

# Gestion intelligente des ouvrages de rétention à la Ville de Montréal

## Présentation INFRA 2017

PAR :

Kamal Hamai, ing., M.Sc. – Ville de Montréal

Martin Pleau, ing, M.Sc., Ph.D. – Tetra Tech

4 décembre 2017

Montréal 



TETRA TECH



Centre d'expertise et de recherche en  
infrastructures urbaines

# TABLE DES MATIÈRES

- **LE RÉSEAU DES EAUX USÉES DE LA VILLE DE MONTRÉAL**
  - Le réseau d'interception
  - Les structures de régulation
  - Les sites de stockage
- **LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS (CIDI)**
  - Historique et objectifs poursuivis
  - Composantes
  - Modes de contrôle
  - Performances de gestion
- **GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES**
  - Améliorations au système de collecte et d'interception
  - Construction de nouveaux bassins de rétention
  - Double usage des ouvrages de rétention (débordements et inondations)
  - Intégration des nouveaux ouvrages au système de contrôle (CIDI)
  - Ajout d'indicateurs de performance (plateforme HydroWeb)

# LE RÉSEAU DES EAUX USÉES DE LA VILLE DE MONTRÉAL

## LE RÉSEAU D'INTERCEPTION

Intercepteurs

Longueur = 115 Km

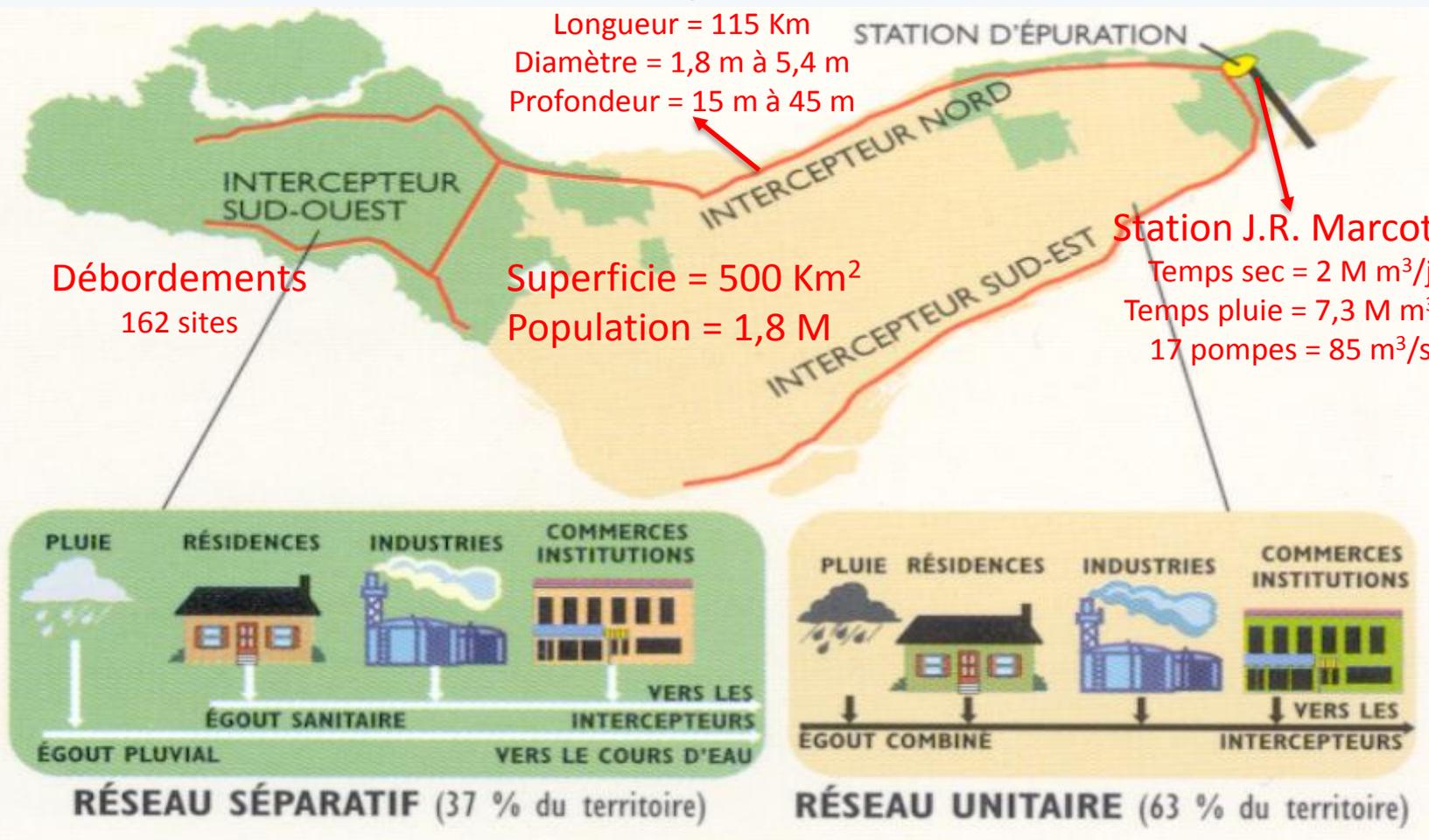
Diamètre = 1,8 m à 5,4 m

Profondeur = 15 m à 45 m

Débordements  
162 sites

Superficie = 500 Km<sup>2</sup>  
Population = 1,8 M

Station J.R. Marcotte  
Temps sec = 2 M m<sup>3</sup>/j  
Temps pluie = 7,3 M m<sup>3</sup>/j  
17 pompes = 85 m<sup>3</sup>/s

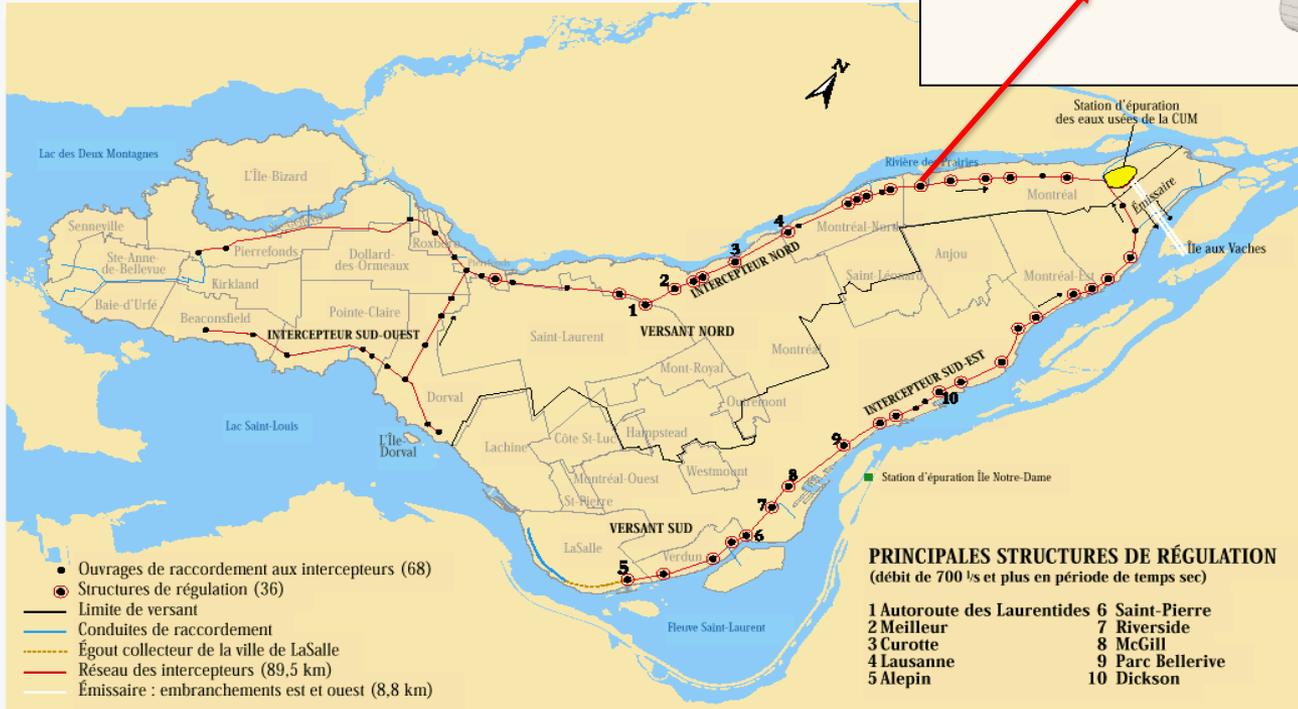
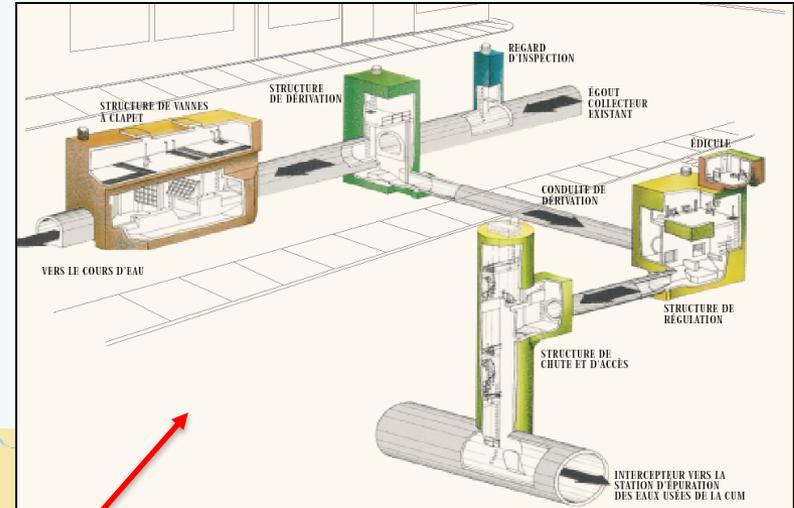


# LE RÉSEAU DES EAUX USÉES DE LA VILLE DE MONTRÉAL

## LES STRUCTURES DE RÉGULATION

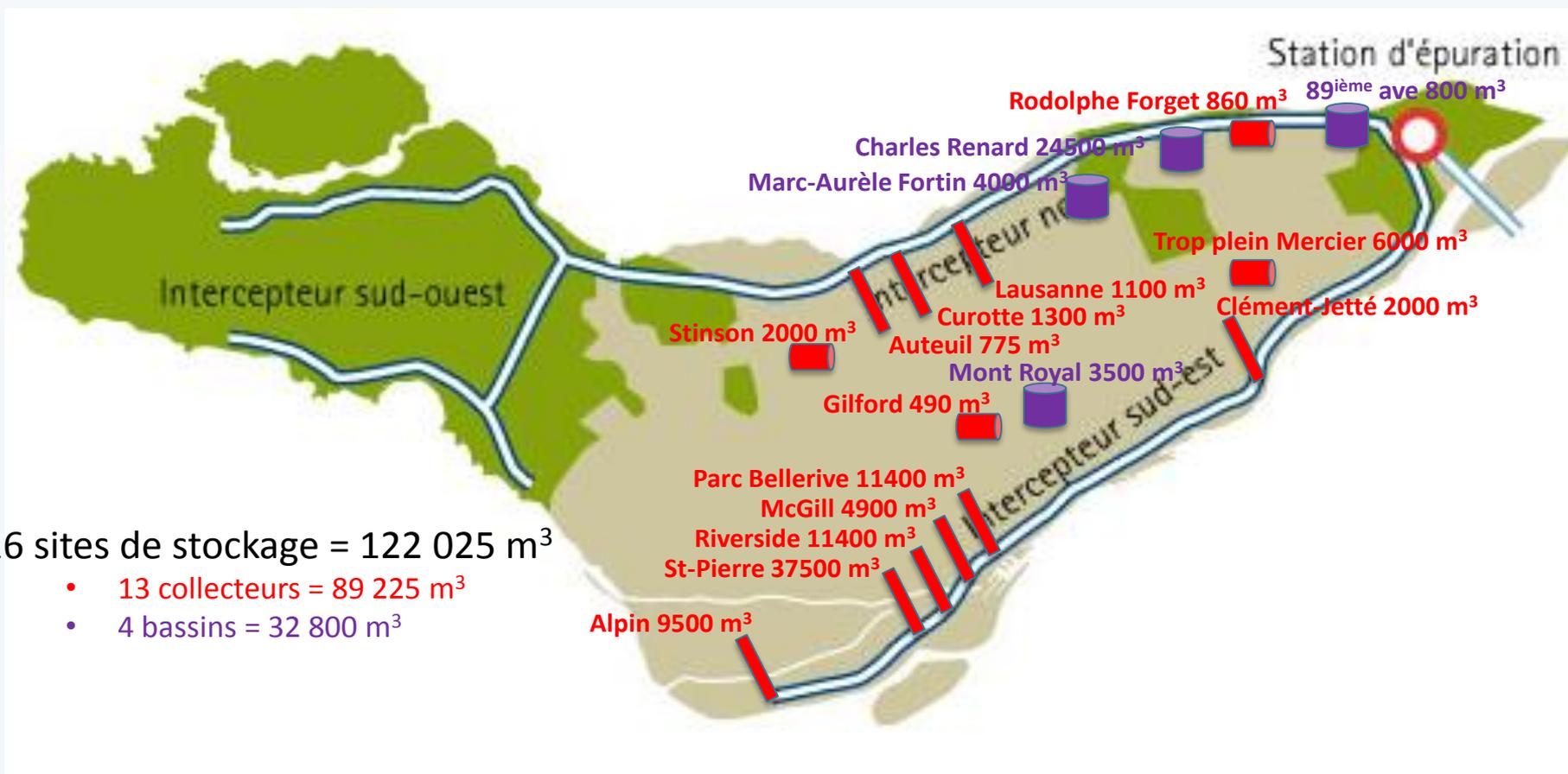
68 points de connections aux intercepteurs  
36 sites de régulation dynamique

- Nord = 17 sites
- Sud-Est = 19 sites



# LE RÉSEAU DES EAUX USÉES DE LA VILLE DE MONTRÉAL

## • LES SITES DE STOCKAGE



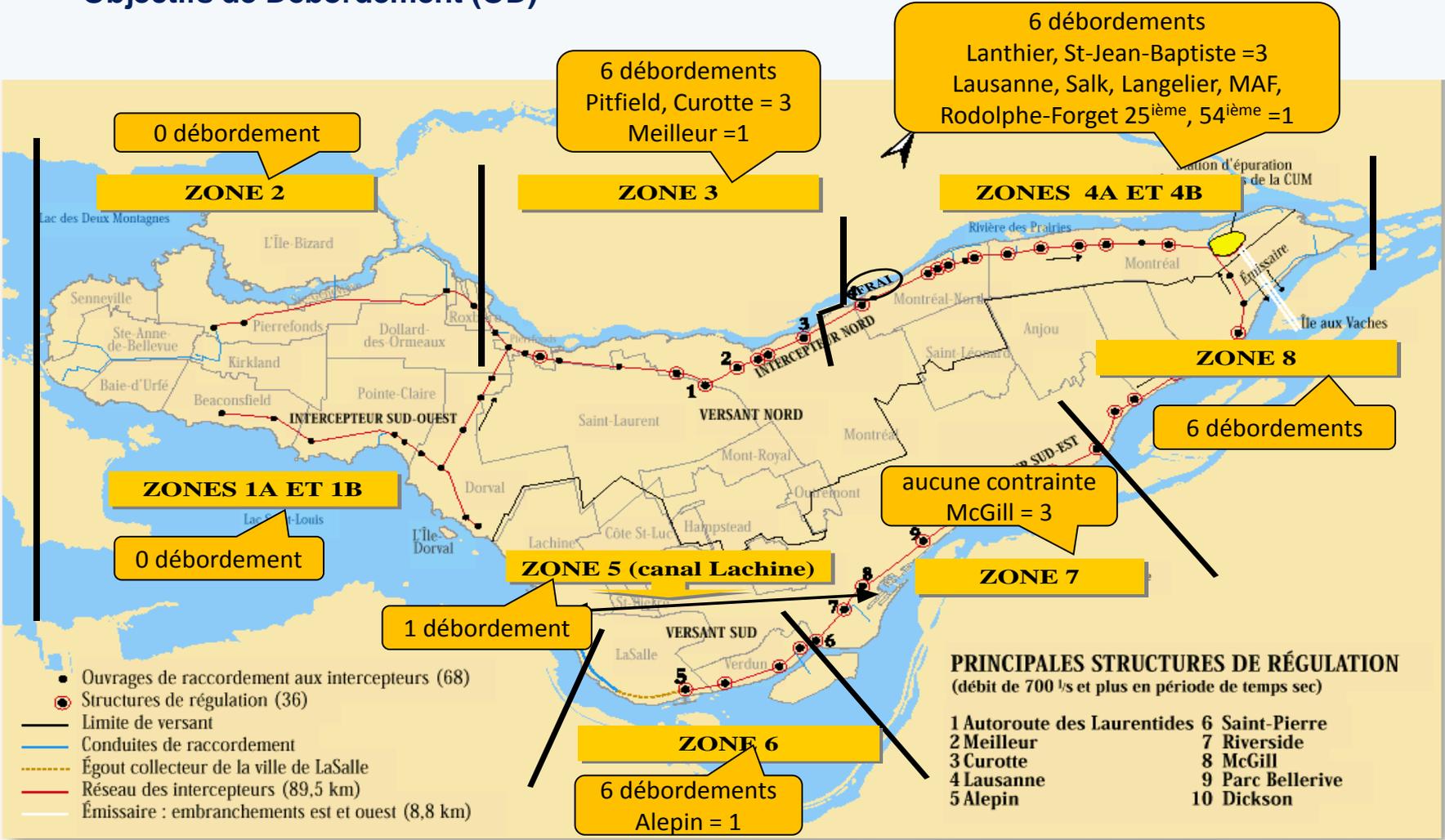
# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

## • HISTORIQUE ET OBJECTIF POURSUIVIS

| Date                         | Sites de régulation dynamique |   | Sites de stockage   | Objectifs de gestion   |
|------------------------------|-------------------------------|---|---|--|
|                              | Nombre de sites               | Mode de contrôle  |   |  |
| 1995-2004<br>(Pré-CIDI)      | 36                            | Mode pluie<br>(règles heuristiques)   | 9 collecteurs en amont<br>des structures de<br>régulation (89 225 m <sup>3</sup> )        | Maximisation de la<br>capacité des<br>intercepteurs                      |
| 2004-2009<br>(CIDI Phase I)  | Idem au<br>Pré-CIDI           | Saison estivale – Mode Global<br>26 sites règles heuristiques<br>10 sites en contrôle optimal | Idem au Pré-CIDI  | Minimisation des<br>volumes débordés                                     |
|                              |                               | Saison hivernale<br>36 sites règles heuristiques  |   |  |
| 2010-2017<br>(CIDI Phase II) | Pré-CIDI<br>+ 7               | Saison estivale - Mode Global<br>4 sites règles locales<br>39 sites en contrôle optimal       | Pré-CIDI +<br>4 bassins (32 800 m <sup>3</sup> )<br>4 collecteurs (9 350 m <sup>3</sup> ) | CIDI Phase I +<br>Priorisation des<br>débordements en<br>fonction des OD |
|                              |                               | Saison hivernale – Mode Édicule<br>7 sites règles locales<br>36 sites contrôle étendu         |   |  |

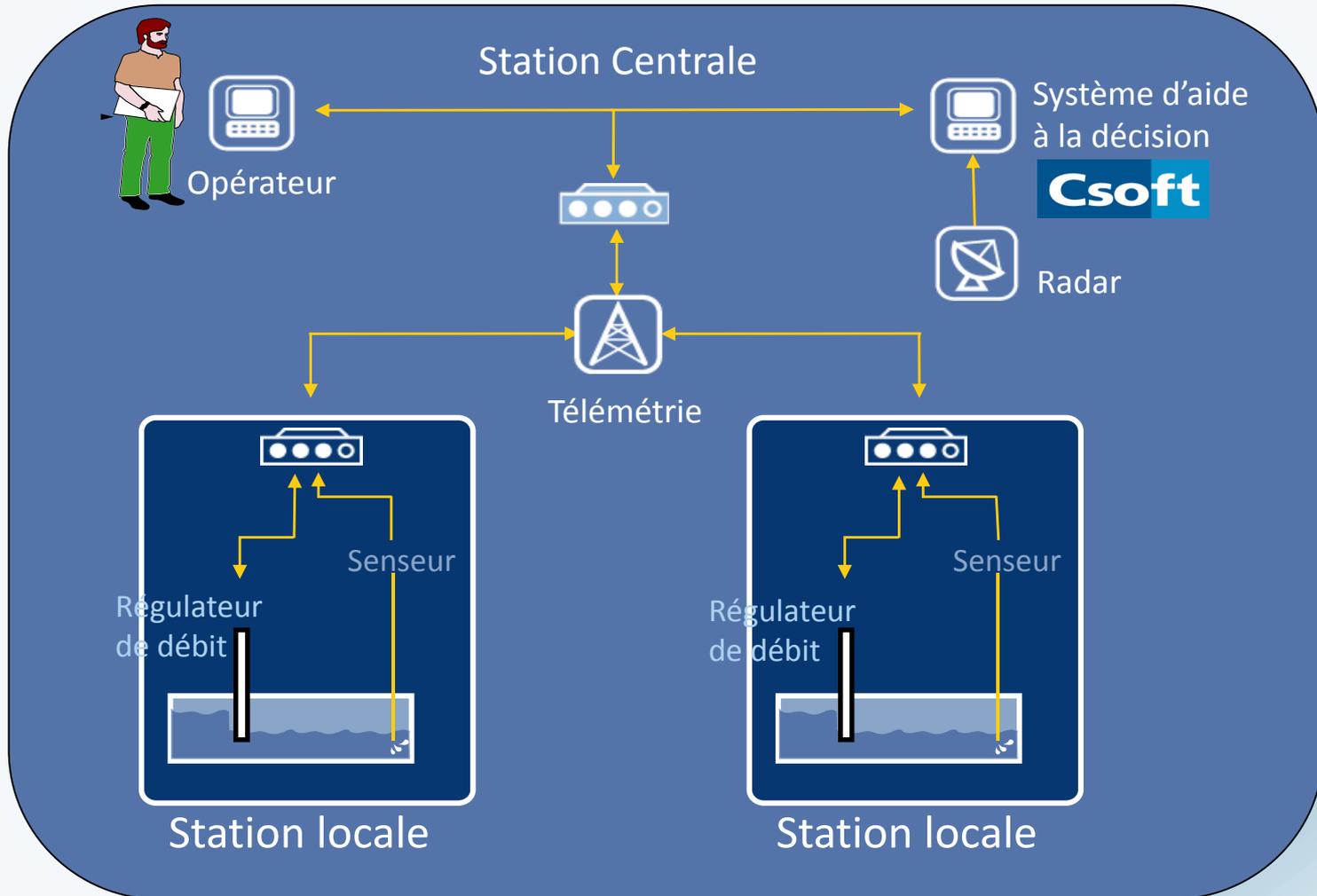
# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

- HISTORIQUE ET OBJECTIF POURSUIVIS
  - Objectifs de Débordement (OD)



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

- COMPOSANTES - Architecture



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

- COMPOSANTES – Capteurs**

| type           | nombre | technologie  | Rôle CIDI  |
|----------------|--------|--|--|
| Pluviomètre    | 51     | Auget basculeur  | Stratégie gestion<br>Intensités de pluie<br>(intrants pour simulation)<br>Calibration radar    |
| Radar          | 1      | Doppler  | Stratégie gestion<br>Intensités de pluie future<br>(intrant pour simulation)                   |
| Limnimètre     | 203    | Bulle à bulle, radar<br>ultrasonique<br>Cellule à pression | Stratégie gestion<br>Calcul débit et volume<br>Contrôle des vannes<br>Enregistrement surverses |
| Débitmètre     | 68     | Virtuel  | Stratégie gestion<br>Actualisation et calage<br>modèle d'optimisation<br>Contrôle des vannes   |
| Volumètre      | 28     | Virtuel  | Actualisation modèle<br>d'optimisation   |
| Position vanne | 77     | Encodeur optique   | Calcul débit<br>Contrôle des vannes  |

# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

- COMPOSANTES – Pluviomètres (51)



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

- **COMPOSANTES – Régulateurs de débit**

VANNES GUILLOTINES (77)

36 sites de régulation dynamique (68)

Bassin Charles Renard Mont-Royal (4)

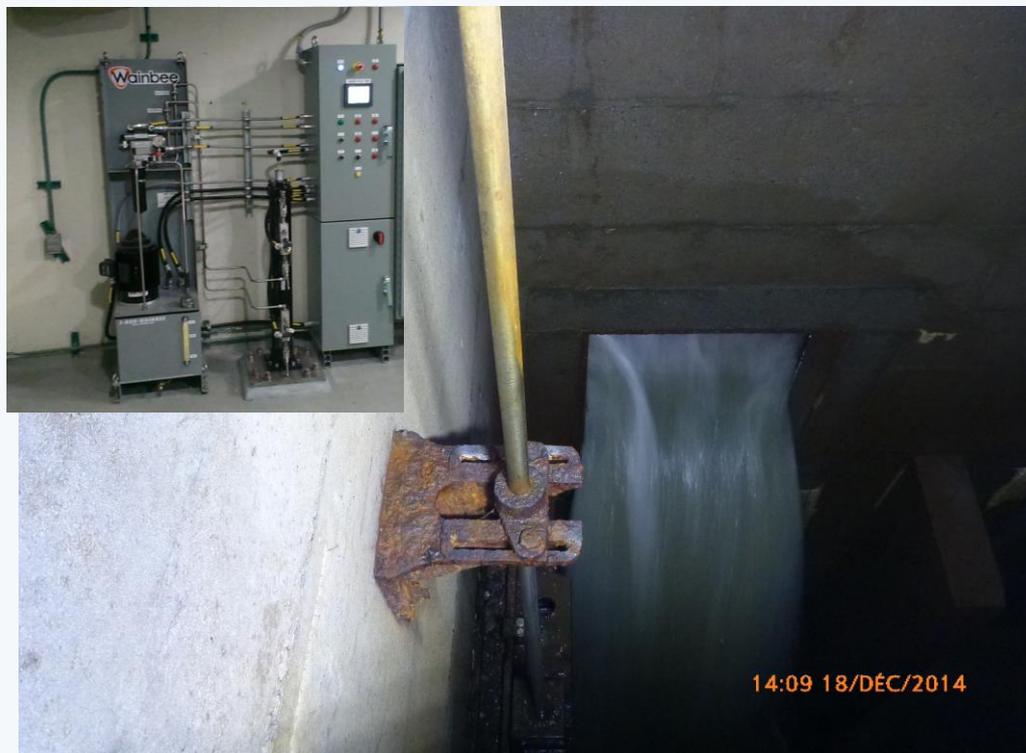
Collecteur Rodolphe-Forget, Gilford et Stinson (5)

POMPES (21)

Puits Nord et Sud (17)

Bassin 89<sup>ième</sup> Ave (2)

Trop-plein Mercier (2)



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

## COMPOSANTES – L'interface opérateur

Display Menu
Last Page Menu
Personal Menu
MSG
DIAG

### H001, INTERCEPTEUR-NORD

**CIDI**

Etat du systeme CIDI: Disponible

Strategie CIDI: Auto - Temps pluie

Gestion prev. meteo: Normale

Validite: Valide

Calibration prev. meteo: Normale

Presence d'alarme mineure: Alarme

Presence d'alarme critique: Aucune

|                     |      |      |
|---------------------|------|------|
|                     | NORD | SUD  |
| Cap. Pumpage (m3/s) | 36.5 | 36.0 |
| Opti                | Opti | Opti |

NORD

## INTERCEPTEUR NORD

SUD

**Prevision debit Intercepteur Nord**

|       |      |      |      |
|-------|------|------|------|
| T+120 | T+60 | T+30 | T    |
| 38.1  | 33.4 | 29.8 | 26.6 |

**Debits (m3/s)**

|      |         |      |         |         |
|------|---------|------|---------|---------|
| Nord | Deverse | Sud  | Reverse | Station |
| 20.6 | 12632   | 32.4 | 17559   | 61.2    |

**Niveaux (m)**

|            |           |
|------------|-----------|
| Puits Nord | Puits Sud |
| 5.7        | 0.5       |
| 5.2        | 0.1       |

**CIDI & PREVISIONS METEO**

\* Niveau de riviere calcule

| WD/Lien/UA      | Pitfield | Obrien  | Autorout. | Meilleur | StLaurent | Auteuil | Curotte | Lausane | Henault | Salk    | Lanthier | Langel | MAFortin | Ave 25  | R-Forget | Ave 54  | SJBRDP  |
|-----------------|----------|---------|-----------|----------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|----------|---------|----------|---------|---------|
| S Niv.Int1 (m)  | 1.2      | 0.5     | 0.6       | 2.7      | 3.0       | 3.1     | 3.0     | 3.2     | 3.0     | 2.9     | 3.0      | 3.2    | 3.2      | 3.0     | 3.0      | 2.9     | 2.7     |
| T Niv.Int2 (m)  |          | 0.0     | 0.7       |          |           |         | 3.0     | 3.1     |         |         |          | 3.3    | 3.2      |         |          |         |         |
| R Niv.Aval (m)  |          |         |           |          |           |         | EmiUrg> | 2.0     |         |         | EmiUrg>  | 3.1    |          |         |          |         |         |
| U Q Int. (m3/s) | 3.4      | 3.6     | 3.9       | 5.9      | 17.6      | 14.5    | 14.8    | 13.0    | 17.9    | 21.1    | 20.5     | 22.3   | 23.5     | 23.7    | 24.4     | 25.6    | 27.0    |
| C Deriv. (m/h)  | 0.0      | 4.9     | 0.4       | 2.7      | 2.2       | 0.0     | 2.8     | 3.5     | 0.9     | 0.6     | 0.6      | 2.7    | 2.2      | 0.3     | 0.3      | 0.2     | 0.2     |
| U Capacite      |          |         |           |          |           |         |         |         |         |         |          |        |          |         |          |         |         |
| R Intercepteur  |          |         |           |          |           |         |         |         |         |         |          |        |          |         |          |         |         |
| S Q Coll (m3/s) | 0.04     | 2.50    | 7.21      | 17.29    | 0.00      | 1.53    | 3.32    | 7.23    | 2.80    | 0.23    | 0.44     | 4.19   | 1.21     | 2.03    | 0.87     | 0.85    | 0.13    |
| V Niv.Am1 (%)   | 8.8      | 109.5   | 76.8      | 107.4    | 298.6     | 396.2   | 523.5   | 54.8    | 65.0    | 27.5    | 26.7     | 231.8  | 144.8    | 56.2    | 28.9     | 25.9    | 8.4     |
| N Niv.Am2 (%)   |          |         | 96.8      |          |           |         | 406.5   | 331.4   |         |         |          | 229.4  | 146.7    |         |          |         |         |
| S Niv.Riv. (m)  | 16.6 *   |         |           |          |           |         | 17.4    | 117.8   | 10.1    | 9.1     | 9.0 *    | 9.1 *  | 8.8 *    | 7.1     | 8.5 *    | 8.4 *   | 8.3 *   |
| A Matie Vannes  | Edicule  | Edicule | Sicos     | Edicule  | Edicule   | Edicule | Sicos   | Sicos   | Edicule | Edicule | Edicule  | Sicos  | Sicos    | Edicule | Edicule  | Sicos   | Edicule |
| N Verrouillage  |          |         |           |          |           |         |         |         |         |         |          |        |          |         |          |         |         |
| S Position (%)  | 3        | 57      | 68        | 84       | 0         | 15      | 28      | 100     | 50      | 10      | 22       | 39     | 34       | 45      | 18       | 25      | 3       |
| N Vannes 1      | Prim.    |         | Prim.     | Prim.    |           | Prim.   | Prim.   | Prim.   | Prim.   |         |          | Prim.  | Prim.    |         | Prim.    | Local   | Prim.   |
| S Vannes 2      | 1        |         | 0         | 82       |           | 0       | 1       | 0       | 49      |         |          | 0      | 0        |         | 21       |         | 3       |
| N Vannes 3      |          |         | 100       |          |           |         |         |         |         |         |          |        |          |         |          |         |         |
| S Gestion CIDI  | Normal   | Normal  | Normal    | Normal   | Normal    | Normal  | Normal  | Normal  | Normal  | Normal  | Normal   | Normal | Normal   | Normal  | Normal   | Br.Act. | Normal  |
| N Pos. DMTS     | 10% 0%   | 15%     | 30% 0%    | 30% 0%   | 15%       | 25% 0%  | 55% 0%  | 55% 0%  | 20% 0%  | 10%     | 10%      | 20% 0% | 15% 0%   | 20%     | 10%      | 10% 0%  | 10% 0%  |
| S Surv. (m3)    | 0        | 0       | 0         | 0        | 0         | 0       | 6924    | 0       | 0       | 0       | 0        | 3618   | 340      | 0       | 0        | 0       | 0       |

|    |                 |
|----|-----------------|
| F1 | PAGE PRECEDENTE |
| F6 | PAGE SUIVANTE   |

|    |                   |
|----|-------------------|
| F2 | SECTEUR 1 ETATS   |
| F7 | SECTEUR 1 ALARMES |

|    |                              |
|----|------------------------------|
| F3 | SECTEUR 1 GROUPE 1 ETATS     |
| F8 | SECTEUR 1 GROUPE 1 TENDANCES |

|    |                              |
|----|------------------------------|
| F4 | SECTEUR 1 GROUPE 2 ETATS     |
| F9 | SECTEUR 1 GROUPE 2 TENDANCES |

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| F5  | SECTEUR 1 GROUPE 3 ETATS     |
| F10 | SECTEUR 1 GROUPE 3 TENDANCES |

# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

## • COMPOSANTES – Système d'aide à la décision (Csoft)

### Modélisation

Module de modélisation (modèle hydraulique d'optimisation)

- Réseau
- Stratégies (fonction «objectif»)
- Contraintes d'opération



Types de gestion disponibles pour vannes et pompes:

- Statique
- Local hauteur (PID)
- Local débit (PID)
- Global Optimal **Csoft**

### Simulation

Module de simulation



- Paramètres de simulation
- Intrants de simulation

Types d'intrants de simulation:

- Marée
- Données pluviométriques
- Prévisions météorologiques **Csoft**
- Mesures de débit, de hauteur et de volume **Csoft**

- Pilotage de simulateurs commerciaux (SWMM 5, InfoWorksCS)

**Gurobi Optimization** Programmation linéaire mixte

- Détermination de consignes optimales de pilotage

- Calage en ligne du modèle hydraulique d'optimisation servant à la détermination des consignes optimales de pilotage

- Résultats de simulation



### Calage

Module de calage du modèle hydraulique simplifié



- Paramètres de calage
- Intrants de calage (hydrographes)

**Gurobi Optimization** Programmation linéaire

- Calage en temps différé

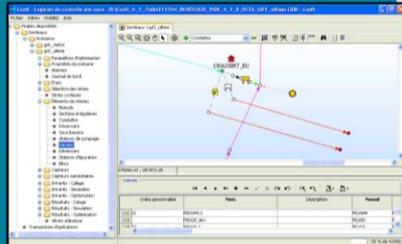
- Résultats de calage



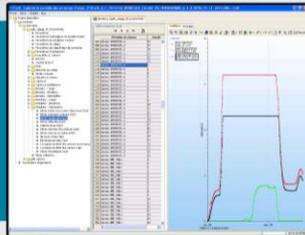
### Interfaces

Interfaces graphiques et tabulaires **Csoft**

- Modules de modélisation, de simulation et de calage
- Modélisation graphique
- Accès aux paramètres de simulation et de calage



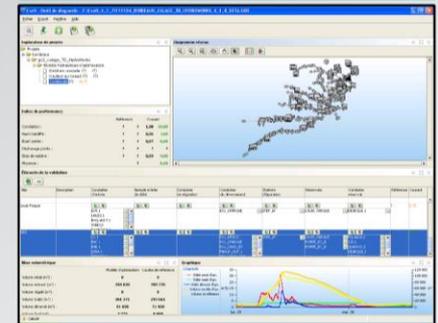
- Consultation des résultats de simulation et de calage



### Diagnostic

Module outils de diagnostic **Csoft**

- Validation des modèles hydrauliques de référence et d'optimisation
- Validation des performances des stratégies de gestion



### Base de données

Base de données relationnelle (Oracle ou Microsoft SQL)



- Météorologie
- Modélisation
- Paramètres de simulation et de calage
- Intrants de simulation et de calage
- Résultats de simulation et de calage

### Rapports

Module des rapports **Csoft**

- Bilan des déversements par événement, annuel
- Récurrence de pluie

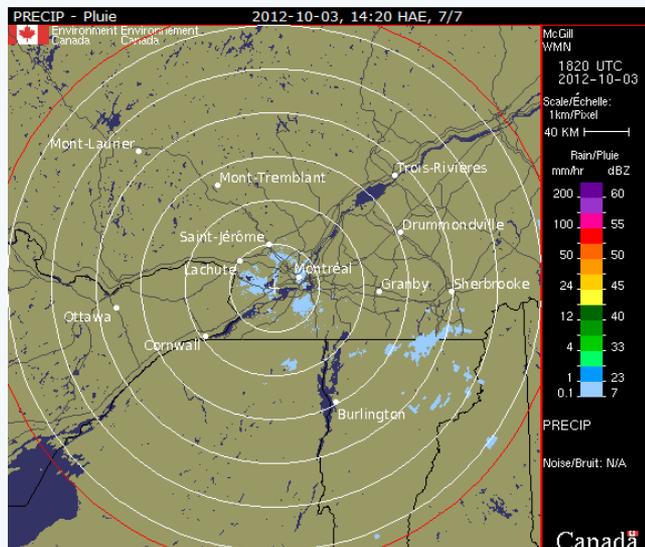


# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

- **COMPOSANTES – Radar et prévisions météo**

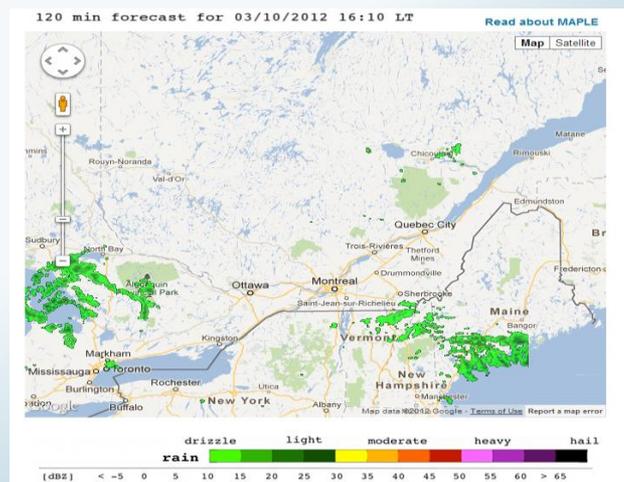
| Caractéristiques        |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| Paramètre               | Spécification                  |
| Superficie des pixels   | 1 km <sup>2</sup>              |
| Nombre de pixels        | 659 (622 utilisés par le CIDI) |
| Intervalle de prévision | 5 minutes                      |
| Horizon de prévision    | 2 heures                       |

Radar McGill



Prévision Maple

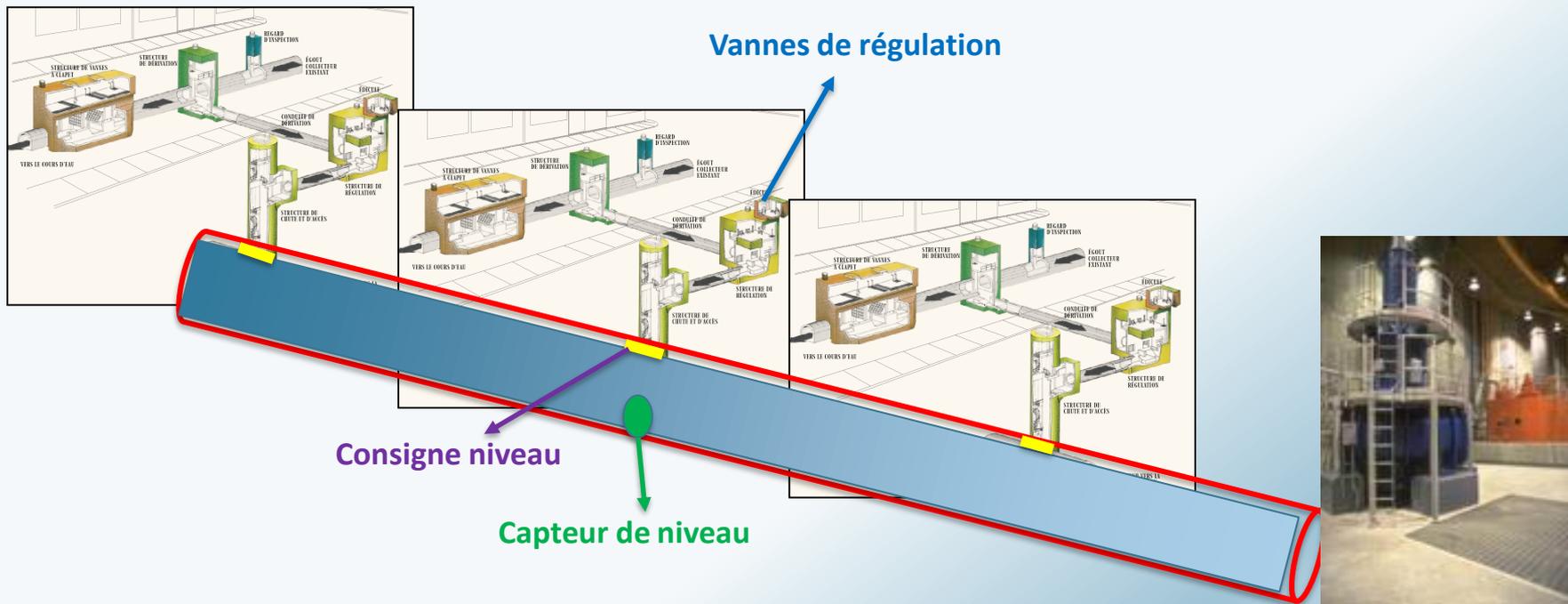
(McGill Algorithm for Precipitation Nowcasting by Lagrangian Extrapolation)



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

## • MODE DE CONTRÔLE – Édicule

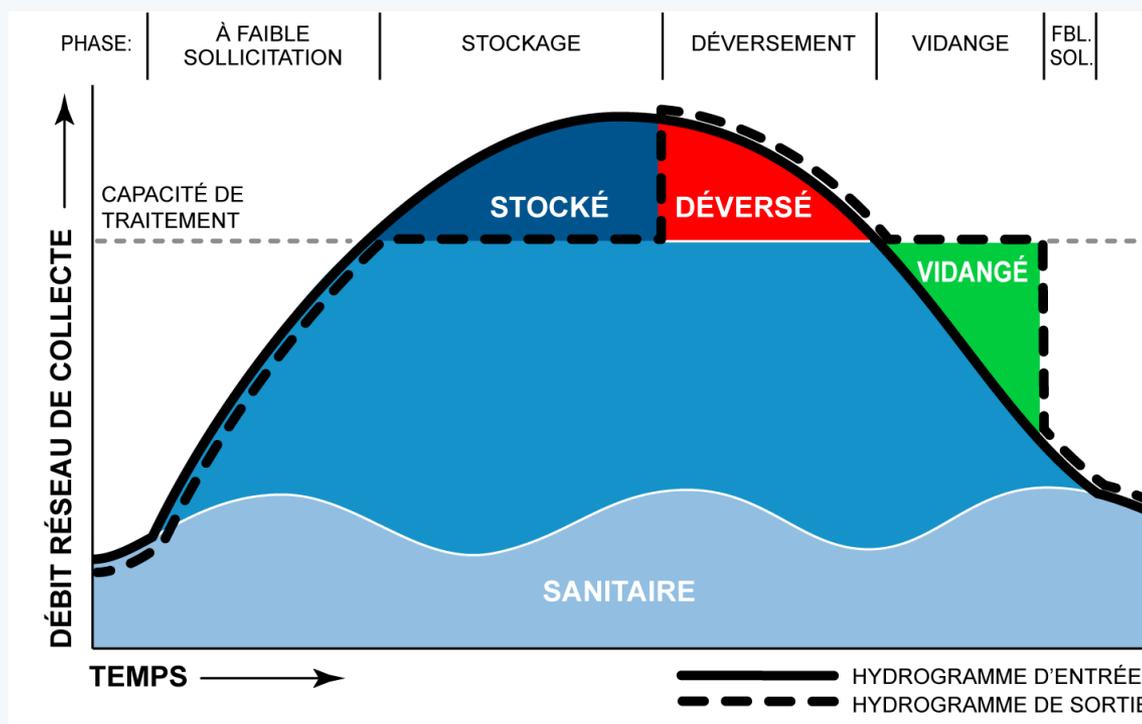
| Contexte d'opération  | Objectif de gestion   | Méthode de gestion  | Consignes de gestion   |
|---|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Période non-estivale</li> <li>• Prévion pluie non dispo</li> <li>• Modèle peu précis</li> <li>• Chute à neige</li> <li>• Fonte de neige</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximiser la capacité de transport des intercepteurs (sans surcharge)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle étendu (basée sur les mesures de niveau des intercepteurs)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamique en niveau (basée sur les capacités de pompage et les niveaux des puits)</li> <li>• 36 consignes (1 par régulateur dynamique)</li> </ul> |



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

## • MODE DE CONTRÔLE – Global

| Contexte d'opération  | Objectif de gestion  | Méthode de gestion   | Consignes de gestion   |
|---|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Période estivale</li> <li>• Prévion pluie disponible</li> <li>• Modèle précis</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimiser les débordements</li> <li>• Protéger les sites de surverses selon leur OER</li> <li>• Minimiser les temps de vidange</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle optimal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamique en débit (basée sur les prédictions d'un modèle et d'une fonction objectif à minimiser</li> <li>• 39 consignes</li> </ul> |



# LE SYSTÈME DE CONTRÔLE INTÉGRÉ DES INTERCEPTEURS

- PERFORMANCES DE GESTION

CIDI PHASE I  
(2004-2009)

32 % (Intercepteur N.)  
et 20 % (Intercepteur S.)  
de réduction du nombre  
de débordements annuels

Débit maximal traité de 85 m<sup>3</sup>/s

CIDI PHASE II  
(2010-2017)

Volumes débordés réduits de  
l'ordre de 50% aux sites aux  
priorités  
très élevée et élevée

Débit maximal traité de 85 m<sup>3</sup>/s

# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- **AMÉLIORATIONS AU SYSTÈME DE COLLECTE ET D'INTERCEPTION**
  - Remplacement des vannes et actionneurs dans les chambres de régulation

| PÉRIODE   | ACTIONS   | BÉNÉFICES ATTENDUS  |
|-----------|---|---|
| 2007-2016 | Remplacement de 67 actionneurs électriques par des actionneurs hydrauliques         | <ul style="list-style-type: none"><li>- Actionneurs plus robustes et plus adaptés à la modulation fréquente</li><li>- Précision plus élevée</li></ul>         |
|           | Remplacement de 65 vannes de régulation en fonte par des vannes en acier inoxydable | <ul style="list-style-type: none"><li>- Réduire la fréquence des bris qui ont un impact négatif sur les débordements</li><li>- Facilité d'entretien</li></ul> |

# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- **AMÉLIORATIONS AU SYSTÈME DE COLLECTE ET D'INTERCEPTION**
  - Exemple des nouveaux équipements (vanne et actionneur)



# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

## • AMÉLIORATIONS AU SYSTÈME DE COLLECTE ET D'INTERCEPTION

- Installation de débitmètres dans les collecteurs

| PÉRIODE   | ACTIONS  | BÉNÉFICES ATTENDUS   |
|-----------|--|--|
| 2014-2016 | Installation de 5 débitmètres (4 temps de transit et un vitesse surfacique) sur le réseau de collecte de l'intercepteur Nord | <ul style="list-style-type: none"><li>- Meilleure évaluation des apports à l'intercepteur (temps de pluie et temps sec)</li><li>- Calage en temps réel du modèle hydrologique</li><li>- Calage des équations de calcul des débits sous-vanne</li><li>- Performance accrue du CIDI visant la réduction des débordements</li></ul> |

# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- **AMÉLIORATIONS AU RÉSEAU DE COLLECTE**

- Exemples d'installation de débitmètres dans les collecteurs

Temps de transit

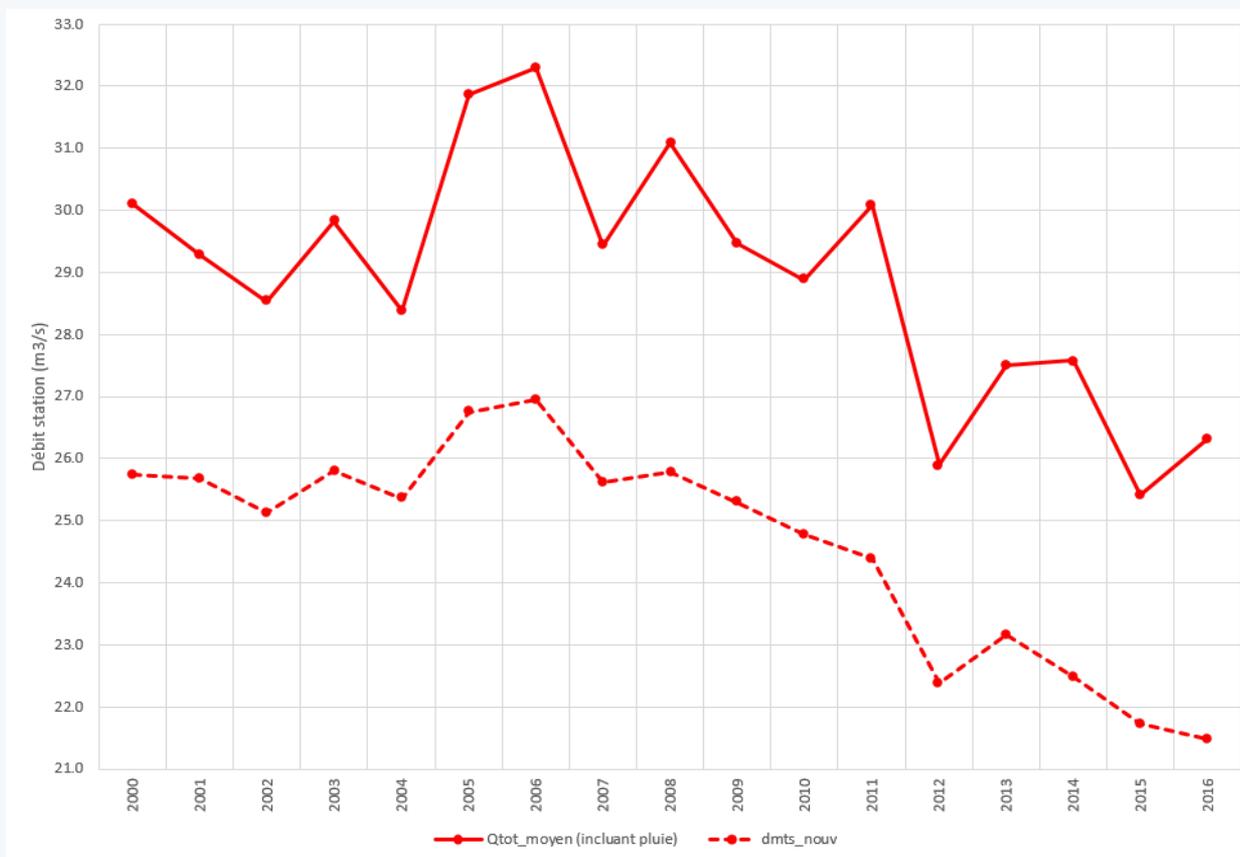


Vitesse surfacique



# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- **AMÉLIORATIONS AU SYSTÈME DE COLLECTE ET D'INTERCEPTION**
  - Réhabilitation des conduites des réseaux d'eau



# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- **CONSTRUCTION DE NOUVEAUX BASSINS DE RÉTENTION**
- Bassins de rétention existants intégré ou en phase d'intégration au CIDI

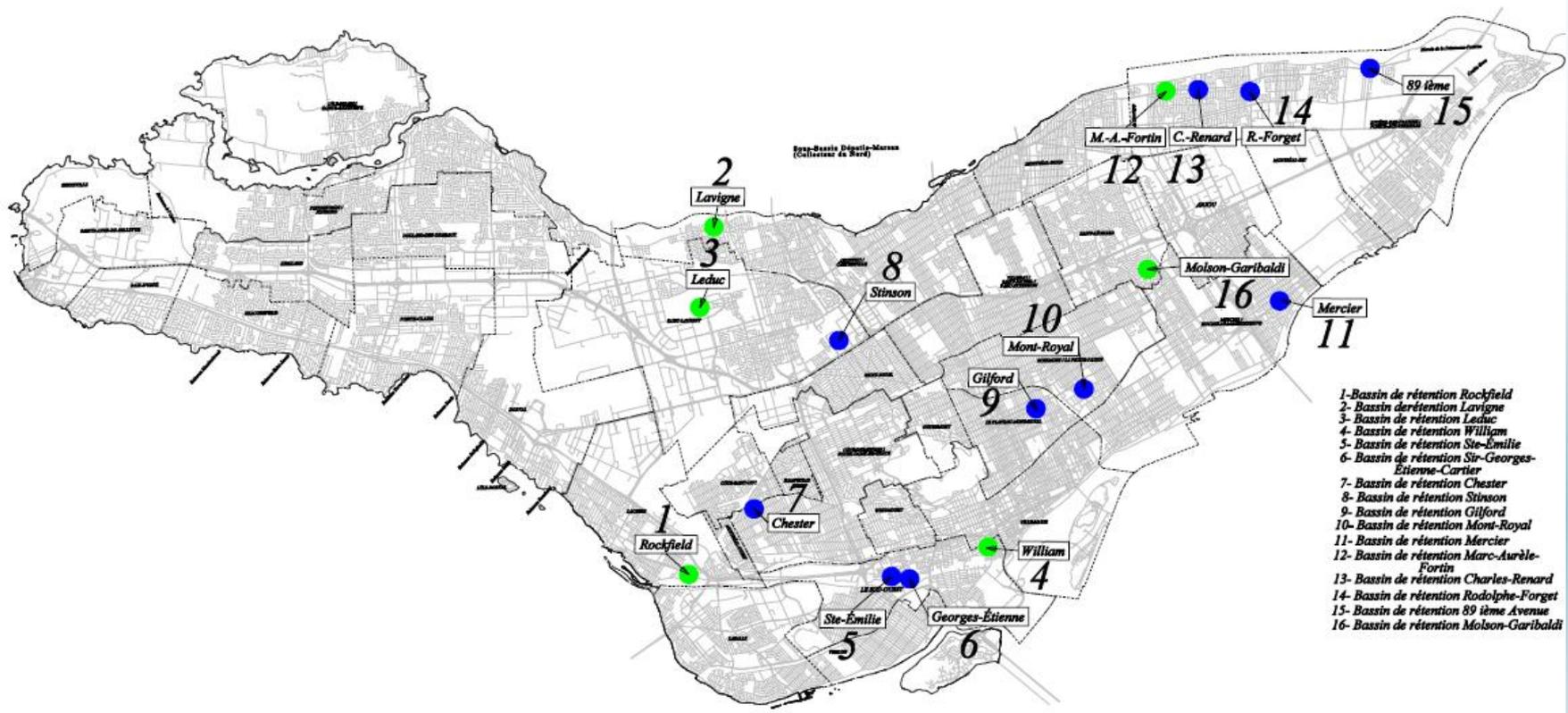
| Nom                    | Année de construction | Capacité (m <sup>3</sup> ) | Vocation     |
|------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------|
| Mont-Royal             | 1998                  | 3 500                      | Refoulements |
| Charles-Renard         | 2004                  | 24 500                     | Double usage |
| Trop-plein Mercier     | 2006                  | 6 000                      | débordements |
| 89 <sup>e</sup> avenue | 2006                  | 800                        | débordements |
| Stinson                | 2007                  | 2 000                      | débordements |
| Marc-Aurèle Fortin     | 2016                  | 4 000                      | débordements |

- Bassins de rétention futurs à intégrer au CIDI

| Nom       | Année de construction | Capacité (m <sup>3</sup> ) | Vocation     |
|-----------|-----------------------|----------------------------|--------------|
| Lavigne   | 2019                  | 23 000                     | Double usage |
| Leduc     | 2019                  | 60 000                     | Double usage |
| Rockfield | 2019 /2020            | 45 000                     | Double usage |
| William   | 2019/2020             | 8 000                      | Double usage |
| St-Thomas | 2021                  | 15 000                     | Double usage |

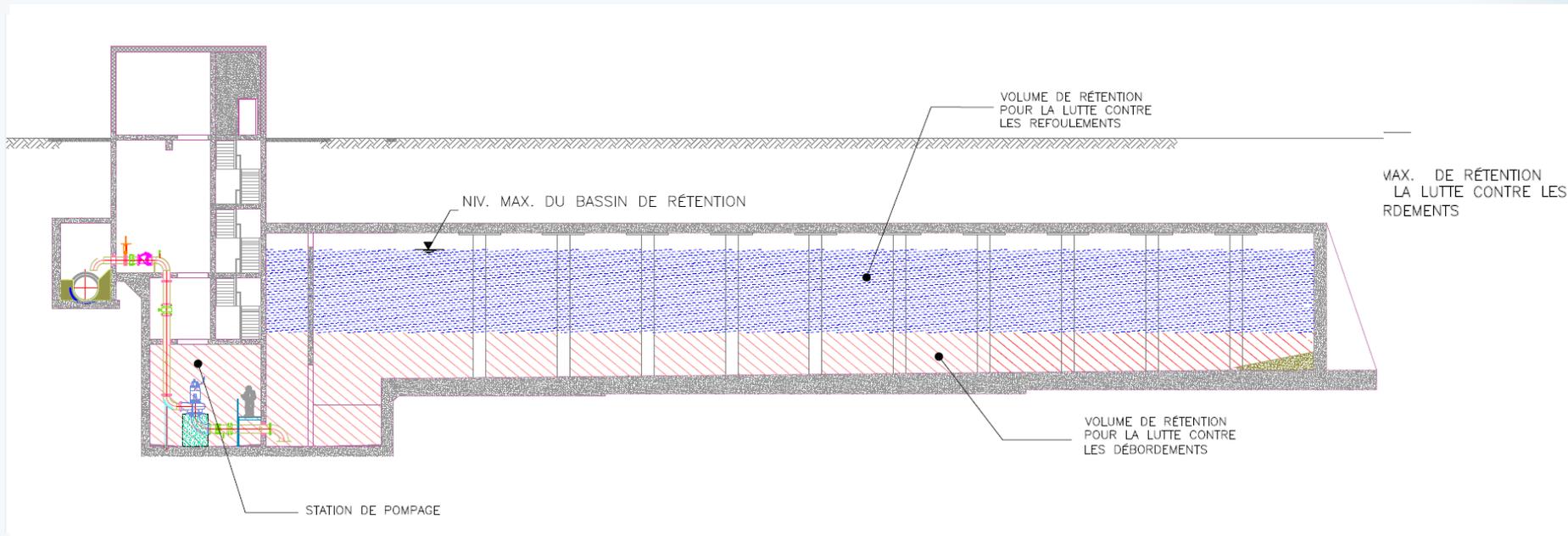
# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- CONSTRUCTION DE NOUVEAUX BASSINS DE RÉTENTION
- Localisation des bassins de rétention



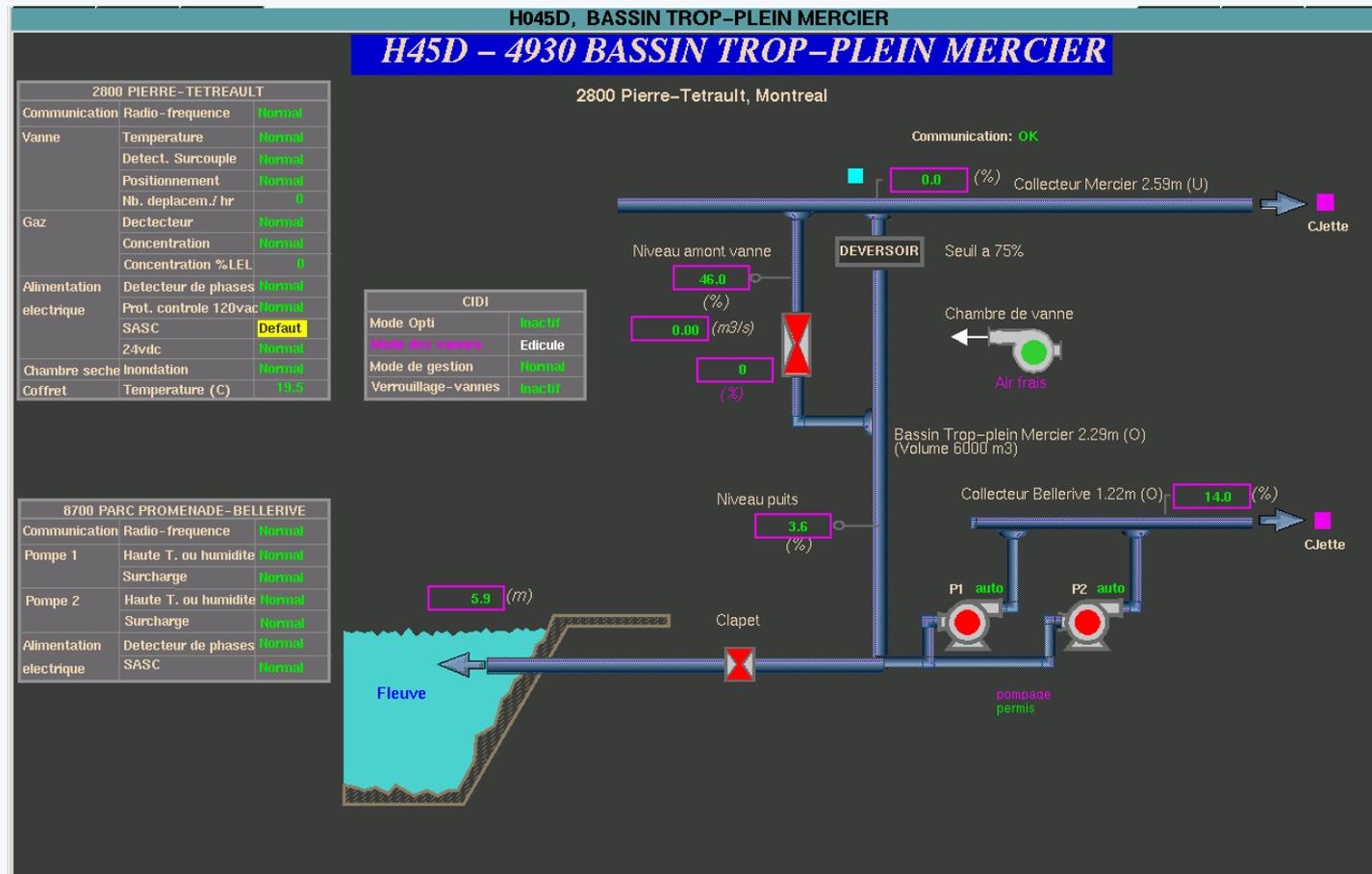
# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- **DOUBLE USAGE DES BASSINS DE RÉTENTION**
- Gestion dynamique du bassin de rétention



# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- INTÉGRATION DES NOUVEAUX BASSINS DE RÉTENTION AU SYSTÈME CIDI



# GESTION DES DÉBORDEMENTS ET PERSPECTIVES FUTURES

- AJOUT D'INDICATEURS DE PERFORMANCE (PLATEFORME HYDROWEB)**

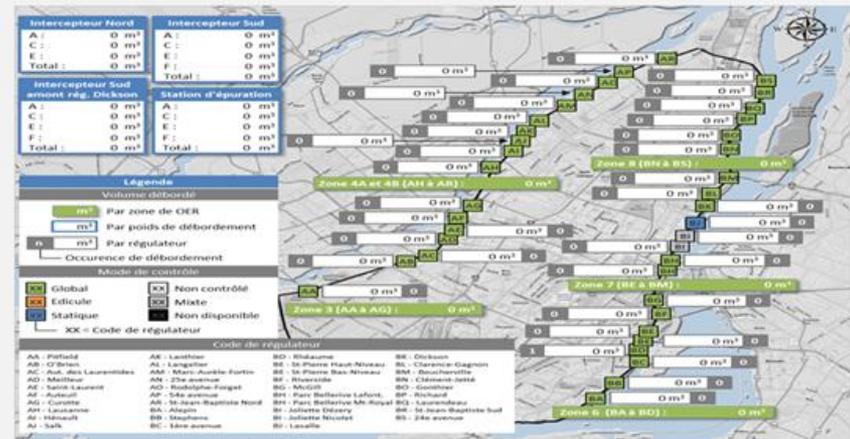
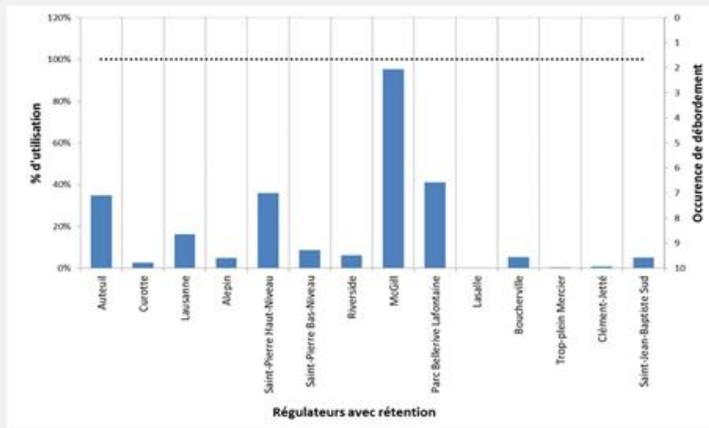
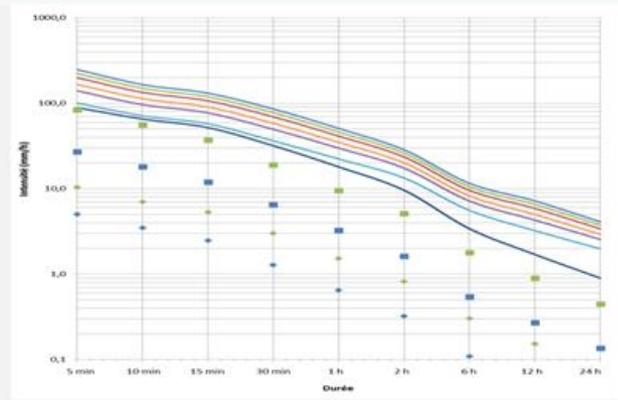
Welcome

Menu

- Dashboards >
- Operation
- Demo dashboard 1
- Demo dashboard 2
- Demo dashboard 3
- Rain Archives >

| Évènement de pluie |                  |                  |             | Statistiques de pluie             |                                   |                          |                           | Commentaire |
|--------------------|------------------|------------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| Numéro             | Début (date)     | Fin (date)       | Durée (h:m) | Moyenne sur tous les pluviomètres |                                   | Coefficient de variation |                           |             |
|                    |                  |                  |             | Hauteur cumulée moyenne (mm)      | Intensité maximale moyenne (mm/h) | Hauteur cumulée (mm)     | Intensité maximale (mm/h) |             |
| 2015-048           | 2015-08-03 03:05 | 2015-08-03 06:10 | 3:05        | 0,7                               | 5,0                               | 1,07                     | 1,08                      | Hétérogène  |
| 2015-049           | 2015-08-04 21:40 | 2015-08-05 03:00 | 5:20        | 1,8                               | 10,4                              | 1,25                     | 1,47                      | Hétérogène  |

| Station de pompage - puits Sud |                          |                         | Station de pompage - puits Nord |                          |                         | Station de traitement    |                          |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Capacité atteinte (m³/s)       | Capacité maximale (m³/s) | Niveau max. atteint (m) | Capacité atteinte (m³/s)        | Capacité maximale (m³/s) | Niveau max. atteint (m) | Capacité atteinte (m³/s) | Capacité maximale (m³/s) |
| 20,4                           | 46,0                     | 6,5                     | 12,4                            | 38,0                     | 7,2                     | 33,3                     | 82,0                     |



## CONCLUSION

- **LA GESTION INTELLIGENTE ET DYNAMIQUE DES OUVRAGES DE RÉTENTION PERMET:**
- L'optimisation de l'interception des eaux usées et la diminution des débordements aux cours d'eau selon les objectifs de débordement (OD);
- L'utilisation des capacités de stockage dans des collecteurs;
- Une meilleure utilisation des capacités de stockage des bassins de rétention (double usage);
- Minimisation des coûts de construction des ouvrages de rétention.