

MEMOIRE

PRESENTE POUR L'OBTENTION DU GRADE DE
DOCTEUR DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES

Spécialité :

Sciences et Techniques de l'environnement

par Antoine FREROT

Sujet :

**PROCEDURES D'OPTIMISATION DES CONSIGNES DE GESTION
D'UN RESEAU D'ASSAINISSEMENT AUTOMATISE**

soutenue le 6 février 1987 devant le jury composé de :

M. J. JACQUET	Président
M. G. COHEN	Rapporteur
M. M. DESBORDES	Rapporteur
M. M. ALQUIER	Examineur
M. J. BERNIER	Examineur
M. G. DUPUY	Examineur
M. P. HERVIO	Examineur

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

<u>INTRODUCTION</u>	:	<u>Utilité d'une gestion hydraulique des réseaux d'assainissement</u>p	16
<u>CHAPITRE I</u>	:	<u>Les différentes gestions automatisées d'un réseau d'assainissement</u>p	18
I.1	:	Analyse bibliographique des expériences de gestion automatisée en cours de réalisation	18
I.2	:	L'aide à l'exploitation classique	22
I.2.1:		Objectifs de l'aide à l'exploitation classique	22
	a)	La surveillance du réseau	22
	b)	La conduite immédiate du réseau	24
I.2.2	:	Moyens de l'aide à l'exploitation classique	24
	a)	Matériel	24
	b)	Organisation du service d'exploitation..p	26
I.3	:	Le télépilotage en fonction de l'évènement	27
I.3.1	:	Objectifs du télépilotage en fonction de l'évènement	27
I.3.2	:	Les différents types d'organisation du télépilotage	29
	a)	Le niveau de décentralisation des décisions	29
	b)	Détermination des consignes en temps réel ou en temps différé	30
	c)	La possibilité de prévoir l'évolution de l'évènement	31

I.3.3 :	Les contraintes qui pèsent sur un système de télépilotage	p	32
I.3.4 :	L'enjeu de la prévision de la pluie dans le télépilotage	p	33
I.3.5 :	Les modèles de simulation utilisés pour l'élaboration des consignes	p	36
I.3.6 :	La prise en compte des incertitudes dans la gestion	p	39

CHAPITRE II : Formalisation du problème de télépilotage

II.1 :	Modélisation simplifiée d'un réseau d'assainissement	p	42
II.2 :	Les différentes variables d'un problème de télépilotage	p	50
II.2.1:	Les données	p	50
II.2.2:	Les variables de contrôle	p	51
II.2.3:	Les variables d'état	p	51
II.2.4:	La fonction objectif et les variables objectifs	p	52
II.3 :	Résolution du problème d'optimisation..	p	54
II.3.1:	Théorie de la programmation non linéaire	p	54
II.3.2:	Décomposition du problème d'optimisation	p	59
a)	Définition du groupe fonctionnel	p	59
b)	Définition de l'unité fonctionnelle.....	p	60
c)	Principes de décomposition du problème d'optimisation	p	62
II.3.3:	Méthodes d'optimisation d'un problème décomposé	p	67
a)	La décomposition - coordination par les prix	p	68
b)	La décomposition - coordination par les quantités	p	71

c)	La décomposition - coordination par prédiction	p 75
II.4	: Prise en compte des incertitudes sur la prévision de la pluie	p 78
II.5	: Application à un problème concret	p 80

CHAPITRE III : **Le site d'application: le réseau d'assainissement du Département de Seine-Saint-Denis**

III.1	: Le site et les ouvrages	p 82
III.2	: La gestion locale actuelle du bassin de la Morée	p 87
III.3	: Les objectifs de la gestion automatisée du réseau de la Morée	p 88
III.3.1	: La lutte contre les inondations	p 90
III.3.2	: Réduction de la pollution par temps de pluie	p 91
III.3.3	: Objectif de sécurité	p 92
III.4	: Architecture du système de gestion auto- matisée de Seine-Saint-Denis	p 93
III.4.1	: Le système de conduite immédiate (SCI)..	p 95
III.4.2	: Le système d'aide à la conduite (SAC)..	p 98
a)	Les logiciels utilisés	p 98
b)	Le rôle du pilote du SAC	p 101
c)	La contrainte de temps calcul	p 103
d)	La prise en compte de la pluie dans le SAC	p 104

CHAPITRE IV : **Les méthodes d'optimisation déterministes appliquées au réseau de Seine-Saint-Denis**

IV.1	: La schématisation du réseau étudié	p 107
IV.2	: Les méthodes de résolution envisagées..	p 118
IV.2.1	: La programmation dynamique	p 118
a)	La programmation dynamique globale	p 120

b)	La décomposition-coordination avec programmation dynamique	p 123
IV.2.2	: Les conditions de Kuhn et Tucker	p 133
a)	Formulation du problème	p 133
b)	Detail de l'algorithme de résolution ...	p 138

CHAPITRE V : **Analyse des résultats et des études de sensibilité des méthodes d'optimisation déterministes**

V.1	: Résultats des simulations	p 142
V.1.1	: Les évènements pluvieux	p 142
V.1.2	: Les données des méthodes d'optimisation.	p 143
V.1.3	: Résultats des simulations	p 154
V.2	: Etudes de sensibilité	p 177
V.2.1	: Le protocole d'étude	p 177
a)	Les paramètres étudiés	p 177
b)	Les simulations* réalisées	p 179
V.2.2	: Interprétation des résultats	p 185
a)	Paramètres propres aux méthodes d'optimisation	p 185
b)	Paramètres caractérisant la structure du réseau	p 186
c)	Paramètres à la disposition du gestionnaire	p 188
d)	Paramètres liés à l'incertitude des données hydrologiques	p 190
e)	Conclusion	p 191

CHAPITRE VI : **Prise en compte des incertitudes de prévision dans la méthode d'optimisation**

VI.1	: Construction des scénarios de prévision.	p 194
VI.1.1	: Caractérisation des hydrogrammes par quelques paramètres	p 198

VI.1.2:	Lois statistiques de l'incertitude des paramètres caractérisant un hydrogramme.	p 199
VI.1.3:	Recomposition des hydrogrammes à partir des six paramètres	p 201
VI.2	: Méthode d'optimisation à l'aide des scénarios de prévision	p 219
VI.2.1:	Principe général	p 219
VI.2.2:	Critères de décision	p 223
VI.3	: Résultats des simulations	p 224
VI.3.1:	Simulations réalisées avec différents nombres de scénarios	p 224
VI.3.2:	Simulations réalisées avec différents critères de décision	p 226
VI.3.3:	Conclusion	p 227
<u>CONCLUSION GENERALE</u>		p 276
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>		p 282
<u>ANNEXE</u>	: Résultats des études de sensibilité.	