



AGENCE DE L'EAU  
SEINE-NORMANDIE

**aghtm** ASSOCIATION GÉNÉRALE DES HYGIÉNISTES  
ET TECHNICIENS MUNICIPAUX

# MAITRISE DE LA POLLUTION URBAINE PAR TEMPS DE PLUIE *état de l'art*

**François VALIRON**  
Ingénieur Général Honoraire  
des Ponts et Chaussées  
Professeur Honoraire à l'ENPC

**Jean-Pierre TABUCHI**  
Agence de l'Eau  
Seine-Normandie



LONDRES



PARIS

NEW YORK

F 6798

11, rue Lavoisier  
F 75384 Paris Cedex 08

---

## SOMMAIRE

---

<b>PREFACE</b> .....	15	
<b>INTRODUCTION</b> .....	19	
<b>CHAPITRE I</b>		
<b>CONNAISSANCE DE LA POLLUTION APPORTEE PAR LES REJETS</b>		
<b>URBAINS PAR TEMPS DE PLUIE ET PRISE EN COMPTE DES ASPECTS</b>		
<b>REGLEMENTAIRES</b> .....		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.	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 PROBLEMES 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 A METTRE EN ŒUVRE 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 THEMES D'ACTIONS À PRIVILÉGIER.....	141
	BIBLIOGRAPHIE - CHAPITRE II .....	143

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 INTÉMPÉSTIFS.....	99

**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.....277

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
<b>ANNEXE N° 1 - SYNTHÈSE DES VISITES ET ENQUÊTES FAITES DANS DIVERSES COLLECTIVITÉS FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES .....</b>	<b>399</b>
<b>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" .....</b>	<b>433</b>
<b>ANNEXE N° 3 - CALCUL DES CONDITIONS DE DÉCANTATION DANS UN BASSIN D'ORAGE.....</b>	<b>443</b>
<b>ANNEXE N° 4 - MÉTHODE SUISSE DE DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE STOCKAGE-DÉCANTATION-SURVERSE EN SYSTÈME UNITAIRE ...</b>	<b>455</b>
<b>ANNEXE N° 5 - MÉTHODE ALLEMANDE DE DIMENSIONNEMENT DES BASSINS DE SURVERSE EN SYSTÈME UNITAIRE.....</b>	<b>463</b>
<b>ANNEXE N° 6 - ÉLÉMENTS DE CONCEPTION ET DE DIMENSIONNEMENT DES CHAUSSÉES RÉSERVOIR - COUT DES CHAUSSÉES RÉSERVOIR...475</b>	
<b>ANNEXE N° 7 : COUT DES TECHNIQUES COMPENSATOIRES - ETUDE COMPARATIVE - .....</b>	<b>485</b>
<b>ANNEXE N° 8 : PRESENTATION DU MODELE FLUPOL .....</b>	<b>496</b>
<b>ANNEXE N° 9 : PRESENTATION DU MODELE KALPLAN.....</b>	<b>503</b>
<b>ANNEXE N° 10 : DESCRIPTION SUCCINCTE DES CONTRIBUTIONS DÉCRIVANT LA SITUATION EN ALLEMAGNE, AU ROYAUME UNI ET AU PAYS BAS .....</b>	<b>513</b>
<b>ANNEXE N° 11 : LISTE DES PRINCIPAUX SPECIALISTES DE LA MAÎTRISE DES EAUX PLUVIALES .....</b>	<b>515</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE .....</b>	<b>549</b>
<b>INDEX ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS ET COAUTEURS .....</b>	<b>559</b>
<b>INDEX DES MOTS CLES .....</b>	<b>561</b>