

IMPLANTATION ET EXPLOITATION DE SECTEURS DE RÉGULATION ET DE MESURE

5 décembre 2017

Chrystelle DOUTETIEN et Monique CAJA
Ingénieures
Ville de Montréal , Service de l'eau

IMPLANTATION ET EXPLOITATION DE SECTEURS DE RÉGULATION ET DE MESURE

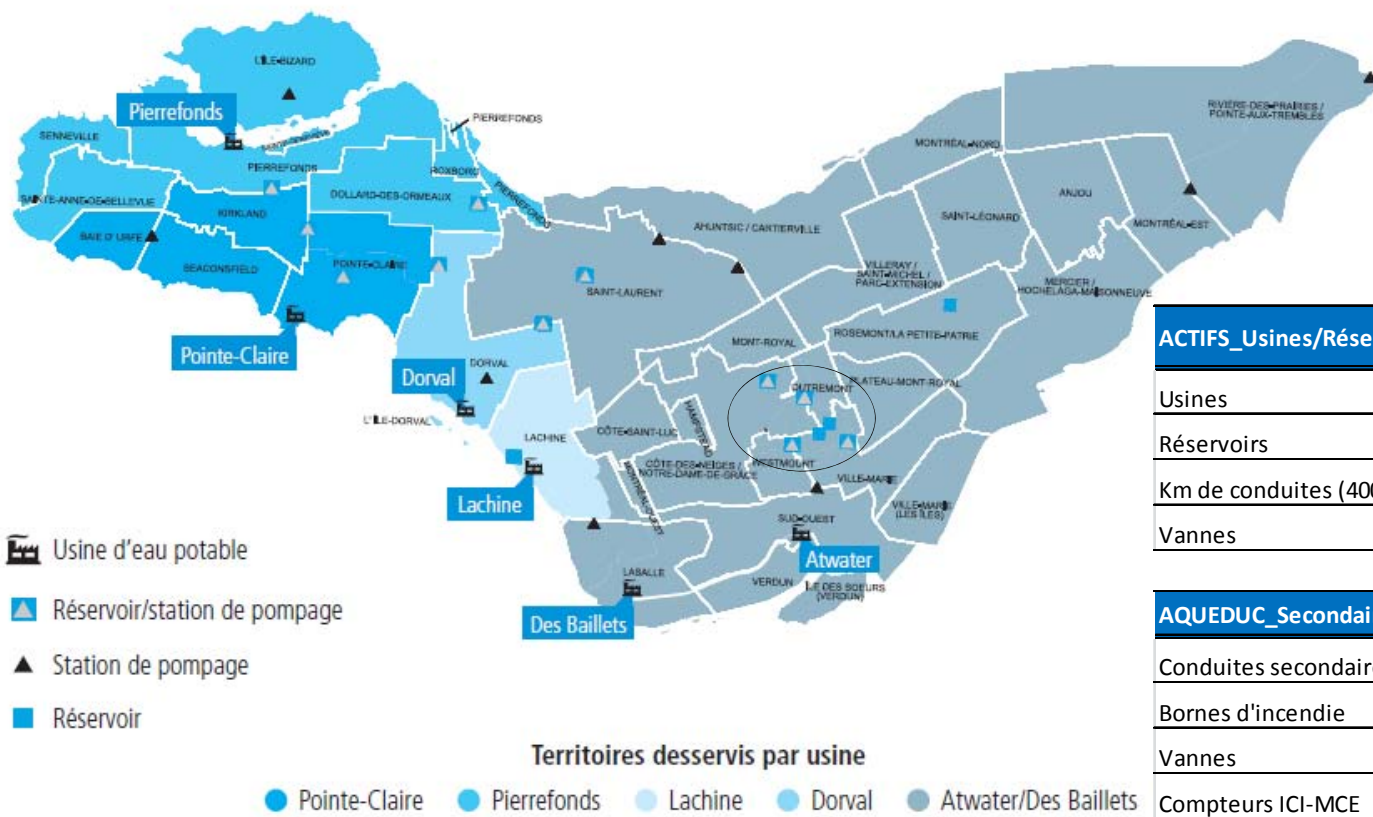
ORDRE DU JOUR

- ⊙ Introduction
 - Réseau de Montréal
 - Rappel du projet
- ⊙ Conception hydraulique
 - Choix des secteurs
 - Conception des SRP
 - Étude de cas
- ⊙ Exploitation
 - Implantation - Mise en service
 - Exploitation
- ⊙ Conclusion

INTRODUCTION

Réseau de Montréal - Agglomération

Territoires desservis par les usines de production d'eau potable en 2015



ACTIFS_Usines/Réservoirs/Réseau principal	
Usines	6
Réservoirs	14
Km de conduites (400 à 2 700 mm)	770
Vannes	2 300

AQUEDUC_Secondaire	Agglo
Conduites secondaires (km)	4 600
Bornes d'incendie	29 200
Vannes	40 000
Compteurs ICI-MCE	12 200
Postes de surpression	9

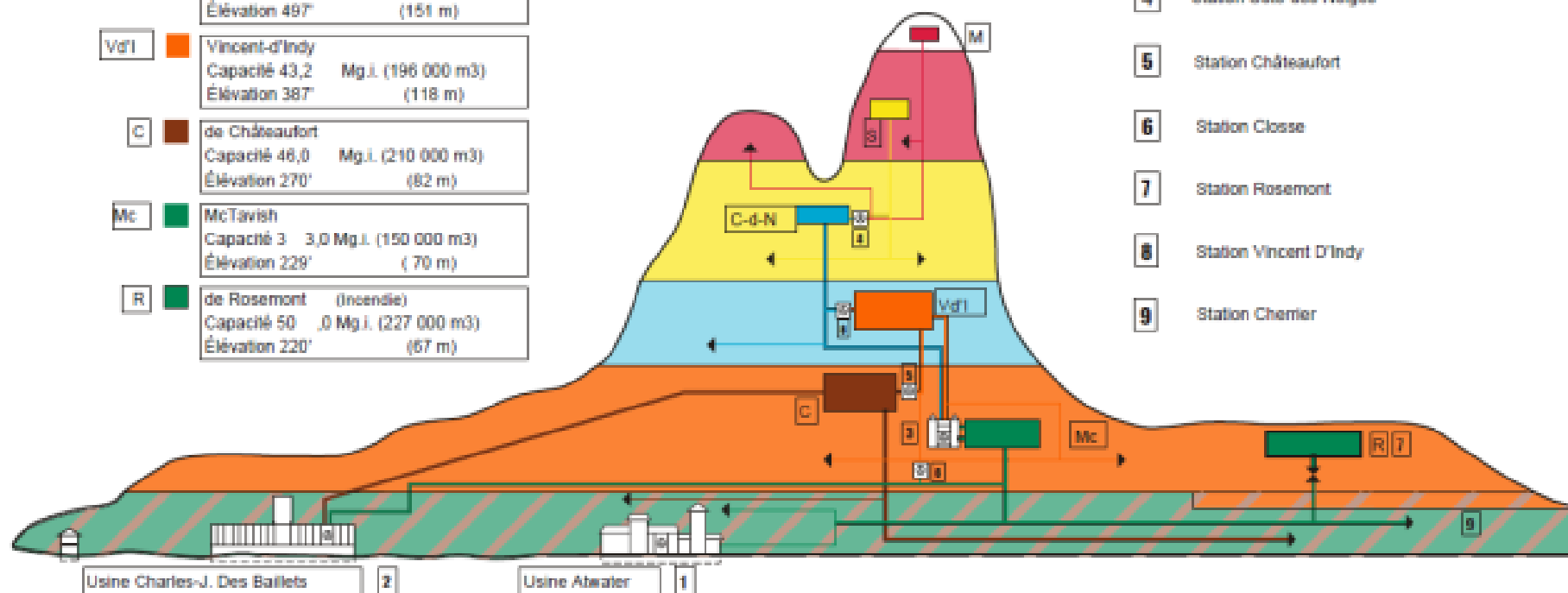
STATIONS DE POMPAGE ET RÉSERVOIRS

Réservoirs :

M	de la Montagne	Capacité 0,2 Mg.l. (900 m ³)	Élévation 749' (228 m)
S	du Sommet	Capacité 3,0 Mg.l. (14 000 m ³)	Élévation 657' (200 m)
C-d-N	de Côte-des-Neiges	Capacité 7,1 Mg.l. (32 000 m ³)	Élévation 497' (151 m)
VdI	Vincent-d'Indy	Capacité 43,2 Mg.l. (196 000 m ³)	Élévation 387' (118 m)
C	de Châteaufort	Capacité 46,0 Mg.l. (210 000 m ³)	Élévation 270' (82 m)
Mc	McTavish	Capacité 3,3 Mg.l. (150 000 m ³)	Élévation 229' (70 m)
R	de Rosemont (Incendie)	Capacité 50,0 Mg.l. (227 000 m ³)	Élévation 220' (67 m)

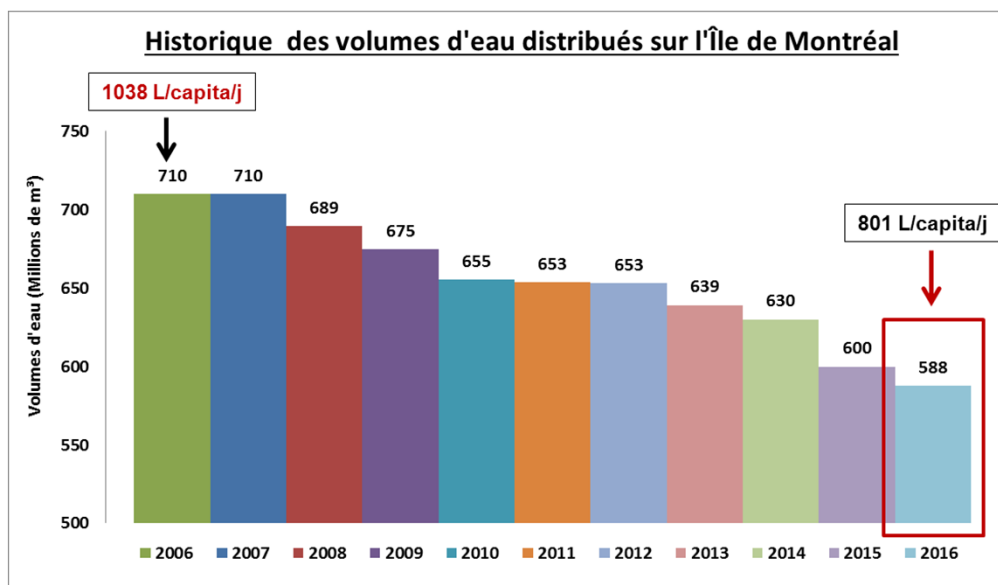
Stations de pompage

- 1 Usine Atwater
- 2 Usine Charles J. Des Baillets
- 3 Station McTavish
- 4 Station Côte-des-Neiges
- 5 Station Châteaufort
- 6 Station Crosse
- 7 Station Rosemont
- 8 Station Vincent D'Indy
- 9 Station Chemier



INTRODUCTION

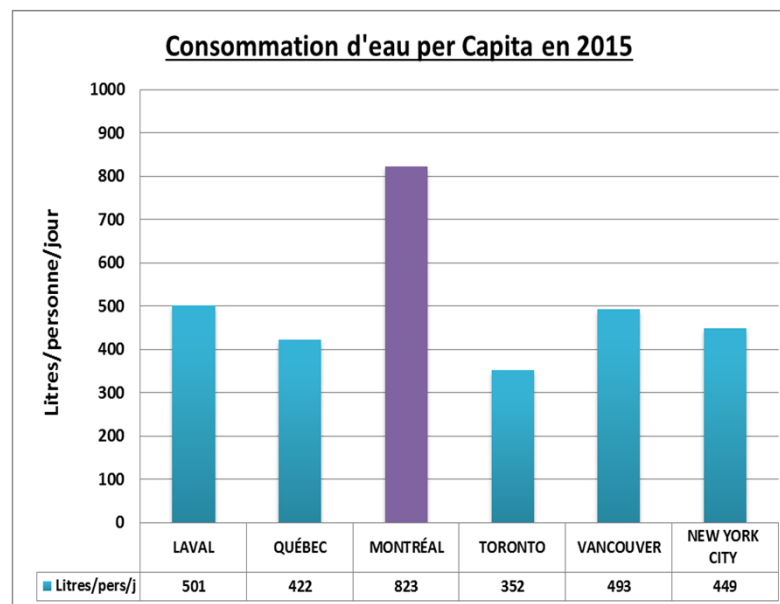
Consommation d'eau à Montréal



2016 : 588 Mm³/an --- 1 610 000 m³/j --- près de 2 010 900 Personnes

En 2001 : 1 120 L/p/j

En 2016 : 801 L/p/j



INTRODUCTION

Le projet

○ Origine du projet

- Plusieurs recommandations formulées dans les années 1998-2003.
- Consommation per Capita de 1 120 L/p/j (2001)
- Bilan des infrastructures (2003).
- Plan stratégique de développement durable, programmes de consommation d'eau plus efficace et un contrôle des usages illicites de l'eau (2005).

CONSTAT: NÉCESSITÉ DE RÉDUIRE LES VOLUMES D'EAU DISTRIBUÉS ET DE PRÉSERVER LES INFRASTRUCTURES - PROJET D'AGGLOMÉRATION

○ Objectifs

- Diminuer les bris
- Augmenter et prolonger la durée de vie des conduites
- Diminuer les pertes d'eau
- Meilleure connaissance
- Rencontrer les bonnes pratiques de gestion

Mesure

Gestion de pression

CONCEPTION

Choix des secteurs

- Critères physiques
 - Pression :
 - ✓ Atteint 100 psi la nuit dans plusieurs secteurs
 - ✓ RCG-1: P moyenne > 80 psi
 - ✓ RCG-1: avant régulation 70 psi < Pmoy < 90 psi
 - Âge du réseau :
 - ✓ Âge moyen* de 59 ans;
 - ✓ 18% du réseau de l'île a plus de 97 ans (985 km de conduites installées avant 1921)
 - Matériaux*:
 - ✓ 65% du réseau secondaire en Fonte grise
 - ✓ RCG-1: plus de 50% du réseau est en fonte grise de 1940 à 1965
 - Bris*:
 - ✓ Taux moyen de bris par 100 km en 2015 = 25
 - ✓ CG: 49 bris par 100 km en 2015

* Données du plan d'intervention 2016 - Réseau local de Ville de Montréal (3 640 km)

CONCEPTION

SRP - Modélisation hydraulique

- ◉ Construction ou mise à jour du modèle hydraulique: Logiciel WaterGems de Bentley
 - Mesures de terrain de la demande: débits, pressions, compteurs ICI
 - Données de recensement: Statistique Canada
 - Modifications sur le réseau: réhabilitations , reconstructions...
 - Essais de calibration: Débit-Pression, coefficient d'Hazen-Williams
 - Base de données physiques du réseau d'aqueduc : SIGS
- ◉ Collaboration avec d'autres intervenants:
 - Arrondissements / Villes liées: connaissance approfondie de leur réseau local, état du réseau, problématiques particulières, des travaux en cours ou à venir, des nouveaux développements, enjeux ...
 - Service Incendie de Montréal (SIM): carte débits incendie requis, les bâtiments giclés, secteurs problématiques quant à la protection incendie
 - Autres services de la ville: Plan d'Intervention, Plan directeur réseau secondaire, Plan directeur réseau Primaire
- ◉ Étude sommaire de rentabilité: Fichier de Gestion de la pression du MAMOT - VDM
 - Nombre de bris: actuel et projection dans 30 ans
 - Nombre probable d'entrées et taille des régulateurs: n Entrées? Régulière vs d'urgence? Diam. 16 po vs 8 po? Artère vs rue locale?
 - Variation journalière de pression: ΔP de 10 Lb/po² ou moins? Régulation toute la journée vs la nuit?
 - Rentabilité: PRI max 10 ans après mise en service

CONCEPTION

SRP - Implantation temporaire

- ◉ Implantation temporaire: OUI ou NON?
 - **Activités implantation temporaire:** notes de projet , échancier de réalisation, rencontre Arrondissement/Ville et plans directeurs, comité aviseur (mini étude de risque), demandes de travaux préliminaires, contrat de service...
 - **Travaux préliminaires:**
 - ✓ Vérification de l'étanchéité des vannes: Arrondissement/Ville liée
 - ✓ Réparation des vannes: Arrondissement/Ville liée, DEP
 - ✓ Identification et inspection des sites de mesure: équipe SOR - chambres de mesure, bornes à instrumenter, vannes à manipuler
 - **Essais terrain:**
 - ✓ Instrumentation des sites et mesure - SOR et /ou entrepreneur
 - ✓ Essais incendie avant sectorisation - État actuel du réseau - Équipe SOR
 - ✓ Sectorisation : fermeture des vannes pour isoler le secteur - Arrondissement/Ville liée
 - ✓ Vérification étanchéité du SRP - Arrondissement/Ville liée + SOR
 - ✓ Essais incendie après sectorisation - État sectorisé - Équipe SOR
 - ✓ Mesures de la demande et pressions du SSD - au moins 7 jours avant sectorisation et 7 jours après essais incendie après sectorisation; soit environ 3 semaines de mesures
 - ✓ Suivi de la qualité - premiers SRP
 - ✓ Ouverture des vannes et remise en état actuel du réseau

CONCEPTION SRP - Implantation permanente

- Note de projet SRP Permanent
 - Concept final de régulation de pression - Modèle hydraulique final
 - Localisation du SRP Permanent - Plans et listes des vannes de sectorisation
 - Les Entrées / régulateurs: Entrées régulières et entrées d'urgence - Consignes des régulateurs
 - Les sites de mesure de la pression : Point moyen, point critique
 - Simulations hydrauliques: J_{moy} , pointe horaire, J_{max} ...
 - Flexibilité des entrées: minimum 2 entrées - perte d'une entrée tjrs compensée par les autres....
 - Flexibilité par rapport au réseau primaire si possible
 - Protection incendie du SRP régulé - vérification pour bâtiments giclés à côté des vannes de sectorisation
 - Dimensionnement des régulateurs - Cas de conception: P_{min} / Q_{max} ; P_{max} / Q_{min} , incendie, actuel et futur (20 ans)
 - Recommandations - Plan d'intervention, Plan directeur réseau secondaire, Plan directeur réseau primaire
- Présentation aux intervenants: Arrondissement/Ville liée, Plans directeurs, SIM
- Plans et devis
- Construction
- Mise en service

CONCEPTION SRP EN SERVICE - Ville de Montréal (RCG-1)

ne d'information
hique et spatiale



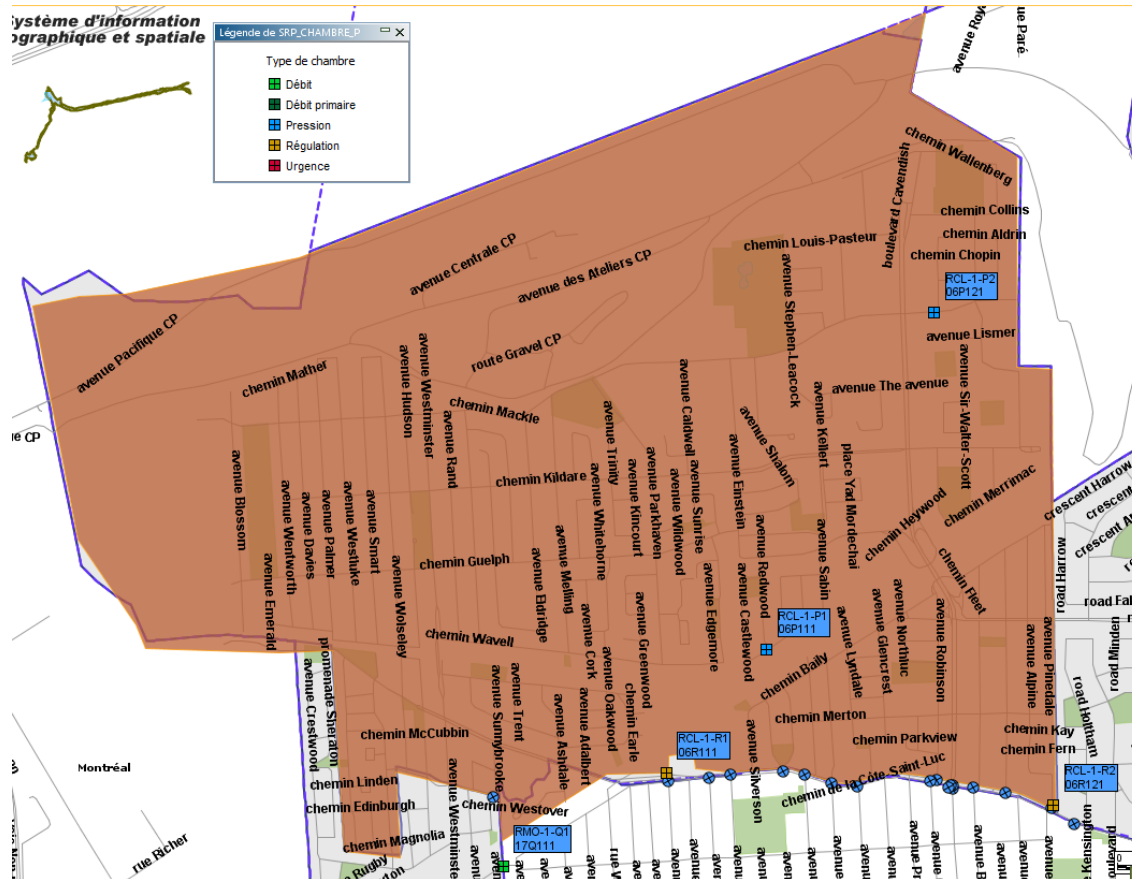
Points particuliers: Beaucoup de vannes fermées – plusieurs juridictions – beaucoup d’entrées

RCG-1 - En service depuis janvier 2016 - Bilan complet??? depuis avril 2017

Km	78
Vannes fermées	42
Territoire couvert	Arrondissements CDN-NDG + Ville
Sites du SRP:	5 R ; 2 Q; 1 U; 3 P
Diamètre des entrées:	12 po
Q moyen (m³/h)-Avant SRP	1 080
Q moyen (m³/h)-Après SRP	700
P moyen (psi) - Avant SRP	87
P moyen (psi) - Après SRP	71
Bris de conduites - Avant SRP (2015)(Nbr/an)	22
Bris de conduites - Après SRP (2017)(Nbr/an)	??

Questionnement: -35% du débit !!!!
450 L/capita/j au lieu de ± 600 L/capita/j???
→ Bilan incomplet
 Vanne ouverte? Fuite sur le primaire? Lien non répertorié?

CONCEPTION SRP EN SERVICE - Ville de Côte St-Luc (RCL-1)



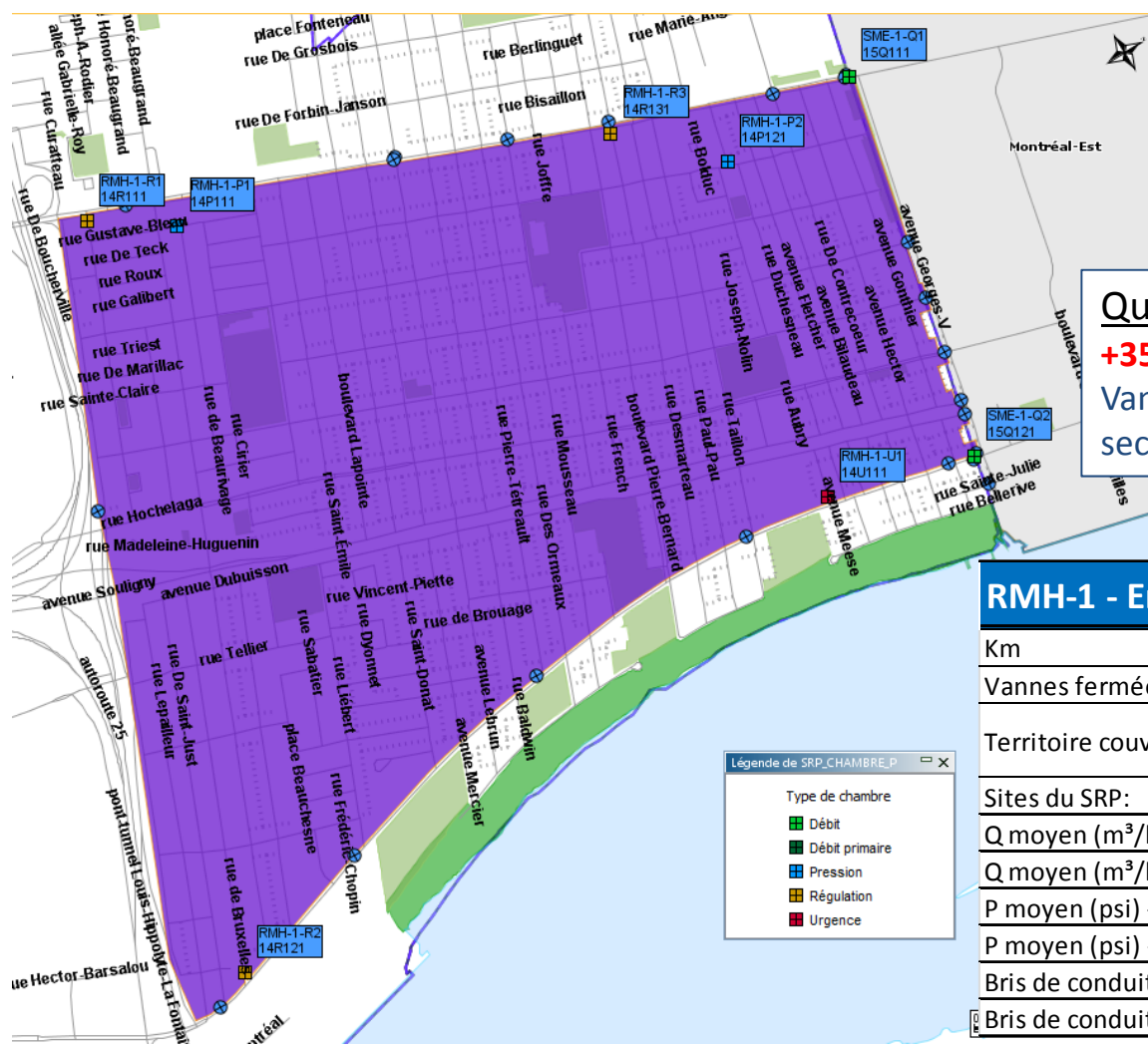
Point particulier: Seul secteur en service avec toutes les informations

RCL-1 - En service depuis janvier 2016

Km	68
Vannes fermées	7
Territoire couvert	Ville
Diamètre des entrées:	12 po
Sites du SRP:	2 R ; 2 P
Q moyen (m ³ /h)-Avant SRP	855
Q moyen (m ³ /h)-Après SRP	723
P moyen aux BF (psi) - Avant SRP	87
P moyen aux BF (psi) - Après SRP	74
Bris de conduites - Avant SRP (2015)(Nbr/an)	15
Bris de conduites - Après SRP (2016)(Nbr/an)	7
Bris de conduites - Après SRP (moitié 2017)	1

Baisse de 15% de la consommation
Soit de 670 L/capita/j à 570 L/capita/j

CONCEPTION SRP EN SERVICE - Ville de Montréal (RMH-1)



Point particulier: dénivelée de 20 m entre Sherbrooke et Notre-Dame

Questionnement:
+35% du débit !!!! → Trop d'eau comptabilisée
 Vanne ouverte? Fuite sur le primaire? Bris sur le secondaire? Lien non répertorié?

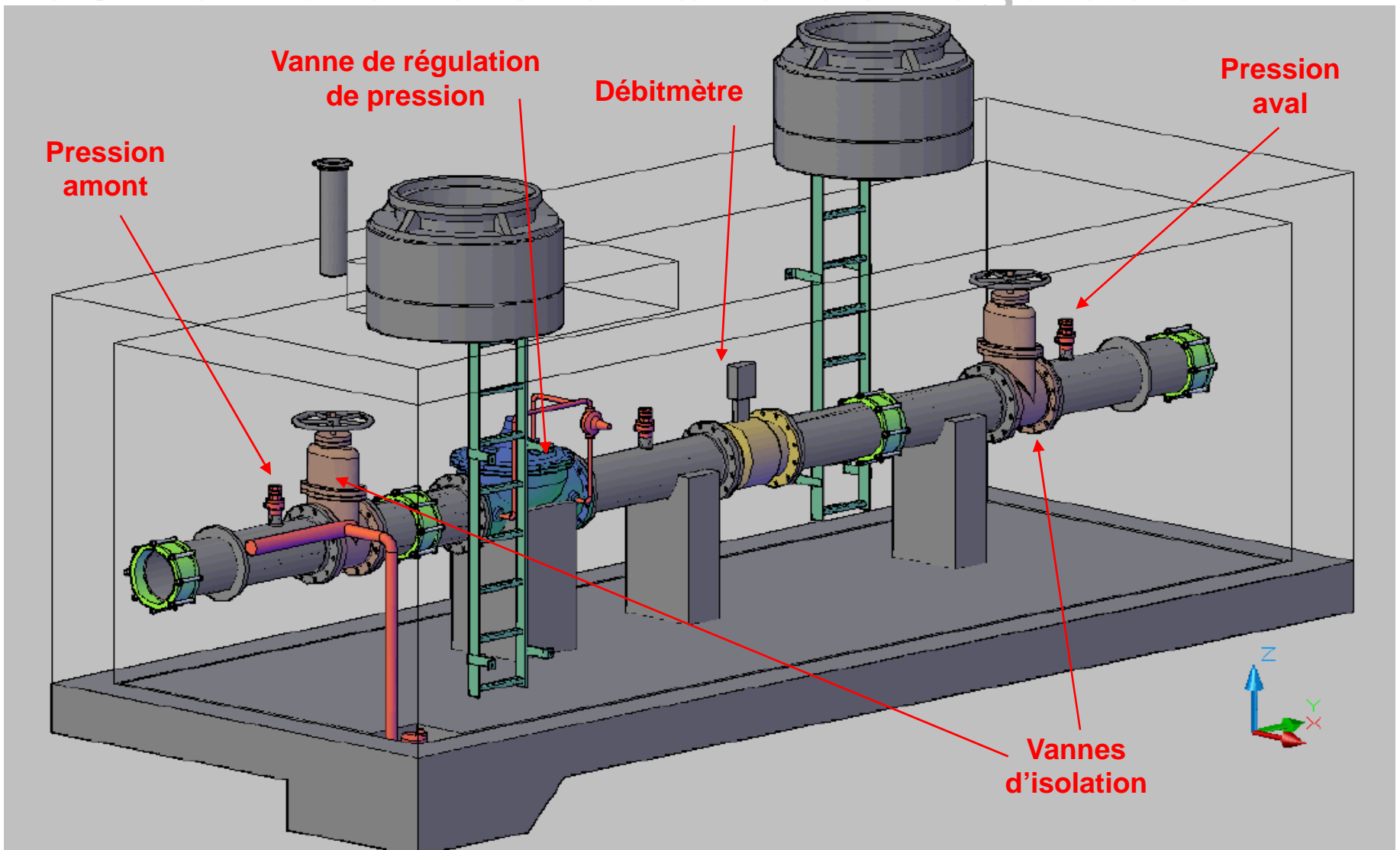
RMH-1 - En service depuis décembre 2016	
Km	77
Vannes fermées	21
Territoire couvert	Arrondissement Mercier-Hochelaga-Maisonneuve
Sites du SRP:	3 R; 1 U; 2 P
Q moyen (m ³ /h)-Avant SRP	559
Q moyen (m ³ /h)-Après SRP	735
P moyen (psi) - Avant SRP	65
P moyen (psi) - Après SRP	57
Bris de conduites - Avant SRP (2016)(Nbr/an)	15
Bris de conduites - Après SRP (2017)(Nbr/an)	

SRP, EN SERVICE INTÉRIEUR D'UNE ENTRÉE RÉGULIÈRE



SRP EN SERVICE

VUE 3D d'une chambre de régulation



SRP EN SERVICE

Coûts moyens

	Description	Coût moyen construction HT(\$)
1R	Chambre de régulation de pression typique	400 000
1U	Entrée d'Urgence	250 000
1P	Chambre de mesure de Pression	60 000
1Q	Chambre de mesure de débit	200 000

Entrée régulière: comprend 1 régulateur à pilote électronique + 1 débitmètre à manchon + 2 transmetteurs de pression+ chauffage + déshumidificateur + télémesure en temps réel – Modification des consignes à distance

Entrée d'Urgence: régulateur à consigne fixe + télémesure quotidienne – Modification des consignes sur place

Exemple: Coût de construction d'un SRP typique de 3R+1U+2P --- 1 570 000 \$

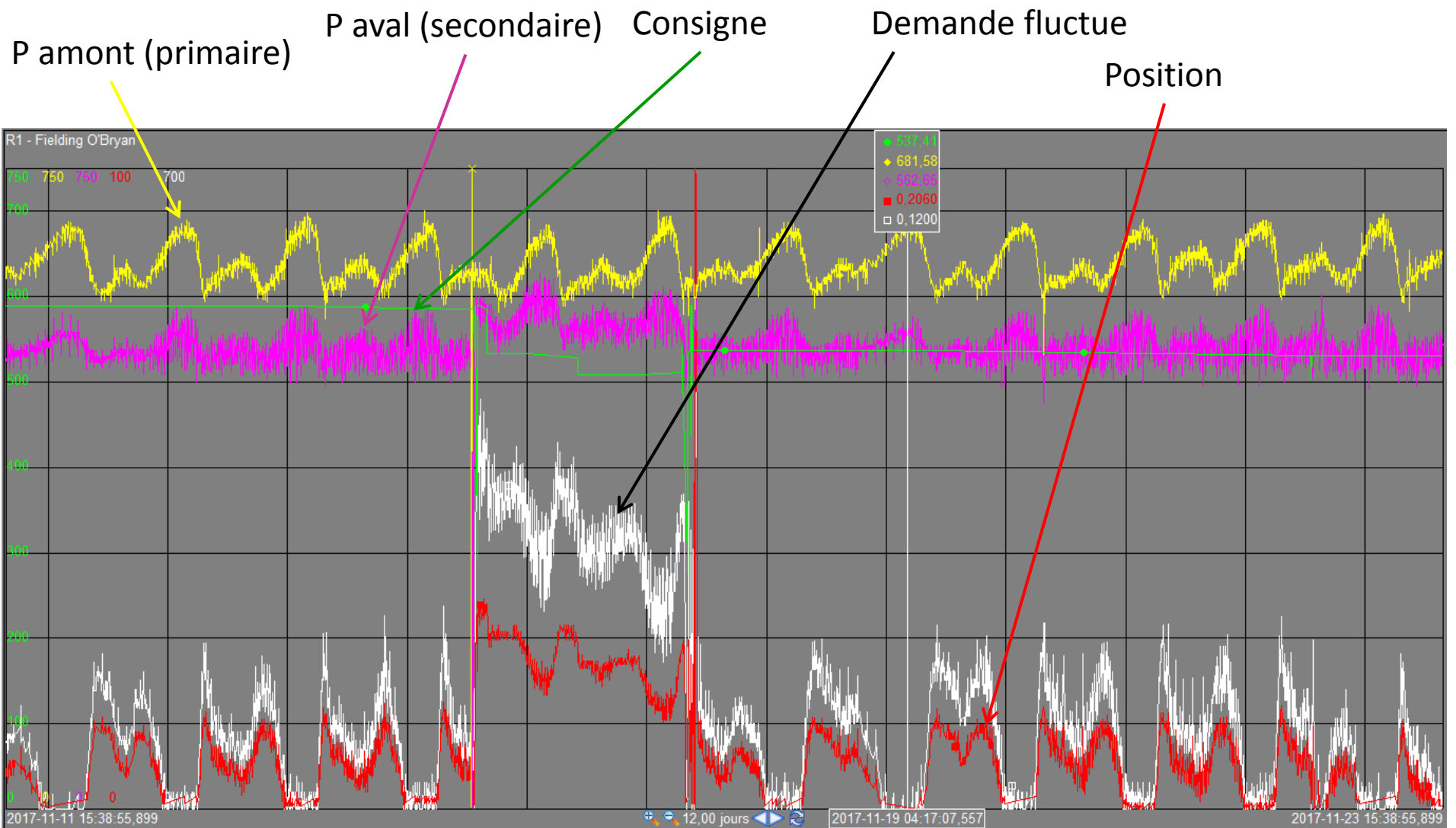
EXPLOITATION

Implantation des SRP - Régulation

- ◉ Conditions opératoires
 - Pression amont/Pression de consigne
- ◉ Précision de la régulation
 - Pression de consigne/Pression aval (difficultés si Pression amont insuffisante, demande fluctue, entrée se bat avec une autre)
 - Réglage à la réception provisoire (sans sectorisation)
- ◉ Mesure de la position
 - Outil de diagnostic
 - Étalonnage nécessaire
 - Remise à l'échelle modèle SINGER IP68
- ◉ Entrées d'urgence
 - Consigne atelier/terrain - Tests incendie
- ◉ Clapet circuit pilote
 - Installation double - Retour eau car deltaP trop important

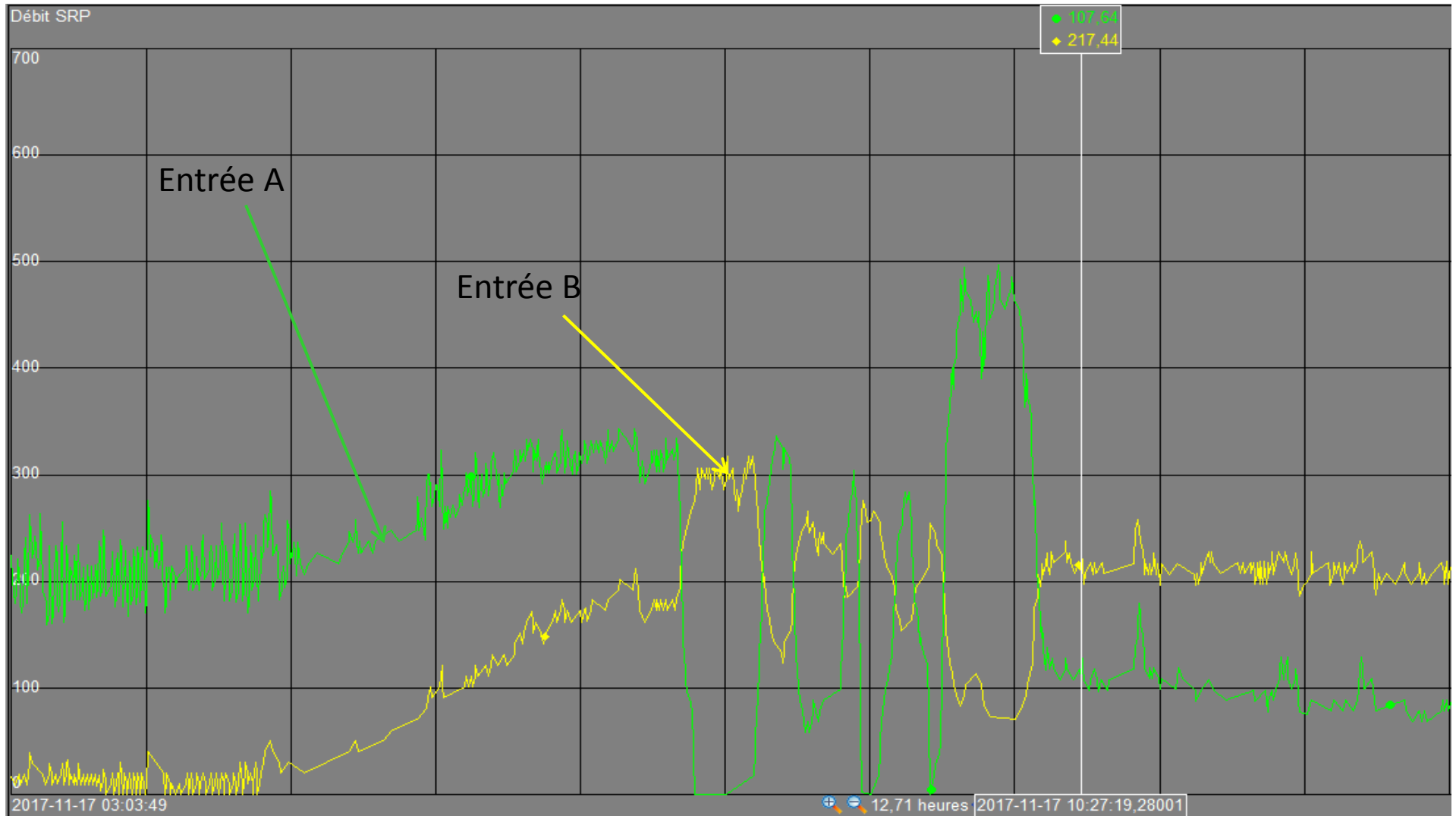
EXPLOITATION

Implantation des SRP - Régulation



EXPLOITATION

Implantation des SRP - Régulation



EXPLOITATION

Implantation des SRP - Mesure débit

- ◉ SPI Mag Singer



- ◉ Vortex Cla-Val



- ◉ SPI Mag Cla-Val



- ◉ Manchon - entrée d'urgence

- ◉ Insertion point unique - entrée d'urgence



EXPLOITATION

Implantation des SRP - Mesure débit

Hypothèse : manchon étalonné

- Manchon/SPI Mag Singer
 - Spécifications : 2% lecture

Diamètre (mm)	Plage op. (m ³ /h)	Δ (m ³ /h)	Mesure %
300	0-500	12	2
300	0-500	24	5
300	0-500	-25	-7
200	0-200	20	17

- Manchon/Vortex Cla-Val
 - Spécifications : 2% échelle
 - Plage 1987 m³/h (selon fiche tech)
 - Précision 40 m³/h

Diamètre (mm)	Plage op. (m ³ /h)	Δ (m ³ /h)	Mesure %
300	0-200	-4	-2
300	0-600	46	10

- Manchon/SPI Mag Cla-Val
 - Spécifications : 2% lecture

Diamètre (mm)	Plage op. (m ³ /h)	Δ (m ³ /h)	Mesure %
300	0-500	47	10
300	0-300	23	9

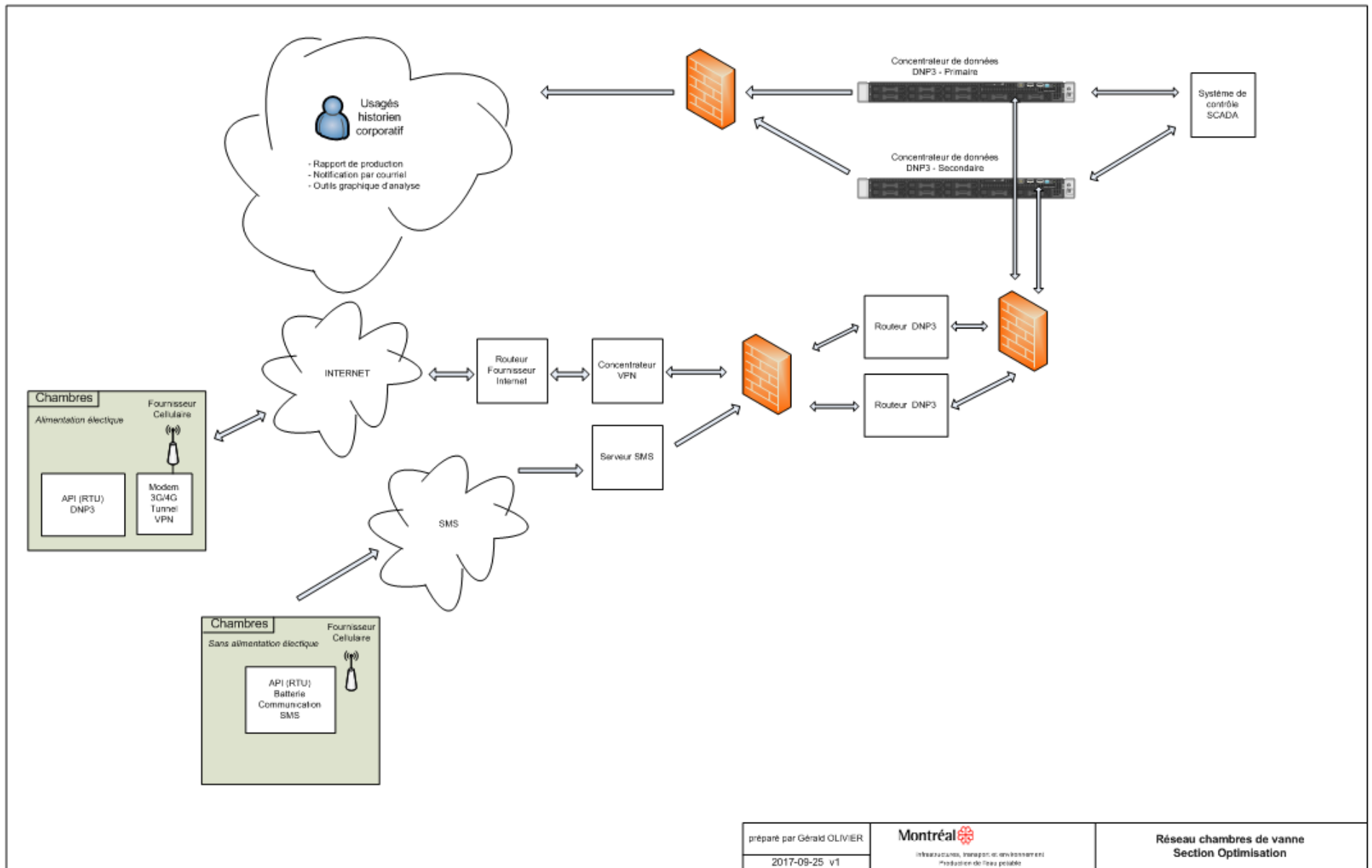
NB : les % sont un ordre de grandeur sur valeur représentative

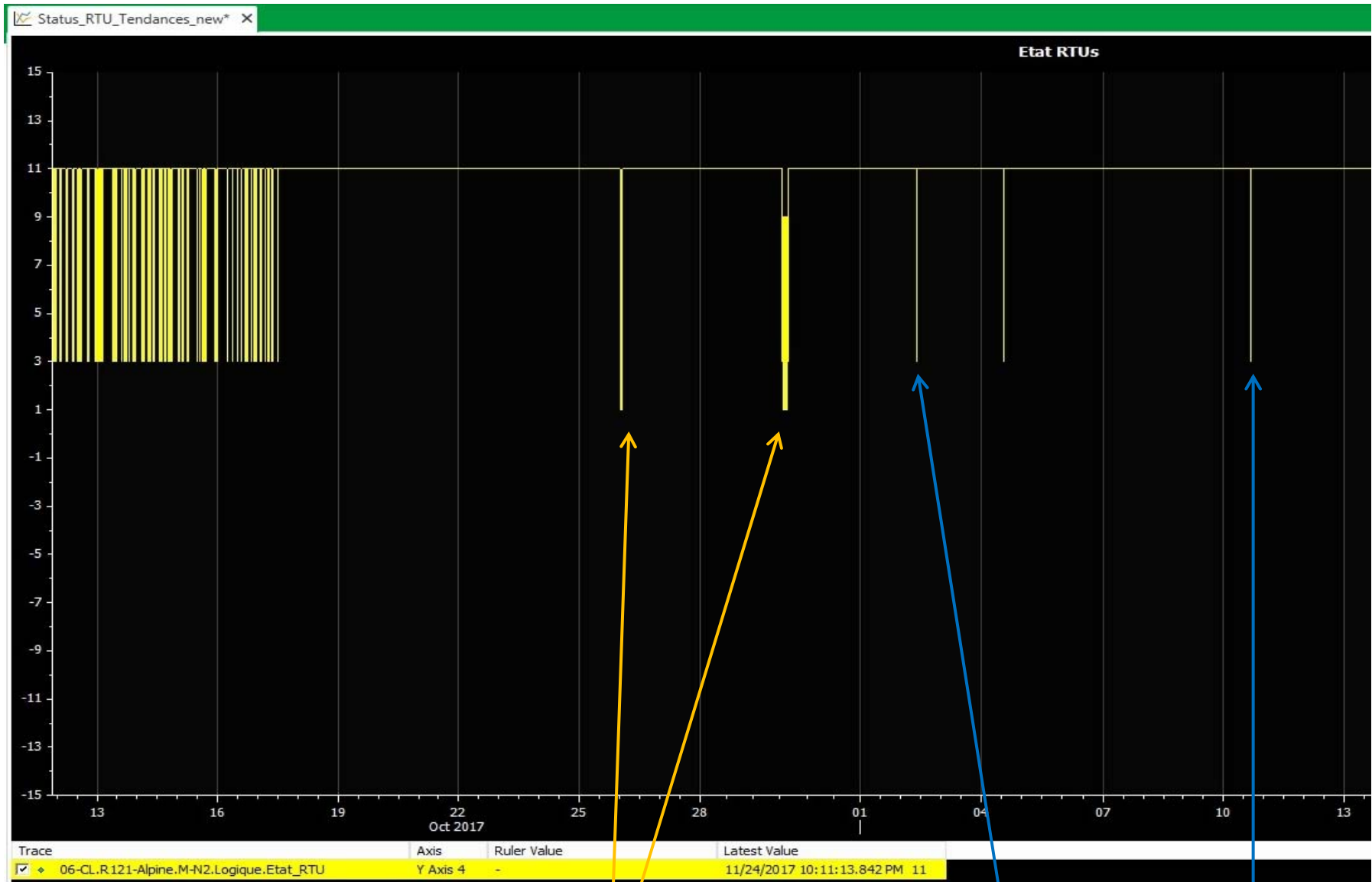
EXPLOITATION

Implantation des SRP - Télécommunication

- ⦿ Branchement électrique
 - Difficultés avec Hydro-Québec pour certains sites (mise en service tardive, inondation et équipements endommagés)
- ⦿ Architecture/protocole communication
 - Modem 3G/4G
 - Automate à batterie

Architecture télécommunication





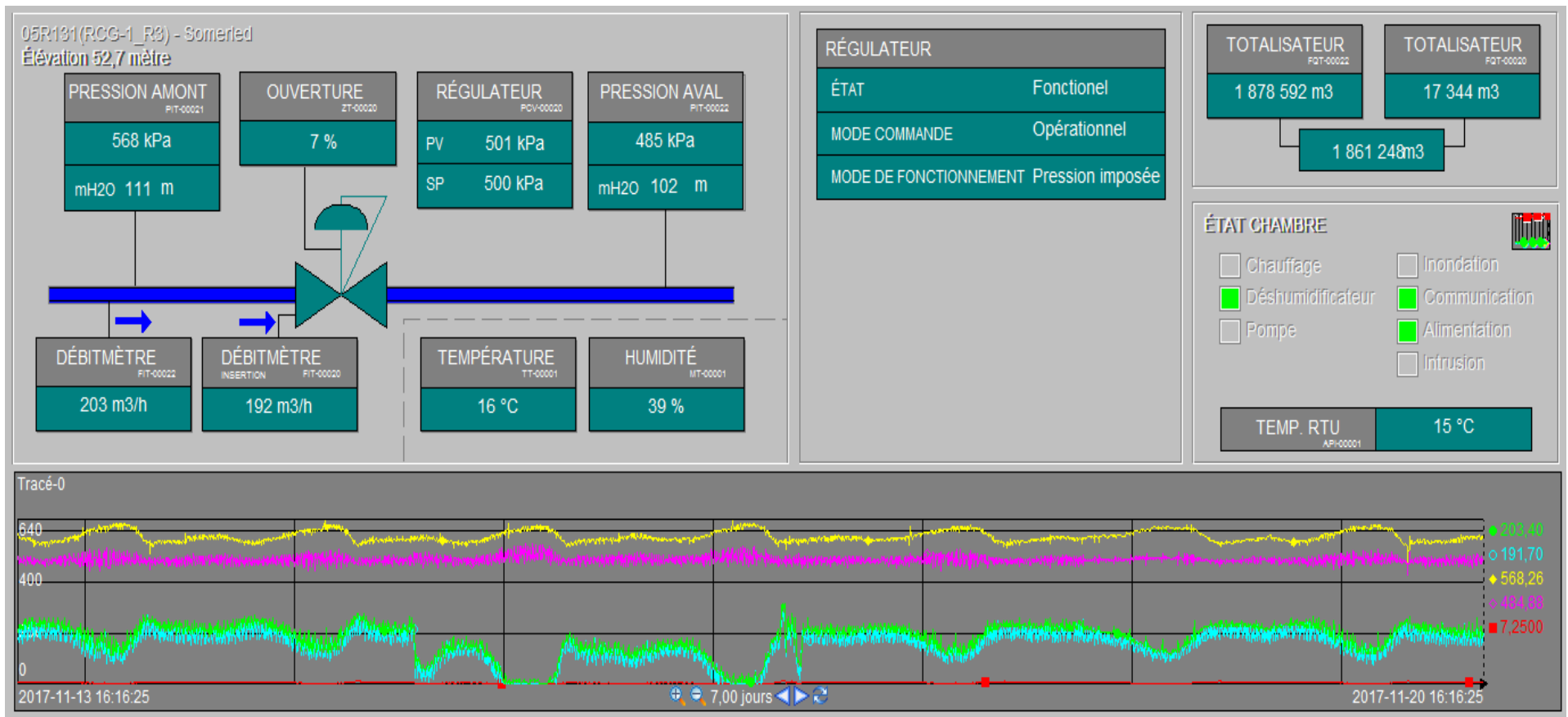
Problème réseau cellulaire

Chargement programmes

EXPLOITATION

Implantation des SRP - Télécommunication

- Pages de visualisation - PI Process Book



EXPLOITATION

Exploitation des SRP - Suivi de la qualité

- ⦿ Pendant la 1^{ère} année d'exploitation : s'assurer que la qualité n'est pas dégradée par la sectorisation
- ⦿ Points d'entrée, culs de sac nouveaux et anciens, temps de résidence élevé..etc selon l'accessibilité (pas chez les citoyens)
- ⦿ Type d'Analyses:
 - Physico-chimique (in-situ): Chlore résiduel, pH, temp., conductivité
 - BHAA (labo) : non règlementé, croissance de biofilm
 - THM (labo) : tous les mois

EXPLOITATION

Exploitation des SRP - N1 théorie

- Rôle : relation entre taux de fuite (Q) et variation de pression (P) au point moyen du secteur

$$Q_f \cong P^{N1}$$

$$\frac{Q_{f1}}{Q_{f0}} = \left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{N1}$$

- Valeur littérature : entre 0,5 et 1,5
 - 0,5 = orifice fixe - Fuites détectables sur conduites métalliques
 - 1,5 = orifice variable - Fuites de fond aux joints dépendantes de P

○ Résultats préliminaires

	RCL-1	RMH-1
N1 (Power équation)	1,27	3,89
N1 (Modified orifice equation) de K.VanZyl	1,22	3,75
Orifice (mm ²)	1 340	-11 366

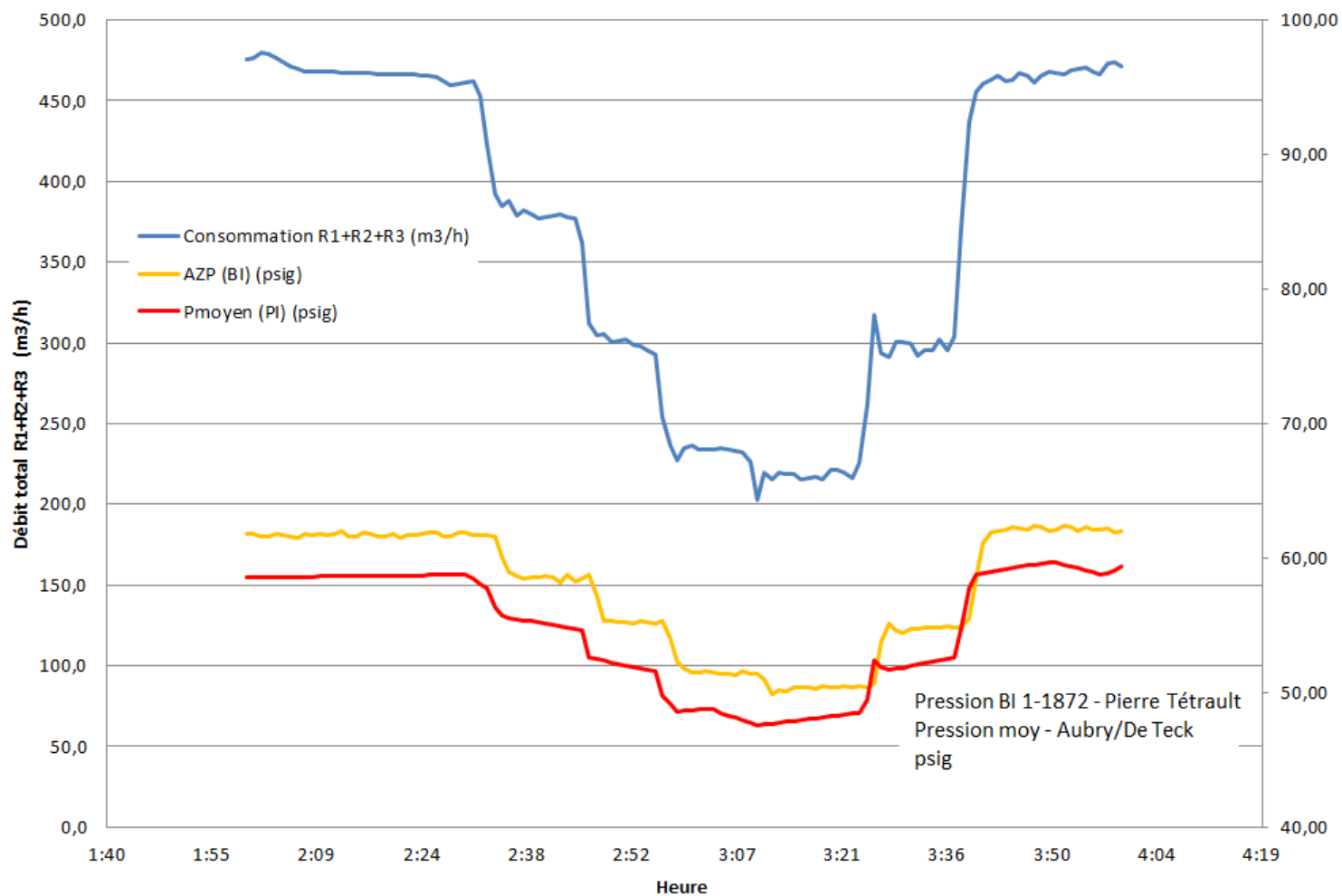
- Vanne ouverte dans le secteur qui a laissé entrer de l'eau?
- Fuite majeure?
- Investigation en cours



EXPLOITATION

Exploitation des SRP - N1 tests

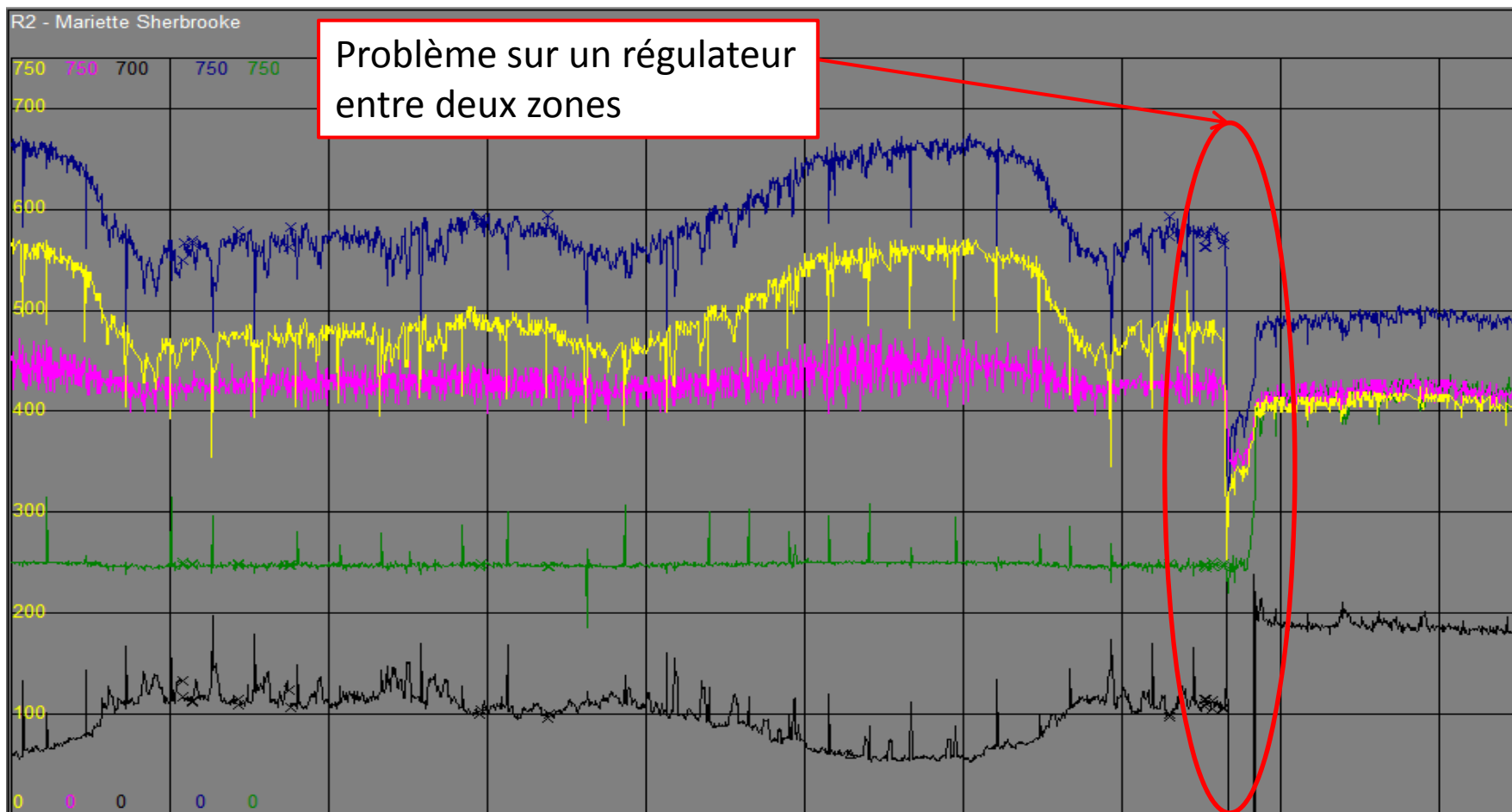
Tests N1 (FAVAD) RMH-1 (14R1)
15 mai 2017



EXPLOITATION

Exploitation des SRP - Coopération

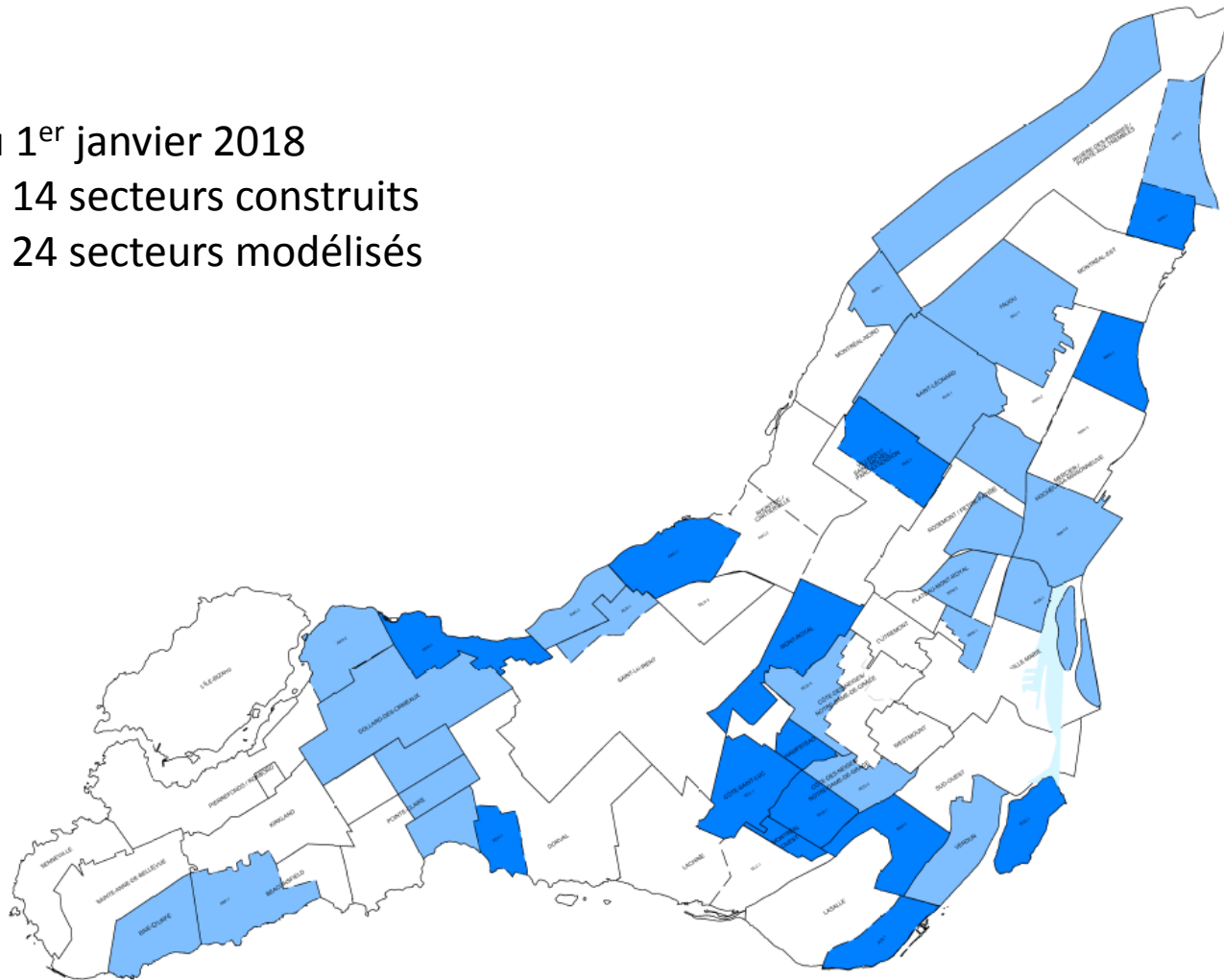
- Avec Plan Directeur (DEP - Service de l'eau) : détection de problèmes lors du suivi des secteurs



CONCLUSION État d'avancement

Au 1^{er} janvier 2018

- 14 secteurs construits
- 24 secteurs modélisés



LEGENDE

- ÉTUDE HYDRAULIQUE EN COURS OU COMPLÉTÉE
- CONSTRUCTION EN COURS OU COMPLÉTÉE

Date de révision		12/01/2018
Notes		
Révision		
△		
△		
△		
△		
Date		

ÉTAT AU 1^{er} JANVIER 2018

Préparé par
CAROLINE LAPORTE, AGENTE TECHNIQUE

Approuvé par
CAROLINE LAPORTE, AGENTE TECHNIQUE

Revisé par
JEAN LAMARQUE, INGÉNIEUR

Scale: 1:50,000

SI
Division des opérations
sans évaluation continue

Optimisation du réseau

VILLE DE MONTRÉAL
Service de l'eau, Direction de l'eau potable
Division de l'optimisation du réseau

Classé No. 760-PDI-002

1 2

CONCLUSION

- ◉ Travail important pour la mise en service et l'optimisation des premiers SRP
- ◉ Bénéfice de réduction des bris semble prometteur
 - Au moins 3 ans d'historique pour confirmer (premier SRP en fonction depuis près de 2 ans seulement)
 - Pourra appuyer l'augmentation de durée de vie des conduites
- ◉ Bénéfice d'un meilleur contrôle (suivi) du réseau confirmé
 - Anomalies du réseau détectées en temps réel
 - Alertes des augmentations importantes de débit en temps réel
 - Alertes des pressions trop basses en temps réel
 - Bilan de nuit quotidien automatisé

RÉFÉRENCES

- ◉ Ville de Montréal - Service de l'Eau
- ◉ Bilan 2015 de la SQEEP du MAMOT:
https://www.mamrot.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/grands_dossiers/strategie_eau/rapport_usage_eau_potable_2015.pdf
- ◉ Ville de Toronto:
<http://www.toronto.ca/water/consumption/report.htm>
- ◉ Ville de Vancouver:
<http://vancouver.ca/green-vancouver/clean-water.aspx>
- ◉ Ville de New-York: <http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/wsstate15.pdf>
- ◉ LeaksSuite: <http://www.leakssuite.com/>

QUESTIONS?

ci.doutetien@ville.montreal.qc.ca
monique.caja@ville.montreal.qc.ca

EXPLOITATION

Exemple de rapport automatisé

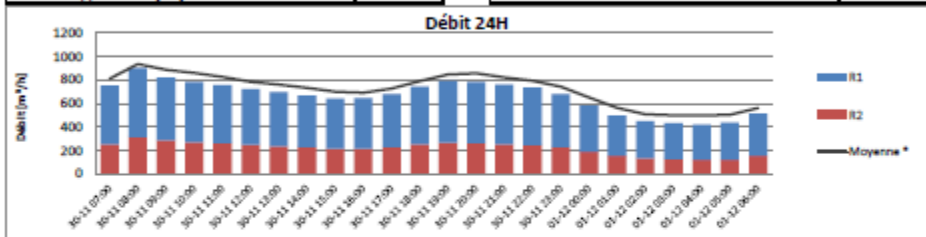


06 - Côte Saint-Luc (CL)

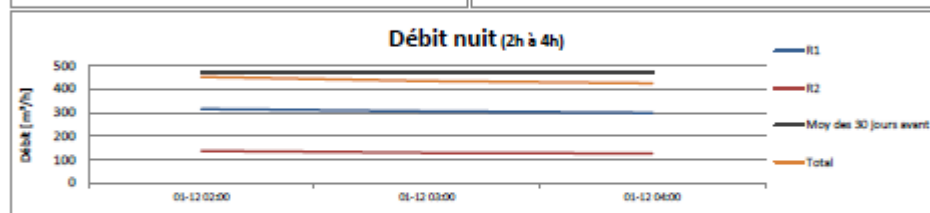
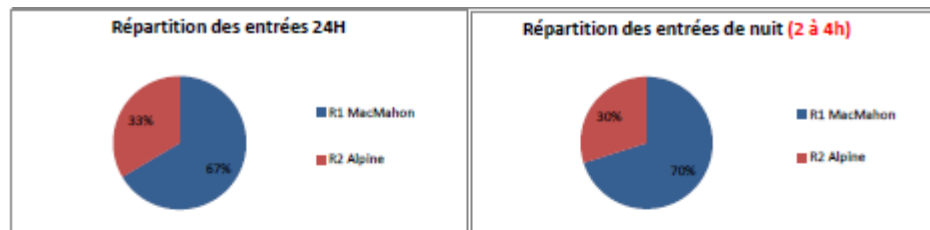
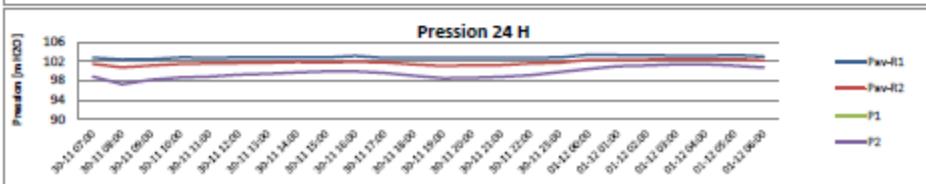
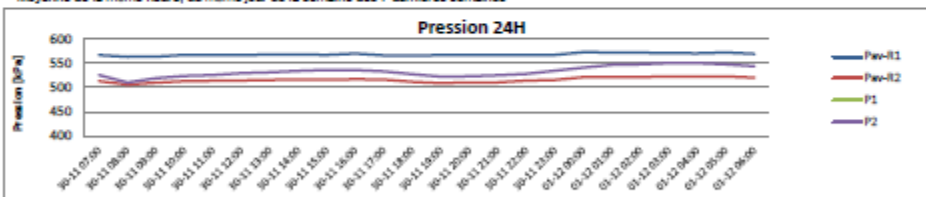
Quotidien

Date: 2017-12-01

Numéro de SRP:	SRP No 1	Nombre d'entrée(s) régulation standards	2
Numéro de Maximo:	06	Nombre d'entrée(s) régulation d'urgence	0
Superficie approximative (km ²):	7	Nombre de site QF:	0
Réseau approximatif (km):	68	Nombre de site P:	2



* Moyenne de la même heure, du même jour de la semaine des 7 dernières semaines



VOLUMES - 24H	
Consommation totale:	15,939 m³
ConsommationR1:	10,602 m³
ConsommationR2:	5,338 m³

DÉBITS - SRP	
Débit moyen:	664 m³/h
Débit moyen des 30 jours avant :	701 m³/h
Débit maximum :	960 m³/h
	30-Nov-17 07:40:00
Débit minimum :	410 m³/h
	01-Dec-17 03:26:00

DÉBITS - NUIT (2H à 4H)	
Débit moyen:	436 m³/h
Débit moyen des 30 jours avant:	468 m³/h

