

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

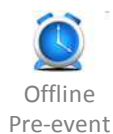
Stratégie d'optimisation du réseau

- 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

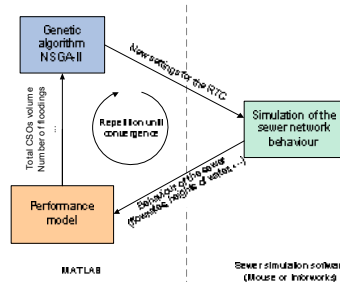


	Etats types			
Pluies types				
	Jeu de consigne pour chaque pluie et chaque état type			



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.

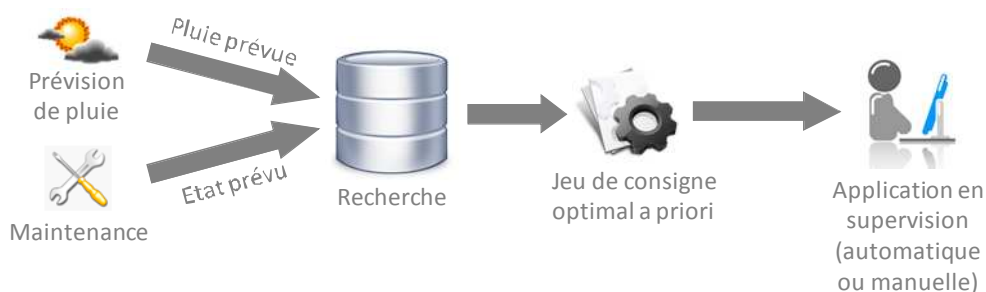
19/05/2011

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

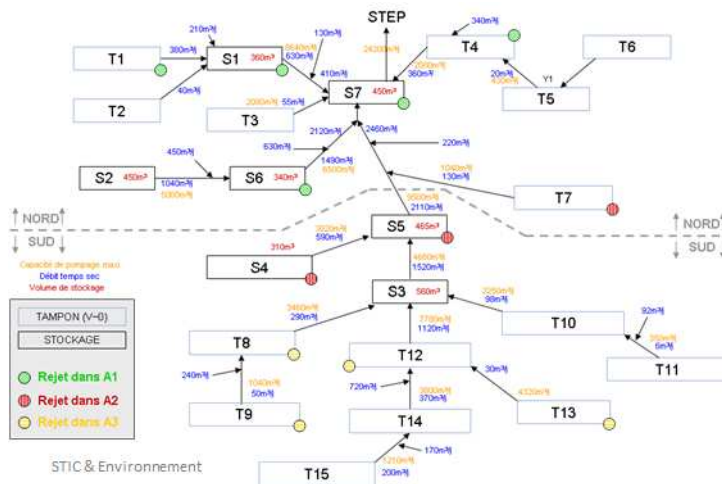
STIC & Environnement

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

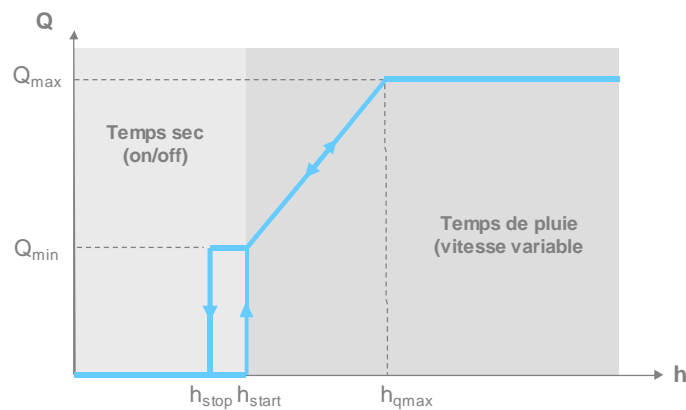


11

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 ?

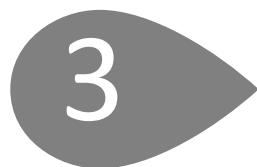
Poste	Pompe	Unité	STD	CHOM	FS	FN
			R1	R2	R3	R4
S1	P1	m	21.9	21.9	21.9	21.9
	P2	m	25.3	22.2	25.3	22.2
S2	P3	m	6.3	6.3	6.3	6.3
S3	P4	m	10.2	10.2	8.5	10.2
S4	P5	m	7.9	7.9	3.4	7.9
S5	P6	m	14.7	14	9.1	14.7
S6	P7	m	10.2	10.2	10.2	10.2
	P8	m	10.5	10.5	10.5	10.5

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

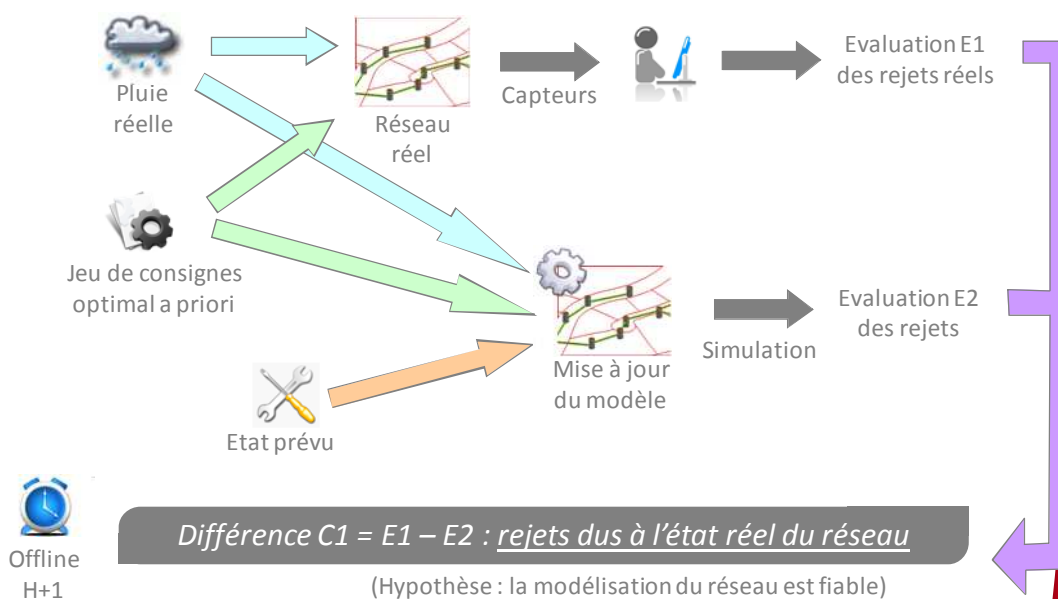
19/05/2011

STIC & Environnement

17

Stratégie de diagnostic du réseau

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



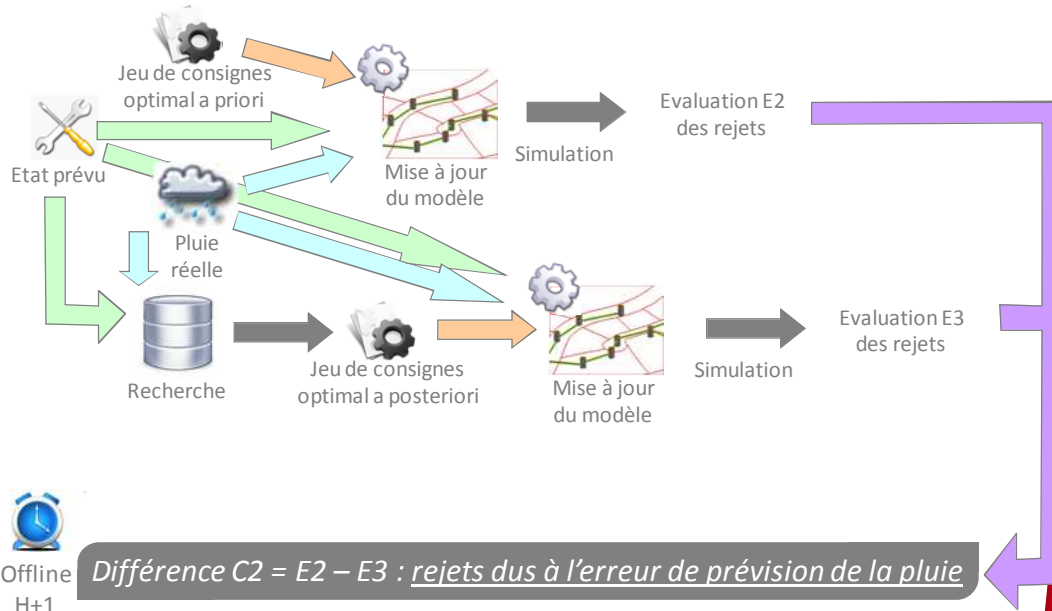
19/05/2011

STIC & Environnement

18

Stratégie de diagnostic du réseau

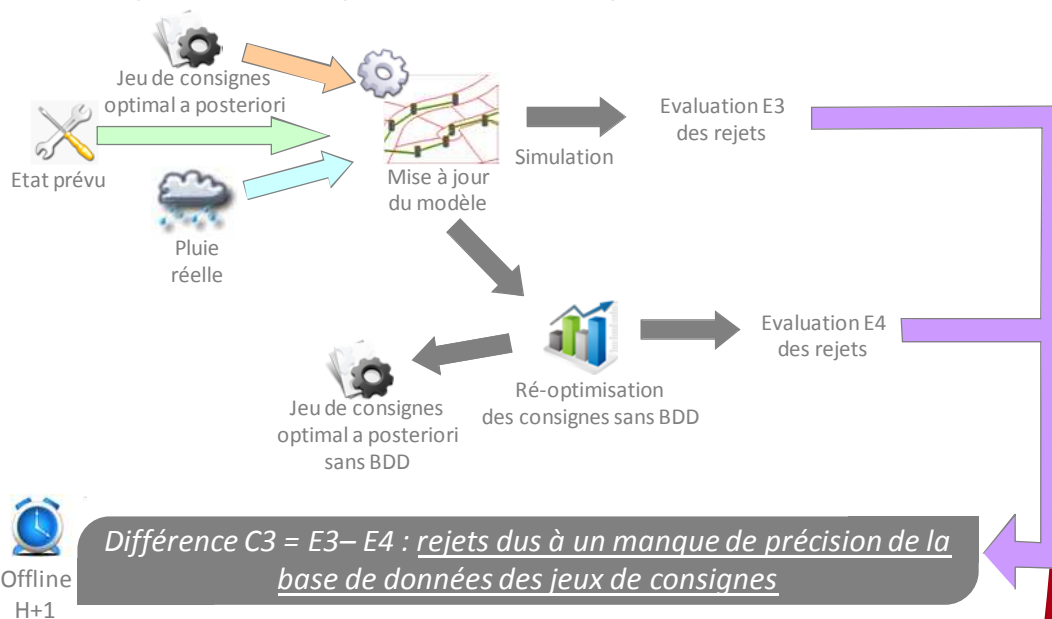
- Analyse C2 : les rejets dus à une erreur de prévision de pluie



19

Stratégie de diagnostic du réseau

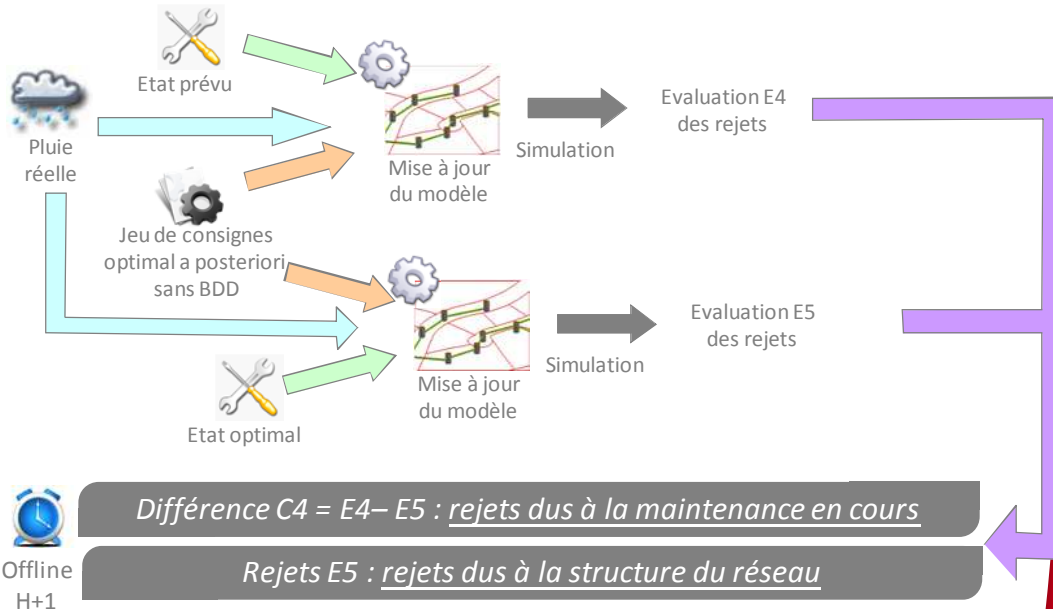
- Analyse C3 : les rejets dus à une imprécision de la BDD



20

Stratégie de diagnostic du réseau

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



19/05/2011

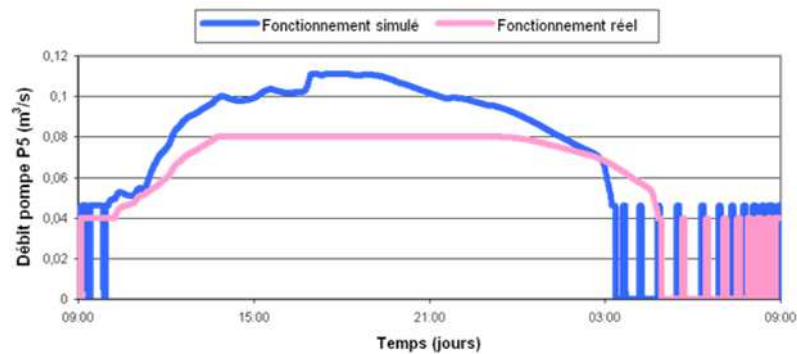
STIC & Environnement

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

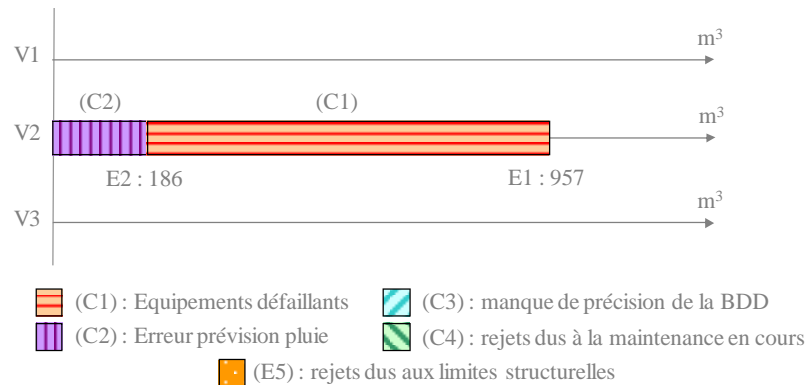


Illustration de la stratégie d'analyse

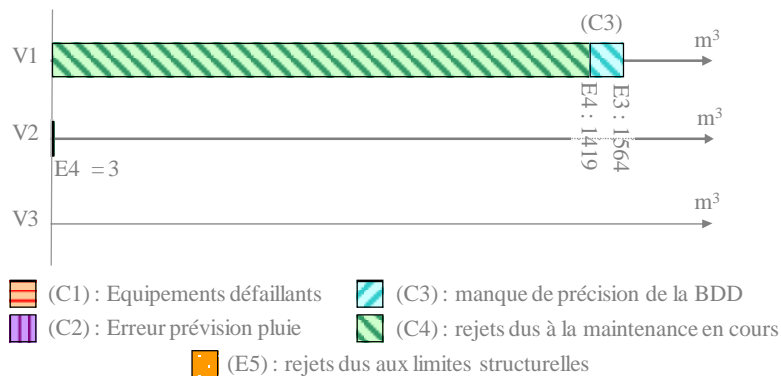
● Cas n° 2 :

- 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 défectueuse 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