

DEPOLLUER LES EAUX PLUVIALES

Contribution à l'élaboration
d'une stratégie

OUVRAGE COLLECTIF



044037

COLLECTION OTV



ECL 108

044037

(2)

| | |
|--|----|
| AVANT PROPOS | 19 |
| PREFACES | 20 |
| INTRODUCTION | 27 |
| CHAPITRE I LA POLLUTION LIÉE AUX EAUX PLUVIALES | 31 |
| I.1 L'EAU DANS LA VILLE | 33 |
| 1.1.1 La lutte contre les pollutions | 33 |
| 1.1.2 Les objectifs | 34 |
| I.2 LES PLUIES ET LE RUISSELLEMENT | 35 |
| 1.2.1 Les phénomènes pluvieux | 35 |
| A) La pluie : définition et paramètres | 35 |
| B) L'analyse temporelle | 36 |
| C) L'analyse spatiale | 36 |
| D) Les courbes intensité-durée | 37 |
| E) Les pluies de projet | 37 |
| 1.2.2 Le bassin versant et le ruissellement | 39 |
| A) La topographie | 39 |
| B) La nature des sols | 40 |
| C) Le mode d'occupation des sols | 40 |
| D) Les caractéristiques hydrologiques | 41 |
| I.3 LES RESEAUX | 43 |
| 1.3.1 Pour les eaux usées | 45 |
| 1.3.2 Pour les eaux de ruissellement | 46 |
| A) Les réseaux unitaires | 46 |
| B) Les réseaux séparatifs d'eaux pluviales | 47 |
| C) La conception des réseaux | 48 |
| D) Les volumes à traiter | 48 |



DEPOLLUER LES EAUX PLUVIALES

Contribution à l'élaboration
d'une stratégie



044037

Avant propos de Jean-Dominique Deschamps

| | |
|--|----|
| AVANT-PROPOS | 19 |
| PREFACES | 20 |
| INTRODUCTION | 27 |
| CHAPITRE 1 | |
| LA POLLUTION LIÉE AUX EAUX PLUVIALES : | 31 |
| 1.1 L'EAU DANS LA VILLE | 33 |
| 1.1.1 La lutte contre les pollutions | 33 |
| 1.1.2 Les objectifs | 33 |
| 1.2 LES PLUIES ET LE RUISSELLEMENT | 35 |
| 1.2.1 Les phénomènes pluvieux | 35 |
| A) La pluie : définition et paramètres | 35 |
| B) L'analyse temporelle : la période de retour T | 35 |
| C) L'analyse spatiale | 36 |
| D) Les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) | 37 |
| E) Les pluies de projet | 38 |
| 1.2.2 Le bassin versant et le ruissellement | 39 |
| A) La topographie | 40 |
| B) La nature des sols | 41 |
| C) Le mode d'occupation des sols | 41 |
| D) Les caractéristiques hydrauliques | 42 |
| 1.3 LES RÉSEAUX | 45 |
| 1.3.1 Pour les eaux usées | 45 |
| 1.3.2 Pour les eaux de ruissellement | 46 |
| A) Les réseaux unitaires | 46 |
| B) Les réseaux séparatifs d'eaux pluviales | 47 |
| 1.3.3 La conception des réseaux | 48 |
| 1.3.4 Les volumes à traiter | 48 |

| | | |
|----------------|---|----|
| 1.4 | LA POLLUTION DES EAUX DE TEMPS DE PLUIE | 49 |
| 1.4.1 | L'origine de la pollution | 50 |
| | A) La pollution atmosphérique | 50 |
| | B) La pollution accumulée sur les surfaces | 52 |
| | C) La pollution des eaux dans les réseaux d'assainissement en temps de pluie | 54 |
| 1.4.2 | La nature des pollutions transportées par les réseaux | 56 |
| | A) En réseau séparatif | 56 |
| | B) En réseau unitaire | 56 |
| | C) La comparaison entre les réseaux | 57 |
| 1.4.3 | L'évolution de la pollution au cours de la pluie | 58 |
| | A) Pendant la pluie : discussion sur le "premier flot" | 58 |
| | B) Dans les pluies successives en fonction de la période de retour | 59 |
| 1.4.4 | L'estimation des concentrations et des charges de pollution | 60 |
| | A) Première approche : l'observation | 60 |
| | B) Deuxième approche : la modélisation | 61 |
| | C) La prévision avec le modèle FLUPOL | 64 |
| 1.5 | LES IMPACTS DES REJETS DE TEMPS DE PLUIE (SUR LES MILIEUX RÉCÉPTEURS) | 66 |
| 1.5.1 | Les spécificités des impacts sur le milieu | 69 |
| | A) La répartition temporelle des effets | 69 |
| | B) La répartition spatiale des effets | 72 |
| | C) Les impacts hydrauliques | 73 |
| 1.5.2 | Les répercussions des impacts sur les usages | 73 |
| 1.5.3 | La surveillance et les prévisions des pollutions | 76 |
| 1.5.3.1 | Le suivi du milieu récepteur : paramètres descriptifs | 76 |
| | A) Les paramètres physico-chimiques | 76 |
| | B) Les critères biologiques | 79 |
| 1.5.3.2 | Les modèles de simulation | 82 |
| | A) Quelques généralités | 83 |
| | B) Le modèle KALITO | 84 |
| | C) Le modèle KALPLAN | 85 |

CHAPITRE 2

| | | |
|--------------|--|-----|
| | LA RÉGLEMENTATION ET LES OBJECTIFS DE QUALITÉ : | 89 |
| 2.1 | LES ÉVOLUTIONS LÉGISLATIVES ET RÉGLEMENTAIRES | 91 |
| 2.1.1 | La législation française vis-à-vis des écoulements d'eaux pluviales | 91 |
| 2.1.2 | La législation française vis-à-vis des rejets d'eaux pluviales | 92 |
| | A) La situation avant 1992 | 92 |
| | B) La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 | 96 |
| 2.1.3 | La Directive européenne du 21 mai 1991 | 97 |
| | A) Le calendrier général | 98 |
| | B) Les normes de rejets | 100 |
| | C) Le système de contrôle | 103 |
| | D) Les événements exceptionnels | 105 |
| 2.1.4 | De l'usage de la tolérance de 5% | 106 |
| 2.1.5 | Les conséquences pour les constructeurs | 107 |
| 2.2 | LES OBJECTIFS DE QUALITÉ | 107 |
| 2.2.1 | La grille multi-usage | 108 |
| 2.2.2 | Les approches étrangères | 110 |
| 2.2.3 | Les objectifs de qualité à retenir pour le temps de pluie | 111 |
| 2.2.4 | Les objectifs de qualité proposés | 112 |
| | A) Les "petites pluies" | 113 |
| | B) Les "grandes pluies" | 114 |
| 2.3 | LES CONSÉQUENCES SUR LES STRATÉGIES DE LUTTE CONTRE LES POLLUTIONS | 115 |
| 2.3.1 | La situation antérieure | 115 |
| 2.3.2 | Les conséquences des nouvelles dispositions réglementaires | 117 |
| 2.3.3 | Les paramètres à prendre en compte | 118 |
| | A) Au niveau de l'état du milieu récepteur | 119 |

| | |
|--|-----|
| B) Au niveau des pluies | 119 |
| C) Au niveau des bassins versants | 119 |
| D) Au niveau des réseaux | 119 |
| E) Au niveau des installations de traitement des eaux usées | 120 |
| CHAPITRE 3 | |
| DES ÉLÉMENTS EN VUE DE L'ÉLABORATION D'UNE STRATÉGIE | |
| DE GESTION DES EAUX PLUVIALES : | 123 |
| POURQUOI UNE STRATÉGIE ? | 125 |
| 3.1.1 Quels objectifs avoir vis-à-vis des eaux pluviales ? | 125 |
| 3.1.2 Les principes de base d'une stratégie | 126 |
| A) Limiter la pollution collectée | 127 |
| B) Ne traiter que ce qui doit l'être et optimiser l'existant | 128 |
| C) Optimiser le fonctionnement de toute l'infrastructure existante | 128 |
| D) Adapter les modes de traitement aux spécificités des eaux pluviales | 129 |
| E) Prévoir les investissements modulaires | 131 |
| 3.1.3 La description de la stratégie | 133 |
| 3.1.4 Les intervenants | 138 |
| LES OUTILS DE LA STRATÉGIE | 139 |
| 3.2.1 La détermination d'une période de retour | 139 |
| 3.2.2 La détermination d'une pluie de référence associée à cette période de retour | 140 |
| 3.2.3 La détermination d'un volume associé à la pluie de référence | 142 |
| 3.2.4 L'estimation des concentrations de pollution transportée par les eaux de ruissellement | 145 |
| 3.2.5 La capacité de transport des réseaux d'assainissement existants | 149 |
| 3.2.6 L'évaluation des charges polluantes acceptables par les stations | 152 |

| | |
|--|-----|
| A) Le flux moyen de temps sec | 153 |
| B) Le rendement de l'étage primaire de la station | 154 |
| C) La détermination du flux moyen décanté de temps sec | 154 |
| D) La détermination du flux supplémentaire acceptable sur le biologique | 155 |
| E) L'évaluation du rendement inverse de la décantation primaire | 157 |
| F) La détermination du flux polluant supplémentaire acceptable sur la station pendant la durée des destockages | 158 |
| G) La détermination du volume traité sur la station par destockage différé et des débits correspondants | 159 |
| 3.2.7 La répartition des volumes traités | 163 |
| A) La détermination du débit traité en prétraitement et en décantation primaire | 163 |
| B) La détermination des volumes de stockage pour traitement hors station | 164 |
| 3.2.8 L'organigramme de décision | 166 |
| 3.2.9 Quelques réflexions sur la démarche | 168 |
| CHAPITRE 4 | |
| LA RÉDUCTION DE L'IMPACT DES EAUX DE TEMPS DE PLUIE : | 171 |
| 4.1 LES TECHNIQUES ALTERNATIVES OU COMPENSATOIRES | 174 |
| 4.1.1 Les techniques d'infiltration | 176 |
| 4.1.2 Les techniques de rétention sur place des eaux | 177 |
| 4.2 LES BASSINS DE STOCKAGE | 179 |
| 4.2.1 Les différentes fonctions du stockage | 179 |
| 4.2.2 Les éléments généraux de distinction et d'implantation | 180 |

| | | |
|-------------------|--|-----|
| | A) Le type de réseau concerné | 180 |
| | B) La position vis-à-vis du réseau | 181 |
| | C) La morphologie des bassins | 183 |
| | D) Le mode d'alimentation | 185 |
| | E) Le mode de restitution des eaux | 186 |
| 4.2.3 | Les stockages simples | 188 |
| 4.2.4 | Les stockages dépolluants | 191 |
| | A) Les fonctions | 191 |
| | B) Les principes de fonctionnement | 193 |
| | C) Le fonctionnement hydraulique des bassins de dépollution (réseau unitaire) | 197 |
| | D) La forme de l'ouvrage : dispositifs d'entrée-sortie | 199 |
| | E) Les dispositifs de nettoyage du bassin | 201 |
| | F) La modélisation : efficacité des bassins de dépollution | 202 |
| | G) Le calcul des dimensions des stockages dépolluants | 203 |
| 4.2.5 | Les éléments de choix entre les différents stockages | 205 |
| 4.3 | LA GESTION CENTRALISÉE EN TEMPS RÉEL DES RÉSEAUX | 208 |
| 4.4 | LA RÉOXYGÉNATION DU MILIEU RÉCEPTEUR | 212 |
| 4.4.1 | Quels objectifs avoir ? | 213 |
| 4.4.2 | Les voies techniques | 215 |
| | A) L'oxygénation des rejets | 215 |
| | B) L'oxygénation du milieu | 217 |
| CHAPITRE 5 | | |
| | LE TRAITEMENT DES EAUX POLLUÉES DE TEMPS DE PLUIE : | 221 |
| 5.1 | QUELQUES GÉNÉRALITÉS : | 223 |
| | Rappel des caractéristiques générales des eaux de ruissellement au regard des procédés de dépollution | 223 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| 5.1.1 | Les quantités mises en jeu | 224 |
| 5.1.2 | La pollution fixée aux particules | 224 |
| 5.1.3 | La décantation | 226 |
| 5.1.4 | La vitesse de chute | 226 |
| 5.1.5 | La densité | 227 |
| 5.2 | LES PRÉTRAITEMENTS | 228 |
| 5.2.1 | Le dégrillage | 228 |
| | A) Les impacts des débits de temps de pluie | 229 |
| | B) L'exploitation et l'entretien | 231 |
| 5.2.2 | Le dessablage | 231 |
| | A) Les impacts des débits de temps de pluie | 232 |
| | B) Le rendement épuratoire | 233 |
| 5.2.3 | Le déshuilage-dégraissage | 234 |
| 5.3 | LES TRAITEMENTS PRIMAIRES ET PHYSICO-CHIMIQUES | 237 |
| 5.3.1 | Les critères de choix des procédés à mettre en œuvre | 239 |
| | A) La place du procédé physico-chimique dans le traitement des eaux pluviales | 239 |
| | B) La compacité | 240 |
| | C) La disponibilité du procédé | 240 |
| | D) L'automatisation | 241 |
| | E) La fiabilité | 241 |
| | F) La variabilité des épisodes pluvieux | 242 |
| 5.3.2 | Les procédés utilisables | 242 |
| | A) Les décanteurs classiques, rectangulaires ou cylindro-coniques | 242 |
| | B) Les filtres | 243 |
| | C) Les flottateurs | 244 |
| | D) Les décanteurs à contact de boues (lit de boues ou recirculation de boues) | 245 |
| | E) Les décanteurs lamellaires | 245 |
| 5.3.3 | Le procédé MULTIFLO FE | 247 |
| | A) La coagulation prolongée | 247 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| | B) La description de l'appareil | 248 |
| | C) La gestion de l'appareil | 249 |
| | D) Les performances | 251 |
| 5.3.4 | Le procédé ACTIFLO | 251 |
| | A) Le principe de fonctionnement | 251 |
| | B) La description de l'appareil | 253 |
| | C) Les différentes fonctions de l'ouvrage | 254 |
| | D) Les performances | 255 |
| | E) Les paramètres d'exploitation | 257 |
| | LES FILIÈRES DE TRAITEMENT BIOLOGIQUE | 258 |
| 5.4.1 | Les procédés biologiques | 259 |
| | A) Les procédés à cultures libres | 259 |
| | B) Les procédés à cultures fixées | 259 |
| 5.4.2 | Les impacts des temps de pluie sur les traitements biologiques | 263 |
| 5.4.3 | Les modifications de conception et de gestion des stations de traitement d'eaux usées | 267 |
| | A) Les procédés à cultures libres | 268 |
| | B) Les procédés à cultures fixées : les biofiltres | 273 |
| | LES BOUES D'ÉPURATION ET LES TEMPS DE PLUIE | 278 |
| 5.5.1 | Les boues : origine globale | 278 |
| | A) Le bilan global des quantités de boues dans le réseau d'assainissement | 278 |
| | B) Le problème général posé par les boues | 279 |
| 5.5.2 | Les particularités des boues issues de l'épuration des eaux de temps de pluie au regard des procédés de traitement | 279 |
| 5.5.3 | Les filières de traitement des boues | 280 |
| | A) L'épaississement et le stockage des boues en amont des filières de traitement | 281 |
| | B) Les traitements des boues | 283 |
| | C) La valorisation thermique des boues | 285 |
| | D) Conclusion | 288 |

| | |
|---|-----|
| LES STRATÉGIES POSSIBLES | 290 |
| ANNEXES : | 293 |
| ÉLÉMENTS DE COÛT DES FILIÈRES DE TRAITEMENT | 295 |
| ÉLÉMENTS D'APPROCHE DE DIFFÉRENTES VILLES | 300 |
| ■ Problématique de l'eau dans la ville de Marseille | 300 |
| ■ La politique du District d'Arras en matière d'assainissement | 315 |
| ■ Le Grand Lyon une stratégie pour l'assainissement pluvial | 321 |
| ■ La création d'îlots de survie en Seine | 326 |
| CONCLUSION | 331 |
| GLOSSAIRE | 337 |
| AUTEURS | 349 |