

Stratégies de contrôle des STEPs en temps de pluie, pour l'adaptation aux changements climatiques **Les résultats d'un compromis**



37e Symposium
sur les eaux usées

ExpoCité, Québec

Modélisation du traitement
et de la gestion des
eaux usées

10 octobre 2014
14:30

Coralie Lamaire-Chad
étudiante à la maîtrise en Génie des eaux
sous la direction de Peter A. Vanrolleghem



Contenu

- **STEP et changements climatiques**
- **Contexte réglementaire**
- **Introduction de l'étude de cas**
- **Description de la STEP et du modèle**
- **Stratégies de contrôle et méthode d'évaluation**
- **Affluent**
- **Description des stratégies , résultats et discussion**
- **Conclusions et remerciements**



1



STEP et changements climatiques

- ✓ STEPs conçues pour opérer en régime +/- permanent
- ✓ GIEC et OURANOS : Intensité des pluies ↑
- Perturbation de l'opération des STEPs
 - Perte de boues secondaires vers le milieu récepteur
 - Dérivation d'eau usée non traitée
- ✓ L'ajout d'équipement n'est pas toujours possible et \$
- OBJECTIF : Évaluer à l'aide d'un modèle, des stratégies de contrôle permettant d'augmenter la capacité des STEPs

Contexte réglementaire

- ✓ Stratégie pancan. sur la gestion des effluents (MeS, DBO)
 - 2013 : Règlement sur les STEP (MeS, DBO) MDDEFP
- ✓ Loi sur les pêches (Gouv. Ca.)
 - 2012 Règlement sur les effluents STEP (DBO, MeS, NH₃)

Recommandations:

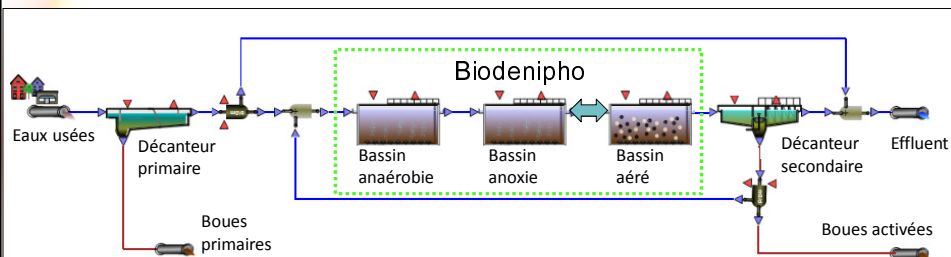
- ✓ Recommandations can. pour la qualité des eaux (NH₃)
- ✓ Position ministérielle (PT) Plan intervention algues MDDEP

Introduction de l'étude de cas



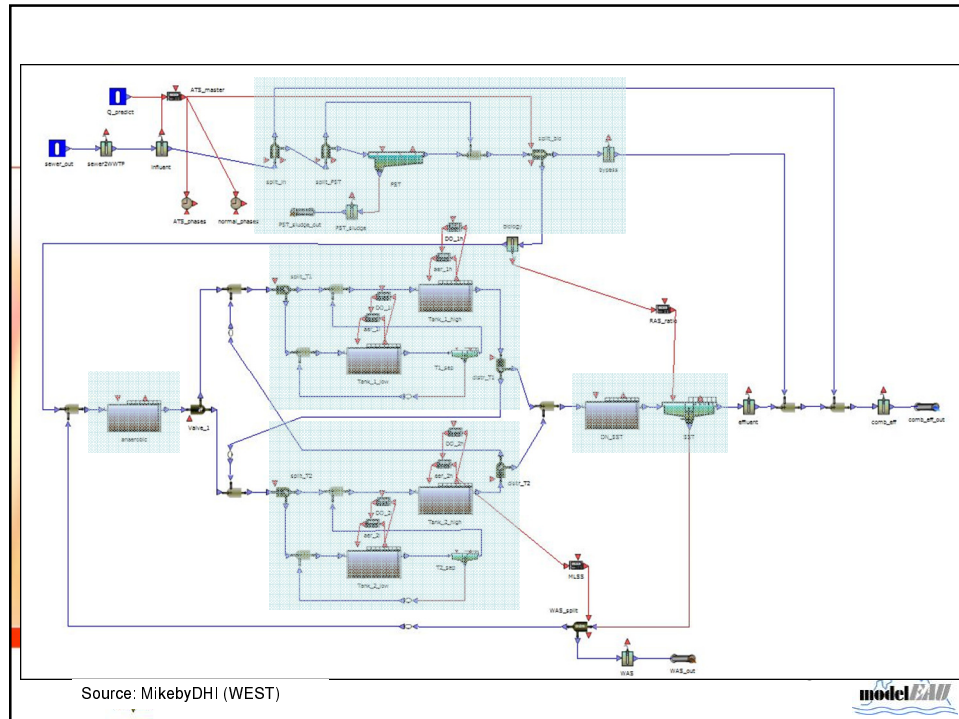
- Location
 - Copenhague, Danemark
- STEP
 - 750 000 EH
 - 20 000 m³/h
- Milieu récepteur
 - Détroit Øresund

Description de la STEP



Source: MikebyDHI (WEST)

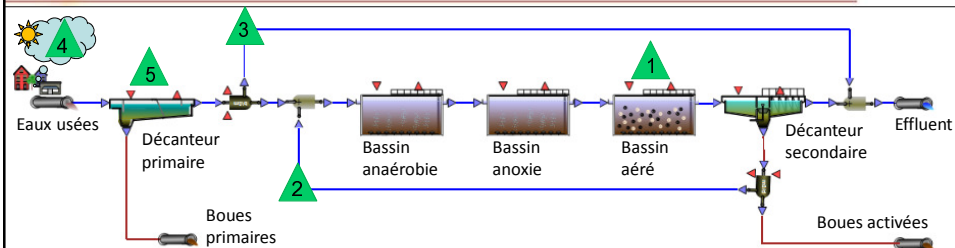
- **Capacité maximale en temps de pluie: 41 500 m³/h**
- **Capacité hydraulique maximale du traitement biologique : 23 000 m³/h**



Contenu

- STEP et changements climatiques
- Contexte réglementaire
- Introduction de l'étude de cas
- Description de la STEP et du modèle
- Stratégies de contrôle et méthode d'évaluation
- Affluent
- Description des stratégies , résultats et discussion
- Conclusions et remerciements

Stratégies de contrôle



1. Bassin d'aération/décantation (ATS) *Aeration Tank Settling*
2. Recirculation de boues activées (RAS) *Return Activated Sludge*
3. Dérivation (Bypass)
4. Utilisation de prévisions météorologiques
5. Ajout de produits chimiques au décanteur primaire (CEPT)



Chemically Enhanced Primary Treatment



Méthode d'évaluation des stratégies : Index de Pollution de l'Effluent (IPE)

IPE = Matière organique + Composés azotés + Composés phosphatés

$$\text{IPE} = p_1(\text{MeS}) + p_2(\text{DCO}) + p_3(\text{DBO}) + p_4(\text{NTK}) + p_5(\text{NO}) + p_6(\text{PT})$$

- Mat. Organique = Matière en suspension (MeS)
+ Demande Chimique en Oxygène (DCO)
+ Demande Biologique en Oxygène (DBO)
 - Azote Total Kjeldahl (NTK) = Org.-N + $\text{NH}_x\text{-N}$
 - NO = Nitrate (NO_3)
 - Phosphore Total (PT)
- } Azote Total



9

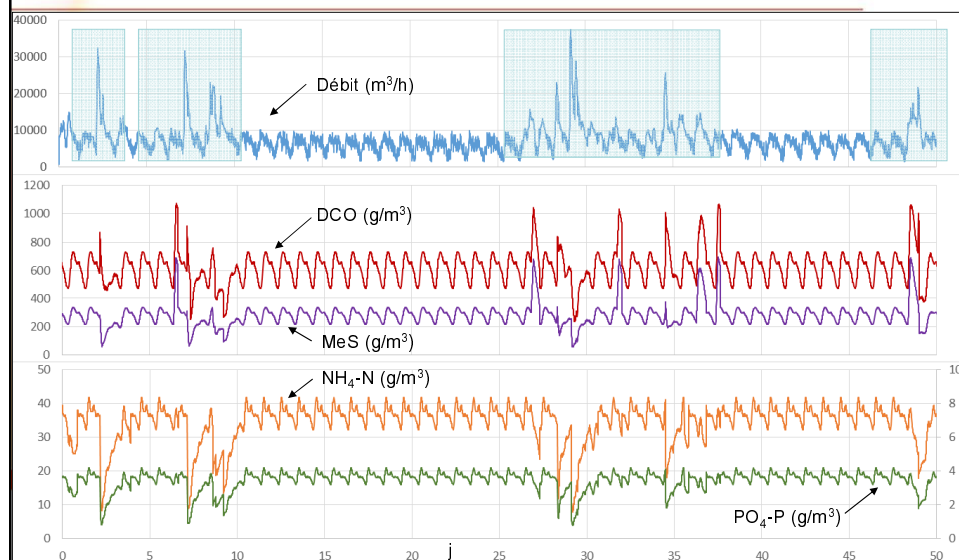


Contenu

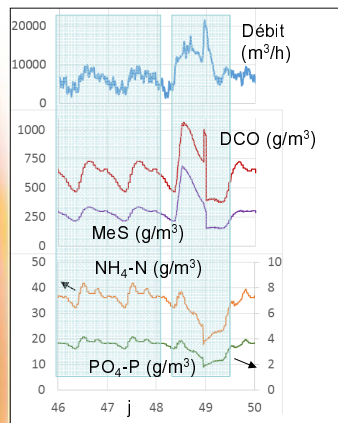
- STEP et changements climatiques
- Contexte réglementaire
- Introduction de l'étude de cas
- Description de la STEP et du modèle
- Stratégies de contrôle et méthode d'évaluation
- Affluent
- Description des stratégies , résultats et discussion
- Conclusions et remerciements

Affluent

- Séries dynamiques
- Q mesuré en temps réel sur 1 an
- MeS, DCO, NH_4 , PO_4 issus du générateur d'affluent



Affluent



Données moyennes en temps sec :

- $Q = 5\,200 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\text{MeS} = 285 \text{ g/m}^3$
- $\text{DCO} = 620 \text{ g/m}^3$
- $\text{NH}_4\text{-N} = 37 \text{ g/m}^3$
- $\text{PO}_4\text{-P} = 4 \text{ g/m}^3$

Données maximales dues au lessivage des particules en temps de pluie :

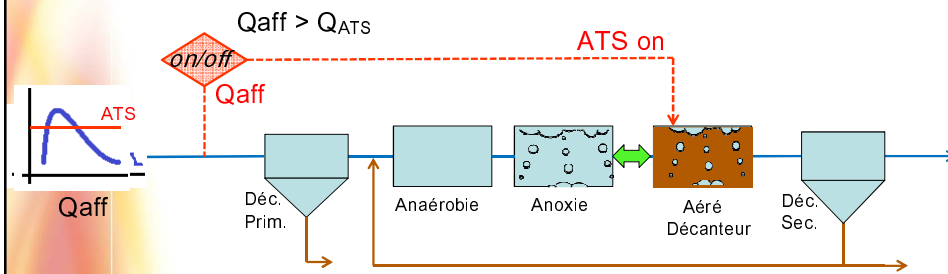
- $Q = 41\,000 \text{ m}^3/\text{h}$
- $\text{MeS} = 700 \text{ g/m}^3$
- $\text{DCO} = 1\,100 \text{ g/m}^3$
- ($\text{NH}_4\text{-N}$ et $\text{PO}_4\text{-P}$ dilués)

Contenu

- STEP et changements climatiques
- Contexte réglementaire
- Introduction de l'étude de cas
- Description de la STEP et du modèle
- Stratégies de contrôle et méthode d'évaluation
- Affluent
 - Description des stratégies , résultats et discussion
- Conclusions et remerciements

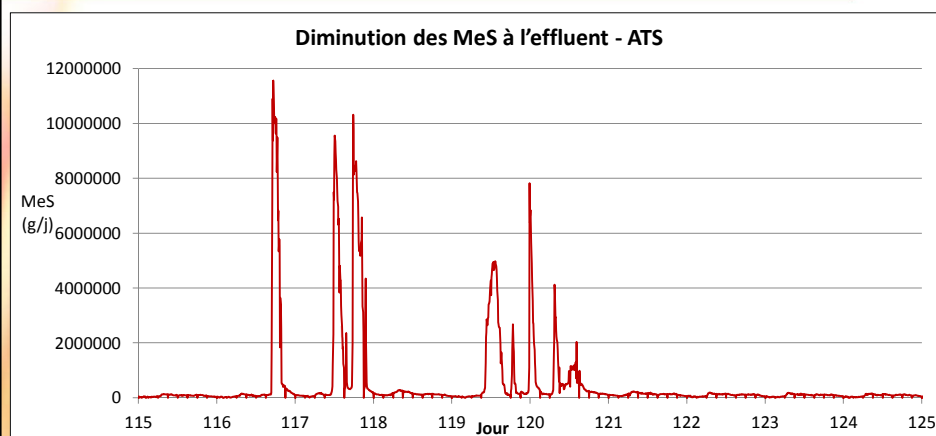
Stratégie 1 : "ATS"

Bassin d'aération/décantation



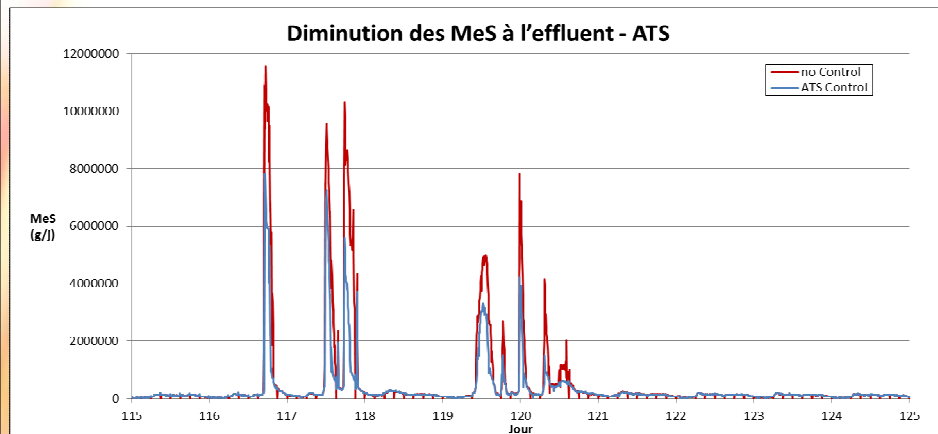
Stratégie 1 : "ATS"

Exemple – Amélioration MeS



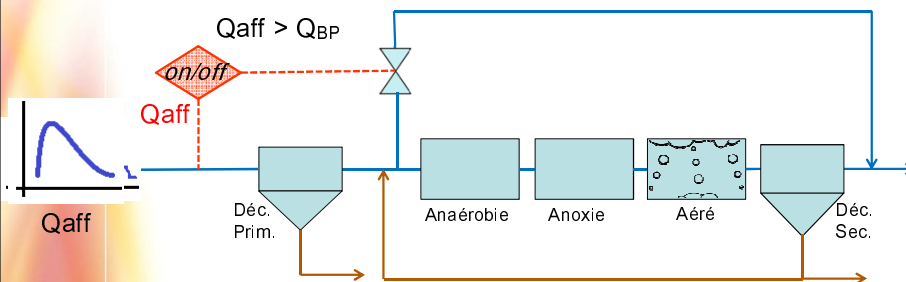
Stratégie 1 : “ATS”

Exemple – Amélioration MeS



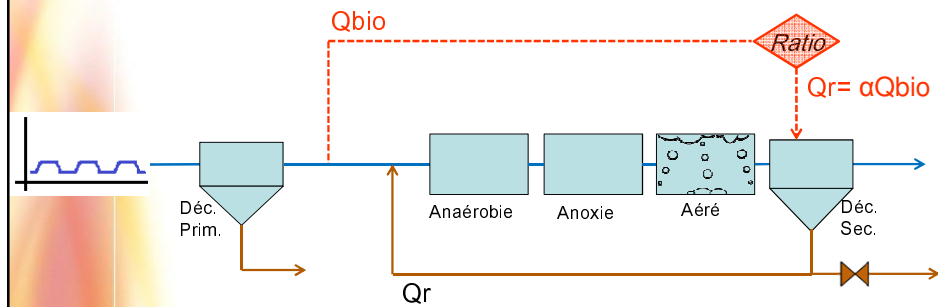
Stratégie 2 : “Bypass”

Dérivation



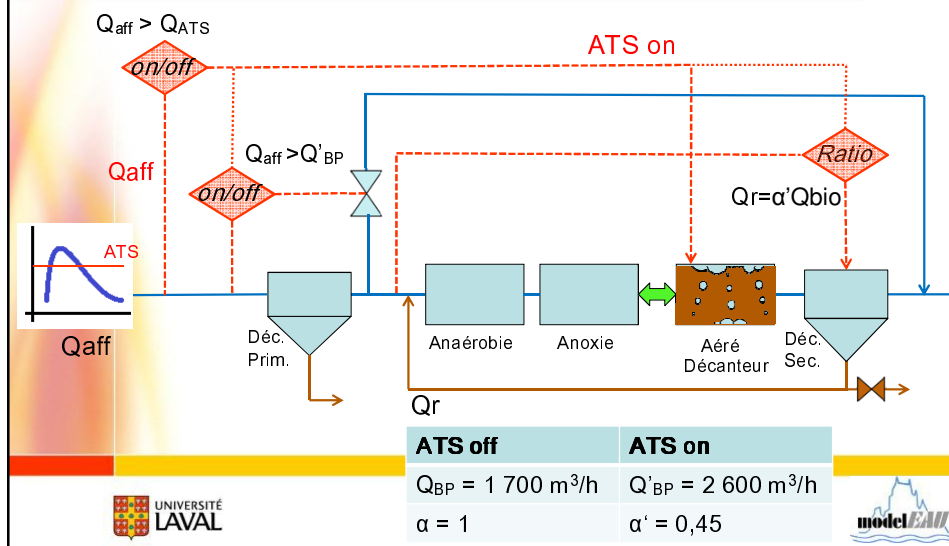
Stratégie 3 : "RAS"

Recirculation de boues activées



Stratégie : "TRIO"

ATS avec BP et RAS



Stratégie 1 : "ATS"

Résultats

ATS	RAS	BP (m³/h)
Off	1	1 700
On	1	1 700

Pluies	IPE	MeS [2]	DCO [1]	DBO [2]	NTK [30]	NO [10]	PT [20]
a	4.8	0.9	(0.4)	(0.3)	11	31	(8.8)
b	2.6	2.0	0.4	0.3	8.2	(21)	(38)
c	4.1	1.1	(0.2)	(0.6)	8.5	(11)	(34)
d	(1.3)	2.7	0.2	0.4	10	20	(101)

- Peu avantageux !?

Stratégie 2 : "Bypass"

Résultats

ATS	RAS	BP (m³/h)
On	1	1 700
On	1	2 600

Pluies	IPE	MeS [2]	DCO [1]	DBO [2]	NTK [30]	NO [10]	PT [20]
a	23	33	48	64	11	42	(44)
b	16	33	41	69	7.4	18	(16)
c	9.6	28	31	68	3.9	7.2	(6.5)
d	3.9	24	20	73	1.2	1.5	(1.9)

- Le by-pass a un effet important sur l'IPE
 - Exception PT

Stratégie 3 : "RAS"

Résultats

ATS	RAS	BP (m³/h)
On	1	1 700
On	0,45	1 700

Pluies	IPE	MeS [2]	DCO [1]	DBO [2]	NTK [30]	NO [10]	PT [20]
a	(0.7)	0.3	0.1	0.1	(0.2)	2.9	(6.9)
b	(1.0)	0.4	0.1	0.0	(0.2)	0.1	(8.1)
c	(1.0)	0.4	0.1	0.2	(0.7)	0.2	(5.9)
d	(3.3)	0.1	(0.5)	(0.8)	(1.0)	1.5	(14)

- Le RAS utilisé sans un by-pass variable n'a pas de plus value

Stratégie : "TRIO"

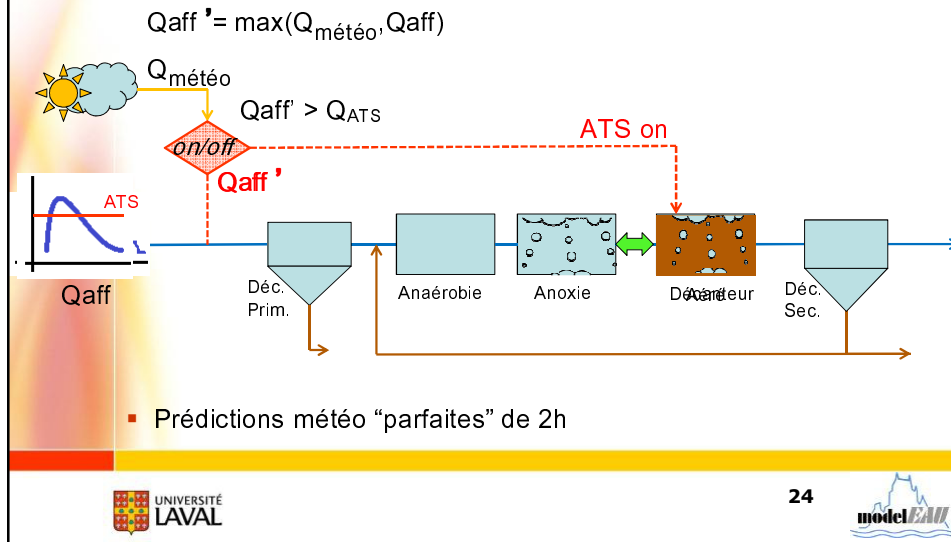
Résultats

ATS	RAS	BP (m³/h)
Off	1	1 700
On	0,45	2 600

Pluies	IPE	MeS [2]	DCO [1]	DBO [2]	NTK [30]	NO [10]	PT [20]
a	26	34	48	64	21	61	(60)
b	17	35	41	69	15	0.4	(70)
c	12	29	31	67	11	(3.2)	(50)
d	(0.6)	27	20	73	10	22	(134)

- La flexibilité de l'ATS permet de bénéficier de la plus value d'un seuil de by-pass variable et d'un taux de recirculation variable
 - Exception PT
 - Déphosphatation biologique perturbée

Stratégie 4 : “Prédictions météo” avec “ATS”



Stratégie 4 : “Prédictions météo” Résultats avec “ATS”

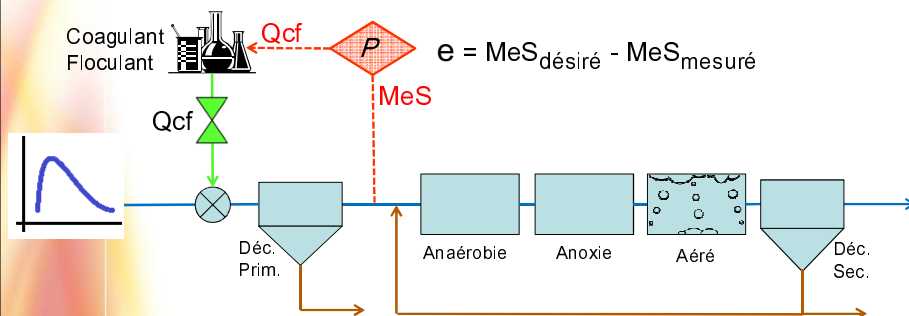
ATS	RAS	BP (m ³ /h)	Autres
On	0,45	2 600	-
On	0,45	2 600	Météo

Pluies	IPE	MeS	DCO	DBO	NTK	NO	PT
		[2]	[1]	[2]	[30]	[10]	[20]
a	12	0.4	1.6	3.0	19	(54)	7.5
b	13	4.2	3.9	12	16	3.7	9.4
c	6.1	0.9	0.8	4.7	6.7	(30)	7.5
d	12	3.7	3.0	19	7.5	(3.5)	31

- Toujours avantageux
 - Améliorations moyennes

Stratégie 5 : "CEPT"

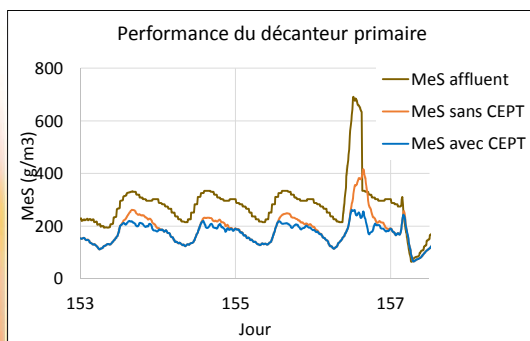
Ajout de produits chimiques au décanteur primaire



Tik et al. 2013

Stratégie 5 : "CEPT"

Ajout de produits chimiques au décanteur primaire



Contrôleur CEPT

Set point	200	g/m3 MeS
Kp	-1	
Uo	20	mg/L Alun
Umin	0	mg/L Alun
Umax	75	mg/L Alun

Discussion

- Le CEPT et l'ATS utilisé en TRIO sont des stratégies très bénéfiques, sans être parfaites
 - Nécessitent un compromis avec le traitement biologique
 - Le CEPT ajoute au coûts de traitement
 - L'ATS est une stratégie flexible
- Les prédictions météo sont généralement bénéfiques dans les cas étudiés

Conclusions

- Les contrôleurs sont des solutions alternatives abordables permettant d'augmenter la capacité des STEPs en temps de pluie
- Permet de faire face aux changements climatiques
- Permet d'anticiper le resserrement de la réglementation sur l'effluent d'eaux usées

Remerciements



*Canada Research Chair
in Water Quality Modeling*



WATERWAYS

Otto
Mønsted



Fondation canadienne pour l'innovation
Canada Foundation for Innovation



30

