

Réseaux d'assainissement unitaires : Gestion avancée par temps de pluie

Benoît BERAUD, Mohammad MOURAD, Cyrille LEMOINE, Michel RUSZNIEWSKI



19/05/2011) STIC & Environnement

Sommaire

- 1. Introduction
- 2. Optimisation de la gestion du réseau
- 3. Diagnostic du fonctionnement du réseau
- 4. Conclusions

19/05/2011 STIC & Environnement

2

1

Introduction

- Contexte
- Objectifs

19/05/2011) STIC & Environnement

Contexte

- Les réseaux d'assainissement sont fortement sollicités en temps de pluie
 - L'utilisation de bassins d'orage permet de pallier aux limites de capacité de transport
 - Des déversements directs au milieu naturel ont lieu quand la limite de capacité des bassins d'orage est atteinte
- Des actions peuvent engagées
 - La gestion de l'existant peut-être optimisée pour minimiser les rejets au milieu naturel
 - L'installation de nouveaux bassins d'orage mais le choix des investissements doit être établis sur une prédiction fiable des bénéfices attendus car les investissements sont coûteux.
- Conclusion
 - Il est important d'être capable de diagnostiquer les performances de ces systèmes et particulièrement la cause de rejets



19/05/2011 STIC & Environnement

4

Objectifs



*Optimiser le contrôle du réseau
d'assainissement en temps de pluie*

*Diagnostiquer le fonctionnement du réseau
d'assainissement pour une pluie donnée*

19/05/2011

STIC & Environnement

5



Optimisation de la gestion du réseau

- Stratégie
- 1^{ère} étape offline
- 2^{ème} étape online
- Illustration sur un cas d'étude

19/05/2011) STIC & Environnement

Stratégie d'optimisation du réseau

- L'optimalité du contrôle du réseau est fortement influencée par :
 - Le type d'évènement pluvieux
 - Intensité
 - Durée
 - Répartition géographique
 - L'état du réseau
 - Equipements indisponibles pour maintenance

Le système de contrôle doit être capable de s'adapter à ces deux conditions

Méthodologie

- 1^{ère} étape : optimisation préventive de la gestion temps réel
 - Optimisation de la gestion du réseau pour
 - Chaque pluie type connue
 - Chaque état type connu du réseau (maintenance des ouvrages principaux)
 - Constitution d'une base de donnée permettant ainsi de s'adapter à l'état du réseau et à la pluie

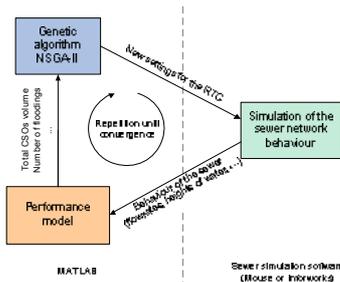


	Etats types			
Pluies types				
	Jeu de consigne pour chaque pluie et chaque état type			



Méthodologie

- Méthode d'optimisation de la gestion temps réel du réseau d'assainissement
 - Modification du modèle du réseau pour tenir compte de son état
 - Import de la pluie type ou de la pluie réelle
 - Couplage d'un algorithme d'optimisation (NSGA-II) et d'un simulateur du réseau d'assainissement (Infoworks CS ou Mouse)



Cf. Beraud et al. (2010). *Optimisation of sewer networks hydraulic behaviour during wet weather: coupling genetic algorithms with two sewer networks modeling tools.* Novatech Conference, Lyon.

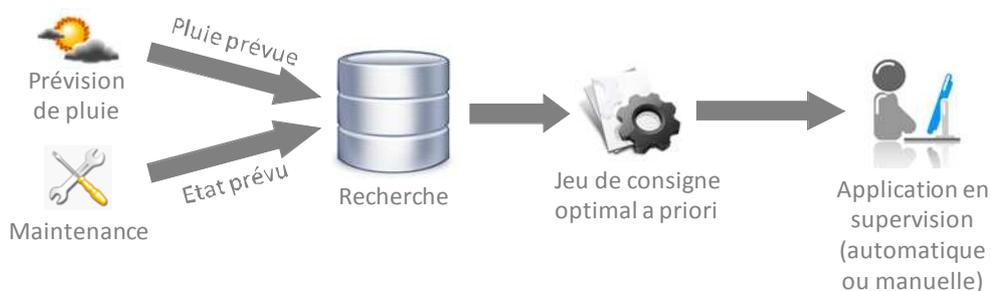
19/05/2011

STIC & Environnement

9

Méthodologie

- 2^{ème} étape : utilisation opérationnelle
 - En fonction de la pluie prévue par la prévision et/ou par les images radars et de l'état prévu du réseau, application des meilleurs consignes de gestion estimées a priori



Online
H-1

19/05/2011

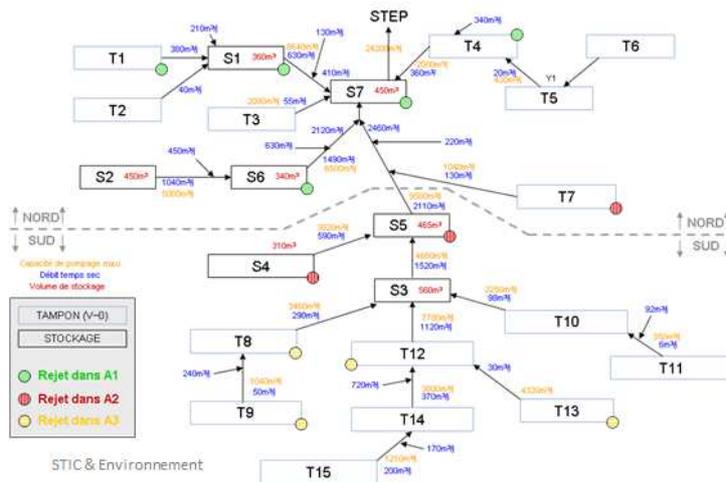
STIC & Environnement

10

Le cas d'étude

● Application sur un réseau type

- 3 milieux récepteurs de sensibilité décroissante de A1 à A3
- Découpage du réseau en deux zones Nord et Sud
- Gestion temps réel du pompage d'une bache à la suivante et jusqu'à la STEP

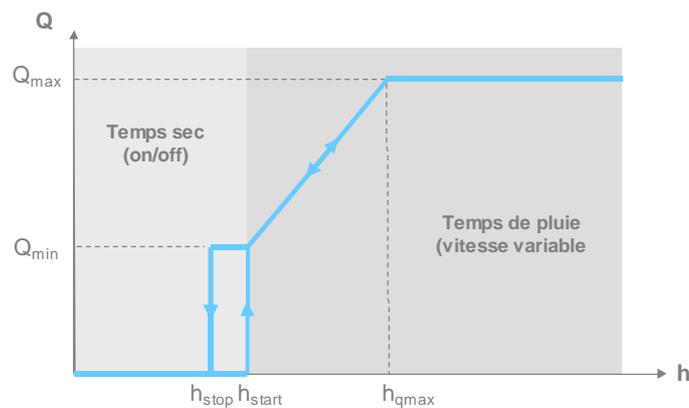


11

Le cas d'étude

● Fonctionnement de la gestion temps réel

- 8 pompes à contrôler, équipées d'un variateur de vitesse
- Fonctionnement on/off durant le temps sec
- Fonctionnement en continu avec augmentation progressive de la vitesse en temps de pluie



Variable d'optimisation

12

Résultat de la stratégie d'optimisation

- Démonstration de l'apport de la prise en compte de l'état du réseau
 - Cas STD : sans équipement au chômage
 - Après optimisation sur une pluie type, obtention du réglage R1
 - Cas CHOM : avec une pompe au chômage
 - Application directe des consignes R1
 - Après optimisation sur la même pluie type, obtention du réglage R2

Variable	Unité	STD	CHOM	
			R1	R2
VA1	m3	1334	1815	1795
VA2	m3	54	56	1
VA3	m3	0	0	0
3*VA1+2*VA2+VA3	m3	4109	5556	5388

- 3 %

19/05/2011

STIC & Environnement

13

Résultat de la stratégie d'optimisation

- Démonstration de l'apport de la prise en compte du type de pluie
 - Cas STD : pluie homogène sur tout le réseau
 - Après optimisation, même réglage R1 que précédemment
 - Cas FS : pluie plus forte sur le Sud que sur le Nord du réseau
 - Application directe des consignes R1
 - Après optimisation, avec le même état standard du réseau, obtention du réglage R3
 - Cas FN : pluie plus forte sur le Nord que sur le Sud du réseau
 - Application directe des consignes R1
 - Après optimisation, avec le même état standard du réseau, obtention du réglage R4

Variable	Unité	STD	FS		FN	
			R1	R3	R1	R4
VA1	m3	1334	122	0	1564	1419
VA2	m3	54	0	0	3	3
VA3	m3	0	0	0	0	0
3*VA1+2*VA2+VA3	m3	4109	366	0	4695	4260

-100 %
 -122 m³

 -9.2 %
 -145 m³

19/05/2011

STIC & Environnement

14

Résultat de la stratégie d'optimisation

- Les variations de réglages sont-ils significatifs ?
- Est-il pertinent de les appliquer en exploitation ?

Poste	Pompe	Unité	STD	CHOM	FS	FN
			R1	R2	R3	R4
S1	P1	m	21.9	21.9	21.9	21.9
	P2	m	25.3	22.2	25.3	22.2
S2	P3	m	6.3	6.3	6.3	6.3
S3	P4	m	10.2	10.2	8.5	10.2
S4	P5	m	7.9	7.9	3.4	7.9
S5	P6	m	14.7	14	9.1	14.7
S6	P7	m	10.2	10.2	10.2	10.2
	P8	m	10.5	10.5	10.5	10.5

Les variations sont très significatives et leur application doit être aisée

19/05/2011

STIC & Environnement

15



Diagnostic de la gestion du réseau

- Stratégie
- Analyses effectuées
- Illustration sur le cas d'étude

19/05/2011) STIC & Environnement

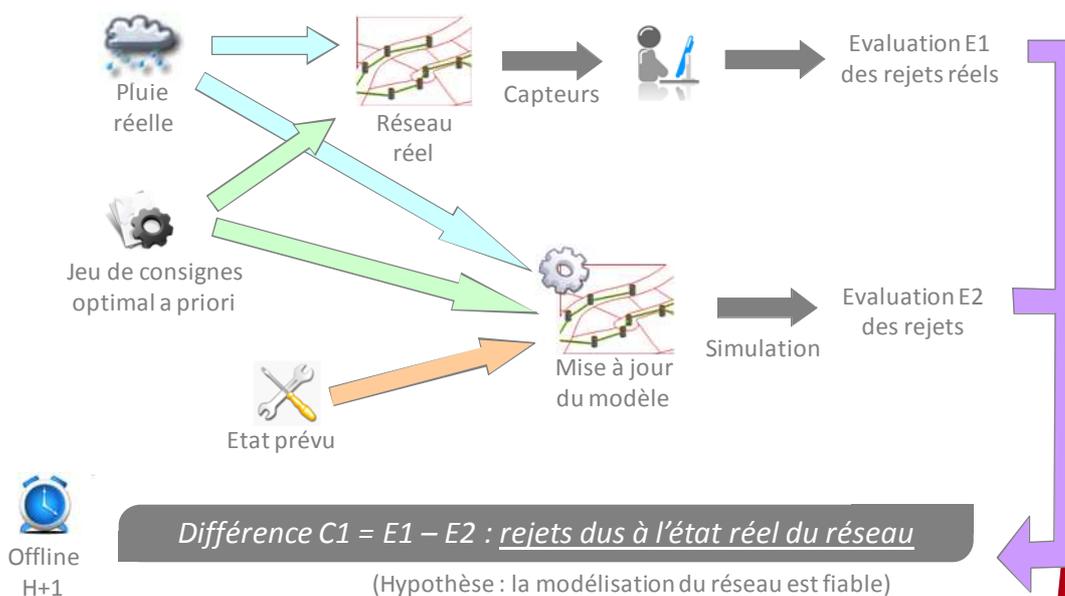
Stratégie de diagnostic du réseau

- Pour le diagnostic, il est intéressant de distinguer :
 - Les rejets dus à un état dégradé du réseau (différent de celui prévu)
 - Les rejets dus à une erreur de prévision de la pluie
 - Les rejets dus à un manque de précision de la base de donnée de gestion du réseau
 - Les rejets dus à la maintenance en cours réseau
 - Les rejets dus à la structure du réseau (i.e. sans maintenance en cours)

En utilisant les données de supervision, la simulation et l'optimisation il est possible d'estimer ces valeurs après chaque évènement pluvieux significatif

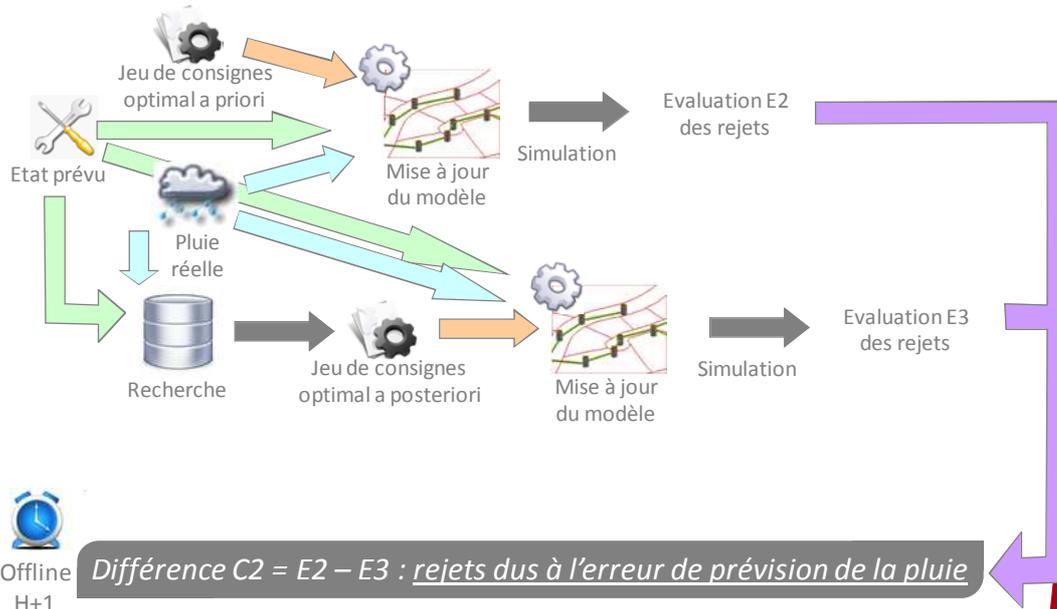
Stratégie de diagnostic du réseau

- Analyse C1 : les rejets dus à un état dégradé du réseau



Stratégie de diagnostic du réseau

- Analyse C2 : les rejets dus à une erreur de prévision de pluie



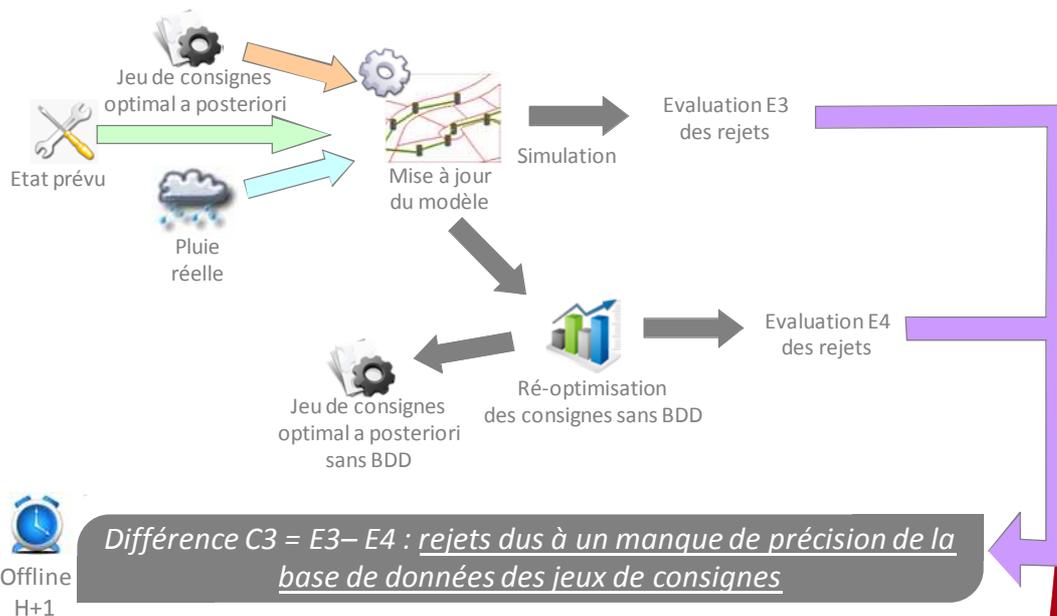
19/05/2011

STIC & Environnement

19

Stratégie de diagnostic du réseau

- Analyse C3 : les rejets dus à une imprécision de la BDD



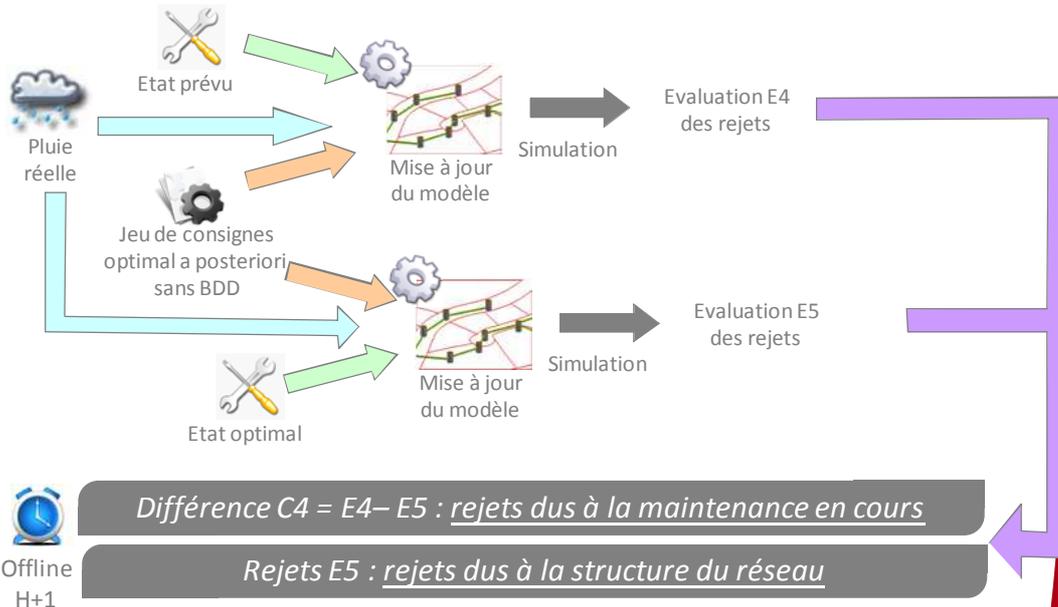
19/05/2011

STIC & Environnement

20

Stratégie de diagnostic du réseau

● Analyse C4 : les rejets dus à la maintenance en cours



19/05/2011

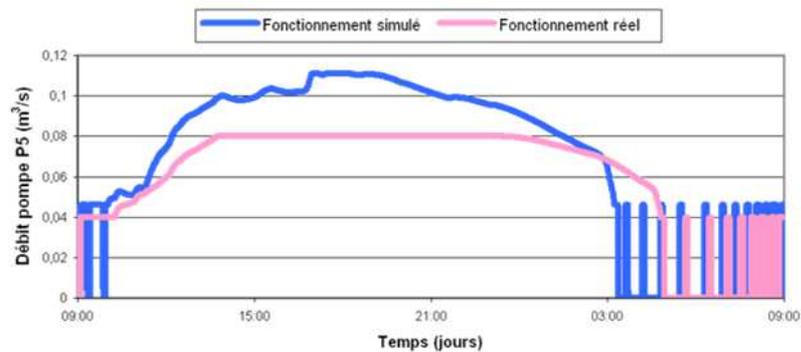
STIC & Environnement

21

Illustration de la stratégie d'analyse

● Cas n° 1 :

- La pluie est prévue homogène
- En réalité la pluie est plus forte sur le Sud que sur le Nord
- La capacité du réseau est supposée être standard
- En réalité un dysfonctionnement sur une pompe va être observé



19/05/2011

STIC & Environnement

22

Illustration de la stratégie d'analyse

● Cas n° 1 : Résultats de l'analyse

- La structure du réseau n'était pas limitant sur cet évènement
- 771 m³ (80%) des rejets sont dus à la pompe défaillante
- 186 m³ (20%) des rejets sont dus à l'heure de classification de la pluie

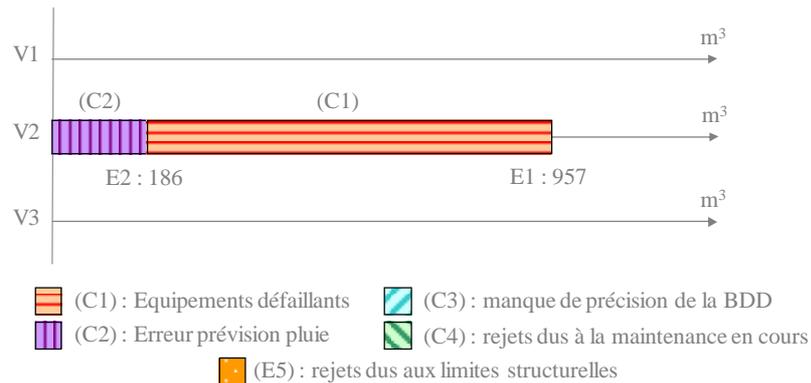


Illustration de la stratégie d'analyse

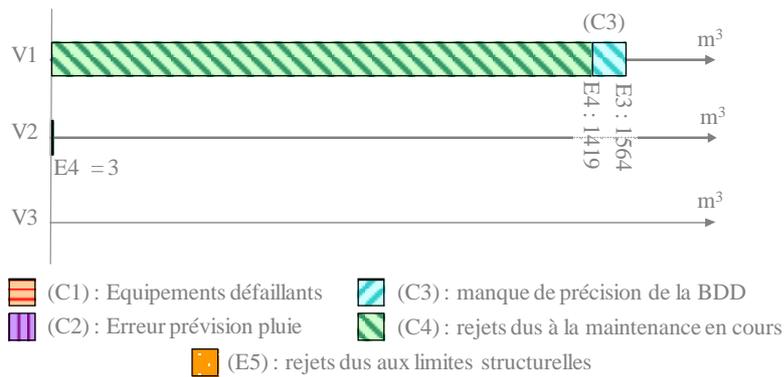
● Cas n° 2 :

- La pluie est prévue plus forte sur le Sud que sur le Nord
- En réalité la pluie est légèrement plus forte sur le Nord que sur le Sud
- La capacité du réseau est supposée être standard
- Aucun dysfonctionnement significatif des organes du réseau n'est observé

Illustration de la stratégie d'analyse

• Cas n° 2 : Résultats de l'analyse

- L'erreur de classification n'a pas été impactant
- 145 m³ (9 %) des rejets sont dus à des consignes de gestion sous-optimales (i.e. base de connaissance des modes 1&2 insuffisante)
- 1422 m³ (1419+3) (91 %) des rejets sont dus aux limites de l'infrastructure du réseau



19/05/2011

STIC & Environnement

25

Illustration de la stratégie d'analyse

• Cas n° 1

La priorité pour que cet évènement ne se reproduise pas est d'effectuer la maintenance de la pompe défaillante ou de travailler sur la prévision des pluies

• Cas n° 2

La priorité pour que cet évènement ne se reproduise pas est d'améliorer la structure du réseau ou de travailler sur la base des modes 1 & 2

19/05/2011

STIC & Environnement

26

4

Conclusions

19/05/2011) STIC & Environnement

Conclusions

- La gestion du réseau est améliorée par
 - Une prise en compte de la maintenance prévue du réseau
 - Une prise en compte des caractéristiques de la pluie
- A posteriori, il est possible d'analyser la gestion en distinguant :
 - Les rejets dus à un état dégradé du réseau (différent de celui prévu)
 - Les rejets dus à une erreur de prévision de la pluie
 - Les rejets dus à un manque de précision de la base de donnée de gestion du réseau
 - Les rejets dus à la maintenance en cours réseau
 - Les rejets dus à la structure du réseau (i.e. sans maintenance en cours)

19/05/2011 STIC & Environnement

28