

Novembre 2011

# PipeLine

**Contenu****1 | Pour la 7<sup>ème</sup> fois en Europe, DE****4 | Après une évaluation complète et de mures réflexions, la meilleure solution a été enfin trouvée pour le compte de la ville de Bâle! CH**

## Pour la 7<sup>ème</sup> fois en Europe - Un siphon à coussin d'air construit en tuyaux **HOBAS®** pour restaurer un réseau d'assainissement, DE

Les égouts de Pforzheim, en Allemagne, ont pour certains d'entre eux plus de 100 ans. Ce n'est donc pas une surprise s'ils ne répondent plus aux besoins actuels et nécessitent une restauration urgente. La grande majorité des canalisations nouvellement installées l'a été par fonçage, notamment dans la partie du projet qui consistait à créer un siphon inversé à coussin d'air passant sous deux rivières ; un défi technique très rare.

Il y a plus de 100 ans, le réseau d'assainissement de Pforzheim fut construit, à l'époque pour un petit nombre d'habitants et donc une quantité tout aussi restreinte d'eaux usées. Aujourd'hui, ce sont plus de 9000 litres d'effluent chaque seconde qui traversent le centre-ville, en provenance non seulement de la ville elle-même mais aussi de sa périphérie. Ce réseau en fait Unitaire, qui collecte et transporte les eaux de pluie aussi bien que les eaux usées, doit absorber des quantités d'eau qui varient donc en fonction des conditions météo. Lorsque la pluviométrie est faible, le débit dans les canalisations est réduit et peut générer une accumulation de sédiments et autres dépôts grossiers. Si ces éléments ne sont pas éliminés, ils sont susceptibles de provoquer des congestions qui, en période de forte pluie, sont alors à l'origine d'inondations coûteuses. Deuxième point du plan de rénovation: l'amélioration de la sécurité autour du fonctionnement du réseau d'assainissement et de la protection de l'environnement : il fallait notamment réussir à réduire considérablement la quantité des rejets directs et polluants dans les rivières Nagold et Enz.

L'organisation municipale responsable de la collecte et du traitement des eaux usées et des eaux de surface, Stadtentwässerung Pforzheim, a demandé à Hyder Consulting GmbH d'élaborer un schéma directeur pour rénover le système d'égouts de la ville. Pour ce faire avec un minimum de nuisances pour le centre-ville, Hydro Consulting a imaginé un tout nouvel ouvrage avec en son centre un siphon inversé à coussin d'air, lequel était nécessaire pour traverser les rivières Enz et Nagold. Ce projet de 26 millions d'euros a été divisé en plusieurs phases de construction, et a été finalement confié à l'entrepreneur Sonntag Baugesellschaft mbH & Co. KG.

### **Siphon à coussin d'air – Réalisé 7 fois seulement en Europe**

Le nouvel égout qui traverse le centre-ville devait donc passer sous les rivières Enz et Nagold. Un siphon inversé à coussin d'air a été conçu permettant de réguler le débit de la canalisation tout en garantissant à tout moment un niveau suffisant pour empêcher la sédimentation des éléments grossiers et du sable. On évite ainsi l'accumulation de dépôts tout en minimisant les coûts liés à la maintenance.

Le siphon inversé est une conduite horizontale munie à ses deux extrémités de parties verticales organisées en siphon. De l'air pressurisée est pompée dans la canalisation horizontale et ne peut s'en échapper et en réduit la section transversale. Lorsque les quantités d'eau qui s'écoulent dans le siphon sont faibles, le coussin d'air est régulé à la hausse, ce qui réduit la section libre et accélère le débit. Lorsque les quantités d'eau sont plus importantes, le volume d'air piégé est réduit et la section hydraulique augmente.

Les siphons inversés de ce type sont généralement installés par fonçage. En commençant par le puits d'attaque, la foreuse fraie son chemin jusqu'au puits de réception en passant sous le cours d'eau. L'un après l'autre, les tubes sont poussés derrière la machine jusqu'à l'arrivée dans le puits de sortie. En choisissant le tracé de la canalisation qui devait passer sous la Enz et la Nagold, il était impératif d'éviter toute gêne à la circulation dans le centre-ville. Pour la septième fois seulement en Europe l'installation du collecteur sous un obstacle naturel a été réalisée au moyen d'une technologie sans tranchée.

Le plan directeur de la restauration comprend, outre le siphon inversé à coussin d'air DN 2200, plusieurs égouts d'amenée ainsi que des égouts de stockage DN 1600 et DN 1400 qui stockent et régulent les effluents combinés avant qu'ils atteignent le bassin de déversement destiné au traitement des eaux de pluies.

#### Qualité du matériau des canalisations

Divers matériaux ont été analysés, comparés et évalués selon des critères techniques et économiques avant de choisir les tuyaux pour le siphon inversé: HOBAS est sorti victorieux de la comparaison, et s'est distingué en particulier en fournissant une solution complète comprenant les tuyaux de fonçage et les piquages, assorti de divers avantages techniques et économiques. Les diamètres relativement petits et la

surface externe lisse des tuyaux ont permis de réduire le volume de terre excavée et le nombre de stations intermédiaires. Les coûts d'installation ont ainsi été considérablement réduits. Par ailleurs, l'étanchéité à l'air parfaite des systèmes de canalisation en PRV HOBAS a été un critère essentiel dans la mise en œuvre du siphon. Il est en effet compréhensible que l'investisseur n'ait voulu prendre aucun risque avec des matériaux poreux.

#### Un projet multiphasés

La première tranche de travaux a débuté à la fin de l'année 2010 par l'installation de l'égout de stockage. On a utilisé à cette fin des tuyaux de fonçage HOBAS PN 1 d'un diamètre extérieur de 1720 mm. Avant de lancer les travaux, le site avait été fouillé à la recherche de matériel militaire datant de la seconde Guerre Mondiale. C'est ainsi que plusieurs bombes incendiaires ont été récupérées et neutralisées par le service de déminage. Au début de l'année 2011, des pilotis ont été insérés à l'aide d'une foreuse de 60 tonnes. L'égout de stockage, de 365 m de long, a ensuite été installé par fonçage, à 7 mètres de profondeur. Pour ce faire, l'entrepreneur Sonntag Baugesellschaft a opté pour un tunnelier entièrement automatisé, équipé d'une protection contre les boues et d'un système de guidage hydraulique. La foreuse de type AVN, d'un diamètre extérieur



adapté aux tubes de 1720 mm, était également équipée d'une tête de forage pour sols mixtes et d'un broyeur aval. Après l'opération de fonçage, un autre égout de stockage constitué de 130 m de tuyaux HOBAS PN 1, Diam. ext. 1638 mm, a été installé en tranchée ouverte.

En mai 2011, le second tunnelier, d'un diamètre externe de 2,4 m et d'un poids de 36 tonnes, a été mis en service afin d'installer le siphon inversé à coussin d'air sous les deux rivières. Cette fois, les conduites ont été insérées à 15 mètres de profondeur, sur une longueur de 483 m. La foreuse équipée d'un trépan à rocher a dû creuser le grès dur situé sous la Enz et la Nagold. En raison de l'abrasivité du grès, le trépan a dû être remplacé tous les 130 m. Des tuyaux HOBAS en PRV PN 2 de 2400 mm de diamètre ont été utilisés sur ce tronçon, et 4 stations intermédiaires ont été installées, dont seulement 3 ont été effectivement déployées. Le projet a été finalisé en août 2011, alors que la foreuse atteignait le puits de réception qui avait été aménagé au voisinage de la cathédrale, dans l'alignement du puits d'attaque. Le puits de réception a été approfondi de 3,50 m supplémentaires afin d'installer le dispositif en siphon.

Un système de monitoring statique CoJack, de la société S & P Consult GmbH, avait été installé afin de surveiller les forces qui s'exerçaient sur les tuyaux et en conserver un enregistrement. Le système de sonde mesurait les intervalles entre les joints et la déflexion des deux tuyaux derrière la machine, les forces et les extensions des stations intermédiaires, ainsi que les forces s'exerçant sur la machine de fonçage principale. Les données étaient ensuite transmises à un serveur par internet, puis éditées et confrontées aux valeurs admissibles. Ce système a permis à la direction du site, au maître d'œuvre et au conducteur de travaux de suivre la procédure de fonçage en ligne sur leurs ordinateurs respectifs. De façon claire et constante, le système de surveillance a prouvé que les tuyaux n'ont été à aucun moment en surcharge.

Le siphon de la Enz est maintenant le plus important projet de construction mis en œuvre par Stadtentwässerung Pforzheim. Il a attiré énormément d'attention, tant au niveau national qu'international : des professionnels sont venus à Pforzheim pour observer l'installation des conduites, et partager leur savoir et leur expérience. Le client est heureux de la conclusion du projet et optera à nouveau pour HOBAS dans le futur.

Courriel: [hobas.germany@hobas.com](mailto:hobas.germany@hobas.com)

Année de construction

**2010 - 2013**

Produits employés

**Canalisation de 1.120 m**

Diamètres

**DN 1400, 1600, 2200**

Classe de pression

**PN 1 + 2**

Classe de rigidité

**SN 10000, 40000, 64000**

Application

**Siphon inversé à coussin d'air, égout de stockage**

Installation

**Fonçage, tranchée ouverte**

Client

**Stadtentwässerung Pforzheim**

Maître d'œuvre

**Hyder Consulting GmbH, Karlsruhe**

Entreprise

**Sonntag Baugesellschaft mbH & Co. KG, Bingen**

Avantages

**Tuyaux et piquages provenant d'une seule source, surface externe lisse des conduites, parois peu épaisses, monitoring en ligne par CoJack**



# Après une évaluation complète et de mures réflexions, la meilleure solution a été enfin trouvée pour le compte de la ville de Bâle! - Système de tuyaux HOBAS® NC Line pour un émissaire unitaire en Suisse

Après 70 ans de service, l'état dégradé de l'émissaire en béton Leimgrubenweg/Walkeweg du canton suisse de Bâle, d'une longueur de 1 km, exigeait bien davantage que des réparations ponctuelles. Des études préliminaires approfondies et une évaluation détaillée des solutions possibles lancées par le département des services municipaux chargé de l'assainissement, ont débouché sur une solution de retubage avec des tuyaux HOBAS NC Line garantissant au minimum 50 ans de bons et loyaux services.

La canalisation en béton (1420/1970 mm et 1500/2050 mm), de type ovoïde avec une cunette étroite pour temps sec et une banquette latérale, avait été construite entre 1936 et 1938. Comme l'ont montré les inspections menées par Amberg Engineering AG en décembre 2009, diverses réparations et injections de résine avaient déjà été réalisées au début des années 1980. Cependant, des infiltrations et des fuites ont été détectées le long de la canalisation, et ceci affaiblit inexorablement la structure en béton. Dans la mesure où l'égout, poreux et hétérogène, est situé sous le niveau de la nappe phréatique, les défauts ne pouvaient que s'aggraver dangereusement. En outre, certaines sections apparemment saines ne doivent leur étanchéité relative qu'à des enduits de mortier et des passages traités au mastic, ce qui laissait présager la fin prochaine de l'ouvrage.

La résistance structurelle résiduaire de la structure ancienne, les conditions géologiques variées et les coûts d'installation généralement plus élevés d'un nouvel ouvrage se sont conjugués pour exclure la construction d'un collecteur neuf (par la technique du tunnelier en parallèle de l'ouvrage existant par exemple). Par ailleurs, le retubage par chaussette n'était pas envisageable à cause du grand diamètre de la canalisation et de l'espacement des regards de visite qui aurait exigé des chemises d'un poids jugé bien trop important. Cette solution était de surcroît impraticable eu égard à l'espace restreint disponible sur site. Les trois meilleures options restantes étaient donc : la projection de mortier avec reprofilage de l'ouvrage, un revêtement intérieur en mortier ou un retubage structurant en éléments préfabriqués PRV. Une évaluation approfondie des coûts et des bénéfices a été menée, en tenant compte des éléments suivants : coûts, contraintes de mise en œuvre, apport pour la sécurité de la structure, capacité hydraulique, drainage temporaire, impacts/mesures liées à l'installation et à la circulation automobile, maintenance et durée d'installation. Les coûts et les bénéfices ont été pondérés par des considérations liées au respect de l'environnement, et les coûts ont été calculés sur une base annualisée, puisque chacune des trois options conduit à une durée de vie différente de l'ouvrage réhabilité. Du double point de vue technique, durée de vie et critères économiques, l'évaluation a plaidé clairement en faveur de la solution HOBAS NC Line.

## Sécurité structurelle et respect du cahier des charges

Un avantage majeur de la solution HOBAS PRV NC Line est la stabilité et la robustesse exceptionnelles du produit, pour des épaisseurs de paroi relative-



Année de construction  
**2011-2012**

Durée d'installation estimée  
**4 à 5 mois, selon les périodes de pluies**

Produits employés  
**1 km de NC Line, en longueur unitaire de 0,5, 1 et 2 m, préfabriqué avec canal de temps sec et banquette latérale**

Dimensions  
**environ 1300x1870 mm auto-structurant - épaisseur de paroi: 24 mm**

Classe de pression  
**PN 1**

Installation  
**Retubage**

Application  
**SewerLine®**

Client  
**Tiefbauamt Stadtentwässerung Basel-Stadt**

Entreprise  
**Insituform Rohsanierungstechniken GmbH Leonberg Stuttgart**

Avantages  
**Sécurité structurelle supérieure, longévité du produit, coûts de maintenance faibles, installation rapide pour un impact réduit**



ment faibles. En dépit de la capacité structurelle restante de la structure existante, qui serait encore suffisante aujourd'hui, les coques NC Line ont été conçues pour être auto-structurantes avec une épaisseur de paroi de 24 mm. Seule solution assurant le renforcement de l'ancienne structure – qui continuera inévitablement de se dégrader au fil du temps – les tuyaux en PRV font valoir un atout de taille : leur sécurité structurelle. L'étanchéité du système est par ailleurs assurée, sans autre investissement notable à long terme, pour une durée de vie utile d'au moins 50 ans.

#### **Hydraulique et capacité**

Une réduction de la section utile de la canalisation est inévitable, quelle que soit la méthode de réhabilitation retenue. Toutefois, le coefficient de rugosité nettement inférieur du liner intérieur du tuyau, et la paroi relativement peu épaisse des profils HOBAS NC Line, conduisent à une capacité d'évacuation beaucoup plus importante que ses alternatives. Les profils NC Line préfabriqués de 1300x1870 mm sont conçus pour correspondre à la forme de la conduite d'origine et comprennent un chenal pour temps sec, ainsi qu'une banquette latérale munie d'un revêtement anti-dérapant pour les inspections.

#### **Drainage temporaire, installation et environnement**

Trois puits d'accès ont été préparés afin de permettre l'insertion des profils HOBAS NC Line, qui sont fournis en longueurs de 0,5, 1 et 2 m afin de s'adapter de façon optimale au tracé présentant plusieurs courbes et faciliter leur installation. La manipulation aisée des profils est particulièrement importante eu égard aux difficultés d'accès à la canalisation et à la profondeur (couverture 15 à 18 m) de l'ouvrage. Des livraisons conformes au timing et une installation rapide réduisent les nuisances pour l'environnement, les perturbations du trafic voitures et bus et la gêne pour les riverains. En dépit du drainage nécessaire de la vieille structure durant les travaux de construction et la préparation des puits, la durée d'installation estimée du système de retubage HOBAS NC Line est la plus courte des trois solutions envisagées.

#### **Coûts de maintenance**

Grâce à leur durabilité de 50 ans au minimum, leur résistance à la corrosion, et leur couche interne très lisse qui favorise l'auto curage de l'égout et minimise les travaux de maintenance, les tuyaux PRV HOBAS se sont clairement imposés sur la première marche du podium en termes de coûts de maintenance. De plus, et contrairement aux autres matériaux proposés, les coûts d'entretien ne vont pas augmenter tout au long de la durée d'exploitation du collecteur.

