

# RÉHABILITATION DE VANNES D'AQUEDUC PRINCIPALES

Rallier l'expertise interne au développement durable

Jean-François Dubuc, ing.  
Chef de division

Olivier Boudreau  
Mécanicien-technicien

Ville de Montréal, Service de l'eau

Montréal 



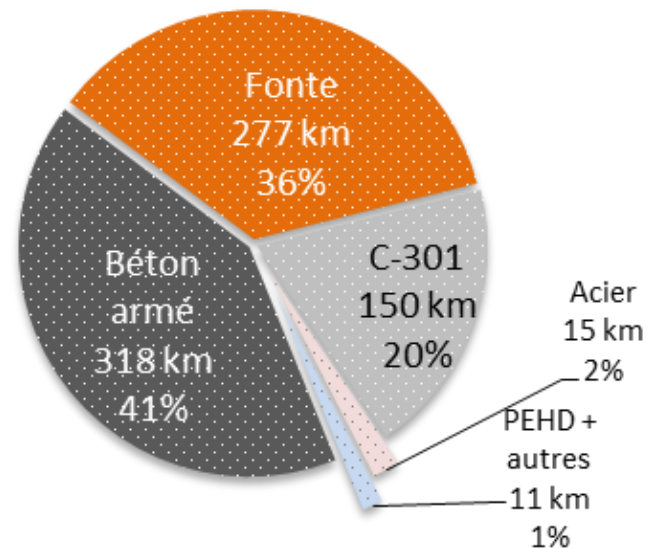
# RÉHABILITATION DE VANNES D'AQUEDUC PRINCIPALES

Rallier l'expertise interne au développement durable

- ▶ Revue du réseau principal d'aqueduc
- ▶ Présentation de l'équipe exploitation du réseau principal
- ▶ Motifs et motivation à la réhabilitation
- ▶ Méthodologie et priorisation
- ▶ Études de cas
- ▶ Conclusions

# REVUE DU RÉSEAU PRINCIPAL D'AQUEDUC

- ▶ 771 km de conduites principales d'aqueduc (une actualisation est en cours)
- ▶ 3 290 chambres souterraines
- ▶ Diamètres de 350 à 2 700 mm



# PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE DE L'EXPLOITATION DU RÉSEAU PRINCIPAL



# MOTIFS ET MOTIVATION À LA RÉHABILITATION

1

**Difficultés rencontrées dans les dernières années** avec la qualité de vannes neuves, dans un contexte de marché public

**Investissements importants pour la réfection du réseau existant,**  
opportunité de récupération des vannes existantes

2

3

**Qualité observée des vannes existantes**

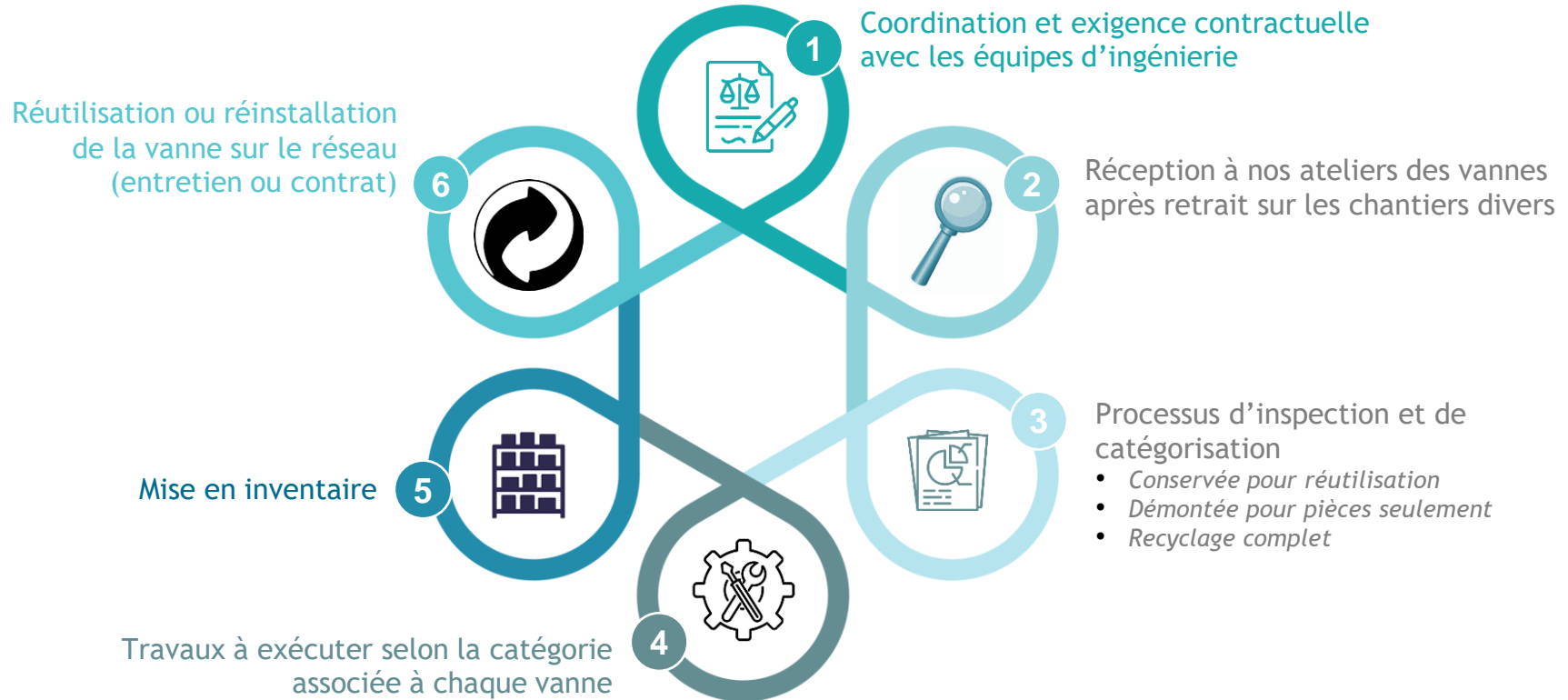
**Volonté et motivation des équipes internes** à réutiliser les vannes existantes et contribuer au développement durable à leur façon

4

5

**Enjeux d'approvisionnement**

# MÉTHODOLOGIE ET PRIORISATION



# MÉTHODOLOGIE ET PRIORISATION

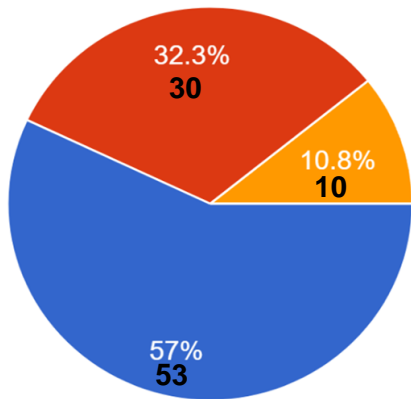
## Inventaire dynamique (avec roulement)

93 vannes récupérées

Valeur marchande comparative : 4,5 M\$

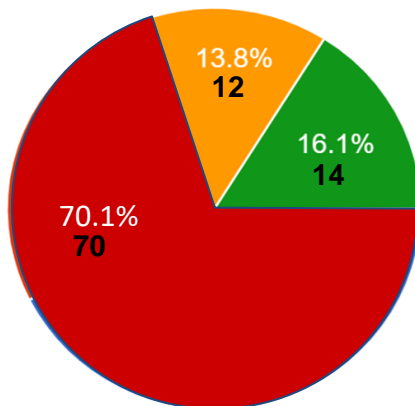
### Type de vannes

- Papillon
- Guillotine couché
- Guillotine debout



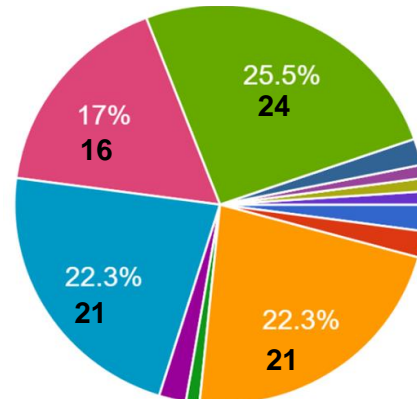
### Action posée

- Réhabilitée
- Démontée pour les pièces
- Recyclage complet



### Diamètre

- 12 po. (300mm.)
- 14 po. (350mm.)
- 16 po. (400mm.)
- 18 po. (450mm.)
- 20 po. (500mm.)
- 24 po. (600mm.)
- 30 po. (750mm.)
- 36 po. (900mm.)



# ÉTUDES DE CAS #1 (en atelier)

## Vanne papillon 2100 mm - 84 po

### Présentation de la vanne Actif/déficience rencontrée

Vanne 2100 mm - 84 po  
Dominion Engineering 1972  
Chambre de la Cathédrale

13,5 tonnes

Connue non étanche

Retirée pour créer un accès  
pour une réhabilitation de la  
conduite

### Échéancier des travaux

3 semaines avant la remise en  
place de la vanne

(12 jours/3 mécaniciens)

### Aspects financiers

Main-d'oeuvre :	8 000 \$
Nouveau joint :	1 000 \$
Rép. actuateur :	3 930 \$
Coût total	<b>12 930 \$</b>

Coût vanne neuve : 100 000 \$

Délais de livraison : 12 mois





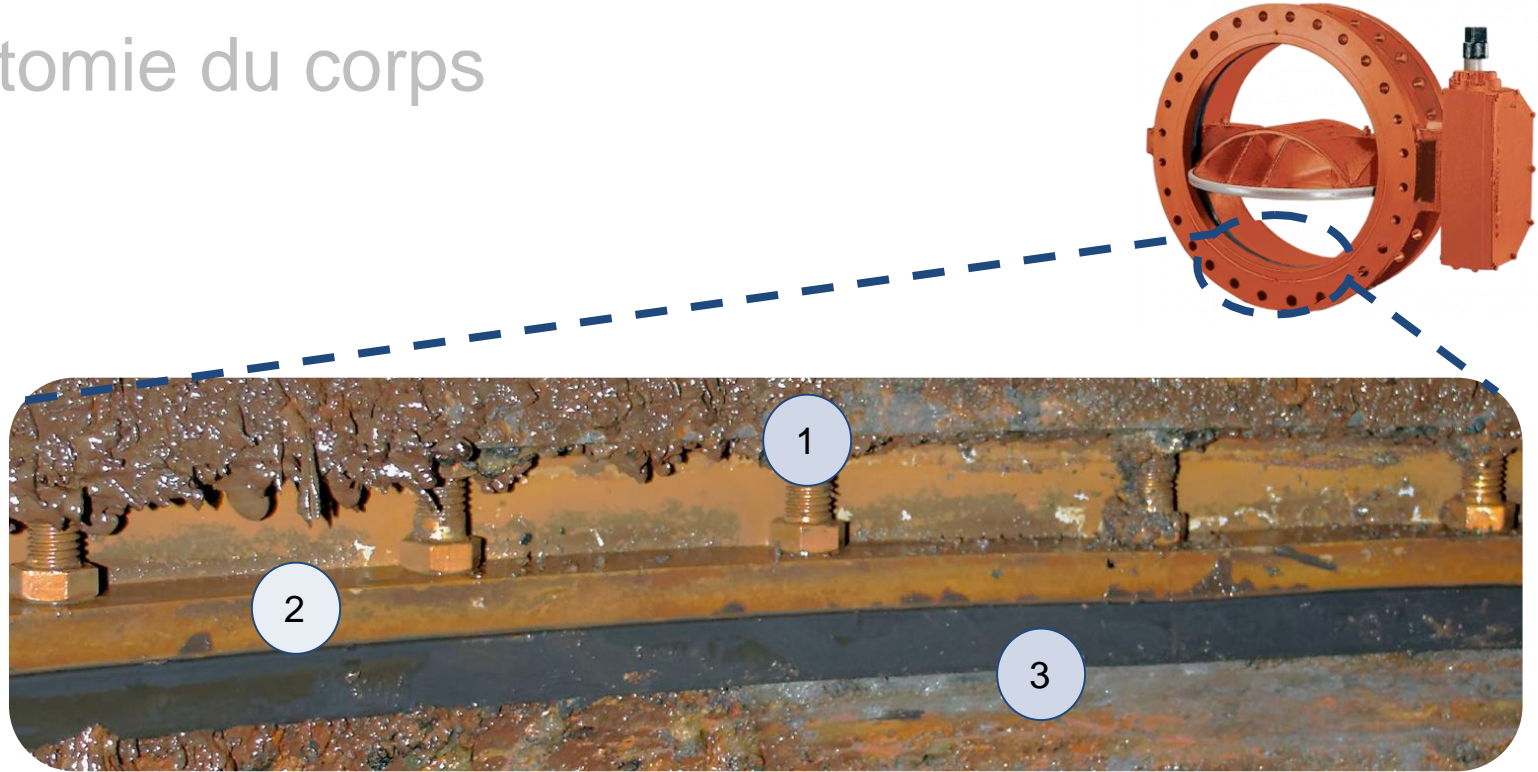
# ÉTUDES DE CAS #1

## Étapes de la réhabilitation

- ▶ Manutention de la vanne et installation de la tente (limiter la poussière)
- ▶ Nettoyage au jet glace sèche (pour limiter le matériel enlevé)
- ▶ Dévisser les 66 boulons d'ajustement pour le retrait des barres de retenue et le joint
- ▶ Nettoyage des 22 barres de retenue, 66 boulons, 66 écrous et le fond du siège
- ▶ Passer le taraud dans les 66 trous des boulons de serrage
- ▶ Sablage du disque. Premièrement à la sableuse, deuxièmement à la lime puis à la meuleuse
- ▶ Sablage de la lèvre au niveau de l'arbre de la vanne à l'aide d'outils sur mesure
- ▶ Réinstallation des boulons et des écrous, barres de retenue et nouveau joint (matériau EPDM et norme NSF-61)
- ▶ Installation de l'actuateur réparé
- ▶ Tests de pression hydrostatique tel qu'exigé dans la norme AWWA C-504 à 150 psi

# ÉTUDES DE CAS #1

## Anatomie du corps

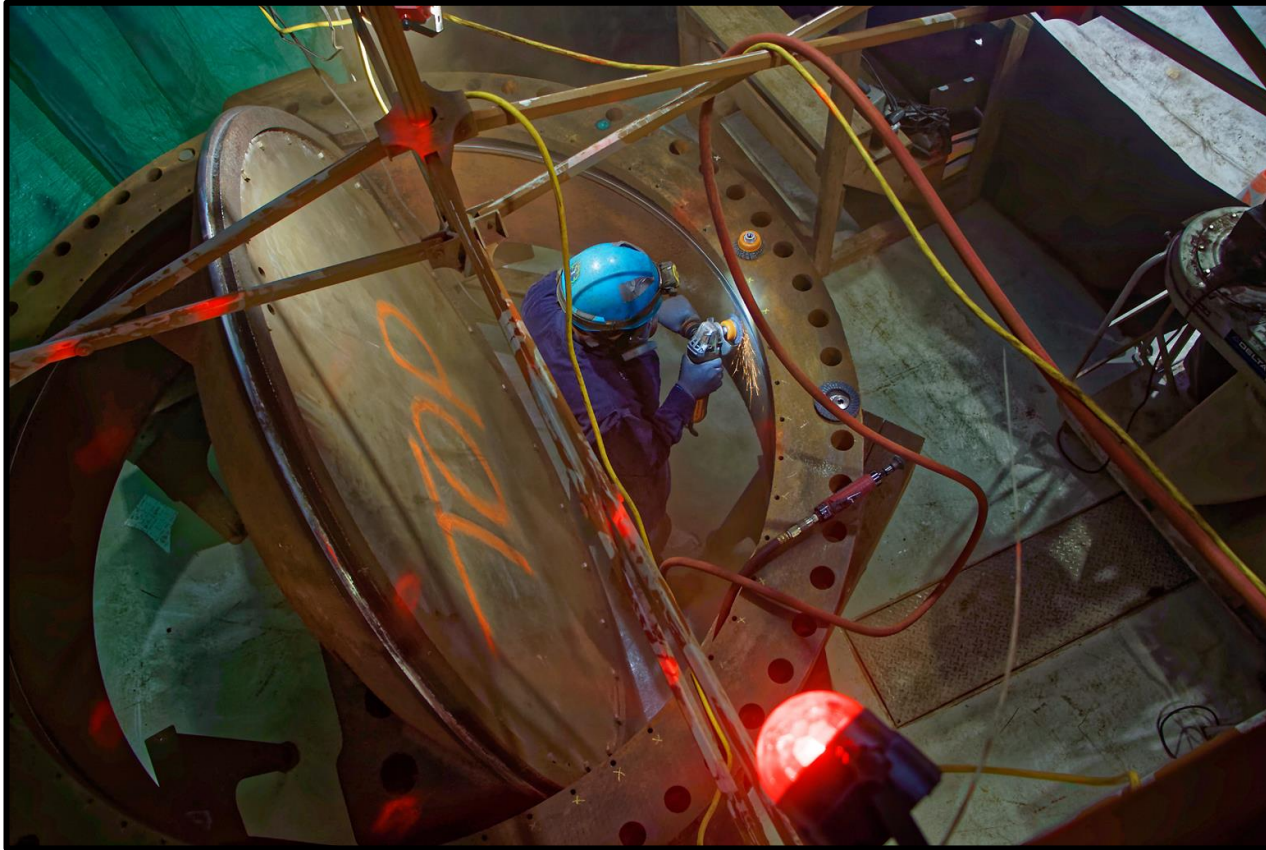


1- Boulons d'ajustement

2- Barre de retenue

3- Joint

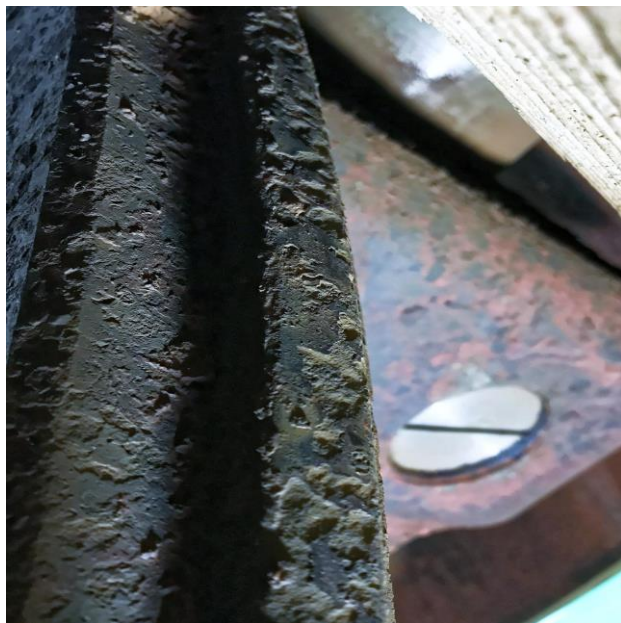
# ÉTUDES DE CAS #1



# ÉTUDES DE CAS #1

## Rectification de la lèvre

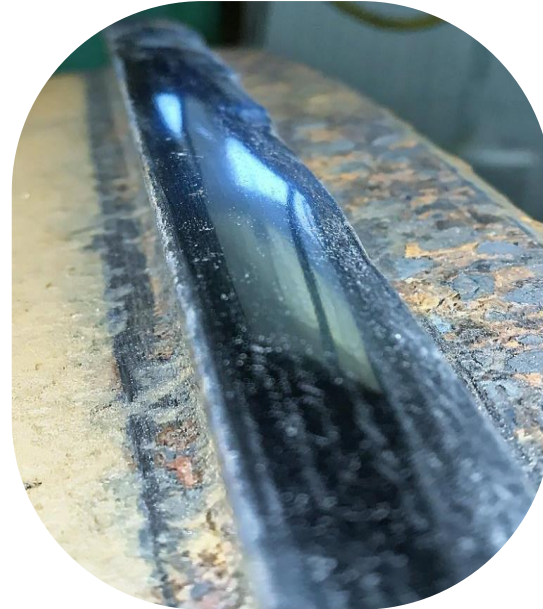
Avant le sablage



Premier sablage  
Sableuse à ruban



Produit fini  
avec polissage



# ÉTUDES DE CAS #2 (en atelier)

## Vanne guillotine 900 mm - 36 po

### Présentation de la vanne Actif/déficience rencontrée

Vanne 900 mm (36 po)  
Ludlow 1954  
À double disque

Retirée du réseau pour un  
projet inconnu

### Échéancier des travaux

27 heures/2 mécaniciens

3 jours, étalé sur plusieurs  
semaines

En 4 étapes :

- 1- oxycoupage
- 2- démontage
- 3- nettoyage/préparation  
des pièces
- 4- assemblage/test  
hydrostatique

### Aspects financiers

Boulonnerie en S.S :	1 000 \$
Sandblast et époxy :	4 500 \$
Machinage des lèvres :	2 900 \$
By-pass 6 po :	600 \$
Main-d'oeuvre :	<u>2 600 \$</u>
Total :	11 600 \$

Coût vanne neuve  
Guillotine 900 mm

Doubles portes :	174 000 \$
Porte résiliente :	47 000 \$
Papillon :	21 000 \$



# ÉTUDES DE CAS #2

## 10 Vannes 900 mm en attente de réhabilitation



# ÉTUDES DE CAS #2

## Étapes de la réhabilitation

### ► Jour 1

- Démontage des boulons à l'oxycoupage (extérieur). Bonnet vanne de contournement et bride
- Manutention de la vanne en atelier

### ► Jour 2

- Démontage complet, étiquetage et classement des morceaux
- Dans ce cas-ci, transport de toutes les pièces dans une entreprise externe spécialisée pour nettoyage au jet de sable suivi d'un revêtement d'époxy (1-2 semaines)
- Transport dans un centre d'usinage externe pour le surfaçage des anneaux de laiton (1-2 semaines)

### ► Jour 3

- Assemblage, après avoir reçu toutes les pièces
- Test hydrostatique

# ÉTUDES DE CAS #2

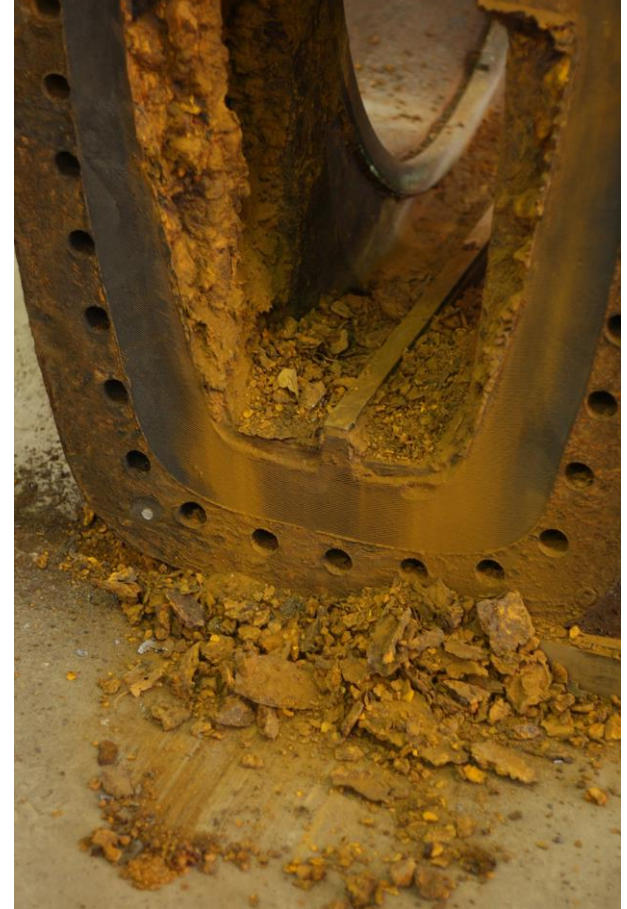
## Démontage





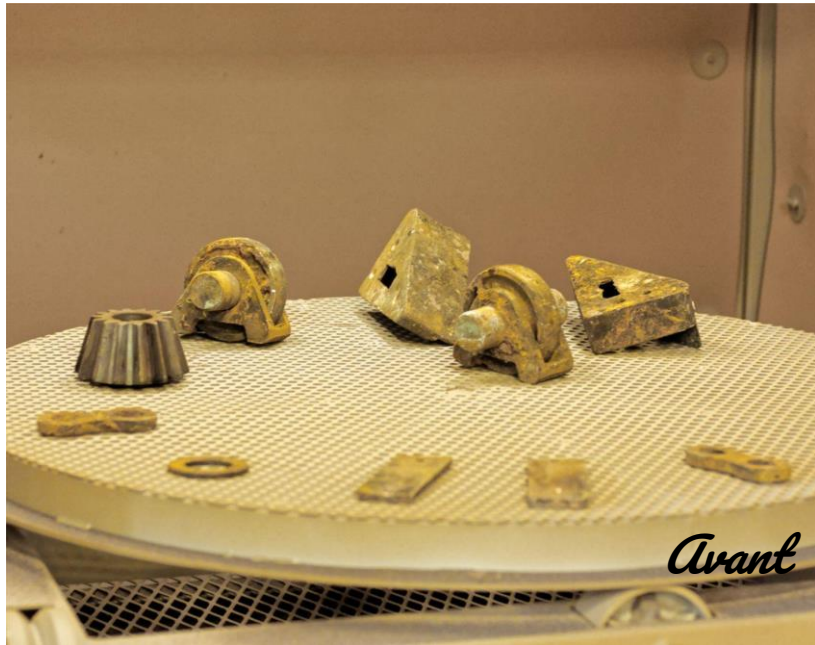
# ÉTUDES DE CAS #2

## Démontage interne



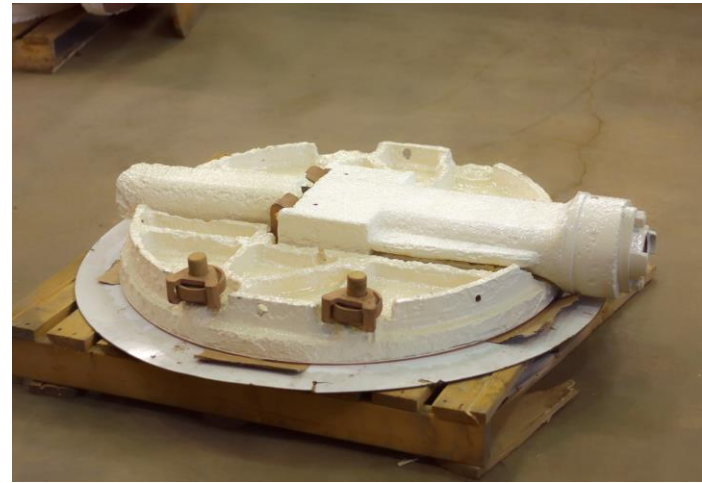
# ÉTUDES DE CAS #2

## Nettoyage des pièces internes (jet de sable)



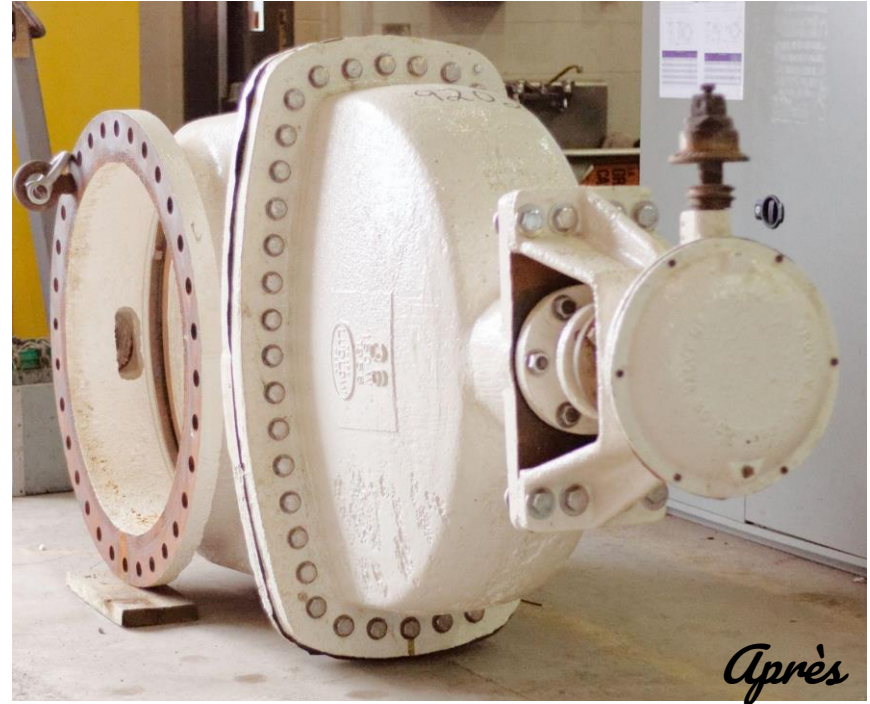
# ÉTUDES DE CAS #2

## Assemblage



# ÉTUDES DE CAS #2

## Réhabilitation terminée



# ÉTUDES DE CAS #3 (en atelier)

## Vanne guillotine 400 mm - 16 po

### Présentation de la vanne Actif/déficience rencontrée

Vanne 400 mm(16 po)  
Ludlow 1954

Retirée du réseau par nos  
équipes

### Échéancier des travaux

27 heures/2 mécaniciens

3 jours, étalé sur plusieurs  
semaines

En 4 étapes :

- 1- oxycoupage
- 2- démontage
- 3- nettoyage/préparation  
des pièces
- 4- assemblage/test  
hydrostatique

### Aspects financiers

Boulonnerie en S.S :	200 \$
Main-d'oeuvre :	<u>2 800 \$</u>
Total :	3 000 \$

Coût vanne neuve  
Guillotine 400 mm

Doubles portes :	24 000 \$
Porte résiliente :	12 000 \$
Papillon :	8 500 \$



# ÉTUDES DE CAS #3

## Étapes de la réhabilitation

### ► Jour 1

- Démontage des boulons à l'oxycoupage
- Retrait du bonnet, des disques et de l'actuateur
- Nettoyage du bonnet, de la base et des disques
- Nettoyage (jet de sable) pour les autres pièces
- Transport des disques et de la base (corps) à l'atelier d'usinage de l'usine Atwater pour rectification des 4 anneaux de laiton (2 semaines de délai)

### ► Jour 2

- Assemblage de la vanne
- Traitement avec un après convertisseur de rouille (7 jours de cure)
- Test hydrostatique (150 psi)

### ► Jour 3

- Peinturer la vanne (extérieur) avec une peinture antirouille

# ÉTUDES DE CAS #3

## Démontage



# ÉTUDES DE CAS #3

## Assemblage





# ÉTUDES DE CAS #3

## Réhabilitation terminée



# ÉTUDES DE CAS #4 (in situ)

## Vanne papillon 750 mm - 30 po

### Présentation de la vanne Actif/déficience rencontrée

Rue Saint-Antoine  
Chambre : O-44-15

Vanne 750 mm (30 po) Marque  
Jenkins 1974

Reconnue étanche

Actuateur fendu et rempli  
d'eau

### Échéancier des travaux

36 heures/2 mécaniciens

4 jours intensifs

3 jours - retrait  
1 jour - installation

### Aspects financiers

Coût de la réparation :

Main-d'oeuvre :	2 600 \$
Signalisation :	<u>1 500 \$</u>
Total :	<b>4 100 \$</b>

Coût d'un remplacement :

Signalisation :	4 000 \$
Excavation :	10 000 \$
Main-d'oeuvre :	2 000 \$
Vanne neuve 750 mm :	<u>18 500 \$</u>
Coût total :	<b>34 500 \$</b>



# ÉTUDES DE CAS #3

## Étapes de la réhabilitation

- ▶ Évaluation de la réparation à exécuter (actuateur fendu et non fonctionnel) faiblesse commune chez Limitorque (rempli d'eau et pièce interne figé)
- ▶ Prise de mesures pour vérifier si les pièces de rechange sont disponibles dans notre inventaire de pièces récupérées
- ▶ Retrait de l'actuateur (3 jours) : coins, puller, cylindre hydraulique et découpage complet
- ▶ Nettoyage de la bride et du manchon cannelé
- ▶ Installation d'un nouvel actuateur fonctionnel
- ▶ Récupération des pièces toujours utiles sur l'actuateur retiré

# ÉTUDES DES CAS #4

## Démontage



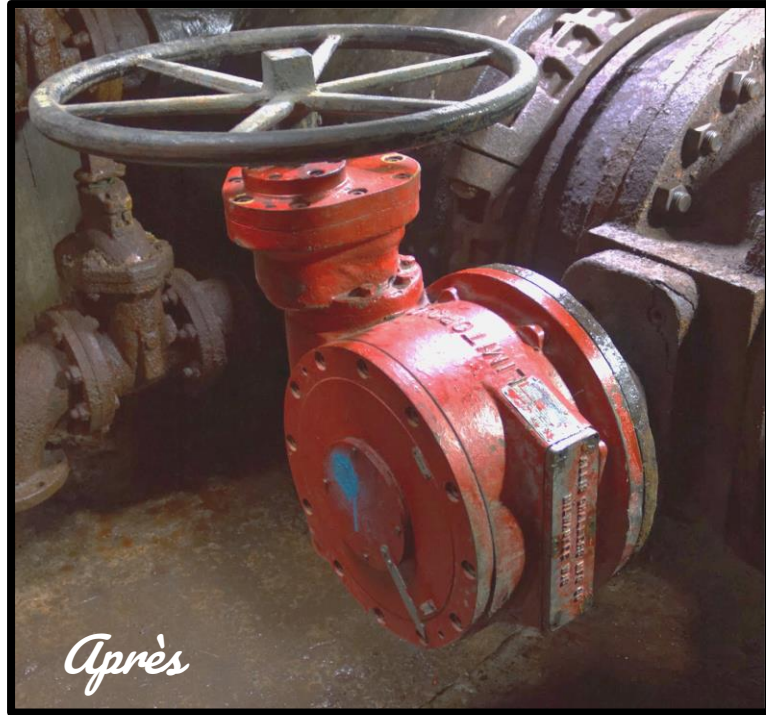
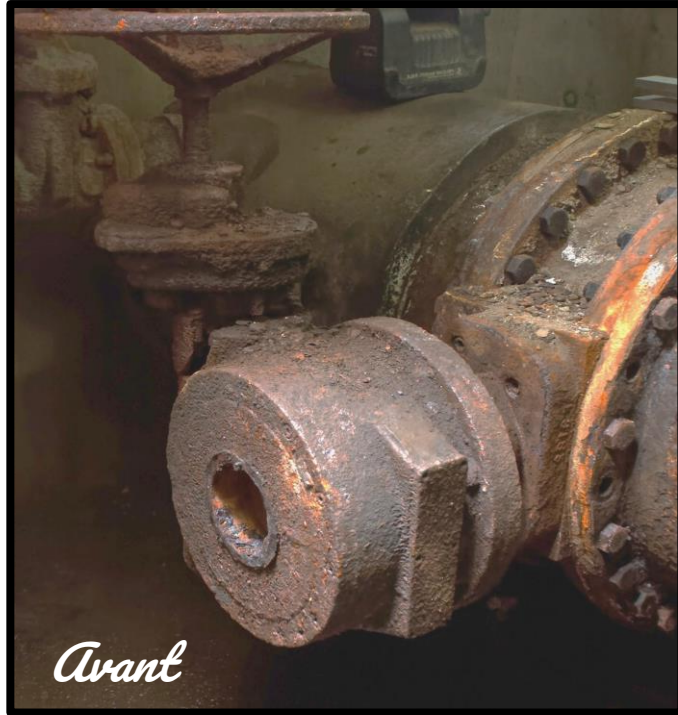
# ÉTUDES DE CAS #4

## Assemblage



# ÉTUDES DE CAS #4

## Réhabilitation terminée



# ÉTUDES DE CAS #5 (in situ)

## Vanne guillotine 400 mm - 16 po

### Présentation de la vanne Actif/déficience rencontrée

Rues Authier et Côte-de-Liesse

Vanne 400 mm (16 po)  
Ludlow 1954

Brisée/ouverte  
Pas manipulée depuis au moins  
15 ans

Fuite dans la chambre

### Échéancier des travaux

6 heures/2 mécaniciens

2 heures de réparation et 4  
heures de manipulation pour  
rendre étanche

Fermeture déléguée à  
l'arrondissement, mais en  
raison d'un problème  
rencontré, ils ont demandé  
notre soutien

### Aspects financiers

Préparation pièces :	300 \$
Main-d'oeuvre :	900 \$
Arbre en s.s. :	<u>350 \$</u>
Total :	

**1 550 \$**

Coût d'un remplacement :

Signalisation :	4 000 \$
Excavation :	10 000 \$
Main-d'oeuvre :	2 000 \$
Vanne 400 mm :	<u>12 000 \$</u>
Coût total :	<b>28 000 \$</b>



# ÉTUDES DE CAS #5

## Étapes de la réhabilitation

- ▶ Évaluation de la réparation à faire (clavette de l'arbre secondaire fendu)
- ▶ Retrait de l'actuateur et installation d'un réhabilité
- ▶ Manipulation de la vanne



# ÉTUDES DE CAS #5

## Démontage



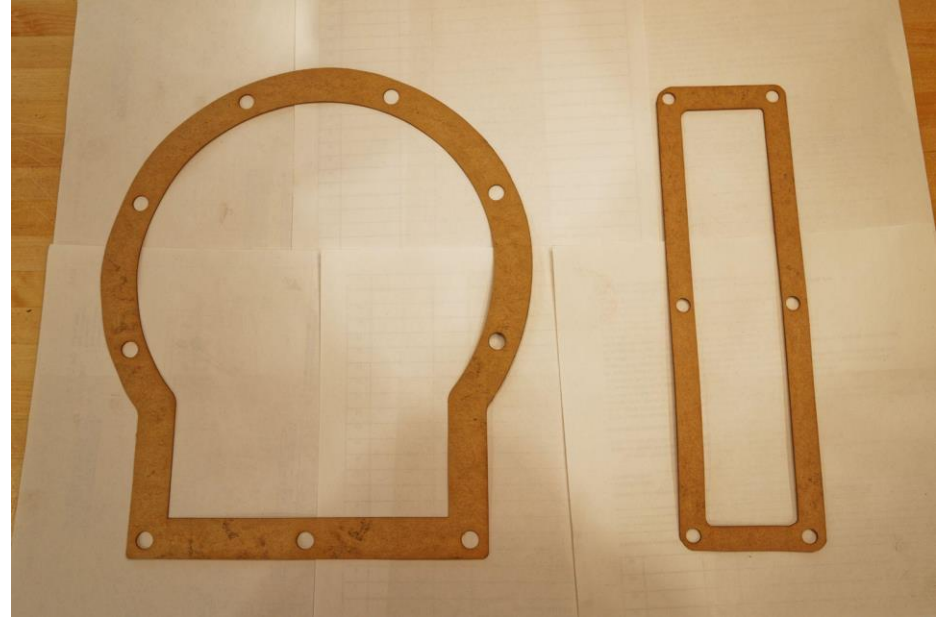
# ÉTUDES DE CAS #5

## Actuateur de rechange (en inventaire)



# ÉTUDES DE CAS #5

## Fabrication des joints à l'interne



# ÉTUDES DE CAS #5

## Réhabilitation terminée

Chambre : 3-433  
Authier/Côte-de-Liesse



Chambre : 0-3-1  
Guy et Saint-Antoine



Chambre : N-10-10  
Crémazie/De Lorimier



# ÉTUDES DE CAS #6 (in situ)

## Vanne guillotine 750 mm - 30 po

### Présentation de la vanne Actif/déficience rencontrée

Intersection Sherbrooke et  
Laurendeau  
Chambre : E-32-1

Vanne 750 mm (30 po)  
Ludlow 1955

Coincée : manipulation  
impossible

Arbre gonflé et dents remplis  
de débris

### Échéancier des travaux

6 heures/2 mécaniciens

### Aspects financiers

Coût de la réparation :

Main-d'oeuvre :	900 \$
Arbre en stainless :	600 \$
Préparation pièces :	300 \$
Signalisation :	1 000 \$
Total :	<u>2 800 \$</u>

Coût d'un remplacement :

Signalisation :	4 000 \$
Excavation :	10 000 \$
Main-d'oeuvre :	2 000 \$
Vanne 750 mm :	<u>50 000 \$</u>
Coût total :	<b>66 000 \$</b>



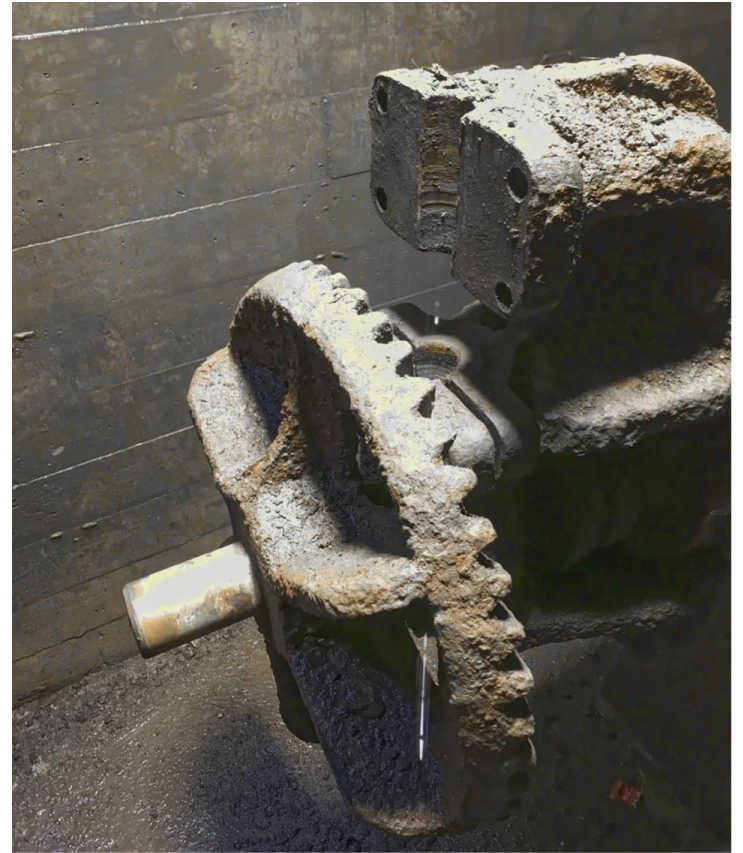
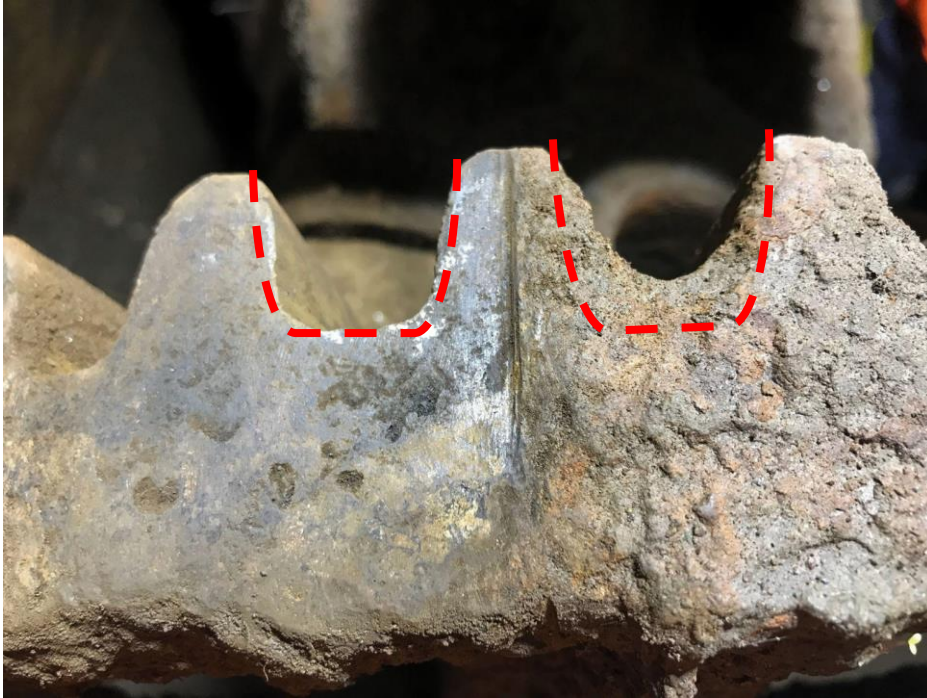
# ÉTUDES DE CAS #6

## Étapes de la réhabilitation

- ▶ Retrait des boulons d'assemblage
- ▶ Coupe de l'arbre secondaire (sur et sous le pignon)
- ▶ Retrait du pignon et des 2 morceaux de l'arbre secondaire
- ▶ Nettoyage des dents de la roue principale
- ▶ Retour à l'atelier pour nettoyage et peinture du support et retrait du morceau de l'arbre dans le pignon
- ▶ Arbre en acier inoxydable (S.S.) déjà en inventaire (dimension connue)
- ▶ Installation des morceaux avec un nouvel arbre en S.S. et boulonnerie en S.S.
- ▶ Installation d'une assiette de protection en aluminium
- ▶ Test de la vanne (manipulation jusqu'à fermeture si permise)

# ÉTUDES DE CAS #6

## Démontage et nettoyage



# ÉTUDES DE CAS #6

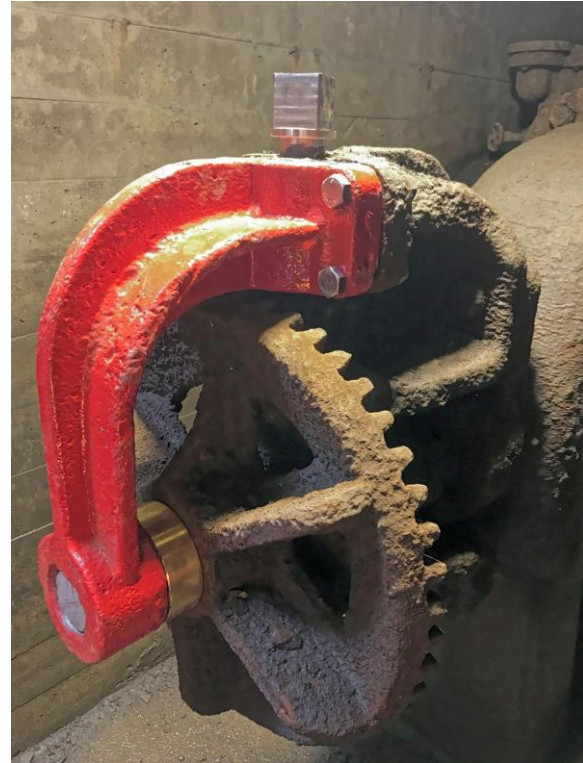
## Pièces de l'actuateur





# ÉTUDES DE CAS #6

## Assemblage avec assiette de protection



# ÉTUDES DE CAS #6

Efficacité de l'assiette de protection - 2 ans de débris accumulés



# CONCLUSION

## Expertise acquise

- ▶ Fabrication d'outillage spécialisé et de technique de travail associée à ceux-ci.
- ▶ Utilisation d'outils non conventionnels (sableuse à ruban)
- ▶ Prise de photos à chaque étape du désassemblage et de l'assemblage de la vanne pour la création d'une procédure complète de travail, efficace et sécuritaire
- ▶ Évaluation des coûts et des délais pour une réhabilitation complète avec revêtement intérieur/extérieur
- ▶ Apprentissage des faiblesses et des pièces problématiques pour les vannes
- ▶ Capacité de réhabilitation de vannes à faible coût et d'exécution à l'interne
- ▶ Technique de retrait d'actuateur, installation d'extracteur et de vérin hydraulique
- ▶ Récupération des pièces. Elles seront toujours utiles pour sauver une vanne connue étanche
- ▶ Stockage d'actuateurs pour vanne guillotine toujours à l'atelier
- ▶ Utilisation d'une machine de gravure au laser pour la fabrication de joints pour les actuateurs
- ▶ Développement d'assiettes de protection pour les actuateurs ouverts

# CONCLUSION

- ▶ Développement durable
- ▶ Avantage économique
- ▶ Expertise de notre main-d'oeuvre
- ▶ Stimulation professionnelle

