEC LE PROCÉDÉ NUCLÉOS**

**IRRIGARONNE ENVIRONNEMENT**  
[www.irrigaronne.fr](http://www.irrigaronne.fr)

AGEN : B.P. 100 - Z.I. DE BOE 47553 BOE Cedex Tél. : 05 53 77 41 00  
Fax : 05 53 96 08 16 e-mail : [irrigaronne@irrigaronne.fr](mailto:irrigaronne@irrigaronne.fr)

VALENCE : R.N. 7 - B.P. 6 - 26800 ÉTOILE /RHÔNE Tél. : 04 75 57 00 99  
Fax : 04 75 57 46 25 e-mail : [irrigaronne@wanadoo.fr](mailto:irrigaronne@wanadoo.fr)