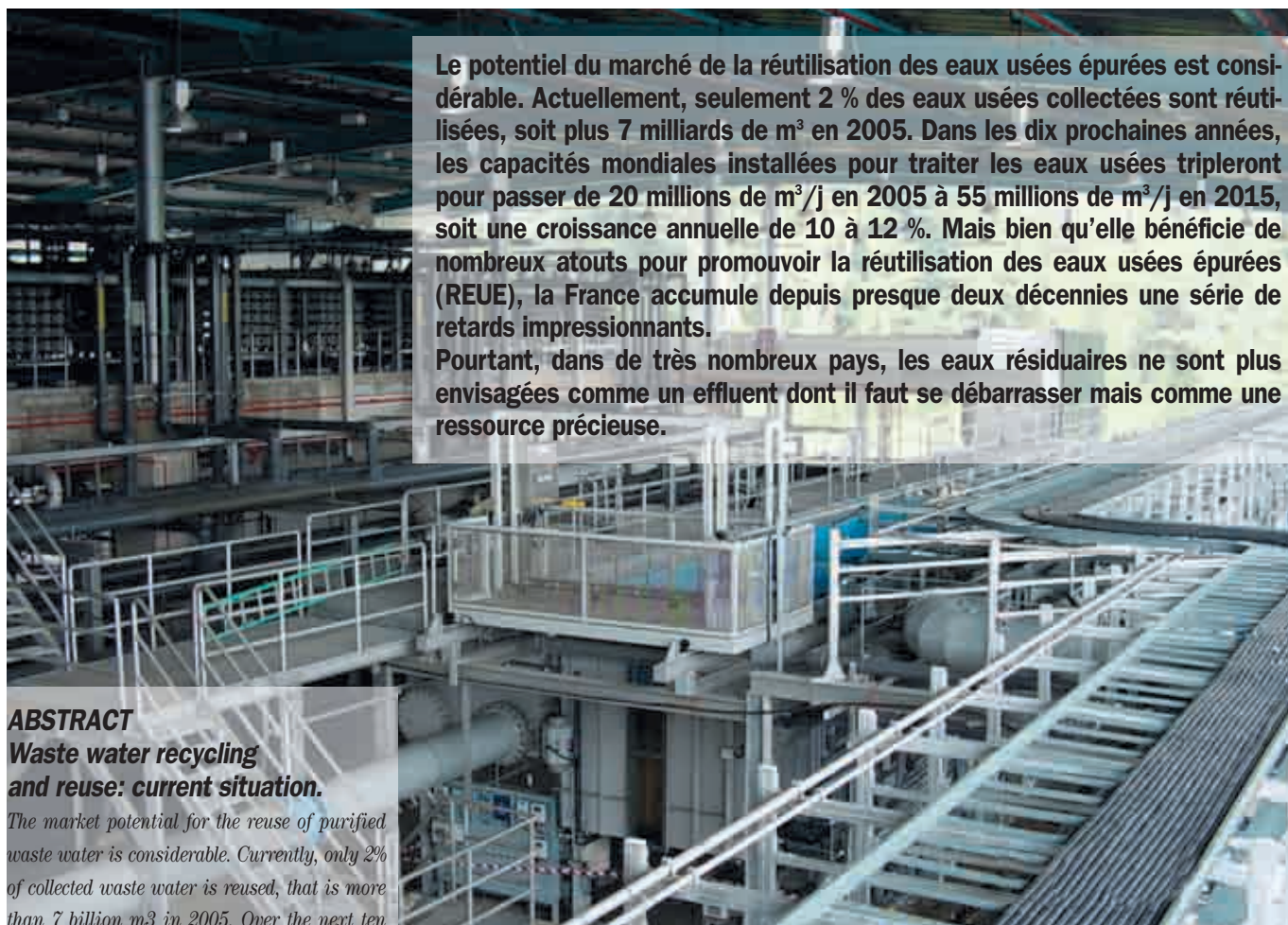


Recyclage et réutilisation des eaux usées : ou en sommes-nous ?

Réalisé par Christophe Bouchet



Le potentiel du marché de la réutilisation des eaux usées épurées est considérable. Actuellement, seulement 2 % des eaux usées collectées sont réutilisées, soit plus 7 milliards de m³ en 2005. Dans les dix prochaines années, les capacités mondiales installées pour traiter les eaux usées tripleront pour passer de 20 millions de m³/j en 2005 à 55 millions de m³/j en 2015, soit une croissance annuelle de 10 à 12 %. Mais bien qu'elle bénéficie de nombreux atouts pour promouvoir la réutilisation des eaux usées épurées (REUE), la France accumule depuis presque deux décennies une série de retards impressionnants.

Pourtant, dans de très nombreux pays, les eaux résiduaires ne sont plus envisagées comme un effluent dont il faut se débarrasser mais comme une ressource précieuse.

ABSTRACT

Waste water recycling and reuse: current situation.

The market potential for the reuse of purified waste water is considerable. Currently, only 2% of collected waste water is reused, that is more than 7 billion m³ in 2005. Over the next ten years, the world installed capacity for treating waste water shall triple, rising from 20 million m³/day in 2005 to 55 million m³/day in 2015, i.e. an annual growth of 10 to 12%. But, though it has many assets for promoting the reuse of purified waste water (Réutilisation des Eaux Usées Épurées - REUE), France has, over the past two decades, fallen significantly behind. Yet in many countries, waste water is no longer considered as effluent to be disposed of, but rather as a precious resource.

L'usine de Kranji (Singapour) construite par Veolia Water Solutions & Technologies (VWS) fait actuellement figure de référence car l'eau traitée est utilisée comme ressource d'appoint pour la consommation humaine et alimente également le secteur industriel de la micro-électronique. Microfiltration + osmose inverse + U.V. sont les principales technologies mises en œuvre.

A lors qu'elle figurait au début de la décennie 1980 parmi les pays du monde les plus en pointe sur le sujet, alors qu'elle compte parmi ses champions nationaux les entreprises les plus pointues du domaine qui contribuent direc-

tement, seuls ou en consortium, à la plupart des grands projets de réutilisation des eaux usées dans le monde, notre pays reste cantonné à des réalisations d'envergures très limitées.

Cette situation est d'autant plus paradoxale

Les traitements physiques conventionnels font le plus souvent appel à une filtration suivie d'une désinfection lorsque l'eau traitée est destinée à l'irrigation.



Veolia

que le contexte hydrologique qui a prévalu ces dernières années aurait dû favoriser un recours bien plus massif à la réutilisation des eaux usées épurées. Les sécheresses successives ont pourtant clairement montré combien était fautive l'idée selon laquelle, parce qu'elle était censée disposer de ressources abondantes, même inégalement réparties, la France n'avait pas besoin de recourir à une ressource complémentaire. Les fortes tensions qui ont pesé sur la ressource dans bien des régions à l'occasion des épisodes de sécheresse ces dernières années et les nombreux arrêtés de restriction ou d'interdiction relatifs aux prélèvements et aux usages sont là pour le prouver. En plus d'être erronée, cette analyse a mis en lumière une méconnaissance grave des avantages environnementaux, compétitifs et économiques de la réutilisation des eaux usées.

La réutilisation des eaux usées: des avantages environnementaux, compétitifs et économiques avérés

Longtemps, les bénéfices escomptés de la réutilisation des eaux usées épurées ont été limités au simple aspect quantitatif, à une ressource alternative qui serait disponible en cas de besoin et en dernier recours. Bien que cette analyse ne soit pas fautive, elle reste largement insuffisante, et pour tout dire, assez courte. Car si la réutilisation des eaux usées épurées permet de mobiliser des

ressources supplémentaires de bonne qualité en court-circuitant le cycle naturel de l'eau, elle contribue également à assurer l'équilibre de ce cycle et la protection des milieux en conservant et en préservant les ressources et en réduisant les rejets de nutriments et de polluants dans le milieu récepteur. À l'avantage quantitatif, s'ajoute donc un avantage environnemental qui fait de la REUE une mesure de protection environnementale à part entière. Et pourtant, cette technique qui pourrait permettre de sauvegarder et d'améliorer la

qualité de bien des milieux récepteurs sensibles apparaît encore peu exploitée en France. Et ceci alors même que l'objectif d'atteindre un "bon état écologique" des eaux devrait constituer un contexte favorable pour la promotion de projets de REUE.

Pourquoi ce retard? Persistance du postulat selon lequel notre pays n'a pas besoin de recourir à ce nouveau type de ressource? Cécité quant aux multiples avantages qu'elle procure? Doutes sur l'efficacité des traitements et donc sur la qualité de l'effluent proposé à la réutilisation? Problème d'acceptabilité sociale? Frilosité et réticence à faire

évoluer une réglementation confite dans des préceptes aussi dépassés qu'obsoletes? Il y a sans doute un peu de tout cela dans cette incapacité chronique à franchir une étape que bien des pays pourtant autrement moins bien armés que nous ont franchis depuis plusieurs années.

Un autre facteur pèse: la réglementation française qui a largement contribué à retarder la mise en œuvre d'une technique qui s'impose pourtant partout ailleurs dans le monde.

Un mode de gestion de l'eau contrecarré par un contexte réglementaire restrictif

En France, à ce jour, la réglementation sur la réutilisation des eaux usées épurées ne concerne que la réutilisation agricole. Il y a donc, pour l'instant, un vide juridique concernant les nombreux autres usages concernés par cette technique, bien peu propice à l'émergence de nouveaux projets. Interpellée par un député lors des questions au gouvernement en janvier 2007, Nelly Olin, alors ministre de l'écologie, avait indiqué qu'un arrêté fixant les règles applicables à cette technique était prêt et en attente de l'avis de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail... Un an plus tard, on attend toujours...

Quant à l'Union Européenne, elle accuse un retard énorme sur le sujet puisqu'elle se borne à indiquer dans un texte ancien de plus de 15 ans (l'article 12 de la directive CEE numéro 91/271 de 1991 sur les eaux



Suez environnement

A Bora Bora, Suez Environnement a mis en place un traitement tertiaire par membranes d'ultrafiltration permettant de produire une eau recyclée de haute qualité. À l'heure actuelle, le recyclage des eaux usées permet d'économiser 10 % des ressources en eau douce de l'île.

En 2006, Vivlo a réceptionné une installation de recyclage des eaux usées d'une tréfilerie haut savoyarde. Le procédé mis en place, une première en France, a permis de traiter les effluents de rinçage directement dans l'évaporateur sans prétraitement.

usées), que « *Les eaux usées traitées sont réutilisées lorsque cela se révèle approprié* ». Difficile de trouver plus abscond.

Pour tenter de compenser ces lacunes et limiter le retard accumulé, certains pays membres ont choisi d'adopter leur propre réglementation. Mais cette démarche volontariste n'a pas permis l'émergence d'une unité européenne qui seule pourrait inciter au développement de la réutilisation des eaux usées en l'intégrant enfin parmi les grands standards de la gestion des eaux. C'est d'autant plus regrettable que les techniques existent et qu'elles sont matures.

Recyclage et réutilisation : les techniques de traitement sont fonction des usages

Les techniques de traitement permettant de recycler et de réutiliser les eaux usées épurées sont aussi nombreuses que matures. Ainsi, en adaptant le niveau du traitement à l'usage considéré qu'il soit agricole, industriel ou urbain et en respectant la réglementation, la pratique est une alternative sûre et sans danger pour la santé publique. Si bien qu'aujourd'hui dans le monde, 19 millions de m³ sont produits à partir de 3.300 unités de recyclage d'eaux usées. Les eaux usées sont

recyclées depuis longtemps dans les zones arides comme la Namibie, où elles s'avèrent même être la ressource la plus fiable. Mais les zones arides ne sont pas les seules à être concernées : dans de nombreuses régions d'Espagne, d'Australie, des États-Unis, du Moyen Orient, d'Afrique Australe, le recyclage est la solution choisie pour améliorer la disponibilité des ressources et réduire la pollution. D'ores et déjà, certains pays et États tels que l'Australie, la Californie, la Floride, Israël, ou la Jordanie ont pour objectif de satisfaire 10 à 30 % de leur demande en eau par cette ressource alternative dans les 5 à 10 prochaines années. En Europe, Chypre et l'Espagne ont les objectifs les plus ambitieux : réutiliser 100 % des eaux usées à Chypre et, à Madrid, satisfaire 10 % de la demande en eau par la réutilisation en augmentant les volumes actuels d'eaux usées soumis à un traitement tertiaire.



Vivlo

Quelles sont les techniques adaptées permettant d'obtenir au final une eau de qualité conforme aux usages envisagés ? On distingue communément les solutions conventionnelles des solutions membranaires. Le recours à l'une ou l'autre de ces solutions est bien souvent fonction du niveau de traitement nécessaire à l'usage requis.

Combiner et associer les traitements conventionnels pour atteindre le niveau de traitement requis

Les traitements physiques conventionnels font le plus souvent appel à une filtration suivie d'une désinfection lorsque l'eau traitée est destinée à l'irrigation. La première étape de filtration a pour but la rétention des matières en suspension, et en particulier des floccs s'échappant des clarifications secondaires. Elle peut être effectuée par filtration mécanique, filtration sur lit granulaire, microfiltration ou ultrafiltration.

La désinfection a pour objectif de réduire le nombre de micro-organismes (bactéries, virus, protozoaires). Elle fait appel à des procédés très différents les uns des autres bien souvent basés sur le triptyque ozone, UV, chlore.

Dans le domaine industriel, de nombreuses sociétés proposent des procédés de recyclage des eaux usées qui s'insèrent au sein



RGA

Avec son procédé breveté Albedo®, RGA Environnement offre un traitement permettant de recycler in situ les eaux de lavage. L'originalité du procédé est d'associer plusieurs technologies (électrocoagulation, clarification, électrolyse, ozonation, filtration tangentielle) dans le but de résoudre de manière efficace, économique et sans réactifs chimiques la problématique des stations de lavage.

A la station d'épuration du Guilvinec, les résultats obtenus avec la combinaison Aqua-RM®/Osmose inverse démontrent le bon potentiel de réutilisation de l'eau produite.



Scnr

même des process. Ainsi, Actibio propose un procédé de recyclage des eaux usées de lavage des véhicules qui permet d'économiser jusqu'à 80 % de l'eau utilisée: l'eau de lavage est préalablement débouée puis déshuilée avant d'être transférée. Une fois épurée, elle est filtrée, chlorée puis stockée avant le lavage d'autres véhicules.

Chez un industriel spécialisé dans l'extrusion d'aluminium, Assisteaux a réalisé une installation complète de recyclage d'eaux de rinçage de dégraissage. Les eaux de rinçage sont traitées dans un évaporateur à compression mécanique de vapeur puis séparées des distillats avant d'être directement réinjectées au sein du process. Avant la mise en route de cette installation, l'industriel ne produisait plus que 400 litres de concentrat par jour contre 4 m³ d'effluents auparavant.

De son côté, Callisto a conçu et livré une installation de traitement en rejet zéro sur effluents industriels de dégraissage-lavage et traitements de surfaces en 2003. Cette installation est exploitée depuis cette date par Callisto et a toujours satisfait aux prescriptions sans provoquer de dysfonctionnements dans la production. Callisto fait appel aux techniques les plus variées en fonction de la nature des effluents à traiter parmi les traitements physico-chimiques, biologiques, membranaires, d'évapo-concentration, échanges d'ions. Ces techniques sont souvent mises en œuvre en combinaison optimisée après détermination des coûts de fonctionnement et d'élimination des déchets générés.

Fort de son expérience dans le domaine du traitement des effluents industriels ESF Fil-



Callisto

Installation de traitement en rejet zéro d'effluents de dégraissage, et huiles solubles avec évapo-concentration et ultrafiltration réalisée par Callisto.

Un exemple de rejet zéro en métallurgie

Labono, spécialisé dans le traitement des effluents avant rejet ou recyclage, développe le procédé breveté Turbido de traitement d'eaux usées industrielles. Ce procédé consiste en une station compacte et éventuellement mobile de traitement physico-chimique d'effluent par coagulation-floculation. Il permet une optimisation de la consommation de réactifs et une séparation améliorée entre boues et eau traitée. Enfin, il est auto-adaptable à la charge de pollution entrante.



Labono

Labono a dernièrement mis en service une station Turbido sur une application permettant un rejet zéro. Le site est une entreprise du Doubs (25) fabricant 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 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 étaient aussi visés, contenant également du cadmium. Labono a mis en service une station 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 considérables:

- 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 de cadmium vers le réseau et les relargages atmosphériques toxiques sont totalement éliminés.

tration associe également différents procédés de traitement pour recycler les eaux de rinçage, de nettoyage, de refroidissement en vue de leur réutilisation. Sur une de ses dernières installations, ESF Filtration a associé deux types de procédés en raison de la forte concentration en polluants, à savoir dans un premier temps un traitement physico-chimique (coagulation/floculation) puis dans un second temps un traitement physico-mécanique (filtration/microfiltration/séparation de phase par coalescence et charbon actif). Cette association permet une réutilisation de l'eau à 100 %.

Proserpol est également spécialisée dans la conception et la réalisation d'installations de traitement et de recyclage d'effluents liquides. Pour ceci, cette société s'appuie sur une combinaison de procédés physico-chi-

miques, biologiques, thermiques et membranaires.

Equip'Hydro travaille également sur des applications de réutilisation des eaux résiduaires, notamment industrielles. Pour Harold Mette, « La démarche implique un coût économique qui dans la plupart des cas est la première barrière à franchir ». Equip'Hydro travaille actuellement sur différents projets de réutilisation :

- réutilisation des eaux de détagage de wagons par traitement physico-chimique classique et filtration sur charbon actif. Les éthanol-amine et méthylpyrrolidone que l'on retrouve dans l'eau résiduaire posent un problème important dont la société recherche la solution par essai pilote avec un fabricant de charbon actif majeur.

- de polymères utilisés dans les peintures et adhésifs, en collaboration avec le laboratoire d'études des polymères de l'université de Strasbourg. La base de données séparation de phase liquide-liquide par membrane d'osmose permet dans ce cas précis d'avancer beaucoup plus rapidement. Equip'Hydro vise à réutiliser les polymères dans le process et l'eau séparée, après traitement, pourra alimenter les chaudières.

- réutilisation de solvants dans l'industrie des adjuvants pour le béton.

De son côté, Corelec Environnement, spécialiste du traitement des effluents par électrolyse propose son procédé Ecolyse qui permet le recyclage des effluents avec une réduction des réactifs mis en œuvre dans le process (suppression de coagulants, lait de chaux, bisulfite de sodium...). Ces stations qui permettent un recyclage total des effluents traités font appel à la combinaison des technologies conventionnelles (physico-chimique) avec des techniques plus avancées telles que la déminéralisation, la récupération électrolytique des métaux ou l'évaporation/concentration sous vide.

Spécialisé dans le traitement des effluents industriels et la valorisation des eaux de rejets RGA Environnement a présenté à Polutec 2007 un procédé de recyclage des eaux de stations de lavage de véhicules sans réactifs chimiques. Jusqu'à présent, la plupart des stations de lavage de véhicules motorisés étaient équipées d'un système de décantation et rejetaient leurs effluents au réseau d'assainissement. Avec son procédé breveté Albedo®, RGA Environnement offre un traitement optimisé de ces effluents permettant

Sur une de ses dernières installations, ESF Filtration a associé deux types de procédés en raison de la forte concentration en polluants, à savoir dans un premier temps un traitement physico-chimique (coagulation/floculation) puis dans un second temps un traitement physico-mécanique (filtration/microfiltration/séparation de phase par coalescence et charbon actif). Cette association permet une réutilisation de l'eau à 100 %.



de les recycler in situ en eau de lavage. L'originalité du procédé est d'associer plusieurs technologies (électro-coagulation, clarification, électrolyse, ozonation, filtration tangentielle) dans le but de résoudre de manière efficace, économique et sans réactifs chimiques la problématique des stations de lavage : présence simultanée de détergents, de cires et d'hydrocarbures.

Le procédé Albedo® garantit ainsi une eau dépolluée, réutilisable et sans danger pour l'homme tout en n'utilisant que peu de consommables. Permettant d'économiser 80 % de la ressource en eau et de désenclaver les STEP, il contribue à un meilleur respect de l'environnement. Une première unité - 15 m³/j - vient d'être installée cet été à Toulon, à la station-service automobile ORCA.

Ovive, Vivlo, Tecnofil Industries, comme Hytec Industrie sont aussi spécialisées dans la réalisation d'installations de traitement des eaux usées et de recyclage d'eau.

Ainsi, Hytec Industrie met en œuvre de façon indépendante ou associée des traitements physico-chimiques, biologiques, thermiques et des procédés membranaires avec comme principaux critères de choix les performances attendues, les coûts d'investissement et d'exploitation, la facilité de conduite et les contraintes d'exploitation. Ainsi, à la RATP, le traitement des effluents sur un réacteur Bioclean® (Technologie de traitement biologique avec biomasse fixée en lit immergé) a permis le recyclage de 90 % des eaux de lavage de bus. Autre exemple, dans

une usine de placage de bois, un traitement biologique par boues activées, associé à un traitement physico-chimique, permet le recyclage de la totalité des effluents issus de l'étuvage des grumes de bois.

Veolia Water Solution & Technologies a développé de son côté Recyclo®, un procédé unique, standard et automatisé de recyclage des effluents de stations de lavage des véhicules qui concilie performance, compacité et simplicité.

En effet, Recyclo® met en œuvre seulement deux étapes de traitement, dont le procédé 3FM®, filtration en profondeur exclusive de Veolia Water Solution & Technologies qui a déjà fait ses preuves dans de nombreuses applications industrielles et une étape de polissage pour abattre la couleur résiduelle souvent présente dans ce type d'effluents. L'unité proposée est ainsi de taille réduite et est déclinée en skid fermé, ce qui permet un fonctionnement autonome dans les conditions les plus extrêmes. Elle se caractérise par une absence de nuisances sonores et une manipulation aisée pour le transport, l'installation et la mise en route.

Le procédé Recyclo® contrôle en permanence la qualité d'eau recyclée et garantit une économie d'au moins 80 % de la ressource en eau. Avantage non négligeable, il ne nécessite pas de travaux de génie civil pour sa mise en œuvre et son format "plug & play" permet une mise en route en quelques jours. Des unités fonctionnement déjà sur des stations de lavage de bus et de tram-

La technologie Biomembrat® Plus, proposée par Ovine, permet de recycler 200 m³/h d'effluents en sortie de station d'épuration conventionnelle par une combinaison de filtre à sable et de nanofiltration. De même, cette technologie permet le recyclage des effluents de teinturerie et de blanchisserie. Des unités opérationnelles sont en service depuis 2004 avec un fonctionnement fiable et un bon retour sur les coûts de recyclage.



Ovine

ways à Saint-Étienne ainsi que sur des portiques de lavage de stations services en région parisienne.

Veolia Water Solutions & Technologies (VWS) propose des recyclages de flux séparés ou pour des applications spécifiques. Grâce à son très large portefeuille de technologies propriétaires, VWS dispose aujourd'hui de nombreuses références dans le monde pour des applications dédiées à chaque secteur industriel: papeterie, métallurgie, automobile, traitement de surfaces... etc. Au total, une centaine de références dans le monde dont environ la moitié en clientèle industrielle. Une trentaine de ces projets respectent l'objectif de "Zero Liquid Discharge" (ZLD) et nécessitent fréquemment la mise en œuvre de technologies thermiques de pointe telle que l'évapo-concentration ou l'évapo-cristallisation. En traitement de surface, par exemple, le recyclage des effluents acides est opéré par osmose inverse et échange d'ions sur résines spécifiques (référence: Alcoa (Actiflo + RO)). Sont aussi associés des recyclages de bains en boucles courtes au point d'utilisation ou encore des recyclages de métaux par systèmes d'électrolyse. En automobile ou traitement de surface, les recyclages des eaux de

rinçage s'effectuent le plus souvent par des membranes UF + RO ou par évaporation.

Vivlo propose également des filières originales de dépollution permettant de recycler jusqu'à 95 % des eaux de process. Ainsi la société Siemens Va Tech s'est équipée d'un évaporateur sous vide alimenté par pompe à chaleur permettant de recycler les eaux de rinçage et les bains de traitement en provenance des machines à laver de l'atelier. Ce type de pollution: Eau + tensio-actifs + huiles ne peut pas être recyclé par des techniques physico-chimiques et les techniques membranaires demandent un suivi important. C'est pourquoi Vivlo installe des évaporateurs sous vide ou à compressions mécaniques de vapeur pour permettre le recyclage des eaux de process. Les évaporateurs peuvent être complétés par des traitements, comme une filtration du distillat de l'évaporateur sur un osmoseur, pour assurer la qualité de l'eau recyclée (conductivité < 5 µs/cm, DCO nulle).

Les techniques membranaires: une technologie de choix appelée à jouer un rôle central

Si les traitements physico-chimiques conventionnels restent d'actualité lorsqu'il s'agit de traiter de l'eau pour des besoins agricoles, des usages de loisirs ou certaines

applications industrielles, ils peuvent s'avérer insuffisants lorsqu'il s'agit de recharger une nappe aquifère, de fabriquer de l'eau ultrapure ou même de l'eau potable. Pour ces dernières applications et parce qu'elles peuvent répondre à des exigences de qualité très élevées, les techniques membranaires s'avèrent être des technologies de choix. T.I.A. conçoit, fabrique et installe des unités liées aux techniques de micro, ultra, nanofiltration et d'osmose inverse: « Les procédés membranaires sont présents dans tous les domaines et interviennent de plus en plus dans les technologies propres. Ces techniques permettent une valorisation de certains effluents de l'agro-alimentaire ou de l'industrie, et un recyclage de tout ou partie du volume des déchets ». Ils peuvent s'insérer dans une filière "tout membrane" ou bien dans une filière ne comportant des membranes qu'en barrière ultime. Le choix sera fonction d'un certain nombre de paramètres comme la qualité de l'eau brute et la qualité finale de l'eau exigée.

L'Eau Pure propose de son côté le procédé Oymem® en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées pour une valorisation en irrigation (terres agricoles ou espaces verts), ou en vue d'un rejet en zones sensibles ou particulièrement surveillées (ex: zones de baignade, zone de prélèvement pour la production d'eau potable). Le procédé associe le procédé Oxylag® de type lagunage aéré extensif avec un procédé de clarification/désinfection par voie membranaire. Les membranes utilisées sont des membranes immergées d'ultrafiltration d'un seuil de coupure de 0,05 micron. L'eau traitée pos-



Aquasource

L'unité Re-Source™ développée par Degremont Technologies Aquasource se présente sous la forme d'une unité standard, automatique et autonome, équipée de tous les éléments nécessaires à son fonctionnement. Un automate intégré permet de gérer l'ensemble des séquences comme la filtration, le rétrolavage, les alarmes éventuelles et la régénération membranaire.

L'usine de Peterborough au Royaume Uni (également connue sous le nom de Flag Fen) traite 65 m³/h d'effluent secondaire avec des membranes organiques fibres creuses type Microza de Pall à des fins de réutilisation : arrosage et utilisation comme eau industrielle.

sède les caractéristiques suivantes: DCO < 50 mg/L, DBO₅ < 10 mg/L, MES < 0,1 NTU. De plus, l'abattement sur les coliformes fécaux est supérieur à 5 log et celui sur les virus MS-2 supérieur à 1 log. Le procédé se caractérise par sa simplicité de mise en œuvre (facilité d'exploitation, peu d'utilisation de produits chimiques) et par sa fiabilité dans les performances techniques: peu de risques de colmatage des membranes, flux importants et stables, durée de vie importante des membranes.

Les filières membranaires peuvent recouvrir plusieurs formes. Elles peuvent prendre place en première étape à l'image du procédé Biosep proposé par Veolia Eau. La membrane est alors immergée au sein même de la biomasse. L'eau traitée est alors extraite par une pompe en dépression sous une pression transmembranaire inférieure à 1 bar. En France, plus de 25 stations incluent ce procédé.

À noter que Biosep est disponible en modules standardisés pour une installation facilitée dans des délais réduits.

Elles peuvent aussi être placées en aval du décanteur secondaire, c'est-à-dire en traitement tertiaire, au sein même de l'effluent clarifié. Elles seront alors soit de type immergées soit sous pression au sein d'un module tubulaire. Pour répondre aux différentes applications liées au recyclage des



eaux usées, Degremont Technologies Aquasource a ainsi développé Re-Source™, une unité de filtration dite "tout-frontal" qui utilise les membranes en fibres creuses organiques dites à peau interne en polysulfone hydrophile Alteon™ et s'appuie notamment sur deux brevets Degremont: le procédé Coral™ qui met en œuvre la micro-coagulation sur membrane et un second brevet, le rétrolavage à l'air.

Re-Source™ se présente sous la forme d'une unité standard, automatique et autonome,

équipée de tous les éléments nécessaires à son fonctionnement. Un automate intégré permet de gérer l'ensemble des séquences comme la filtration, le rétrolavage, les alarmes éventuelles et la régénération membranaire. La gamme est constituée d'unités équipées de 2 à 24 modules pour une production moyenne située entre 7 et 87 m³/heure d'une eau à 20 °C. Ce type d'unités s'intègre en sortie de stations de traitement d'eaux résiduelles, derrière une chaîne de traitement traditionnelle. Elles sont à même de produire une eau de qualité conforme à la réglementation sur la réutilisation des eaux usées et même au-delà. Les atouts de cette unité sont les suivants: elle est autonome et surtout modulaire, c'est-à-dire qu'il est toujours possible de prévoir l'augmentation de la production par simple ajout de grappes de modules. Elle est facile à mettre en œuvre et à exploiter et délivre une eau totalement clarifiée quelle que soit la qualité du rejet (< 0,1 NFU), et assure un abattement microbiologique parfait: bactéries et kystes (Coliformes fécaux, Giardia,...) > 6 Log et virus (MS2) > 3 Log. Enfin, il faut souligner que le traitement s'effectue sous pression en circuit fermé, si bien que l'eau usée retraitée, n'est jamais en contact avec l'opérateur. De plus le contrôle de l'intégrité de l'unité peut être réalisé automatiquement, sans contact avec les eaux usées. Ce sont des gages de sécurité sanitaire évidents.

Pall propose également des solutions basées sur l'utilisation de fibres creuses organiques

Traiter et recycler à moindre coût les effluents huileux

Le ClearCat® développé par la société H2O GmbH est un étage catalyseur et de condensation intégré au Clear-Car® qui offre un distillat de première qualité: parfaitement clair et quasiment exempt d'huile. Il est spécialement conçu pour le traitement et le recyclage à moindre coût des effluents industriels particulièrement huileux tels que les eaux de lavage et de rinçage, les émulsions de coupe ou encore les eaux de poteyage issues de la fonderie sous-pression.

Sans recours à des consommables de traitement de finition, les normes de rejet en hydrocarbures sont respectées

(<10 mg/l). La réduction de la DCO peut atteindre 98 %, soit un abattement supplémentaire de 25 % par rapport aux systèmes classiques. Grâce à la technologie du Clear-Car®, les huiles résiduelles sont efficacement séparées et la charge organique est diminuée. Le Vacudest Clear-Car® donne quant à lui la possibilité de réutiliser le distillat dans le process ou être rejeté à l'égout en vue d'un rejet zéro.

Il a été par exemple mis en œuvre chez PSA Peugeot

Citroën sur son site de Valenciennes dans un nouvel atelier dédié à la fabrication d'une toute nouvelle boîte de vitesses pilotée à 6 rapports. L'activité de cet atelier nécessite chaque jour l'utilisation d'huiles et d'eaux industrielles pour usiner les boîtes. Pour respecter l'environnement, Valenciennes s'est équipée d'une station de traitement et de recyclage total de ses eaux lessivées de machines à laver des pièces après usinage. Ces eaux ne sont plus rejetées mais renvoyées dans le circuit de lavage après compensation éventuelle en eau industrielle.

Le système de traitement est composé d'un évaporateur sous vide type Vacudest® 1.200 d'H₂O. Cette installation peut traiter jusqu'à 6.000 m³ d'effluent par an. Le prétraitement quant à lui est constitué d'un déshuileur type Serep et d'un bol filtre. Le post-traitement se compose d'un simple coalesceur de finition.

L'installation, simple à exploiter, ne nécessite aucun produit chimique pour le traitement. La maintenance est réduite au minimum.



Recyclo[®], procédé de Veolia Water Solutions & Technologies, offre une solution intéressante de recyclage des eaux de lavage. Performant, compact, entièrement automatisé, standard et aisé à installer, il apporte une réponse aux stations de lavage pour économiser 80 % de leur consommation en eau.



Veolia Water Solutions & Technologies

ou minérales. Cette société est à l'origine de plus de 30 installations dans le monde (capacité totale 6,000 m³/h) traitant des effluents secondaires avec des membranes organiques fibres creuses type Microza.

La toute première, démarrée en Europe en 2000, est celle de Peterborough au Royaume Uni (également connue sous le nom de Flag Fen) qui traite 65 m³/h d'effluent secondaire à des fins de réutilisation (arrosage et utilisation comme eau industrielle).

Deux nouvelles installations devraient démarrer en Espagne cette année. En Europe, elle compte 20 unités équipées de membranes organiques fibres creuses type Microza mais traitant cette fois-ci les rejets de rétro-lavage des filtres à sable de piscine mélangés aux surverses de bassin de natation.

Ces rejets filtrés subissent une étape d'oxy-

datation forte avant passage sur un absorbant afin d'éliminer la matière organique oxydée. L'eau ainsi traitée peut être réutilisée dans les piscines. En France, Pall aligne une vingtaine de références en traitement d'eaux usées industrielles par membranes à des fins de réutilisation, notamment dans les industries textiles et agro-alimentaires.

La Société d'Impression d'Hem (59) exploite par exemple un BRM à membranes céramiques d'une capacité de 1.400 m³/j qui traite des effluents textiles comprenant des colorants à base de pigments naturels.

Les performances du Membralox permettent la rétention complète des pigments et le recyclage du perméat dans l'usine.

Chez un autre industriel, un process similaire permet de traiter des effluents de teinture comprenant des colorants solubles. Le perméat en sortie des membranes, de couleur noir foncée, est ensuite dirigé dans une tour d'ozonation pour y être décoloré. Le perméat décoloré est stocké dans une cuve de 40 m³. Il peut ainsi être utilisé pour le nettoyage de l'installation, être recyclé dans l'usine

Plus récemment, la ville du Guilvinec (29) a fait le choix de la technologie membranaire Aqua-RM[®] de Saur. Ce procédé consiste en un traitement biologique poussé fonctionnant avec une concentration élevée en boue (15 g/l) suivi d'une filtration par membranes plaques immergées Kubota. L'eau ainsi trai-

tée et filtrée, présente les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques d'une eau de baignade. Son rejet direct au milieu naturel a permis d'éviter la construction d'un réseau d'évacuation et d'un émissaire de plusieurs centaines de mètres en mer.

Sur la station du Guilvinec, construite par Stereau, l'eau traitée est également utilisée pour des usages internes: préparation de réactifs, nettoyage des sols, arrosage des plantes, alimentation d'un bassin d'agrément, ... etc.

En raison de la bonne qualité d'eau produite par sa station, la ville du Guilvinec a également obtenu une autorisation préfectorale, sur accord de la DDASS, pour réutiliser cette eau à des fins d'arrosage des espaces verts et de nettoyage des voiries. Et ce n'est pas tout: dans le cadre d'un programme de recherche, un pilote d'osmose inverse a été installé en sortie des membranes de l'Aqua-RM.

La mise en place de cette unité pilote de traitement d'affinage permet d'entrevoir d'autres potentialités de REUE pour cette collectivité à forte activité portuaire, en économisant la consommation d'eau potable par l'utilisation d'eau de qualité osmosée. Une eau dont la qualité pourrait permettre une utilisation dans l'industrie, en réalimentation de nappes ou des barrages, ou même à la production d'eau potable dès que la réglementation le permettra...

La république de Chypre a confié à Stereau la construction et l'exploitation de la station d'épuration des eaux usées de Vathia-Gonia à Nicosie, capitale de la République Chypre. La technologie retenue est la filtration membranaire qui génère une forte économie en eau potable. La mise en place de la RUUE dans une région pauvre en ressources aquifères est adaptée pour faire face aux afflux touristiques que rencontre l'île de Chypre. Cette usine devrait voir le jour en 2009. Elle traitera 200.000 e.p. avec une extension à terme de 400.000 e.p. ■