

PRÉAVIS MUNICIPAL 2021 – 2026 / N° 36

DEMANDE D'UN CRÉDIT D'ÉTUDE POUR INVESTIGUER SUR LES RAISONS DE LA PRÉSENCE DE CORROSION SUR DES EMBARCATIONS AU PORT DES VERNES

AU CONSEIL COMMUNAL DE ROLLE

Monsieur le Président,
Mesdames et Messieurs,

Le présent préavis a pour but d'inviter le Conseil communal à accorder à la Municipalité un crédit d'étude d'un montant de Fr. 38'900.-- pour lui permettre de déterminer les raisons du problème de corrosion rencontré par des locataires du Port des Vernes et de pouvoir le solutionner.

1 PRÉAMBULE

La Commune a mandaté BG Ingénieurs Conseils SA en août 2022 pour analyser dans quelle mesure les problèmes de corrosion de certains bateaux pouvaient être expliqués et résolus.

Une proposition de méthodologie pour comprendre le phénomène en a découlé et est exposée ci-après.

2 RAPPEL DU CONTEXTE

Le Port des Vernes dispose de 55 places pour bateaux à fond plat et est caractérisé par une très faible profondeur (0.5 à 1 m.) et une épaisseur importante de vase a été constatée. Il n'existe pas de dispositif de ravitaillement en carburant et aucune alimentation électrique n'est disponible.

La station d'épuration de l'AIER est présente à une centaine de mètres au Nord-Ouest du port. Jusque vers les années 90, ses eaux étaient rejetées directement dans le port. Bien que modifié, l'exutoire reste proche de l'entrée (extrait PGEE en annexe).

Régulièrement, des utilisateurs du port se sont plaints de problèmes de corrosion observés sur certaines pièces de leur bateau. Sur la base des constats effectués, la vitesse de corrosion apparaît comme anormalement rapide.

Bien que généralisé dans le port, ce problème semble particulièrement prononcé à certaines places d'amarrage. La répartition de ces places ne semble toutefois pas répondre à une logique particulière.

Dans le cadre des investigations réalisées au cours de la première phase, trois pistes de réflexion ont été étudiées afin de tenter d'élucider les problèmes de corrosion observés. Il en résulte :

- Corrosion galvanique : écartée, car ce phénomène apparaît peu probable sur la base des éléments récoltés.
- Corrosion chimique : à privilégier. La mise en œuvre d'analyses d'eau et/ou d'air interstitiel est recommandée.

- Corrosion bactérienne/microbienne : à réaliser en parallèle à l'analyse de la corrosion chimique. Afin de mettre en évidence la présence éventuelle de biofilm, une inspection des pièces métalliques affectées et des analyses bactériennes seront effectuées.

3 DESCRIPTION DU PROJET

Pour suivre les pistes de corrosion chimique et bactérienne/microbienne précitées, le recours à des analyses est nécessaire.

Plusieurs laboratoires ont été contactés pour s'assurer des analyses à réaliser et quels en seraient les paramètres et fréquences d'échantillonnage appropriés.

Il apparaît que la méthodologie de prélèvement la plus pertinente consistera en un échantillonnage au sein du port, ainsi que dans ceux environnants afin d'établir des comparaisons entre les principaux paramètres pouvant être à l'origine des phénomènes de corrosion observés. Ceci permettra de mettre en évidence d'éventuelles conditions particulières dans le port rollois.

Considérant les dégradations prématurées recensées dans le port, le nombre d'échantillons y sera plus élevé que dans les autres ports environnants. Ces derniers feront uniquement l'objet de prises d'échantillons de contrôle. Plusieurs campagnes permettront de valider les résultats obtenus.

Les méthodologies de prélèvements et d'analyses prévues seront conformes aux normes en vigueur et seront réalisées dans les règles de l'art.

Étant donné que le Port des Vernes nécessitera à court/moyen terme des travaux d'assainissement, il est économiquement avantageux de profiter des investigations en lien avec la corrosion pour anticiper les démarches devant être entreprises conformément à la norme cantonale DCPE 1000. Cette norme définit les conditions préalables d'obtention d'une autorisation cantonale pour l'immersion dans un lac de matériaux résultant du dragage de ports.

3.1 ANALYSES CHIMIQUES SUR MATRICE LIQUIDE

L'analyse directe des composés - acide sulfurique (H_2SO_4), sulfure d'hydrogène (H_2S) et chlorure de fer ($FeCl_3$) - impliqués dans les phénomènes de corrosion chimique n'est, selon l'état actuel de la technique, pas encore réalisable.

Toutefois, l'analyse individuelle des éléments formant ces composés est faisable et permet de mettre en évidence d'éventuelles conditions chimiques particulières au sein du Port des Vernes.

Ainsi, les éléments suivants peuvent être analysés :

- **Analyses individuelles du fer ($Fe^{2+}/3+$) et des chlorures (Cl^-)**
Une relation directe avec la concentration en $FeCl_3$ n'est pas possible. Toutefois, des concentrations inhabituelles d'un ou de ces deux composés peut impliquer des concentrations élevées en $FeCl_3$.
- **Analyses individuelles des sulfates (SO_4^{2-})**
Une relation directe avec la concentration en H_2SO_4 n'est pas possible. Toutefois, une concentration inhabituelle de ce composé peut impliquer des concentrations élevées en H_2SO_4 . Cette analyse peut également être combinée à une détermination du pH.
- **Analyse individuelle des sulfures (S^{2-})**
Lorsqu'il est combiné à une analyse du pH, il permet une dérivation de la teneur en H_2S .

En plus de ces éléments, une analyse de la corrosivité de l'eau peut également être réalisée selon la méthode de Langelier (Langelier a développé une méthode pour prédire le pH auquel l'eau est saturée en carbonate de calcium (pHs). Il se calcule en faisant la différence entre le pH de l'eau et le pH de saturation (pHs).

3.2 INSPECTION DES PIÈCES MÉTALLIQUES

Une inspection détaillée des pièces métalliques sujettes à la corrosion accélérée permettrait de mettre en évidence la présence éventuelle de biofilms.

En cas de présence avérée, ces biofilms pourraient être prélevés et analysés en laboratoire afin de déterminer le type de bactéries présentes.

Cette inspection nécessitera d'avoir accès aux différentes pièces métalliques concernées. Elles devront être immergées durant au moins un mois préalablement à l'inspection.

3.3 ANALYSES BACTÉRIENNES

Les principales bactéries responsables des phénomènes de bio-corrosion sont les bactéries sulfato-réductrices (BSR). Ces bactéries comprennent notamment le genre *Clostridium*.

La présence de ces bactéries peut être déterminée grâce à deux types d'analyses :

- analyse sur biofilm : 10 cm² sont nécessaires ;
- analyse sur matrice liquide : 400 ml sont nécessaires.

Dans les deux cas, l'analyse consiste en un comptage du nombre de bactéries (y compris les spores). Le résultat se présente sous la forme d'un nombre de bactéries par cm²/ml.

Il est à noter que les vitesses de corrosion sont toujours plus élevées, indépendamment de conditions aérobies ou anaérobies, dans un environnement bactérien. Ainsi, il a été démontré que la bactérie *Pseudomonas aeruginosa* peut favoriser les phénomènes de corrosion du fait de son occurrence régulière dans les eaux et sa propension à réaliser des biofilms. Cet agent bactérien peut facilement être analysé dans une matrice liquide.

3.4 ANALYSES SATISFAISANT LA NORME DCPE 1000

Les matériaux issus du dragage de ports publics sont soumis à une analyse physico-chimique permettant de déterminer leur éventuelle pollution en métaux lourds - cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb) et zinc (Zn) - ainsi que leur teneur en matière organique.

La superficie du Port des Vernes étant d'environ 2'000 m², un total de 6 échantillons doit être prélevé afin de répondre aux exigences de la norme. Ces derniers doivent, par la suite, être mélangés afin d'obtenir un échantillon composite sur lequel il est procédé aux analyses.

Les prélèvements sont à réaliser par une entreprise spécialisée et les analyses par un laboratoire accrédité. Le port étant peu profond, les échantillons pourraient être prélevés à l'aide d'un long tube en plexiglas d'environ 2 m. avec bouchon étanche permettant de fermer la partie supérieure. La réalisation des prélèvements par un plongeur reste également envisageable. Le processus sera déterminé ultérieurement.

3.5 MÉTHODOLOGIE PROPOSÉE

Sur la base des éléments récoltés, la méthodologie suivante est proposée :

- Analyses chimiques sur matrice liquide : 3 campagnes de 8 échantillons, programme complet.
- Analyses bactériennes : 3 campagnes de 8 échantillons, programme complet.
- Analyses selon normes DCPE 1000 : 1 campagne avec 6 prélèvements à l'intérieur du Port des Vernes permettant la constitution d'un échantillon composite.

Pour les trois campagnes, les emplacements suivants sont recommandés pour les prélèvements :

- Port des Vernes, 4 échantillons
- Port de la Navigation, 2 échantillons
- Port Ouest, 1 échantillon
- Port de Perroy, 1 échantillon

L'AIER est informée du dépôt de ce préavis, avec qui des contacts ont déjà eu lieu à ce sujet dans le passé. S'il devait s'avérer que la STEP porte une responsabilité, une participation lui sera demandée.

4 DURÉE DE L'ÉTUDE

La durée estimée pour mener à bien ces analyses est de 9 à 12 mois.



5 DEVIS

- Les honoraires du bureau d'ingénieurs se présentent comme suit :

Travaux préalables

Organisation et planification des prélèvements et coordination avec le laboratoire d'analyses et l'entreprise de prélèvements subaquatiques.

Campagnes de prélèvements

Organisation et coordination des campagnes, gestion de l'acheminement des échantillons dans un laboratoire agréé, contrôle qualité. Mise à disposition des appareils de terrain, y compris entretien et consommables.

Établissement d'une note technique succincte.

Rapport final

Établissement du rapport final.

Frais et débours

Déplacement, petit matériel, reproductions.

Total honoraires du bureau d'ingénieurs :	17'500.--
---	-----------

- Les coûts des analyses en laboratoire se présentent ainsi :

Package complet des analyses chimiques et bactériennes (3 campagnes)	11'520.--
--	-----------

Analyses selon la norme DCPE 1000 2'320.--

Total (+/-15%) :	13'840.--
------------------	-----------

Le montant total des investigations, comprenant les frais de prélèvements et d'analyses ainsi que les honoraires d'ingénieurs est devisé à : 31'340.--

Considérant la complexité du dossier, des divers et imprévus à hauteur de 15 % sont prévus : 4'700.--

TVA 7.7 % : 2'775.10

Total TTC arrondi : 38'900.--

6 RÉCAPITULATIF

Sur la base des éléments ci-dessus, il est souhaité de procéder au programme d'analyses chimiques et bactériennes tel que décrit.

Le prélèvement d'échantillons non seulement dans le Port des Vernes, mais également dans les ports avoisinants, mettra en évidence d'éventuelles conditions chimiques et/ou bactériennes anormales permettant d'expliquer les phénomènes de corrosion observés dans le Port des Vernes.

Des analyses de sédiments en vue de futurs travaux de dragage du port seront également réalisées.



CONCLUSIONS

Fondée sur ce qui précède, la Municipalité prie le Conseil communal de bien vouloir voter les conclusions suivantes :

LE CONSEIL COMMUNAL DE ROLLE,

vu le préavis municipal 2021-2026 / N° 36 du 14 août 2023,
entendu le rapport de la commission chargée d'étudier cet objet,
considérant que cet objet a été porté à l'ordre du jour,

1. Adopte le présent préavis et accorde à la Municipalité un crédit d'étude de Fr. 38'900.-- TTC pour investiguer sur les raisons de la présence de corrosion sur des embarcations au Port des Vernes.
2. Autorise la Municipalité à imputer cette somme sur le compte 4710.503000 « Etude investigation corrosion Port des Vernes ».
3. Autorise la Municipalité, en cas de besoin, à emprunter ce montant en francs suisses auprès de l'établissement financier qui aura offert les conditions les plus avantageuses.
4. Autorise la Municipalité à amortir ce montant sur une période de 2 ans.

Approuvé par la Municipalité en séance du 14 août 2023.

Au nom de la Municipalité

La Syndique



Monique Choulat Pugnale



La Secrétaire



Tu Wüst

1^{ère} séance avec la Commission ad hoc : mardi 12 septembre 2023 à 18h30

Municipal(e) délégué(e) : Mme Monique Pugnale

Annexes : plan situation Port des Vernes / extrait du PGEE / tableau d'investissement

Affaire N° 47.04 / 02-0037

