

## Rapport technique / domaine bâtiment-étanchéité

### Contenu : Réfection de cuves d'eau potable

Rédaction : Etudiants ETC-3 / 1700 Fribourg / Martin Lino et Nyitrai Timoté

Date : 12 mars 2024 [v3](#)

#### Introduction

La législation sur les réservoirs d'eau potable ainsi que les cuves de traitement d'eau potable ont récemment changé pour appliquer le principe de prudence afin d'exclure tout contact possible entre de l'eau potable et des produits d'origines chimiques. Ces modifications obligent les maîtres d'ouvrages publics (communes, associations intercommunales, etc.) à contrôler et à établir un état des lieux d'un grand nombre d'ouvrages de stockage ou de traitement des eaux potables. Par la suite et en fonction des dégâts constatés, des travaux de rénovation sont envisagés.

Il s'agira de déposer les anciens revêtements du sol, des murs et du plafond, et de les remplacer par un nouveau revêtement respectant les normes en vigueur. En effet, un grand nombre de ces cuves construites dans les années 60-70 ont un revêtement usé et dégradé, notamment dû à la turbidité de l'eau et aux actions de remplissages et de vidanges quotidiennes. Les parois s'effritent, fissurent ou se désagrègent, alors que le traitement pour rendre l'eau potable a déjà eu lieu. Il y a donc de plus en plus de risques d'envoyer de l'eau dans notre réseau contenant des matières polluantes ou impropres à la consommation et dangereuses pour la santé.

Ces travaux paraissent de prime abord simple à l'exécution, mais nous verrons qu'ils demandent une bonne organisation, des ressources en personnel et en matériel suffisantes et de bonnes connaissances dans le domaine, pour une exécution dans les règles de l'art.

#### Historique et emplacement

Cet article prendra comme exemple un chantier se situant sur le canton de Vaud, précisément à l'usine du lac de Bret sur la commune de Puidoux.

Le complexe fut mis en service comme installation de traitement des eaux par la Ville de Lausanne pour la première fois en 1961, prenant source dans le lac de Bret. Elle se situe à 670 m d'altitude et permet d'acheminer l'eau traitée jusqu'au réservoir de Chailly (614 m) par gravité. De plus, elle dispose d'une chaîne de traitement très complète avec de l'ozonation, de la flottation, des filtres à sable, des filtres de charbon actif en grains ainsi qu'une chloration, pour atteindre une capacité de production de 16'000 l/min.

#### Image 1 et 2

*Filtre à charbon actif (à g.) et conduites dans galerie flottateur, ozonation et filtre à sable (à d.)*



#### Législation

Un tel chantier ne laisse pas la place à l'erreur, tant du côté de la réalisation que de la sécurité. Il faut porter une attention particulière à la réalisation technique des travaux mais il faut aussi que l'application des lois et ordonnances concernant la protection des eaux, leur traitement et leur évacuation soit respectée à la lettre. Les organes de contrôle participent dès le début du chantier à la planification et à l'établissement de plan de traitement des déchets et de traitement des eaux avec l'entreprise de construction.

Ces documents se basent sur plusieurs lois et ordonnances, de niveau communal jusqu'au niveau fédéral. En voici quelques-unes :

- LDE « Loi sur la distribution de l'eau »
- W6 « Directives pour l'étude, la construction et l'exploitation de réservoirs d'eau »
- Normes SIA 431:2022 « Traitement et évacuation des eaux de chantier »
- Normes DVGW W300-4 (A):10-2014, DVGW W300-5 (P):10-2014, qui proviennent de l'Association allemande de gaz et d'eau (DVGW) ainsi que W347 et W270 qui proviennent de la norme allemande KTW 1.3.13
- Loi sur la protection des eaux (LEaux) et ordonnance sur la protection des eaux (Oeaux)
- L'EMPA « Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche »
- OTConstr de la SUVA

## Matériaux

Le choix des matériaux de rénovation est important afin de respecter les législations citées plus haut. En effet, les produits ne doivent contenir aucun agent chimique pouvant être nocif pour la santé, puisque nous sommes dans des bassins d'eau potable et en parallèle, le matériau doit résister aux attaques du milieu dans lequel il se trouve (milieu acide ou basique), aux cycles de remplissages et de vidanges et aux courants internes du bassin.

Afin de réaliser des crépis qui soient conformes, nous avons jugé important de souligner que le sable utilisé pour la réalisation du crépi doit évidemment respecter les mêmes normes que celles pour les ciments.

Pour la réalisation de ces travaux, il existe plusieurs fabricants de tels produits mais nous n'en citerons que deux :

- L'entreprise Vandex France, qui fait partie de Tremco Group
- MC-Bauchemie, entreprise allemande

Afin de ne pas nous étaler sur les matériaux, nous allons citer que deux produits vendus par Vandex et par MC Bauchemie qui sont très utilisés : *le Vandex Cemline Nature* et *le MC-RIM PW 201*. Les 2 produits répondent aux normes pour les réservoirs d'eau potable. Ces deux entreprises fournissent donc des produits similaires pour ce type de travail mais qui ont pourtant des qualités différentes. Le choix du matériau dépend finalement du maître d'ouvrage et/ou de l'entrepreneur.

Au niveau des prix, ces deux produits sont vendus par sac de 25 kg qui coûte ~1.25 frs/kg.

## Inventaire et besoin en personnel

Pour la réalisation, l'inventaire reste assez restreint et sa taille dépendra des quantités des travaux à exécuter. Celui-ci se composera comme suit :

- Pompe d'hydrodémolition jusqu'à 3000 bars
- Camion aspirateur
- Bassin intermédiaire de stockage
- Bassin de neutralisation et décantation
- Eclairage résistant à l'eau et aux éclats
- Pompes ultra haute pression
- Pont roulant
- Déshumidificateurs et ventilateurs
- Divers petit matériel de chantier

La quantité moyenne de collaborateurs à avoir sur le chantier va dépendre des étapes à effectuer. En effet, l'hydrodémolition ne demandera peut-être que 2 ou 3 ouvriers, alors que les crépis demanderaient certainement le double voire le triple du nombre moyen d'ouvrier. De manière générale, il faut dans tous les cas :

- 1 chef d'équipe
- 1 à 2 ouvriers classe Q (selon CN)
- 1 à 2 ouvriers classe A
- 1 ouvriers classe B

Le chantier doit tourner en moyenne avec 5 à 6 personnes, mais comme déjà répété, le personnel engagé dépend de la taille des étapes et des travaux.

## Procédé d'exécution

Le procédé d'exécution reste assez simple. La partie technique se situera au niveau du décapage à très haute pression de l'ancien revêtement puis de la pose du nouveau crépi.

### Etape 1 et 2 : Vidange et constatations des dégâts

Vidange de la cuve pour contrôle par les services des eaux de la commune propriétaire. L'eau doit être complètement évacuée. Lorsque les anciens revêtements sont ressuyés, ils sont contrôlés, analysés par des essais ; les dégâts sont répertoriés afin de calculer les coûts que les rénovations vont engendrer. C'est aussi à cette étape que le MO décidera du type et de la qualité de revêtement désiré. L'entreprise doit être en mesure de le conseiller et en même temps profiter de ce temps pour organiser des visites afin qu'il ne reste aucune question sans réponse.

Lors de cette phase, il est nécessaire que l'entrepreneur prenne connaissance des divers points de raccords du chantier car la machine d'hydrodémolition a besoin d'un certain débit d'eau, qui se situe entre 40 à 50 l/min.

### Etape 3 : Installation de chantier

Nous installerons les différentes machines, engins et containers nécessaire au chantier. Le bassin de neutralisation et décantation sera testé avant le début des travaux et équipé d'un système d'alerte avec un clapet de fermeture.

L'installation comprend aussi l'ensemble des protections mises en place pour protéger les zones de l'usine qui sont toujours en fonction. Il s'agira ici de protéger l'entrée de la cuve qui doit être rénovée, de protéger les conduites et autres appareils qui se trouveraient dans la zone de travail et enfin de mettre en place une protection de sol pour les passages répétés à pied.

#### Image 2, 3, 4

Protection des installations de l'usine



### Etape 4 : hydrodémolition

L'ancien revêtement est cassé à l'aide d'une machine de décapage à très haute pression qui tourne entre 2'600 et 3'000 bars (30to/cm<sup>2</sup>), en commençant par le plafond et en finissant par le sol. Afin d'obtenir le meilleur rendu de surface, des essais sont fortement recommandés pour obtenir le réglage idéal en rapport au revêtement à enlever et il va de soi que ces réglages doivent être approuvés par la DT avant la suite des travaux. Il s'agit ici de n'enlever qu'une fine couche de revêtement, sans creuser dans le béton du bassin et d'exposer son armature. De plus, il est nécessaire de mettre au minium deux personnes pour ces travaux (pour autant qu'ils soient fait main et pas au robot), car maintenir le « gun » (lance) est extrêmement fatigant.

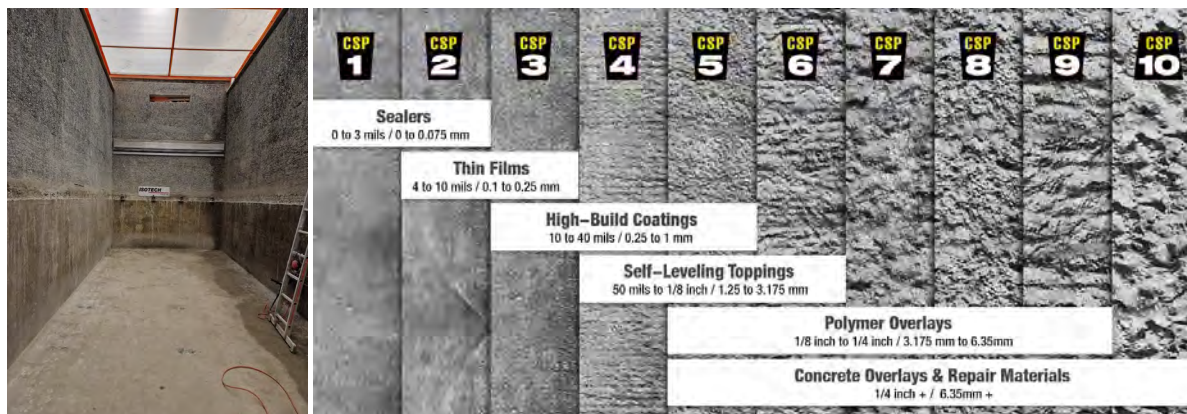
Attention, l'utilisation de l'hydrodémolition pour enlever le vieux revêtement est extrêmement efficace ; il est donc primordial que la surface de réception du crépi ne soit ni trop creusée et ni trop lisse. Si l'un de ces deux cas se présente, la quantité de crépi par mètre-carré sera trop importante ou le crépi ne tiendra pas lors de sa projection, ce qui engendre dans les deux cas des coûts supplémentaires. En général, l'épaisseur idéale à enlever est d'environ 1 à 2.5 cm, cela peut toujours varier.

A des fins de sécurité, il est impératif de mettre en place des ventilations qui permettent d'évacuer la vapeur d'eau mélangée à la poussière de l'ancien crépi pour protéger les ouvriers et évacuer l'air pollué de l'usine. Il est conseillé d'installer des détecteur de qualité de l'air suivant la nature des crépis démolis et la taille de la cuve.



**Image 5, 6 :**

Cuve à moitié finie (à g.) et types de surface recherchées entre CSP6 et CSP10 pour crépissage

**Etape 5 : Evacuation des déchets**

La difficulté réside dans le fait que nous nous trouvons dans une cuve avec une seule petite porte. Une grande partie de l'évacuation se fera donc à la main ou avec un camion aspirateur. En fonction de la quantité de matériaux et de la distance à l'entrée principale, il faut veiller à ce que le camion aspirateur ait une force de pompage suffisante.

A savoir que les déchets doivent avant tout être testés par un laboratoire puis évacués en fonction des résultats des essais, notamment dû à la présence de chrome 6 ou chrome hexavalent, qui est extrêmement dangereux pour la santé et très polluant pour l'environnement.

**Image 7, 8**

Ancien revêtement à évacuer avec camion aspirateur (à g.) et vidange du camion dans une benne (à d.)

**Etape 6 : Lavage de la cuve**

Pour une réalisation du revêtement de grande qualité, la cuve doit être complètement nettoyée après l'hydrodémolition. Ce nettoyage se fait au moyen d'un nettoyeur haute pression de type Kärcher, sur le plafond, les murs et le sol.

Après la partie au nettoyeur haute pression, la cuve doit être déshumidifiée sans pour autant être complètement sèche, sans quoi le crépi tirerait trop vite sur les parois. Nous pouvons aussi attester qu'il y a très régulièrement des phases d'injection dans les fissures, afin de rendre la cuve étanche à nouveau.

### Etape 7 : travaux de revêtement

**Plafond** : crépi projeté de type Cemline grey de chez Vandex, 2 passes croisées façon peau d'orange.

**Murs** : crépi projeté type Cemline Nature de chez Vandex, en 3 couches.

La première couche sera la couche d'accrochage : piliers, sommiers, parties spéciales de l'ouvrage. Continuer avec les faces de murs sans faire de raccord (crépir en une seule étape pour des raisons d'hygiène) à la taloche à dents. Après moins de douze heures d'attente, exécuter la deuxième main en lissant à la taloche anglaise et en faisant les angles en « gorge à la bouteille ». La troisième couche sera le lissage à pores fermés.

**Sol** : crépi projeté type Cemline Nature de chez Vandex, en 3 couches.

Même principe que les murs ; éviter les reprises de joints, exécuter si possible moins de douze heures après les murs, raccords en « gorge à la bouteille » pour les parties murs-sol et piliers-sol, bien respecter les pentes pour la finition.

#### Image 9, 10

Crépissage de la couche d'accrochage



#### Image 11, 12

Cuve terminée



### Etape 8 : désinstallation

Désinstallation et rangement de la place de chantier.

## Contraintes et points particuliers

- Les accès : pour la plupart des cuves, les portes ne sont pas plus grandes que 1.20 x 0.8 m. Porter une réflexion sur la méthodologie de travail.
- Les mortiers doivent être mélangés à l'extérieur de l'usine. Nous ne pouvons pas crépir par voie sèche. Il faut donc adapter la pompe à crépir en fonction de la pression nécessaire. Par exemple, une Pumpmeister P13 répond très bien aux critères du débit, de la vitesse de projection et de la pression en bout de tuyau.
- La cure du mortier demande une très grande attention car il tire très vite et les dangers de dessiccation avec fissuration sont grands. Il faut régulièrement l'hydrater pour parer ces problèmes.
- Main d'œuvre : lors du crépissage, les raccords sur un seul mur sont impossibles. Il faut s'assurer que l'entreprise mette suffisamment de personnel pour crépir la cuve en une étape.
- La plupart des usines sont toujours en fonctionnement. Il faut donc rester flexible pour réaliser les travaux et avoir une attention particulière pour la sécurité et la protection hygiénique des autres bassins et réservoirs.

## Rendement et prix

Rendement des lavages à haute pression (selon l'épaisseur et la dureté des anciens revêtements) : 45-55 m2  
Prix au m2 : 65 à 75 frs du m2

Rendement de crépissage par couche dépendant de l'équipe (ici 6ho) : 70 m2/jours sur les 3 couches  
Prix au m2 : 120-130 frs/m2

## Remerciements

Nous tenons à remercier chaleureusement les entreprises Isotech Vaud SA et Martin & Co SA pour nous avoir permis d'accéder à leurs références de chantier et à leurs installations. Nous remercions aussi l'ensemble de leurs collaborateurs pour le temps qu'ils nous ont accordé lors de nos diverses discussions.

## Sources

Pour l'établissement de ce rapport, nous avons utilisé les sources suivantes, provenant à la fois d'internet et des entreprises :

ICRI Concrete repair, (2013, 1<sup>er</sup> janvier). *CSP Technical guidelines*. [310.2R-2013 BUNDLE \(English Book Plus CSP Chip set\) \(icri.org\)](#)

Isotech Vaud SA. *Assainissement de réservoirs d'eau potable*. [Isotech Vaud SA | Constructions & Rénovations haut-de-gamme durables \(isotech-vaud.ch\)](#)

LDE. *Loi sur la distribution de l'eau*. [LexFind](#)

MC-RIM PW 201. *Special concrete replacement for repair in drinking water areas*. [MC-RIM PW 201 - MC-Bauchemie](#)

SIA. *Traitement et évacuation des eaux de chantier*. [sia-norm - sia | schweizerischer ingenieur- und architektenverein](#)

SUVA. *Sécurité et protection de la santé dans les travaux de construction*. [Sécurité et protection de la santé dans les travaux de construction \(OTConst\) \(suva.ch\)](#)

SVGW. *Directives pour l'étude, la construction et l'exploitation de réservoirs d'eau*. [W6 f Directives pour l'étude, la construction et l'exploitation de réservoirs d'eau | SVGW](#)

Vandex Cemline Nature. *Mortier de pulvérisation et de réparation purement minéral*. [Vandex CH | VANDEX CEMLINE NATURE](#)

Ville de Lausanne. *Usine de Bret*. [Service de l'eau - Ville de Lausanne](#)