



aghtm

MAITRISE
DE LA POLLUTION
URBAINE
PAR TEMPS DE PLUIE

état de l'art

F. VALIRON



J.-P. TABUCHI

laonésis
TEC
&
DOC

SOMMAIRE

PREFACE	15	
INTRODUCTION	19	
CHAPITRE I		
CONNAISSANCE DE LA POLLUTION APPORTEE PAR LES REJETS		
URBAINS PAR TEMPS DE PLUIE ET PRISE EN COMPTE DES ASPECTS		
REGLEMENTAIRES		27
<hr/>		
1. INTRODUCTION	27	
2. LES MÉCANISMES DE BASE DE LA CRÉATION DE LA POLLUTION ET LES ORIGINES DES APPORTS POLLUANTS.....	30	
2.1 LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET LA PLUIE	30	
2.1.1 L'origine de la pollution atmosphérique.	30	
2.1.2 Son évolution dans l'atmosphère, sa migration et sa reprise par la pluie.....	31	
2.1.3 Les composants de la pluie	32	
2.1.4 Les apports globaux des précipitations	32	
2.2 LES APPORTS TERRESTRES ET LE RUISSELLEMENT.....	33	
2.2.1 L'action des précipitations.....	33	
2.3 PREMIERE SYNTHÈSE DES APPORTS POLLUANTS DES EAUX PLUVIALES.....	37	
2.3.1 Origine des polluants	37	
3. EVALUATION DES APPORTS DES REJETS URBAINS PAR TEMPS DE PLUIE	39	
3.1 LES MESURES ET LEURS OBJECTIFS.....	39	
3.1.1 Les trois objectifs des mesures des rejets urbains par temps de pluie.....	39	
3.1.2 Les techniques des mesures et leurs problèmes	41	
3.2 PARAMÈTRES ET DONNÉES À MESURER ET À COLLECTER.....	43	
3.2.1 Les paramètres de la pluie.....	43	
3.2.2 Les paramètres du ruissellement	44	
3.2.3 La nature et les caractéristiques du réseau de collecte et de transport.....	45	
3.2.4 Les données concernant la zone drainée (pour chaque point de mesure).....	46	
3.3 QUELQUES RÉSULTATS DE MESURES EFFECTUÉES	47	
3.3.1 Premières remarques sur les valeurs moyennes des principaux paramètres de la pollution des événements orageux.....	47	
3.4 PREMIÈRES INTERPRÉTATIONS	50	
3.4.1 Comparaison des apports sur une base annuelle journalière ou horaire	50	
3.4.2 Flux polluant et débit	52	
3.4.3 Flux de premier lavage.....	52	

3.4.4	L'effet provoqué par le système d'assainissement.....	53
3.5	LA MODÉLISATION.....	54
3.5.1	Les modèles de régression.....	55
3.5.2	Les modèles de pollutogrammes.....	57
3.5.3	Les modèles stochastiques.....	57
3.5.4	Les modèles de pollution des réseaux.....	59
3.5.5	Quelques algorithmes pour les phénomènes de base.....	60
3.6	DÉCANTABILITÉ DES MATIÈRES EN SUSPENSION.....	62
3.6.1	Granulométrie.....	62
3.6.2	Vitesse de chute.....	64
4.	IMPACT DES REJETS URBAINS PAR TEMPS DE PLUIE.....	65
4.1	ANALOGIES AVEC LES IMPACTS DES EAUX USÉES.....	65
4.2	SPÉCIFICITÉ DES IMPACTS DES EAUX D'ORAGE.....	68
4.2.1	L'effet des rejets urbains par temps de pluie sur le milieu naturel.....	69
4.3	LES OBJECTIFS DE QUALITÉ POUR LES REJETS PLUVIAUX.....	72
5.	PRISE EN COMPTE DES ASPECTS RÉGLEMENTAIRES.....	74
5.1	LA SITUATION AVANT 1992.....	75
5.2	LE CODE DE L'URBANISME.....	75
5.3	LE RÉGLEMENT DU SERVICE DE L'ASSAINISSEMENT.....	76
5.4	LA DIRECTIVE EUROPÉENNE DU 21 MAI 91 RELATIVE AU TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES (RÉF. I-29).....	76
5.5	LA NOUVELLE LOI SUR L'EAU DU 3 JANVIER 92.....	77
6.	QUELQUES REMARQUES EN GUISE DE CONCLUSIONS.....	78
6.1	LES POSSIBILITÉS OFFERTES PAR LES CONNAISSANCES DISPONIBLES.....	78
6.2	QUELQUES COMPLÉMENTS DE REFLEXION ET D'ÉTUDE.....	79
	BIBLIOGRAPHIE - CHAPITRE I.....	81

CHAPITRE II

LES MOYENS CLASSIQUES D'ÉLIMINATION DE LA POLLUTION DES EAUX PLUVIALES DANS L'ASSAINISSEMENT DES VILLES.....83

1.	AVANT-PROPOS.....	83
2.	L'AMONT DU RÉSEAU.....	86
2.1	LES BASSINS DE RETENUE AMONT ET LEURS EFFETS ANTIPOLLUTION.....	87
2.1.1	Le calcul du volume optimum de stockage.....	88
2.1.2	La conception des bassins et leurs coûts.....	90
2.1.3	L'effet des bassins sur la pollution.....	93
2.2	LE NETTOYAGE DES CHAUSSÉES.....	96
2.2.1	Les conditions optimales du balayage.....	97
2.2.2	Le coût du balayage et son effet antipollution.....	98
2.3	LES MESURES PRÉVENTIVES POUR LES APPORTS INTEMPESTIFS.....	99

3. OUVRAGES ET ACTIONS DANS LE RÉSEAU	100
3.1 LES DIFFÉRENTS REGARDS	100
3.1.1 Les ouvrages d'apports des eaux pluviales (bouches d'égout)	100
3.1.2 Les regards de service sur les égouts	106
3.1.3 Problème de coûts d'investissement et d'entretien	106
3.2 LES OUVRAGES DE PROTECTION CONTRE LES DÉPÔTS ET AUTRES NUISANCES	107
3.2.1 Les dessableurs.....	107
3.2.2 Les déshuileurs	113
3.2.3 Les dégrillages et tamisages.....	114
3.3 LES DÉVERSOIRS (OU LES OUVRAGES DE DÉRIVATION)	116
3.3.1 Le réglage du calage et la fonction qualité des déversoirs.....	117
3.3.2 Le relevage des eaux en cas de crue ou de marée.....	121
3.4 LES STATIONS DE RELEVAGE DES EAUX.....	122
3.5 ENTRETIEN ET CURAGE.....	122
3.5.1 L'objectif de l'entretien et du curage.....	122
3.5.2 Quelques éléments de coût.....	124
3.5.3 Les moyens nouveaux d'entretien des canalisations	126
4. LES STATIONS D'ÉPURATION	126
4.1 LES PROBLÈMES POSÉS PAR LA RÉGLEMENTATION ACTUELLE	127
4.2 L'UTILISATION MAXIMALE DE LA CAPACITÉ DE LA STATION EN TEMPS DE PLUIE.....	129
4.2.1 Les eaux parasites	129
4.2.2 L'effet d'une surcharge sur la pollution rejetée	129
4.2.3 La nécessité d'un diagnostic de la station.....	130
4.3 LES AMÉLIORATIONS POSSIBLES DES STATIONS ET DE LEUR RENDEMENT.....	131
4.4 LES COÛTS D'INSTALLATION ET D'EXPLOITATION	134
5. STRATÉGIE À METTRE EN OEUVRE POUR LA RÉDUCTION DE LA POLLUTION PLUVIALE DANS LES RÉSEAUX CLASSIQUES	135
5.1 LE CHOIX DES INVESTISSEMENTS COMPLÉMENTAIRES ET DES ACTIONS À MENER POUR LES RÉSEAUX UNITAIRES.....	135
5.1.1 La connaissance qu'a l'exploitant des réactions de son réseau aux apports pluviaux est essentielle.....	135
5.1.2 Un effort de connaissance sur les coûts d'entretien et de curage.....	139
5.1.3 Quelques conclusions générales sur la "stratégie envisageable"	140
5.2 LE CAS DES RÉSEAUX PLUVIAUX	140
5.2.1 Éviter les rejets intempestifs.....	141
5.2.2 L'amélioration du rendement épuratoire des bassins de retenue	141
5.3 QUELQUES THÈMES D'ACTIONS À PRIVILÉGIER	141
BIBLIOGRAPHIE - CHAPITRE II	143

CHAPITRE III

LES MOYENS NOUVEAUX ET L'AMÉLIORATION DES RÉSEAUX.....145

AVANT-PROPOS	145
1. LE CAS DES RÉSEAUX UNITAIRES.....	147
1.1 LES PRINCIPES D'ACTION ET LES PROBLEMES RENCONTRÉS	147
1.1.1 La limitation des surverses (stockage-laminage)	147
1.1.2 La réduction en priorité de la pollution rejetée	150
1.1.3 Quels objectifs de limitation des pollutions assigner à ces ouvrages ?.....	154
1.2 LE STOCKAGE LAMINAGE (BSL).....	157
1.2.1 La régulation	159
1.2.2 Ouvrages de stockages proprement dits.....	166
1.2.3 Le calcul des capacités à prévoir.....	170
1.2.4 Les équipements annexes.....	173
1.2.5 L'effet direct sur la pollution	174
1.2.6 Le coût des stockages (enterrés).	174
1.2.7 Les opérations d'entretien et leur coût.....	176
1.3 LE STOCKAGE-DÉCANTATION	178
1.3.1 La conception du bassin lui-même.....	183
1.3.2 Le modelé du fond des bassins.....	190
1.3.3 Le calcul de la capacité de stockage et de décantation	193
1.3.4 Les ouvrages annexes.....	195
1.3.5 Rendements	197
1.3.6 Les coûts d'investissement	199
1.3.7 Les opérations d'entretien - Leur coût.....	202
1.4 LES SÉPARATEURS TOURBILLONNAIRES ET LES BASSINS DE STOCKAGE-DÉCANTATION CIRCULAIRES	204
1.4.1 Le séparateur statique tourbillonnaire (SST)	204
1.4.2 Le Storm King Dynamic Separator.....	206
1.4.3 Essai de comparaison entre les matériels	209
1.4.4 Les bassins de stockage-décantation circulaires cycloniques ..	210
1.5 LES DÉCANTEURS LAMELLAIRES	213
1.6 LES AUTRES PROCÉDÉS POSSIBLES	216
1.6.1 La séparation en conduite.....	216
1.6.2 Le microtamisage	218
1.7 LE CHOIX D'UNE STRATÉGIE	219
1.7.1 Les principes	219
1.7.2 Les moyens de choix.....	220
1.7.3 Les réalisations à retenir et leur programmation - Exemples...	221
2. LE CAS DES RÉSEAUX SÉPARATIFS	231
2.1 LE STOCKAGE.....	232
2.1.1 Les équipements amont.....	232
2.1.2 Le stockage le long du réseau.	232
2.1.3 Le coût de ces stockages	234
2.2 LA SÉPARATION DE LA POLLUTION	235
2.2.1 Le cas des grandes galeries	235

2.2.2	Le cas des bassins.....	237
2.2.3	Le cas des bassins versants de moins de 100 hectares	238
2.3	LA STRATÉGIE D'ÉQUIPEMENT	241
3.	LE CONTROLE A DISTANCE - EXEMPLES	242
3.1	TÉLÉSURVEILLANCE.....	243
3.2	TÉLÉCONTROLE PROPREMENT DIT	244
3.2.1	Télécontrôle local.....	244
3.2.2	Télécontrôle global.....	245
4.	LE PROBLEME DES BOUES ET L'AMÉLIORATION DES STATIONS D'ÉPURATION.....	249
4.1	ORIGINE ET VOLUME DES BOUES.....	249
4.2	REPRISE DES BOUES ET TRAITEMENT HORS RÉSEAU	253
4.3	TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES EN STATION	256
4.3.1	Quel objectif de dépollution retenir pour ces eaux ?.....	256
4.3.2	La régulation partielle des apports pluviaux.....	257
4.3.3	Le traitement physico-chimique des eaux pluviales	261
4.3.4	Le traitement secondaire de l'eau pluviale issue de la filière physico-chimique.....	261
4.3.5	Adaptation complète des ouvrages pour respecter en temps de pluie les normes de temps sec.....	264
4.3.6	Les traitement des boues pluviales en station	265
4.3.7	Les expériences suisse et allemande	266
4.4	STRATÉGIE D'ADAPTATION DE LA STATION AU TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES.....	269
5.	LES EFFORTS DE CONNAISSANCE ET DE RECHERCHE RESTANT A FAIRE	270
5.1	DÉVELOPPEMENT DES CONNAISSANCES ET DES OUTILS	270
5.2	ACCÉLÉRATION DES RECHERCHES	272
	BIBLIOGRAPHIE - CHAPITRE III.....	273

CHAPITRE IV

LA MAITRISE DES EAUX DE RUISSELLEMENT ET DE LEUR POLLUTION PAR LES TECHNIQUES COMPENSATOIRES

1.	INTRODUCTION	277
2.	DIFFÉRENTS TYPES DE SOLUTIONS	278
2.1	TOITURES ET TERRASSES.....	278
2.1.1	Impact sur la qualité des eaux	280
2.2	LES TRANCHÉES DRAINANTES.....	280
2.3	TRANCHÉES D'INFILTRATION OU ABSORBANTES.....	281
2.4	NOUES	282
2.5	PUITS D'INFILTRATION.....	283
2.5.1	Impact sur la qualité des eaux	284
2.6	CHAUSSÉES POREUSES	284
2.6.1	Dispositifs d'injection et d'évacuation de l'eau.....	285

2.6.2	Aspects structurels	286
2.6.3	Impact hydraulique.....	287
2.6.4	Impact sur la qualité des eaux	289
2.7	BASSINS.....	292
2.7.1	Les bassins en eau	292
2.7.2	Les bassins en béton couverts ou non couverts	293
2.7.3	Bassins secs.....	294
2.7.4	Impact sur la qualité des eaux	294
2.7.5	Influence de la morphologie et de la végétation	295
2.8	STRUCTURES ALVÉOLAIRES.....	296
2.8.1	Impact sur la qualité des eaux	297
3.	EVOLUTION DES TECHNIQUES.....	298
4.	CRITERES DE CHOIX.....	298
4.1	PHYSIQUES.....	298
4.1.1	Les paramètres aléatoires	299
4.2	URBANISTIQUES	300
4.2.1	Contraintes	300
4.3	INTÉGRATION DANS LES DOCUMENTS D'URBANISME	301
4.3.1	Le code civil	301
4.3.2	Missions des collectivités	302
4.3.3	Conclusion.....	305
4.4	ENVIRONNEMENTAUX	306
4.4.1	Impacts sur la qualité des eaux.....	306
4.4.2	Valorisation de l'espace	306
4.4.3	Conflits d'usages	307
5.	COUTS	307
5.1	COUTS DES DIFFÉRENTES TECHNIQUES COMPENSATOIRES.....	308
5.2	COUT DES CHAUSSÉES RÉSERVOIRS	308
5.3	COMPARAISONS DES COUTS.....	310
5.4	CHOIX DE LA SOLUTION.....	312
6.	CONCLUSION.....	313
	BIBLIOGRAPHIE - CHAPITRE IV.....	315

CHAPITRE V

APERÇU SUR LES POLITIQUES ALLEMANDE, NÉERLANDAISE ET ANGLAISE DE MAITRISE DE LA POLLUTION PAR TEMPS DE PLUIE ..317

INTRODUCTION	317
1. UN PANORAMA SUCCINCT DE L'ASSAINISSEMENT DANS CES PAYS ..318	
1.1. LA SITUATION EN RFA (HORS ALLEMAGNE DE L'EST).....	318
1.2. LA SITUATION EN ANGLETERRE ET AU PAYS DE GALLES.	319
1.3. LE CAS DES PAYS-BAS.....	320
2. LA STRATÉGIE DE LA MAITRISE DE LA POLLUTION DES EAUX PLUVIALES ET LES MOYENS DE RÉALISATION	321

2.1. LES PREMIERES VOIES CHOISIES	321
2.2. LES TYPES D'OUVRAGES MIS EN OEUVRE ET LEURS PROBLEMES	322
2.3. LA NOUVELLE STRATÉGIE.....	324
2.4. LES ORIENTATIONS NOUVELLES ET L'APPARITION DE MOYENS NOUVEAUX	328
3. LES PROGRES DES CONNAISSANCES ET DES RECHERCHES	333
3.1. L'ANALYSE DES APPORTS ET DU LAVAGE DES SOLS.....	334
3.2. AMÉLIORATION DES OUVRAGES DE CONTROLE DE LA POLLUTION PLUVIALE DANS LE RÉSEAU.....	334
3.3. LE CHOIX DES SOLUTIONS LES MEILLEURES.....	336
BIBLIOGRAPHIE - CHAPITRE V	338

CHAPITRE VI

QUELLE STRATEGIE POUR LA DÉPOLLUTION DES REJETS ET AVEC QUELS FINANCEMENTS ?	339
---	------------

1. LE CADRE ET LES OBJECTIFS.....	342
1.1. LE CADRE GÉOGRAPHIQUE.....	342
1.2. LE REGROUPEMENT DES RESPONSABLES	343
1.3. LES SCHÉMAS D'ASSAINISSEMENT PAR TEMPS DE PLUIE ET LES BASES D'UNE GESTION GLOBALE	345
1.4. QUELS OBJECTIFS À ASSIGNER AUX REJETS DE TEMPS DE PLUIE	348
1.4.1. Les techniques et les coûts de dépollution	348
1.4.2. Principes pour une étape réaliste.....	349
1.4.3. Les dispositions à prévoir pour la réservation des terrains d'assise des ouvrages.....	351
1.4.4. Autres stratégies possibles	352
2. L'ANALYSE PRÉALABLE DE LA SITUATION	354
2.1. LES DONNÉES DE BASE	354
2.2. L'ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT.....	357
2.2.1. Le réseau (ou les réseaux)	357
2.2.2. Les impacts des rejets sur le milieu naturel	361
2.3. LA MODÉLISATION ET LES MESURES COMPLÉMENTAIRES NÉCESSAIRES	362
2.3.1. La modélisation du réseau.....	362
2.3.2. Les mesures nécessaires au calage et à la validation de ces modèles	365
2.4. LES MODELES DE QUALITÉ EN RIVIERE.....	366
3. LES ÉLÉMENTS DE CHOIX ET DE PRIORITÉ - PRINCIPES ET MÉTHODES	368
3.1. REMARQUES PRÉALABLES.....	368
3.2. LES PRÉALABLES À DES ACTIONS DE FOND	372
3.2.1. Rétablir une alimentation correcte du réseau	373
3.2.2. Réglage des déversoirs.....	376
3.2.3. Utilisation optimum de la station d'épuration	377
3.3. ACTIONS PRIORITAIRES À L'AMONT	378

3.3.1. Le cas des nouvelles urbanisations	379
3.3.2. Le cas des zones déjà urbanisées	379
3.4. ACTIONS SUR LE RÉSEAU ET À L'AVAL	380
3.4.1. Le cas du rejet au droit de la station.....	381
3.4.2. Le cas des surverses unitaires sur le réseau	382
3.4.3. La suppression des débordements dans le réseau	384
3.5. LES AIDES AUX CHOIX ET À LA PROGRAMMATION	385
3.5.1. Les matrices ou les grilles d'usages.....	385
3.5.2. Les scénarios testés sur logiciels et modèles.....	385
3.5.3. Les données sur les coûts et les rendements	386
4. LES PROBLEMES DE FINANCEMENT	389
4.1. LES MOYENS D'ACTION	390
4.2. LES RESSOURCES FINANCIERES NÉCESSAIRES - LES VOIES À EXPLORER	390
4.3. PROPOSITIONS POUR UNE STRATÉGIE PERMETTANT D'ESQUISSEUR UNE SOLUTION.....	392
5. QUELQUES PROPOSITIONS POUR L'AVENIR EN GUISE DE CONCLUSION.....	393
5.1. AIDER À LEVER LES ZONES D'OMBRE.....	394
5.2. ACCROITRE ET PERFECTIONNER LES OUTILS TECHNIQUES.....	395
BIBLIOGRAPHIE - CHAPITRE VI.....	397
ANNEXE N° 1 - SYNTHÈSE DES VISITES ET ENQUÊTES FAITES DANS DIVERSES COLLECTIVITÉS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES	399
ANNEXE N° 2 - COMPTE-RENDU SOMMAIRE DE LA JOURNÉE DU 25 MARS 1992 AU SÉNAT CONSACRÉE À LA "MAÎTRISE DES REJETS URBAINS DE TEMPS DE PLUIE"	433
ANNEXE N° 3 - CALCUL DES CONDITIONS DE DÉCANTATION DANS UN BASSIN D'ORAGE.....	443
ANNEXE N° 4 - MÉTHODE SUISSE DE DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE STOCKAGE-DÉCANTATION-SURVERSE EN SYSTÈME UNITAIRE	455
ANNEXE N° 5 - MÉTHODE ALLEMANDE DE DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE SURVERSE EN SYSTÈME UNITAIRE.....	463
ANNEXE N° 6 - ÉLÉMENTS DE CONCEPTION ET DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSÉES RÉSERVOIR - COUT DES CHAUSSÉES RÉSERVOIR.....	475
ANNEXE N° 7 : COUT DES TECHNIQUES COMPENSATOIRES - ETUDE COMPARATIVE -	485
ANNEXE N° 8 : PRÉSENTATION DU MODÈLE FLUPOL	496
ANNEXE N° 9 : PRÉSENTATION DU MODÈLE KALPLAN.....	503
ANNEXE N° 10 : DESCRIPTION SUCCINCTE DES CONTRIBUTIONS DÉCRIVANT LA SITUATION EN ALLEMAGNE, AU ROYAUME UNI ET AU PAYS BAS	513
ANNEXE N° 11 : LISTE DES PRINCIPAUX SPÉCIALISTES DE LA MAÎTRISE DES EAUX PLUVIALES	515
BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE	549
INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS ET COAUTEURS	559
INDEX DES MOTS CLÉS	561