

» ASSAINISSEMENT COLLECTIF

Corrosion, un fléau à vaincre

Exposés à des milieux agressifs, les réseaux et ouvrages d'assainissement sont le siège de phénomènes de corrosion qui peuvent les fragiliser et dont la réhabilitation est source de coûts. D'où l'intérêt pour les services d'assainissement de déployer les bonnes stratégies, entre préventif et curatif.

Structures en béton ou métalliques, la corrosion n'épargne aucun matériau dans les réseaux et ouvrages d'assainissement soumis à des milieux agressifs. Les causes les plus fréquentes de ce phénomène physico-chimique sont attribuées au sulfure d'hydrogène (H_2S) émis dans les canalisations et ouvrages. Il peut également être provoqué par d'autres facteurs comme la corrosivité du milieu, la qualité des travaux, la présence de chlorures et d'acides organiques. « Dans les réseaux, la présence de H_2S a malheureusement tendance à croître en lien avec la conjonction de trois facteurs : la réduction des quantités d'eaux parasites qui concentrent les effluents, la couverture toujours plus importante des ouvrages pour limiter les odeurs et, enfin, la dis-



tance de plus en plus grande entre les stations d'épuration et les centres-villes qui augmentent les temps de séjour des effluents dans le réseau », souligne Michel Riotte, consultant sur l'assainissement.

Pesant sur le maintien d'un patrimoine en bon état, la corrosion attaque les matériaux et fragilise les structures. D'où l'importance de prévenir au maximum le développement de ce phénomène et de traiter au plus vite les canalisations et ouvrages corrodés. En utilisant des matériaux résistants (aciers inoxydables, matières plastiques...), en appliquant des revêtements de protection résistants à l'intérieur des ouvrages mais éga-

lement en diminuant l'agressivité des milieux gazeux par l'ajout de produits chimiques : les solutions sont multiples. Les exploitants ont aussi accès à d'autres leviers, comme éviter la formation de H_2S à l'aide d'un pilotage intelligent du réseau visant à réduire le plus possible le temps de séjour des effluents dans les canalisations ou l'agressivité des milieux liquides grâce à l'optimisation des réactifs de traitement en stations. Mais pour être mieux maîtrisé, le risque de corrosion doit par ailleurs être pris en compte dès la conception des ouvrages en étudiant leur forme, leurs composants et leur facilité d'entretien.

Alexandra Delmolino



© Yara

CONTRIBUTIONS



1) Par Marina Ettl, directeur développement applications, Industrial Nitrates chez Yara GmbH
Prévenir la corrosion dans les réseaux par un traitement chimique des effluents p.34



2) Par François Saucier, directeur business unit - assainissement et bétons techniques chez Kerneos
Une solution durable pour la réhabilitation des bétons corrodés par le H₂S p.36



3) Par Fabrice Marechal, technicien chargé de la gestion patrimoniale et des travaux au Syndicat intercommunal d'adduction en eau potable de la presqu'île de Rhuy
Contre la corrosion, le syndicat de la presqu'île de Rhuy travaille sur le long terme p.38



Capteur de turbidité Turbimax CUS52D pour l'eau potable

Capteur Memosens pour la mesure de turbidité selon la norme ISO7027, à installer à tous les points de mesure en usine d'eau potable. La technologie intégrée permet de mesurer directement en ligne sans perte d'eau, même pour les très faibles turbidités. Le nettoyage automatique est réalisé par air comprimé ou ultrasons.

- Un seul turbidimètre pour l'usine d'eau potable
- Certification ACS (Attestation de Conformité Sanitaire)
- Economie d'eau avec l'installation du capteur sur conduite



www.te.memosens.com/cus52d

Endress+Hauser S.A.S.
Zone du Noyer BP 150
F-68304 Huninguen Cedex
Tél : 0325 888 001
Fax : 0325 888 009
info@fr.endress.com

Endress+Hauser 

Prodotto in Francia, Assemblato in Italia



Par Marina Ettl, directeur développement applications, Industrial Nitrates chez Yara GmbH

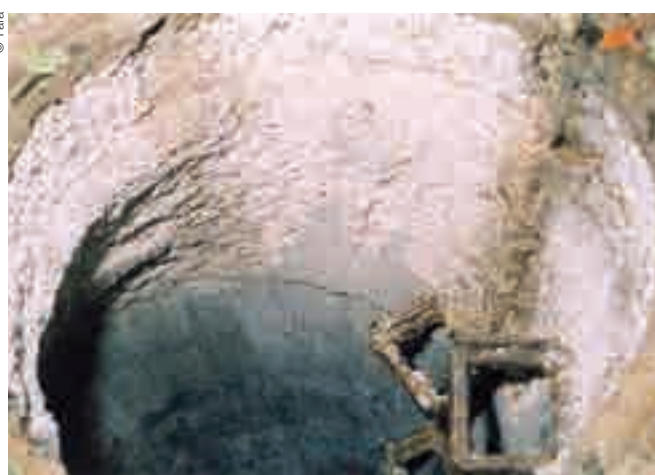
PRÉVENIR LA CORROSION DANS LES RÉSEAUX PAR UN TRAITEMENT CHIMIQUE DES EFFLUENTS

La gestion des eaux pluviales est partie intégrante de la conception des villes et territoires. Les enjeux autour de cette pratique sont importants car elle permet de pérenniser le cycle de l'eau, c'est-à-dire l'infiltration, un concept que porte le bureau d'études Infra Services.

Le fabricant de produits chimiques Yara propose aux gestionnaires de réseaux d'assainissement son produit chimique YaraNutriox, qui prévient les émissions de sulfure d'hydrogène et la formation de la corrosion.

Les réseaux d'assainissement, de plus en plus étendus, nécessitent l'installation de nombreux postes de refoulement qui maintiennent les effluents sous pression. Cette obligation a pour conséquence une augmentation du temps de séjour des effluents dans les canalisations, ce qui crée des conditions anaérobies. Les sulfates, toujours présents dans les eaux usées, sont alors transformés en sulfures par des bactéries. Instables à l'état dissous, ces sulfures se transforment en sulfure d'hydrogène (H_2S) gazeux dès qu'une turbulence hydraulique se présente.

L' H_2S est un gaz toxique, fortement odorant, corrosif et dangereux pour la santé, voire mortel au-dessus de 1 000 ppm. Des limites sur les concentrations de H_2S dans les environnements de travail ont par conséquent été définies conformément à la directive 2009/161/UE. Dans les



L'hydrogène sulfuré provoque la corrosion biogénique des réseaux.

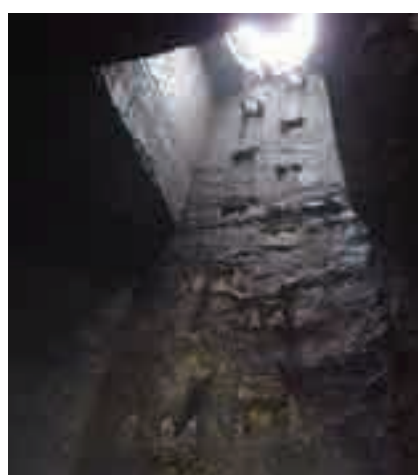
Les dispositifs d'accès au réseau subissent aussi les effets destructeurs du gaz nocif.

réseaux d'eaux usées, celles-ci doivent être inférieures à 5 ppm en moyenne sur huit heures et inférieures à 10 ppm en pic pour assurer la sécurité des exploitants.

Ce gaz possède une propriété particulièrement préoccupante pour les gestionnaires de réseaux d'eaux usées. Il provoque une corrosion biogénique. La corrosion est due à des micro-organismes qui transforment le sulfure d'hydrogène en acide sulfurique et en acide sulfureux, tous deux corrosifs pour le béton et l'acier. Pour limiter ce phénomène, il faut soit utiliser des matériaux résistants, soit éviter les conditions anaérobies ou,

en cas d'impossibilité, limiter les émissions de H_2S par l'utilisation de produits chimiques. Ces derniers ont une action soit préventive, en évitant la formation de sulfures (nitrates par exemple), soit curative en favorisant la précipitation des sulfures (comme les sels de fer) ou en oxydant les sulfures en sulfates (oxydants).

C'est en ce sens que Yara, fabricant présent à l'échelle mondiale dans les fertilisants et en Europe dans le secteur des produits chimiques à usage industriel, a créé et breveté dans les années 1990 son procédé YaraNutriox, commercialisé dans le monde entier. YaraNutriox est une solution



à base de nitrates agissant préventivement sur la formation des gaz toxiques et nauséabonds en assainissement en bloquant les effluents en phase anoxie. La phase anaérobie (état dans lequel se développent la septicité et la formation des gaz) est ainsi évitée ; l'environnement des ouvrages d'assainissement est sauvegardé et leur durée de vie prolongée. Avec ce traitement préventif associé aux services de Yara, les clients disposent d'un outil de traitement performant, contrôlé et maîtrisé pour gérer leurs réseaux tout en utilisant un produit moins dangereux que les produits curatifs tels que le chlorure ferrique ou les oxydants.

Pourtant le choix entre les différents produits chimiques présents sur le marché se fait souvent uniquement en fonction de considérations économiques simples, en fonction du prix à la tonne. Mais la décision devrait également tenir compte de l'impact sur la qualité du traitement des eaux usées. Les eaux usées anaérobies entraînent en effet des problèmes de flottation des boues ainsi qu'une réduction de la capacité de nitrification dans la partie biologique de la Step. Par conséquent, une application préventive de YaraNutriox avec un dosage contrôlé est particulièrement utile pour le traitement des effluents. Il a un effet positif sur les réseaux d'eaux usées ainsi que sur l'exploitation de la station d'épuration.

Une étude à long terme a été menée entre 1999 et 2006 par Yara à Düsseldorf, à l'ouest de l'Allemagne. Dans

cette ville, les réseaux étaient constamment exposés à des concentrations moyennes de 0,5 à 1 ppm en H_2S . Pourtant, malgré ces très faibles concentrations, après quinze ans de fonctionnement, l'un des principaux réseaux gravitaires en béton montrait des traces de forte corrosion, en particulier au niveau du plafond de la conduite. Des dégradations ont même été détectées sur des bétons et sur les équipements métalliques d'accès au réseau (échelons, barres de guidage). Cette corrosion a entraîné des dégâts significatifs sur le réseau gravitaire principal de 2,5 km engendrant des coûts de réhabili-

La solution de Yara réduit significativement les coûts de réhabilitation des réseaux liés à leur dégradation prématurée.



tation entre 30 et 40 millions d'euros. L'origine de cette corrosion biogénique était liée à une réduction de la consommation d'eau potable de la ville, de 40 à 34 millions de mètres cubes par an, qui s'est traduite par une diminution des volumes d'eaux usées transitant dans les réseaux. Cette baisse a été suffisante pour créer des conditions anaérobies dans le réseau d'assainissement du fait de l'augmentation du temps de séjour des eaux usées.

L'exploitant a donc décidé de définir des valeurs cibles pour la mise en œuvre du procédé YaraNutriox. Sur les secteurs sources d'odeurs, le traitement chimique préventif a été paramétré pour atteindre une valeur maximale de 5 ppm d'émissions de H_2S , une valeur qui évite la formation d'odeurs dans l'environnement du réseau en surface. Sur les secteurs exposés à une forte corrosion, la valeur cible a été fixée à 0,5 ppm de H_2S pendant 2,4 heures par jour au maximum, ce seuil permettant de limiter la cinétique de corrosion. Le réseau a en outre fait l'objet d'un suivi et d'un pilotage dynamique grâce à la supervision Yara Telemetry. Cette solution basée sur l'injection contrôlée de YaraNutriox dans le réseau de la ville a permis de supprimer les plaintes des riverains et d'éviter les phénomènes de dégradation liés à la corrosion biogénique. En outre, ce traitement préventif évite les coûts importants de réhabilitation des réseaux en cas de dégradation prématurée du patrimoine. ■



Par François Saucier, directeur business unit - assainissement et bétons techniques chez Kerneos

SEWPERCOAT, UNE SOLUTION DURABLE POUR LA RÉHABILITATION DES BÉTONS CORRODÉS PAR LE H_2S

Kerneos, leader mondial dans la production de ciments alumineux, commercialise une solution pour lutter contre la corrosion biogénique par les sulfures d'hydrogène des ouvrages d'assainissement. Son mortier SewperCoat s'impose progressivement sur le marché français.

En France et dans le monde, la corrosion par les sulfures d'hydrogène (H_2S) dans les réseaux d'assainissement est une problématique croissante pour les collectivités. En effet, après avoir maillé tout le territoire avec des stations d'épuration et des réseaux d'assainissement collectifs, la pérennité de ce patrimoine se trouve désormais au cœur de leurs préoccupations, la gestion patrimoniale ayant été réaffirmée comme une priorité réglementaire.

Parmi les différentes solutions disponibles, la technologie 100 % aluminates de calcium du mortier SewperCoat de Kerneos suscite une attention grandissante sur le marché français. Bien que Kerneos commercialise cette solution dans le monde depuis plus de vingt-cinq ans, elle ne s'est répandue en France que depuis quelques années. Le Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (Siaap) en Île-de-France a ainsi choisi d'utiliser cette technologie pour réhabiliter plus de 4 km de son émissaire général en 2016. Mais la référence la plus

C'est en inhibant l'action de ces bactéries que SewperCoat empêche la production d'acide sulfurique et protège les ouvrages.

ancienne en France date de plus de vingt ans. Il s'agit d'un puits de pompage situé à Trignac, à proximité de Saint-Nazaire (44), protégé avec la technologie de Kerneos dès 1996. Alors que cette installation était exposée à des teneurs en H_2S pouvant atteindre 500 ppm, la protection en mortier SewperCoat des parois intérieures des ouvrages reste solide et saine et protégera l'ouvrage encore longtemps.

Anciennement Lafarge Aluminates, Kerneos opère dans onze usines sur cinq continents et distribue ses produits dans plus de cent pays. Le groupe est particulièrement connu des industriels qui achètent des aluminates de calcium pour les transformer, notamment en produits réfractaires ou en mortiers prêts à l'emploi. En France, les maçons connaissent surtout Ciment fondu, le premier ciment d'aluminate de calcium inventé par Lafarge en 1908 et toujours une référence pour eux. Dans le monde de l'assainissement, le ciment alumineux est aussi utilisé pour protéger l'intérieur des tuyaux

en fonte ductile. Dans le cas précis de la corrosion biogénique causée par le H_2S , le mortier SewperCoat doit sa très grande résistance à sa composition à 100 % d'aluminates de calcium. En effet, dans les réseaux d'assainissement, des bactéries transforment les sulfures d'hydrogène en acide sulfurique provoquant la corrosion des infrastructures en béton. C'est en inhibant l'action de ces bactéries que SewperCoat empêche la production d'acide sulfurique et protège les ouvrages. Le fait que la solution soit un mortier cimentaire apporte une grande flexibilité d'emploi, s'adaptant à toutes les géométries et pleinement compatible avec les milieux humides. Autre avantage de taille, il peut être remis en eau très rapidement, juste une heure après la projection. Très performant, SewperCoat est un mortier technique qui exige un bon niveau de compétence des entreprises l'appliquant.

Un exemple de cette bonne maîtrise technique est donné par l'entreprise de travaux Sade qui réhabilite actuellement à Toulon (83), pour le compte



du délégataire, un tunnel de 6,2 km alimentant la station d'épuration du Cap-Sicié. La corrosion au H_2S avait fortement dégradé cet ouvrage autant sur la voûte que dans la cunette, soumise à un important marnage journalier. Sur la voûte de géométrie régulière, Sade a choisi de poser des coques PRV (plastique renforcé verre) mais cette solution ne permet pas de traiter les banquettes ni, surtout, la cunette, qui est submergée quotidiennement. C'est pourquoi l'entreprise a retenu fin 2016 le

mortier 100 % aluminates de calcium SewperCoat, le connaissant déjà pour l'avoir appliqué dans l'émissaire général du Siaap. Moyennant une technique de pose spécialement développée, Sade a réhabilité durablement les côtés de la cunette qui ne sont émergés que pendant quelques heures chaque nuit.

Mais la corrosion biogénique due à l' H_2S concerne également les stations d'épuration. Dans celle de Ginestous-Garonne (31), exploitée par Veolia pour le

SewperCoat s'adapte à la géométrie complexe des ouvrages.

SewperCoat peut être remis en eau très rapidement, juste une heure après la projection.

compte de Toulouse Métropole et d'une capacité de traitement de 950 000 EH, des désordres ont été constatés sur les bétons de certains ouvrages (canaux d'entrée files eau, épaisseur et flottateur à boues). Afin de répondre aux attentes de l'exploitant, l'entreprise de travaux spécialisés Freyssinet a proposé, ce printemps, la mise en œuvre du système SewperCoat en raison de sa très grande tenue. En effet, sa minéralogie spéciale stoppe activement le processus de corrosion lié à H_2S , au lieu de s'opposer passivement aux conditions acides comme le fait un revêtement de type résine époxy. Pour ces travaux, une partie du défi relevé par Freyssinet a été de réussir une mise en œuvre parfaite dans des sections de géométrie complexe et difficilement accessibles. Ici encore, la très bonne technicité de l'entreprise a été une clé essentielle pour des travaux réussis, permettant de délivrer au gestionnaire, dans les délais, des ouvrages durablement réhabilités.

Ainsi, quelle que soit la situation, le choix de la solution Kerneos permet aux maîtres d'ouvrage de réhabiliter leurs installations avec un matériau durable pour un coût abordable. Pour les entreprises de travaux, la flexibilité de mise en œuvre de ce mortier et la rapidité de remise en service des installations sans séchage du support est un avantage conséquent. La prochaine étape pour les collectivités et bureaux d'études sera de protéger les nouveaux ouvrages de la corrosion par H_2S avec SewperCoat dès leurs conception et construction. ■



Par Fabrice Marechal, technicien chargé de la gestion patrimoniale et des travaux au Syndicat intercommunal d'adduction en eau potable de la presqu'île de Rhuys

CONTRE LA CORROSION, LE SYNDICAT DE LA PRESQU'ÎLE DE RHUYS TRAVAILLE SUR LE LONG TERME

Le Syndicat de la presqu'île de Rhuys, dans le Morbihan, a testé de nombreuses solutions pour venir à bout de la corrosion biogénique de son réseau. Cette stratégie s'insère dans le cadre de sa gestion patrimoniale.

Créé en 1949 pour l'eau potable puis étendu en 1960 à l'assainissement, le Syndicat intercommunal d'adduction en eau potable (SIAEP) de la presqu'île de Rhuys regroupe quatorze communes du département du Morbihan, notamment en bordure du golfe et de l'océan. Le service d'assainissement collectif dessert 30 000 abonnés pour un réseau de collecte de 600 km, dont 130 km sous pression. La création du réseau de collecte des eaux usées dans le centre des bourgs a débuté dans les années 1960 par la construction d'un réseau en fonte et en PVC principalement, et s'est poursuivie à la fin des années 1980 par des réseaux en amiante-ciment et en PVC.

Depuis les années 2000, le développement accru des réseaux dans les zones d'assainissement collectif a modifié leur structure hydraulique, nécessitant la mise en œuvre de postes de refoulement (200 unités à ce jour) sur l'ensemble du territoire syndical. Le caractère touristique du syndicat entraîne en outre de très fortes variations de flux, de l'ordre de

1 à 15, générant des temps de séjour importants dans les canalisations et les postes de refoulement. Ces stagnations favorisent la formation d'hydrogène sulfuré (H_2S) issu de la transformation des sulfures présents dans les eaux usées. Ce composé affecte les réseaux et ouvrages en attaquant chimiquement tous les matériaux à base de béton, mais engendre également à partir de certaines teneurs des risques sanitaires pour le personnel d'exploitation.

Le syndicat a ainsi observé une dégradation biogénique des réseaux et des postes de transfert, principalement sur les matériaux en béton, postes et regards, ainsi que sur les canalisations en amiante-ciment. Ce phénomène de corrosion est accru dans les zones littorales où le relief peu prononcé nécessite la mise en œuvre de pompes de reprise successives, augmentant les temps de séjour dans les ouvrages. Cette corrosion provoque, d'une part, une diminution des sections des canalisations en béton et en amiante-ciment, pouvant aller jusqu'à la perforation

voire l'effondrement ; d'autre part, l'attaque des bétons d'enrobage des aciers sur les ouvrages. L'acier n'étant plus protégé va s'oxyder et réduire la tenue mécanique de l'ouvrage. En découlent des désordres d'exploitation mais surtout des entrées d'eau parasites. Par ailleurs, l'amortissement financier des ouvrages n'est pas atteint, des renouvellements anticipés sont nécessaires augmentant les besoins d'investissement.

Il a donc été décidé, en 2007, de renouveler les réseaux avec des canalisations en grès ou de les réhabiliter par chemisage via des résines vinylester. En ce qui concerne la réhabilitation des ouvrages en béton (regards, postes, bassins de stockage), plusieurs techniques ont été testées à la suite d'un diagnostic réalisé par un bureau d'études. La première solution consiste à appliquer une résine époxydique. Elle a été mise en œuvre sur des ouvrages de stockage et des postes de refoulement de 2007 à 2012, puis abandonnée car elle n'a pas donné satisfaction dans le temps. De plus, elle nécessitait d'im-



mobiliser durablement les ouvrages pour être appliquée sur support sec. Des essais ont également été menés en parallèle sur les mêmes types d'ouvrages avec des liants hydrauliques supportant a priori l'attaque biogénique, voire par application de plaques en grès sur une bâche tampon. Dans cette solution, les plaques se sont décollées en un an en raison de l'attaque chimique des produits de collage et de jointement. On notera que les valeurs de H_2S dans cet ouvrage dépassaient régulièrement 150 ppm, les plaques en grès étant restées insensibles à la dégradation biogénique.

Finalement, après plusieurs essais et visites, à Saint-Nazaire et dans le bassin d'Arcachon, il a été décidé d'appliquer des ciments d'aluminate de calcium. Leur usage est apparu le plus adapté à des ouvrages d'assainissement. En

effet, leur application par voie humide permet une immobilisation plus restreinte de l'ouvrage et l'apport d'aluminate maintient un pH plus élevé qu'un liant traditionnel, ce qui ralentit très fortement le phénomène de corrosion biogénique. Le syndicat a donc mis en œuvre cette solution en 2015 sur un poste de transfert général de la commune d'Arzon (280 m³/h). Les travaux ont été réalisés en deux semaines, après avoir décapé le support par sablage, en s'assurant de la qualité des bétons, les aciers ont été passivés avant application par pompes à béton de ciment aluminat de calcium sur une épaisseur de 5 cm (imposée dans le cahier des charges du SIAEP pour assurer un enrobage des aciers).

En ce qui concerne les regards sur réseau, à coût équivalent, la décision a été prise de les remplacer par des ouvrages

La proximité de la mer et la faiblesse du dénivelé augmentent le temps de stagnation de l'eau dans les ouvrages.

d'inspection en grès DN 600 et 400 mm plutôt que de les réhabiliter.

En parallèle, le syndicat a mis en place des traitements chimiques afin de réduire fortement les émissions de H_2S , notamment pour assurer la sécurité du personnel de l'exploitant. Enfin, pour ses ouvrages neufs, le choix s'est porté sur la solution au grès, y compris pour les postes de refoulement et les cuves de stockage.

Prendre en compte la dégradation biogénique se révèle donc indispensable, à la fois dans le choix des matériaux et dans les techniques de réhabilitation mais aussi pour la sécurité du personnel. Fort de cette expérience, le syndicat, qui investit 6 millions d'euros par an pour sa gestion patrimoniale en assainissement, peut aujourd'hui poursuivre sur des bases plus solides. ■