

**MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DE L'ESPACE RURAL ET DE LA FORET**

Sous-Direction du Développement Rural

78, rue de Varenne - 75700 PARIS

DOCUMENTATION TECHNIQUE

F.N.D.A.E.

**(Fonds National pour le Développement
des Adductions d'Eau)**

N° 6

LES BASSINS D'ORAGE SUR LES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT



**EXPÉRIENCE ACQUISE
A PARTIR DES RÉALISATIONS ACTUELLES**

**BUREAU DES SERVICES
PUBLICS RURAUX**

19, avenue du Maine
75732 PARIS CEDEX 15

**AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE
Études Interagences**

764, boulevard Lahure
BP 810 - 59508 DOUAI CÉDEX

MARS 1988

**LES BASSINS D'ORAGE
SUR LES RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT**

● **Photo couverture**

WINGEN 67

Photo : LECOMTE

● **Photo n° 1 - page 33**

Alimentation du bassin

ANDEVILLE 60 - Photo : SAFEGE

● **Photo n° 2 - page 35**

Déversoir à ouverture de radier (vue de dessus)

Photo : HELLMANN

● **Photo n° 3 - page 38**

Ouvrage de vidange gravitaire

CHATENOIS 67 - Photo : LECOMTE

● **Photo n° 4 - page 39**

Asservissement dans un bac de tranquillisation

LA PETITE PIERRE 67 - Photo : HELLMANN

● **Photo n° 5 - page 40**

Déversoir de traitement protégé par une cloison siphonée
LA PETITE PIERRE 67 - Photo : HELLMANN

● **Photo n° 6 - page 43**

Radier avec rigole autocurante en serpentin

CHATENOIS 67 - Photo : LECOMTE

● **Photo n° 7 - page 48**

Système de raclage de fond du bassin

LE CHATEAU 59 - Photo : SAFEGE

● **Photo n° 8 - page 48**

Système de brassage maintenant les particules

ALLEMAGNE - Photo : SAFEGE

● **Photo n° 9 - page 48**

Lavage au jet

WINGEN 67 - Photo : HELLMANN

**EXPÉRIENCE ACQUISE
A PARTIR DES RÉALISATIONS ACTUELLES**

Ce document a été réalisé par
Madame TA Thu Thuy
de la Société OPTIME
66, rue de Rome
75008 PARIS
Tél. : (1) 42.94.01.80
avec le concours de la SAFEGE
76, rue des Suisses
92000 NANTERRE.
Tél. : 47.24.72.55

SOMMAIRE

	PAGES
INTRODUCTION	9
CHAPITRE 1	
PRESENTATION DES BASSINS D'ORAGE	11
1. Evolution de la conception des réseaux d'assainissement	11
2. Améliorations récentes apportées au système unitaire	12
3. Qu'est-ce qu'un bassin d'orage ?	12
CHAPITRE 2	
INSERTION DES BASSINS D'ORAGE DANS LE SCHEMA GENERAL D'ASSAINISSEMENT	19
1. Pratiques actuelles	19
2. Le diagnostic de réseau	20
3. Charges hydrauliques et matières polluantes transitant par un réseau unitaire	20
4. Rôle attendu des bassins d'orage	22
5. Implantation du bassin sur le système	22
6. Choix du bassin	23
CHAPITRE 3	
DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'ORAGE	27
1. Méthode de la pluie critique	27
2. Méthode des débits	30
3. Cas d'une reprise de station d'épuration	31
4. Méthode expérimentale	31
CHAPITRE 4	
LES OUVRAGES COMPLEMENTAIRES	33
1. Les déversoirs d'orage	33
2. L'alimentation	35
3. Vidange du bassin	37
4. Déversoirs de traitement et trop-plein	39
5. Ouvrage et équipements de pré-traitement	40
CHAPITRE 5	
DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	41
1. Géométrie du bassin	41
2. Dimensions du bassin	42
3. Forme du radier	42
4. Matériaux de construction	43
5. Insertion dans le site : bassins couverts ou bassins ouverts ?	43
6. Aménagements complémentaires	44

CHAPITRE 6	
EXPLOITATION D'UN BASSIN D'ORAGE	45
1. Conditions générales d'exploitation	45
2. Equipements d'exploitation	45
3. Pratiques actuelles de l'exploitation	47
4. Difficultés rencontrées et solutions proposées	48
5. Mesures préconisées pour améliorer l'exploitation du système	50
6. L'avenir : la gestion automatisée des réseaux unitaires	50
7. Efficacité d'un bassin d'orage	51
CHAPITRE 7	
ELEMENTS DE COUT	53
1. Coût d'investissement	53
2. Coût de fonctionnement	54
CONCLUSION	55
BIBLIOGRAPHIE	57
ANNEXE :	
Exemple de calcul d'un bassin d'orage	59

INTRODUCTION

Des préoccupations de protection de l'environnement de plus en plus exigeantes face à la pression d'aménagement toujours forte dans les zones d'habitat dispersé et le souci de réhabiliter rationnellement et d'étendre de nombreux réseaux déjà anciens d'évacuation des eaux, amènent aujourd'hui les concepteurs à s'intéresser de plus près aux possibilités offertes par l'insertion de bassins d'orage dans les systèmes d'assainissement.

Une étude bibliographique importante, essentiellement axée sur des connaissances étrangères, et deux enquêtes approfondies sur les pratiques françaises, menées par la SAFÈGE (1984) et la société OPTIME (1987), ont fait ressortir :

- *le faible nombre d'ouvrages existant en France,*
- *des insuffisances au niveau de la conception (implantation, dimensionnement, ouvrages complémentaires, ...),*
- *des problèmes d'exploitation, liés aux insuffisances de conception et au manque d'informations chez les exploitants, plutôt que de négligence d'entretien.*

Or les réseaux d'assainissement, notamment unitaires, offrent à l'égard de la protection du milieu naturel une bonne solution dès lors que :

- *les déversoirs d'orage sont dimensionnés correctement,*
- *des bassins d'orage stockent les flots de rinçage,*
- *il existe une bonne cohérence entre le réseau et la station d'épuration.*

L'Instruction Technique de 1977 (1) donne malheureusement peu d'indications sur les déversoirs et bassins d'orage.

L'objet du présent document est de rassembler les connaissances et l'expérience acquise à l'usage des concepteurs de bassins d'orage.

Les bassins d'orage sont un des éléments constitutifs du système d'assainissement et leur objectif principal est de réguler le fonctionnement de l'ensemble du système. Il est donc essentiel de bien cadrer leur mise en place au sein du système global. C'est le but des chapitres 1 et 2.

Les chapitres suivants regroupent les informations utiles à la conception détaillée des ouvrages, où l'on constate que l'expérience allemande de longue date influence en partie les raisonnements et méthodes actuelles de dimensionnement.

L'exploitation est ensuite abordée de façon très pragmatique (chapitre 6).

La fin de ce chapitre et le dernier chapitre traitent des sujets particulièrement mal maîtrisés de l'efficacité des bassins d'orage et des coûts:

Le manque d'informations quantifiées sur l'efficacité d'un bassin par rapport au fonctionnement global du système d'assainissement reste un handicap aujourd'hui pour une diffusion large de cette technique.

PRESENTATION DES BASSINS D'ORAGE

Avant d'aborder le sujet des bassins d'orage, il est utile de replacer leur apparition dans l'évolution historique des pratiques en assainissement, notamment dans la recherche d'améliorations à apporter au système unitaire d'évacuation des eaux.

Ensuite quelques paragraphes de terminologie et de classification permettent de clarifier les diverses appellations, parmi lesquelles les pratiques de terrain ont induit nombre de confusion dans le langage.

Enfin, quelques schémas de fonctionnement de bassins d'orage sont présentés à titre d'illustration pour concrétiser les idées qui seront développées dans la suite du document.

1. EVOLUTION DE LA CONCEPTION DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

De tout temps le rôle essentiel d'un réseau d'assainissement fut l'évacuation des eaux indésirables, usées ou non, le plus rapidement possible hors des zones d'habitation.

Ces réseaux d'abord pluviaux puis unitaires étaient souvent constitués par tout ou partie du réseau hydrographique naturel progressivement canalisé, maçonné, au fur et à mesure que l'urbanisation se développait et que les nuisances augmentaient.

Depuis 1970, des efforts importants ont permis de doter les collectivités de stations d'épuration. Dès lors, il ne s'agissait plus simplement d'évacuer les eaux, mais également de les traiter afin de rendre la qualité des rejets compatible avec les objectifs de qualité des milieux récepteurs.

Ces stations ont été placées à l'exutoire des réseaux unitaires et l'adéquation du fonctionnement du réseau à la station est devenu alors un problème d'autant plus délicat à résoudre que l'on se trouve face à un antagonisme :

- en amont, un réseau d'assainissement dont le débit évacué peut varier d'une façon très importante en fonction des épisodes pluviaux,
- en aval, la station d'épuration, qui, pour avoir une efficacité correcte, doit recevoir la charge hydraulique et les flux de matières polluantes pour lesquelles elle a été conçue.

Jusqu'à présent, la solution la plus couramment utilisée consistait à rejeter directement à la rivière les débits excédentaires, ce qui entraînait inévitablement un choc de pollution important. De plus et dès lors que la régulation des débits en tête des stations est fort souvent inexistant, chaque épisode pluvial conduit à une surcharge hydraulique compromettant ainsi l'efficacité de l'épuration : départs de boues, pertes de rendement ...

Cette maîtrise difficile du système unitaire a conduit à préconiser le système séparatif qui s'est alors généralisé.

Si ce système apporte sur le plan théorique un certain nombre d'avantages (maîtrise du traitement de la pollution par temps de pluie en particulier), on s'est aperçu sur le terrain que beaucoup de ces réseaux présentent des dysfonctionnements graves :

- présence de quantités importantes d'eaux parasites permanentes ou par temps de pluie dans les réseaux d'eaux usées, due à des défauts d'étanchéité ou des erreurs de branchement,
- présence d'eaux usées dans le réseau d'eaux pluviales.

Ces dysfonctionnements des systèmes séparatifs se traduisent par une augmentation des rejets polluants due :

- à la surcharge hydraulique parfois permanente de la station, entraînant un mauvais fonctionnement de celle-ci,
- au déversement par by-pass d'une partie des eaux usées en temps de pluie et parfois même par temps sec,
- au rejet direct des eaux usées raccordées sur le réseau d'eaux pluviales.

De plus, des études importantes, effectuées sur les eaux pluviales, ont montré que leur pollution est loin d'être négligeable et contribue aux mauvais résultats du système séparatif vis-à-vis de la protection du milieu naturel.

En conclusion, le système séparatif ne s'est pas révélé aussi efficace sur le terrain que le schéma théorique le laissait espérer. Par ailleurs l'importance numérique des réseaux unitaires déjà construits à travers tout le pays a conduit à engager des réflexions sur la manière d'améliorer le fonctionnement global du système unitaire.

2. AMELIORATIONS RECENTES APORTEES AU SYSTEME UNITAIRE

2.1. Séparation des matières polluantes

En réseau, la réduction des rejets polluants ne peut être envisagée que par des moyens simples, généralement par séparation physique, pour réduire les contraintes d'exploitation. Dans les eaux unitaires, ce sont les matières en suspension (M.E.S.) qui se prêtent le mieux à cette séparation, à cause de leur densité supérieure.

Au système de déversement, sont adjoints des dispositifs qui effectuent cette séparation grossière des matières polluantes. Les procédés font appel à la séparation par gravité (décantation, centrifugation) ou au système à barrière tel que le dégrillage. La séparation des matières en suspension est semblable à celle effectuée en tête de station, mais elle est envisagée avec des moyens simples du point de vue de l'exploitation et de l'entretien.

Plusieurs techniques sont à l'étude. On peut citer notamment (20) :

- le déversoir d'orage à effet Vortex
- le séparateur statique tourbillonnaire
- le déversoir d'orage à mouvement hélicoïdal
- le déversoir d'orage à dégrillage intégré,

mais leurs performances et leurs conditions d'utilisation demandent encore de nombreuses recherches et expérimentations avant de pouvoir être considérées comme des techniques fiables.

2.2. Mise en place de bassins d'orage

Le bassin d'orage a une fonction de régulation des flux transitant dans le réseau d'assainissement par temps de pluie. Selon le cas les flux à contrôler peuvent être de nature différente :

- dans un milieu très urbanisé, l'intérêt du bassin d'orage pourra être d'intercepter de grands volumes d'eaux pour réduire les risques d'inondation,
- dans un environnement fragile, où la protection du milieu naturel devient prépondérante, le bassin d'orage peut être conçu pour retenir les fractions les plus polluées des eaux arrivant en temps de pluie, avant de les restituer au réseau et à la station d'épuration.

L'objectif d'un bassin d'orage peut donc être d'éviter le redimensionnement de tout le réseau aval, par rapport à un désordre localisé dans l'environnement (désordre hydraulique ou désordre de pollution), survenant par temps de pluie.

3. QU'EST-CE-QU'UN BASSIN D'ORAGE ?

3.1. Terminologie

Une certaine confusion règne dans la terminologie qui découle plus de pratiques de terrain que de désignations logiques.

Tout d'abord la notion d'orage est insuffisante pour caractériser bien des situations. Une pluie de 10 l/s. ha pendant 10 heures produit un volume plus important qu'un orage de 130 l/s. ha pendant 1/2 heure, et les déversoirs dits "d'orage" débordent bien plus souvent que lors des orages. Ne

devrait-on pas dire plus exactement **déversoir de pluie** ?

De même les bassins dits "d'orage" fonctionnent également bien souvent que lors des orages, qui eux, par l'intensité de pluie qui les caractérise, ne représentent généralement que quelques % de la durée annuelle des pluies.

Selon la fonction régulatrice qui est recherchée, le bassin d'orage s'appellera plutôt :

- **bassin de pollution** si on souhaite retenir la pollution des premières eaux,
- **bassin de pluie** si on veut se prémunir contre les désordres hydrauliques et donc retenir la totalité de la pluie.

Le bassin de pollution peut être inséré sur n'importe quel réseau. Plus couramment répandu sur des réseaux unitaires, il peut parfaitement être intégré sur un réseau pluvial.

L'appellation "**bassin de pluie**" s'utilise plutôt dans le cas de réseaux unitaires. En effet, dans le cas des réseaux strictement pluviaux, on a l'habitude de parler de "**bassin de retenue**" pour désigner ces ouvrages qui, interposés judicieusement de place en place sur le réseau, permettent d'absorber les pointes de pluie, et ainsi de limiter d'une part la dimension des canalisations aval, d'autre part les inondations incontrôlées.

L'appellation très courante de "**bassin tampon**" sera plutôt réservée aux eaux usées industrielles, et désigne un bassin qui peut recueillir toutes les matières polluantes déversées par une unité de production. Ces matières sont ensuite dirigées progressivement vers une station de traitement.

Toutes ces définitions n'ont rien de rigoureux, elles ne font que reprendre et préciser l'usage des professionnels.

3.2. Le bassin d'orage et la séparation des eaux

Certains bassins d'orage sont constitués d'un bassin de pollution, suivi d'un bassin de pluie. Ils répondent au double souci de rétention des premières eaux (les plus polluées) et de lutte contre les inondations.

On constate que cette pratique mène à une sorte de séparation eaux usées - eaux pluviales, tout à fait astucieuse au débouché d'un réseau unitaire. Afin de conserver l'avantage d'une telle séparation, le bassin de pollution sera vidangé dans le réseau aval (unitaire ou eaux usées seules), et le bassin de pluie pourra être vidangé vers l'exutoire le plus proche. Ce système nécessite donc deux conduites différentes de vidange, mais soulage rationnellement les réseaux aval et la station d'épuration.

3.3. Classification des bassins d'orage

La classification des bassins d'orage peut se faire selon de nombreux critères : matériau, forme, prix, mode d'entretien, mode d'exploitation, pouvoir de rétention des flux polluants, mode d'alimentation du bassin, mode de restitution des eaux par temps de pluie...

Dans la pratique, c'est la combinaison des deux

derniers critères qui déterminent la classification la plus communément admise. Cette méthode présente un double avantage :

- elle précise le trajet suivi par les eaux de temps sec,
- elle précise le trajet suivi par les eaux déversées par temps de pluie.

Répondant au critère du mode d'alimentation du bassin, on distingue les bassins à connexion directe et les bassins à connexion latérale :

- le bassin à connexion directe est traversé en permanence par la totalité des eaux entrant dans le bassin,
- le bassin à connexion latérale est alimenté en dérivation par un déversoir d'orage, donc uniquement lorsqu'il y a surverse en période d'apports trop importants dans le collecteur unitaire.

Répondant au critère du mode de restitution des eaux par temps de pluie, on distingue les bassins piège et les bassins de transit :

- dans le cas d'un bassin piège, lorsque le bassin est plein, les eaux sont déversées à l'amont du bassin par un déversoir d'orage placé sur le collecteur (pas de surverse directe du bassin lorsqu'il est plein),
- dans le cas d'un bassin de transit, il y a en plus du déversoir d'orage placé en amont sur le collecteur d'alimentation du bassin (même disposition que pour le bassin piège), un déversoir d'orage sur le bassin même qui fonctionne avant le déversoir amont, ce dernier jouant alors un rôle de déversoir exceptionnel.

3.4. Quelques exemples de fonctionnement

Les schémas qui suivent présentent en détail plusieurs façons possibles de fonctionner pour un bassin d'orage. Ils permettent de fixer les idées et n'ont en rien un caractère d'exhaustivité quant à l'implantation d'un bassin et de ses ouvrages complémentaires sur un réseau.

Des données chiffrées sont indiquées afin de clarifier la compréhension du comportement hydraulique des ouvrages. Les débits qui caractérisent cette portion du réseau sont :

- le débit de temps sec ($Q_{ts} = 20$ l/s)
- le débit critique ($Q_{crit} = 290$ l/s) à partir duquel le déversoir DO1 déborde dans le milieu naturel
- le débit aval maximum admissible ($Q_{av. max} = 44$ l/s) à partir duquel le bassin d'orage se remplit.

Ce débit pourra être le débit nominal admissible à la station d'épuration, si le bassin est situé juste à l'amont de la station. Sinon c'est le débit admissible dans le réseau en aval du bassin d'orage, valeur qui est comprise entre le débit critique et le débit nominal de la station d'épuration.

Les situations chiffrées dans les schémas des figures 1 à 4 sont :

- la période de temps sec : $Q_{am} = Q_{ts}$
- le début d'une pluie : $Q_{am} = 50$ l/s sans débordement du déversoir DO1 avec remplissage du bassin,

- le début d'une forte pluie : $Q_{am} = 300$ l/s, puis 400 l/s avec débordement du déversoir DO1 avec continuation du remplissage du bassin,
- la continuation d'une forte pluie avec débordement du déversoir DO1 avec bassin plein,
- le retour au temps sec : $Q_{am} = Q_{ts}$ avec vidange du bassin

Bassin piège à connexion directe (figure 1)

En général ce bassin comporte :

- un déversoir d'orage DO 1 situé à l'amont du bassin, qui définit le débit critique du réseau puis joue le rôle de trop plein du bassin,
- un bassin en série sur le collecteur. Le débit d'évacuation du bassin vers l'aval est fonction de la hauteur de remplissage. Cet inconvénient peut être pallié par une régulation supplémentaire des débits d'évacuation. Dans certains cas, une rigole de temps sec traversant le bassin évite une mise en eau complète du fond de celui-ci.

Bassin piège à connexion latérale (figure 2)

En général ce bassin comporte :

- un déversoir DO 2 réglé pour déverser vers une conduite latérale lorsque le débit amont est supérieur au débit maximal admissible dans le réseau aval,
- un déversoir DO 1 situé sur les eaux dérivées par DO 2, qui définit le débit critique du réseau puis joue le rôle de trop plein amont du bassin. C'est ce déversoir qui évacue vers le milieu naturel des eaux excédentaires au débit critique d'abord, puis excédentaires au remplissage du bassin ensuite,
- un bassin d'orage recevant les eaux de déversement de DO 2.
- une vidange du bassin.

En général, une solution gravitaire n'est pas possible et on vidange par une pompe de débit Q_{vid} . Le débit de pompage est envoyé à l'amont du déversoir DO 2, ce qui assure une meilleure sécurité en limitant le débit partant vers l'aval au-dessous du débit admissible.

Bassin de transit à connexion directe (figure 3)

En général ce bassin comporte :

- un déversoir d'orage DO 1 situé à l'amont du bassin, qui définit le débit critique du réseau et joue le rôle de trop plein exceptionnel du bassin. Il évite le transit excessif à travers le bassin.
- un bassin en série sur le collecteur. Le débit d'évacuation du bassin vers l'aval est fonction de la hauteur de remplissage. Cet inconvénient peut être pallié par une régulation supplémentaire des débits d'évacuation. Dans certains cas, une rigole de temps sec traversant le bassin évite une mise en eau complète du fond de celui-ci.
- un déversoir de traitement DO 2 intégré au bassin, qui permet une fois le bassin rempli d'évacuer les eaux après passage à travers celui-ci. Les eaux ainsi déversées ont subi un effet de décantation.

Bassin de transit à connexion latérale (figure 4)

Ce bassin comporte en général :

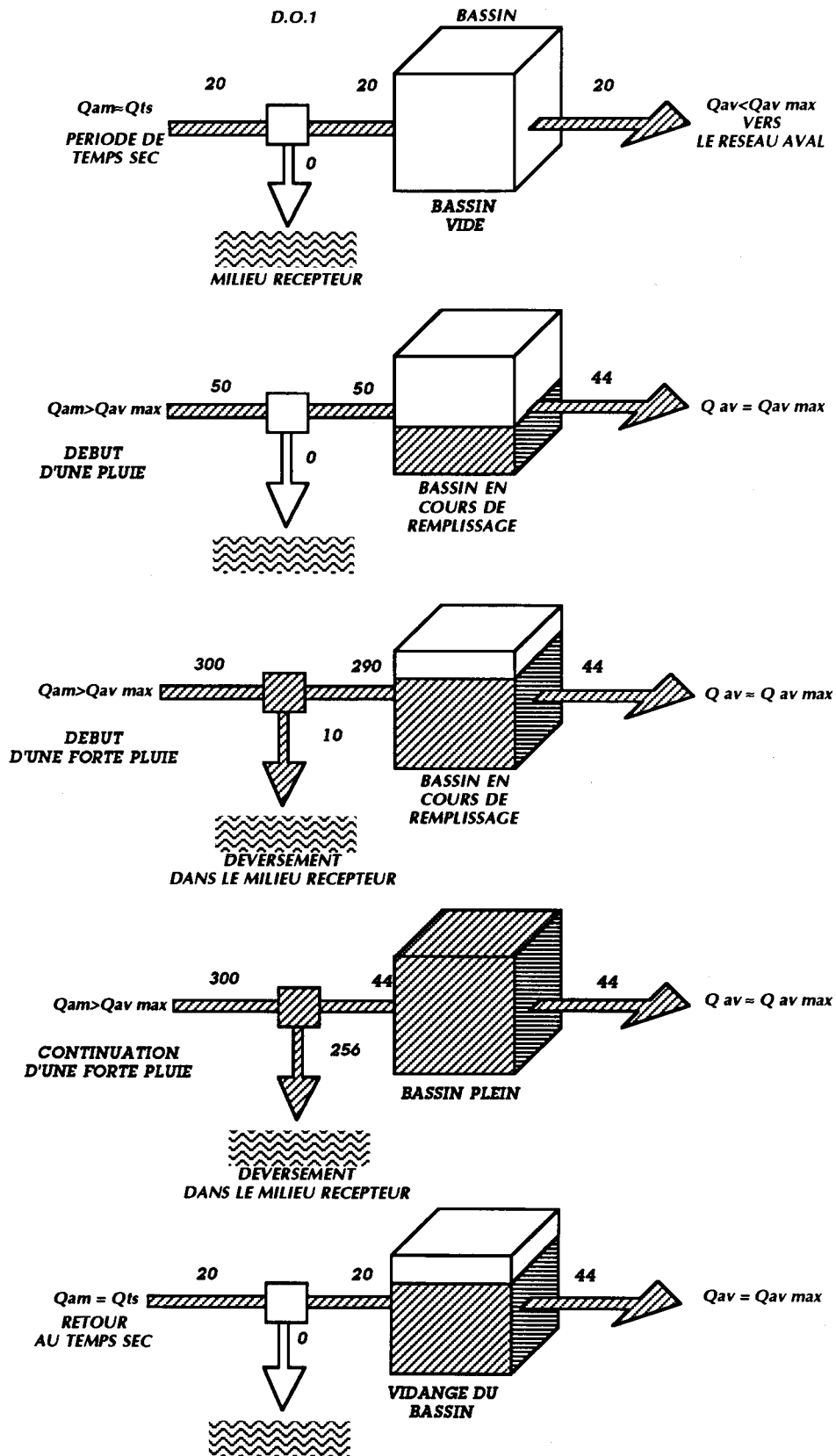
- un déversoir DO 2 réglé pour déverser vers une conduite latérale lorsque le débit amont est supérieur au débit maximal admissible vers l'aval.
- un bassin d'orage recevant les eaux de déversement de DO 2. Lorsque ce bassin est rempli, un déversoir DO 3 joue le rôle de trop plein aval du bassin et évacue vers le milieu naturel les eaux excédentaires provenant de DO 2.
- un déversoir d'orage DO 1 situé entre DO 2 et le bassin, qui définit le débit critique du réseau, joue

le rôle de trop plein amont du bassin et évite le transit dans le bassin de la totalité des eaux déversées par DO 2 lorsque la pluie est trop importante.

- une vidange du bassin.
En général, une solution gravitaire n'est pas possible et on vidange par une pompe de débit Q_{vid} . Le débit de pompage est envoyé à l'amont du déversoir DO 2, ce qui assure une meilleure sécurité en limitant en permanence le débit partant vers l'aval en-dessous du débit admissible.

L'intérêt de chacune de ces configurations sera discutée dans le chapitre 6 - paragraphe 3, quand on abordera la question du choix du bassin.

Figure 1 : BASSIN PIEGE A CONNEXION DIRECTE



Q_{am} = Débit arrivant par le collecteur unitaire
 Q_{av} = Débit dirigé à l'aval vers la station d'épuration
 $Q_{ts} = 20\ l/s$ = Débit de temps sec
 $Q_{crit} = 290\ l/s$ = Débit critique du deversoir D.O. 1
 $Q_{av\ max} = 44\ l/s$ = Débit maximal admis dans le reseau aval

Figure 2 : BASSIN PIEGE A CONNEXION LATERALE

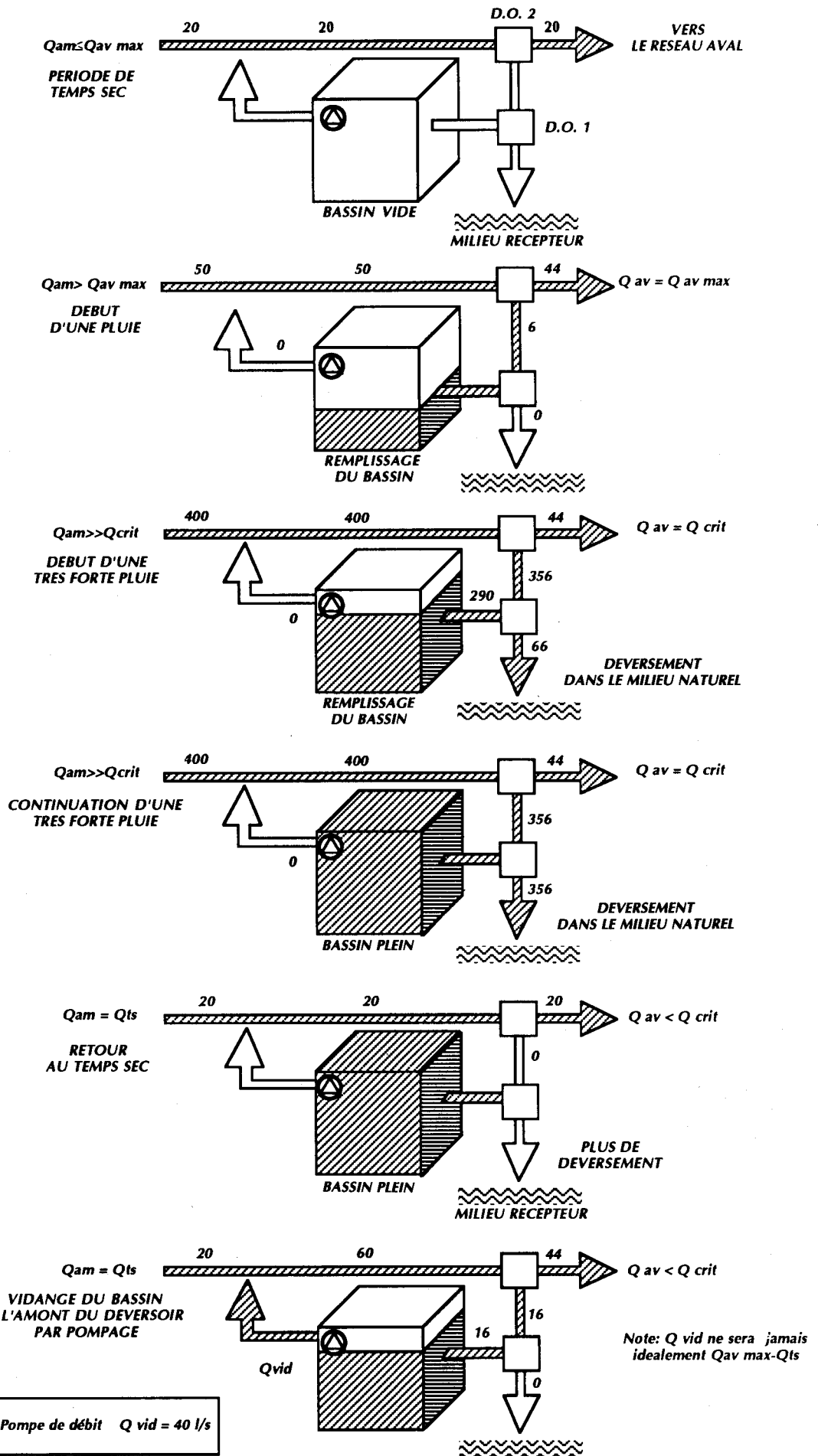


Figure 3 : BASSIN DE TRANSIT A CONNEXION DIRECTE

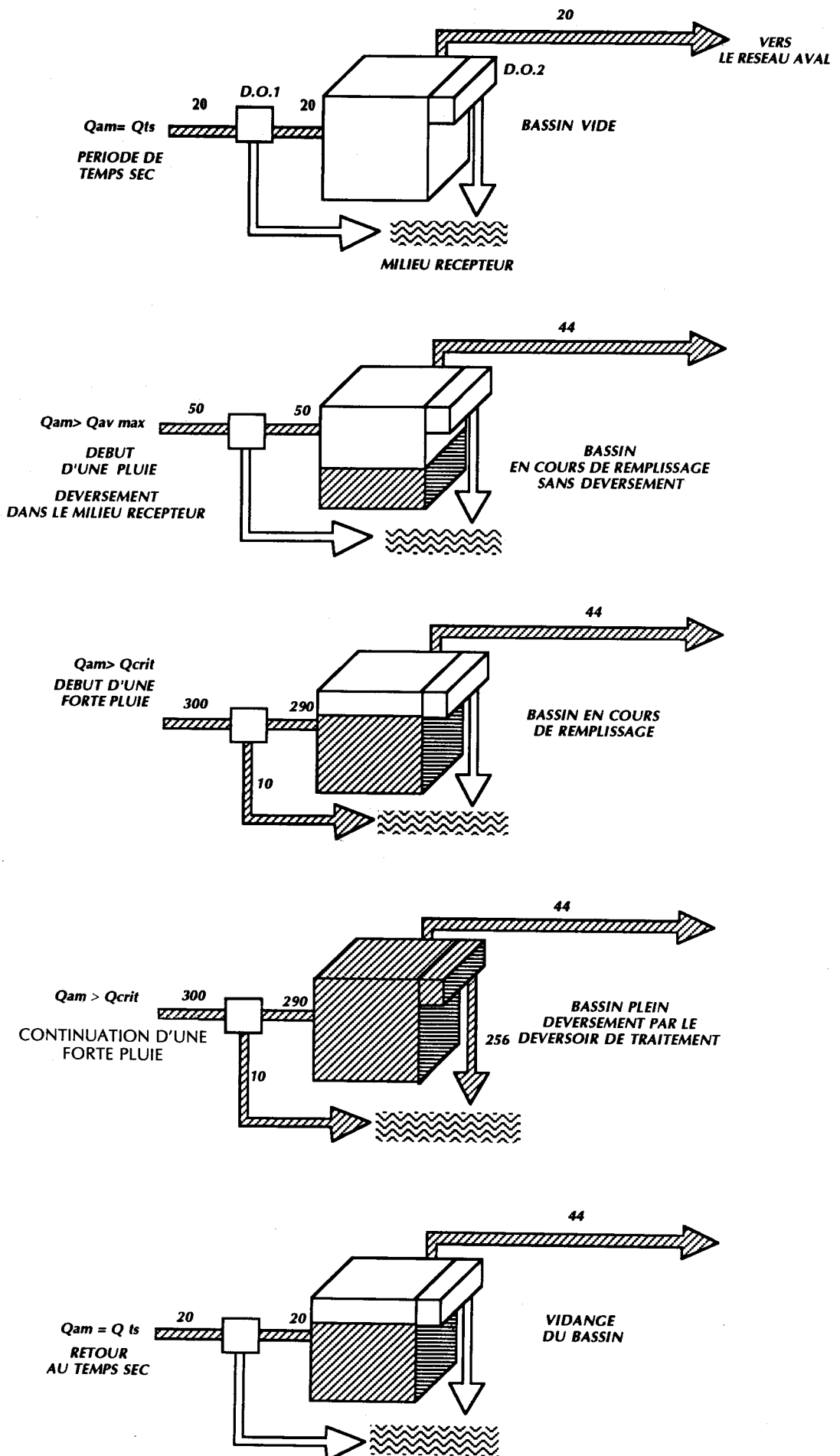
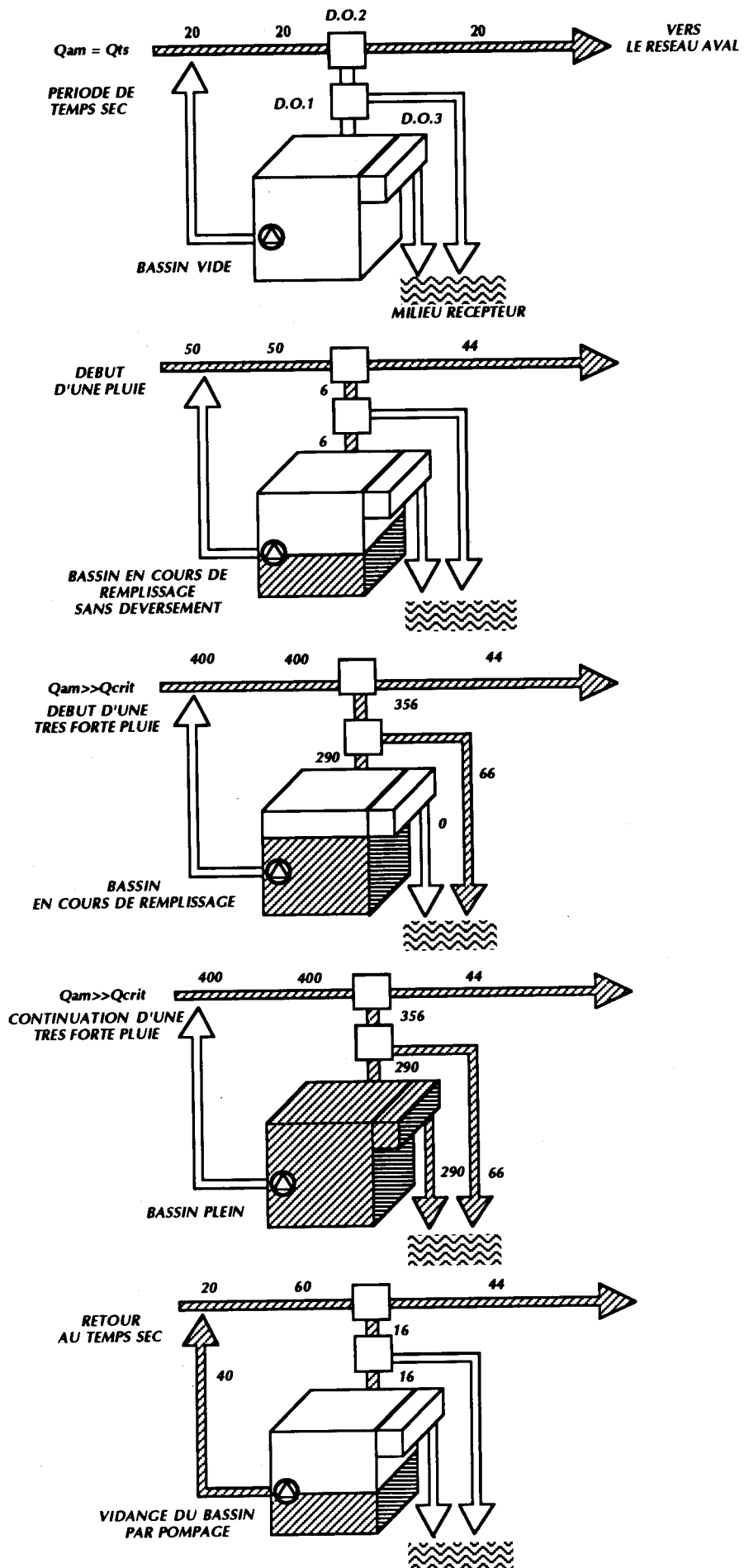


Figure 4 : BASSIN DE TRANSIT A CONNEXION LATERALE



INSERTION DES BASSINS D'ORAGE DANS LE SCHEMA GENERAL D'ASSAINISSEMENT

Le bassin d'orage n'est qu'un maillon dans l'ensemble des équipements d'assainissement. Sa réalisation peut être décidée dès la mise en oeuvre de réseaux neufs, mais il est de plus en plus envisagé pour l'amélioration de réseaux existants.

La démarche développée sous le nom de diagnostic de réseau répond à ce souci. Les deux premiers paragraphes de ce chapitre permettent de mieux situer les données développées dans la suite du document et d'appréhender comment utiliser ces données dans une démarche d'insertion du bassin d'orage dans la chaîne globale de l'assainissement.

Les paragraphes suivants rappellent les données quantitatives et qualitatives qui caractérisent le dysfonctionnement du système unitaire, puis les améliorations que l'on peut attendre de la mise en place d'un bassin d'orage.

Sont abordés ensuite la question de l'implantation du bassin sur le système et le choix du type de fonctionnement.

Il faut souligner que dans le cas de réseaux neufs, l'insertion de bassins d'orage doit être étudiée dès le début, même si les bassins ne sont pas réalisés immédiatement, sinon il se peut que des solutions gravitaires soient éventuellement compromises par la suite.

1. PRATIQUES ACTUELLES

L'inventaire des bassins d'orage réalisé en 1984 a montré :

- le nombre particulièrement faible d'ouvrages recensés, que l'on peut estimer aujourd'hui à environ 200 ;
- la répartition géographique très déséquilibrée. Les régions ayant le plus d'expériences se situent en Alsace, dans le Bassin Parisien, dans le Nord de la France et dans la région Lyonnaise. Plus de la moitié des départements français ne signalent aucun bassin d'orage sur leur territoire.

Lors des enquêtes de terrain, les motivations ayant amené la mise en oeuvre d'un bassin d'orage n'ont pas toujours été clairement explicitées. On peut cependant citer quelques exemples de motivation :

Une démarche réglementaire

L'administration sanitaire d'un certain département se préoccupant fortement de la protection de l'environnement, a institué comme règle la proposition d'un bassin d'orage à l'entrée de toute station d'épuration dans le périmètre d'une certaine zone sensible.

Dans cet exemple, on a noté néanmoins que cette démarche réglementaire n'a évolué, ni dans son intégration dans le schéma général d'assainissement, ni dans le dimensionnement des

ouvrages. Notamment aucune étude à posteriori, par exemple d'efficacité, ne soutient la démarche. Les bassins d'orage y apparaissent aujourd'hui comme un outil de protection hydraulique de la station d'une part, et de l'environnement au droit de la station uniquement d'autre part. Ils servent souvent à protéger des stations sous-dimensionnées hydrauliquement.

Une insertion dans la démarche de diagnostic de réseau

Dans un autre département qui connaît une très forte évolution démographique, on assiste à une évolution rapide des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration. Depuis 4-5 ans la prédominance des surcharges hydrauliques dans les problèmes des stations d'épuration a sensibilisé maîtres d'ouvrage et maîtres d'oeuvre à la nécessité d'entreprendre des études de diagnostic des réseaux d'assainissement.

Dans les cas où ce diagnostic concluait entre autres au besoin d'étendre la station, et où le réseau révélait un niveau de dégradation et d'infiltration d'eau trop général, le bassin d'orage a souvent été proposé en tête de la nouvelle station, comme un tampon devant absorber les surcharges hydrauliques et protéger la station d'épuration.

Là encore aucune étude d'évaluation de ces bassins n'a jamais été entreprise et on décèle peu d'évolution dans la démarche et peu de suivi sur le terrain.

Un outil de protection supplémentaire lors de la mise en place de réseaux intercommunaux

Voici maintenant l'exemple d'un département ayant beaucoup développé la pratique des réseaux intercommunaux, à partir de réseaux essentiellement unitaires implantés dans un habitat rural très dense.

La pratique des bassins d'orage est apparue avec la mise en place de ces réseaux intercommunaux. Ils ont été souvent conçus comme réservoir intermédiaire protégeant les réseaux aval des désordres pouvant survenir dans les réseaux amont, et limitant ainsi le diamètre des canalisations à l'aval.

L'analyse du fonctionnement des bassins d'orage a été relativement poussée, séparant parfois les rôles de bassin de pollution et de bassin de pluie.

Néanmoins, le fonctionnement des bassins sur réseau n'est pas encore coordonné avec le fonctionnement de la station intercommunale aval et la vidange aléatoire des bassins y engendre alors des désordres hydrauliques.

La protection de la qualité piscicole d'une rivière

Lorsque l'exutoire naturel a une vocation piscicole, une vocation de captage d'eau potable ou de baignade, des déversements d'eaux polluées sont intolérables. La présence de matières polluantes et de germes pathogènes est incompatible avec ces utilisations.

La vocation piscicole de plusieurs rivières a ainsi appelé la mise en place de bassins d'orage, généralement implantés en tête de station.

Réutilisation d'une ancienne station d'épuration

Il est arrivé qu'une station assez récente (5-10 ans d'âge) soit abandonnée au profit d'une construction mieux adaptée à des besoins en rapide évolution.

Sa réutilisation en bassin d'orage est alors envisagée favorablement, comme une alternative constructive.

Ces enquêtes de terrain ont donc révélé des approches fondamentalement différentes quant à l'utilisation des bassins d'orage, d'une région à l'autre. Ces approches ne sont en rien contradictoires mais expliquent bon nombre de divergences concernant le dimensionnement, l'utilisation et l'exploitation des bassins.

Ces approches se combinent au contraire pour montrer les possibilités assez riches du concept de bassin d'orage dans un schéma général d'assainissement.

2. LE DIAGNOSTIC DE RESEAU (27)

La mise en place d'un schéma général d'assainissement est généralement lié à un programme de construction de réseaux neufs. Or l'assainissement s'est développé en France depuis de longues années, pendant lesquelles les objectifs et les techniques ont beaucoup évolué.

Ces évolutions progressives et le vieillissement inévitable des installations sont à l'origine des problèmes d'assainissement que rencontrent la plupart des villes : réseaux surchargés ou inadaptés, stations d'épuration qui fonctionnent mal, rivières ou plages polluées...

Des améliorations notables de l'assainissement d'une agglomération peuvent aujourd'hui être obtenues grâce à des actions ou des travaux limités (sans attendre la réalisation de vastes programmes très coûteux) s'ils sont bien adaptés à l'ensemble existant.

Pour cela s'est développée une démarche dite "diagnostic" du système réseau - station d'épuration - milieu naturel, qui permet :

- De dresser une vue d'ensemble de l'état du fonctionnement du couple réseau - station, et notamment de porter une appréciation sur les questions suivantes :
 - Comment fonctionnent réellement le réseau et la station d'épuration ?
 - Quelle quantité effective d'effluents traite celle-ci ?
 - Pourquoi ces quantités diffèrent-elles de ce que l'on attend ?
 - Quelles sont les caractéristiques et les difficultés de fonctionnement de cet ensemble ?
 - Dans quelles circonstances et où ces difficultés apparaissent-elles ?
 - A quoi sont-elles dues ?
 - De mettre en évidence les défauts et de proposer des remèdes.
 - D'adapter la conception du système aux nouvelles conditions d'urbanisation et de protection du milieu naturel devenu l'objectif ultime de l'assainissement, et notamment de juger de l'adaptation de l'assainissement au milieu récepteur.
- Ce milieu récepteur est-il en mesure d'accepter ce que le réseau et la station d'épuration lui apportent ?
- Quelles sont les contraintes imposées par la qualité recherchée pour le milieu récepteur (baignade, étang, cressonnière, conchyliculture...)?
 - De proposer un programme d'actions et de travaux cohérent avec les objectifs retenus, tout en respectant les possibilités financières de la collectivité.

En somme, il s'agit d'acquérir une connaissance physique précise et structurée du système d'assainissement, de dépasser le stade de la connaissance théorique au travers de plans ou de ratios classiques, d'adapter les éléments constitutifs actuels du système d'assainissement pour en tirer le meilleur parti, et de proposer un véritable outil de programmation.

3. CHARGES HYDRAULIQUES ET MATIERES POLLUANTES TRANSITANT PAR UN RESEAU UNITAIRE

Afin de mesurer les améliorations que l'on peut attendre de l'implantation d'un bassin d'orage, il

est utile de rappeler quelques données quantitatives.

3.1. Charges hydrauliques

La charge hydraulique totale dans le réseau unitaire se compose des débits :

- d'eaux usées en période de temps sec,
- d'eaux pluviales en période de temps de pluie.

Compte tenu du rapport de ces débits en période de pluie, on admet que cette charge hydraulique est due essentiellement aux débits pluviaux.

Pour les grands réseaux, on peut simuler sur modèles mathématiques la transformation pluie-débit et la propagation des hydrogrammes en collecteurs. Sur les réseaux de superficie inférieure à 200 ha, on utilise généralement la méthode de Caquot qui ne fournit que le débit maximum ; cette méthode est reprise par l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement (1).

L'augmentation des débits à laquelle il faut s'attendre dans un réseau unitaire, à la suite d'un phénomène pluvieux important, pourra être telle que le rapport du débit maximum décennal sur le débit d'eaux usées soit parfois supérieur à 100 (1) (2).

Cette charge hydraulique est souvent très prononcée lors des orages de forte intensité en période estivale notamment ; cette période correspond d'ailleurs à l'étiage des cours d'eau alors plus sensibles aux pollutions extérieures.

Les pluies d'hiver dont la durée peut atteindre un à plusieurs jours, entraînent une charge hydraulique continue dans le réseau, mais de débit moins important.

3.2. Matières polluantes

La charge en matières polluantes dans le réseau unitaire provient de :

- la pollution des eaux usées que l'on peut sous-estimer en période de temps sec, suite à la formation de dépôts ;
- la remise en suspension de ces dépôts et le charriage des sables et graviers, suite à l'augmentation des vitesses qui peuvent atteindre 3-4 m/s,
- la pollution des eaux pluviales par lessivage des sols. Elle est constituée en grande partie par les matières en suspension, les composés azotés et phosphorés, les hydrocarbures et les métaux lourds (Pb, Zn, Cd) (3) (4) (5) (6).

Lorsque l'on compare les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées par temps sec et lors des pluies, les concentrations moyennes en temps de pluie sont plus faibles (3) (7). Mais la concentration ne reflète pas l'importance de la pollution transmise ; il faut raisonner en terme de flux polluant (produit de la concentration par le débit) (7) (8) (9). Des données quantitatives sont développées au chapitre 3 sur le dimensionnement.

3.3. Pollution du milieu récepteur par les rejets des déversoirs d'orage

Le réseau unitaire est pourvu de déversoirs permettant un rejet direct d'une fraction des eaux dans le milieu naturel en cas d'orage. Cette répartition des débits s'effectue selon deux objectifs :

- assurer un bon fonctionnement de la station d'épuration compte tenu de l'accroissement à la fois de la charge hydraulique (débit) et de la charge polluante du réseau unitaire en période de pluie.

- assurer une protection aussi satisfaisante que possible du milieu naturel qui reçoit les eaux non dirigées vers la station d'épuration.

L'antagonisme de ces deux objectifs oblige à rechercher un compromis entre :

- la surcharge passagère ou journalière admissible à la station d'épuration, en débit et flux polluant,

- et le flux polluant, en fréquence et importance, que le milieu récepteur peut accepter ou bien les dégradations de qualité que l'on tolère pour ce milieu. Ce flux polluant provient de la dilution des eaux usées et des apports supplémentaires liés aux eaux de ruissellement et aux remises en suspension des dépôts (6).

Certains auteurs ont établi des comparaisons entre les charges annuelles rejetées par une station d'épuration (de rendement 80 à 90 %), d'une part, et par les surverses du réseau unitaire en l'absence de bassin d'orage, d'autre part (10). Ainsi les charges annuelles dues aux surverses d'orage représenteraient pour les MES, DCO, DBO 5 respectivement de 1 à 3 fois, de 0,5 à 1 fois et de 0,2 à 1 fois les charges annuelles contenues dans les effluents épurés par la station d'épuration. Un bon réglage des déversoirs d'orage permet de réduire la fréquence de déversement si lors des petites pluies toutes les eaux collectées sont traitées à la station d'épuration (7).

Les déversoirs sont généralement calibrés à un débit égal à une dizaine de fois le débit de temps sec.

3.4. Surcharges admissibles aux stations d'épuration

Les variations de débit et de flux polluant à l'entrée d'un système d'épuration biologique doivent rester limitées.

Bien que le terme d'épuration biologique recouvre des filières de traitement très diverses, celles-ci comprennent pratiquement toujours les ouvrages principaux suivants :

- un ouvrage d'oxydation biologique qui est à la fois sensible aux surcharges hydrauliques et aux surcharges de matières polluantes. Cet ouvrage est précédé ou pas d'un décanteur primaire, peu sensible aux surcharges de matières polluantes mais relativement sensible aux surcharges hydrauliques. En effet lorsque la vitesse ascensionnelle (débit d'alimentation / surface) dépasse la valeur de dimensionnement, les boues sont progressivement entraînées et provoquent la surcharge en chaîne des ouvrages situés à l'aval ;

- un décanteur secondaire, ou clarificateur, pour séparer l'eau clarifiée des boues.

Il est également dimensionné sur la base d'une vitesse ascensionnelle (plus faible que celle de la décantation primaire), et il est très sensible aux surcharges hydrauliques qui provoquent des pertes de boues vers le milieu récepteur (11) (12).

Généralement les systèmes d'épuration biologique

à forte charge acceptent mieux les surcharges hydrauliques, que ne peut le supporter la décantation secondaire placée à son aval (12).

Les unités d'épuration utilisant les procédés de lagunage résistent mieux aux variations de charge et de débit en raison de leurs temps de séjour élevés (11).

Diverses pratiques de répartition des débits aux déversoirs d'orage

La répartition des débits résulte d'un compromis, spécifique à chaque déversoir, entre les objectifs de qualité requis pour le milieu récepteur et l'exploitation de l'ensemble réseau-station.

En France, les stations sont conçues pour accepter un débit égal à trois ou quatre fois le débit moyen de temps sec. Au-delà, on considère que la conduite de l'épuration devient donc aléatoire (1).

En Allemagne, la dilution est limitée à deux fois le débit diurne de temps sec (volume journalier réparti sur 14 h à 19 h selon l'importance de l'agglomération). Elle peut être supérieure si le décanteur secondaire est dimensionné en conséquence (13).

En Suisse, la dilution des eaux dirigées à la station est aussi fixée à deux fois le débit de temps sec. Dès 1941, le Professeur A. HORLER établit le calcul des déversoirs en fonction de la précipitation (14) (15) (16). Cette méthode est maintenant employée en Allemagne (13).

En Grande Bretagne, il est admis un débit égal à 6 fois le débit de temps sec pour la décantation primaire, et à 3 fois le débit de temps sec pour le traitement biologique (16). Cette répartition des débits peut s'effectuer avec deux déversoirs, le premier à l'amont et le second à l'aval du décanteur primaire.

Si l'on compare ces pratiques aux débits unitaires à l'amont des déversoirs, on voit donc qu'en période de pluie la plus grosse partie des débits est déversée vers le milieu récepteur.

4. ROLE ATTENDU DES BASSINS D'ORAGE

4.1. Régulation des débits

La mise en place d'un bassin d'orage sur un réseau unitaire permet de limiter le débit à son aval, tout en conservant une partie non négligeable des apports polluants.

La limitation des débits arrivant à la station d'épuration fait que l'on peut escompter par temps de pluie une qualité d'épuration de même niveau que par temps sec.

Les eaux non déversées dans le milieu naturel et stockées dans le bassin d'orage sont ensuite traitées par la station, ce qui augmente le degré d'épuration global du système.

Une bonne gestion de la capacité du bassin permet donc de traiter à la station un volume d'eaux usées supérieur et avec de meilleurs rendements.

4.2. Rétention des matières polluantes

Les déversoirs d'orage en réseau unitaire provoquent une pollution du milieu récepteur : les bassins d'orage par stockage de ces eaux polluées évitent ce type de nuisance et favorisent la régulation du fonctionnement des déversoirs.

Lors des petites pluies, le bassin d'orage peut absorber le volume total qui aurait été déversé en son absence et il n'y a pas de rejet polluant au milieu récepteur.

Lors de pluies plus importantes, le premier flot de rinçage, très pollué, est stocké en totalité dans le bassin.

Dans le cas des bassins munis d'un déversoir de traitement (bassin de transit), le débit déversé a subi un prétraitement sommaire qui limite son impact sur l'exutoire naturel.

Grâce à ces bassins, la plupart des flottants sont retenus et les produits de rinçage stockés, le milieu récepteur est donc protégé.

Peu d'analyses complètes de rendement de dépollution ont été réalisées à ce jour. De telles études sont en cours, à Entzheim (Bas-Rhin) ou projetées au Cateau (Nord).

A titre d'exemple on peut citer l'estimation faite pour la réalisation du réseau intercommunal de la vallée de l'Andlau (Bas-Rhin), comportant trois bassins d'orage.

La simulation indique que 186 000 m³/an d'eaux unitaires du premier flot de rinçage ne seront plus déversés dans le milieu naturel. Ce volume correspond à 28 000 kg de DBO₅/an. C'est donc 34 % de la pollution domestique annuelle totale (estimée à 82 000 kg) qui est traitée en plus (23).

Ce résultat est analogue à celui obtenu en Allemagne, où l'adjonction d'un bassin d'orage à la station d'épuration provoquerait une augmentation de plus d'un tiers du poids des boues traitées.

5. IMPLANTATION DU BASSIN SUR LE SYSTEME

5.1. Généralités

L'expérience actuellement acquise en France et à l'étranger tend à montrer que la position du bassin dans le système d'assainissement est plus importante que sa forme ou ses dispositions constructives.

L'implantation d'un bassin d'orage dépend :

- des caractéristiques du bassin versant drainé (conditions hydrologiques, climatiques, géologiques, topographiques ...),
- des caractéristiques du réseau lui-même (type, fonctionnement, population raccordée, problèmes spécifiques, existence de déversoirs...).

et devra être optimale des points de vue :

- débits conservés et débits déversés,
- lutte contre la pollution,
- coûts d'investissement,
- coûts d'exploitation.

Le choix de cette position sera donc guidé par des considérations d'ordre :

- techniques,
- d'investissement,
- d'exploitation

qui peuvent s'exprimer dans le cas d'un bassin de pollution par exemple de la façon qui suit.

Considérations techniques

- l'objectif global est de stocker un maximum de

matières polluantes en retenant un minimum d'eau

- le bassin doit donc être situé dans un secteur où la rétention des polluants sera maximale,
- le bassin sera placé dans une zone où la vitesse des débits transités est maximale pour assurer le meilleur auto-curage possible du bassin (entretien facilité et fonctionnement amélioré).

Considérations d'investissement

- le bassin sera en position de rétention maximale de matières polluantes pour un coût minimal d'investissement. L'optimisation d'une telle implantation a été faite dans le cadre de rares études (Le Cateau - Nord) (17). Cette méthode est malheureusement lourde et relativement coûteuse pour une petite commune.
- Il pourra être plus économique de réutiliser des structures pré-existantes (décanteur, clarificateur d'une ancienne station d'épuration) lorsque cette solution est techniquement valable.

Considérations d'exploitation

Le bassin doit être parfaitement accessible (voierie et tampons d'accès) afin que des visites d'entretien fréquentes soient possibles. En particulier on prévoiera l'accès des camions-cureurs, on tiendra compte des distances d'utilisation des tuyaux de curage, on prévoiera un point d'eau à proximité avec prise normalisée incendie...

5.2. Bassin sur réseau ou bassin en tête de station

Comme nous le verrons au chapitre suivant concernant le dimensionnement, le concept de bassin d'orage est basé sur la constatation selon laquelle le niveau de pollution des eaux unitaires n'est pas uniforme durant l'évènement pluvieux.

Les courbes données sur la figure 5 (18) donnent un exemple de mesures faites sur une canalisation unitaire à l'aval d'une commune de 4000 habitants et de 32 ha.

On appelle "premier flot d'orage" la quantité d'eau recueillie pendant le "temps de rinçage" du réseau et on prend comme hypothèse que c'est ce flot qui contient l'essentiel de matières polluantes que l'on souhaite retenir.

Selon les conditions d'environnement et de réseau, ce temps de rinçage sera plus ou moins caractérisé, c'est-à-dire précis et significatif. Plus un bassin versant sera homogène, mieux caractérisé sera le temps de rinçage.

Par ailleurs, afin de ne pas trop augmenter la taille des bassins, on se rapprochera de temps assez courts (inférieurs à la demi-heure) en choisissant judicieusement les bassins versants aboutissant au bassin d'orage.

Du point de vue pratique on peut donc dire que :

- les bassins en tête de station d'épuration présentent à l'heure actuelle, de bonnes conditions d'exploitation et il est vrai que dans le cas de nombreuses communes françaises (dont la surface est de l'ordre de 20 à 30 ha réduit) cette position de bassin est suffisante pour protéger le milieu naturel, d'autant qu'il est très facile de

rajouter un bassin en tête de station (conception facilitée, mise en oeuvre simplifiée...).

- les bassins en réseau permettent un meilleur contrôle hydraulique et assure une lutte efficace contre la pollution lorsqu'ils sont placés en un point clef du réseau.

Par exemple dans l'élaboration du réseau intercommunal du SIVOM de Sélestat (Bas-Rhin), les bassins de Chatenois et d'Orschwiller sont placés en fin de collecteur communal, au point de jonction avec le collecteur intercommunal (meilleur contrôle du temps de rinçage des canalisations, utilisation optimale de la capacité du réseau, limitation des déversements...).

La figure 6 montre l'ensemble du projet de réseau et l'implantation des bassins d'orage. Les bassins d'orage permettent ainsi de proposer ou de conserver des collecteurs intercommunaux de diamètre raisonnable, puisque les débits unitaires à conduire à la station d'épuration sont mieux régulés.

6. CHOIX DU BASSIN

6.1. Bassin de pluie ou bassin de pollution (voir les définitions au chapitre 1, paragraphe 3)

Il est fondamental d'avoir analysé correctement les causes des désordres engendrés par les eaux unitaires, et de clarifier quels flux on souhaite réguler.

Dans la majorité des cas, le problème de matières polluantes est essentiel et le bassin sera dimensionné comme un bassin de pollution. Dans le cas où l'exutoire est inexistant ou insuffisant et où les flux hydrauliques sont également à maîtriser, un bassin de pluie sera proposé à la suite du bassin de pollution, afin de stocker la totalité de la pluie. Les bassins d'Entzheim (Bas-Rhin) et de Mesnil-en-Thille (Oise) en sont des exemples. Les matières polluantes ne sont plus déversées du tout, et les zones aval sont protégées contre les inondations également.

Il est bien évident qu'un bassin d'orage composé de bassins de pollution et de pluie est nettement plus coûteux qu'un simple bassin de pollution, aussi la dépense doit-elle être clairement justifiée.

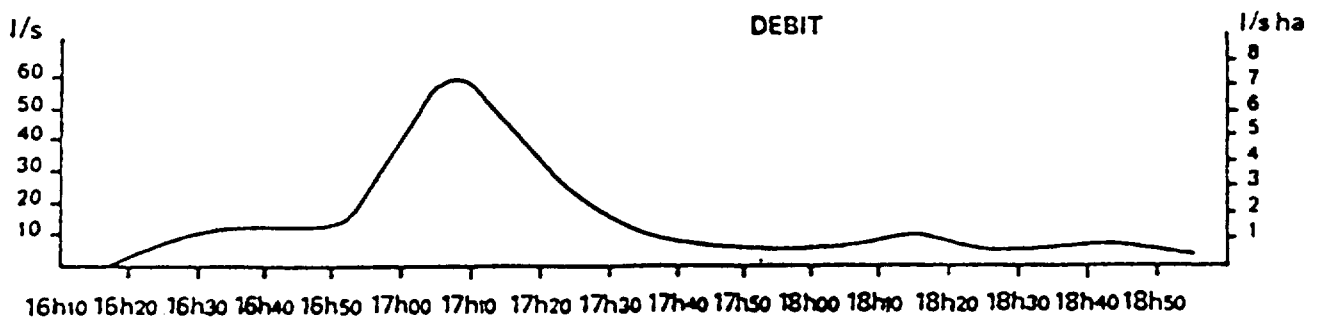
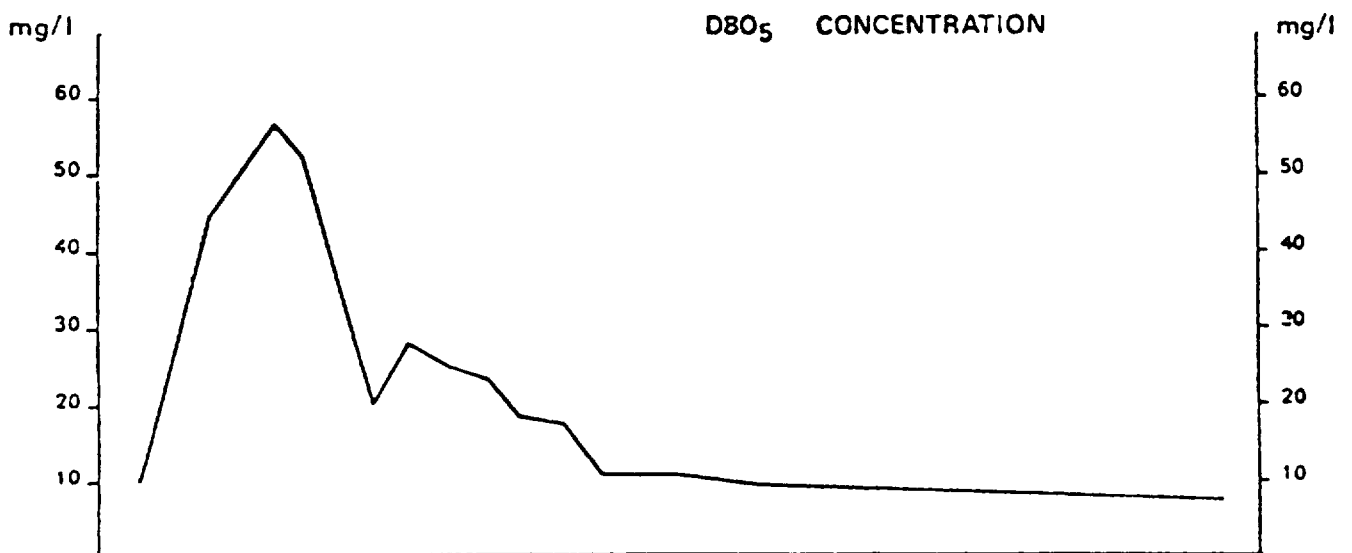
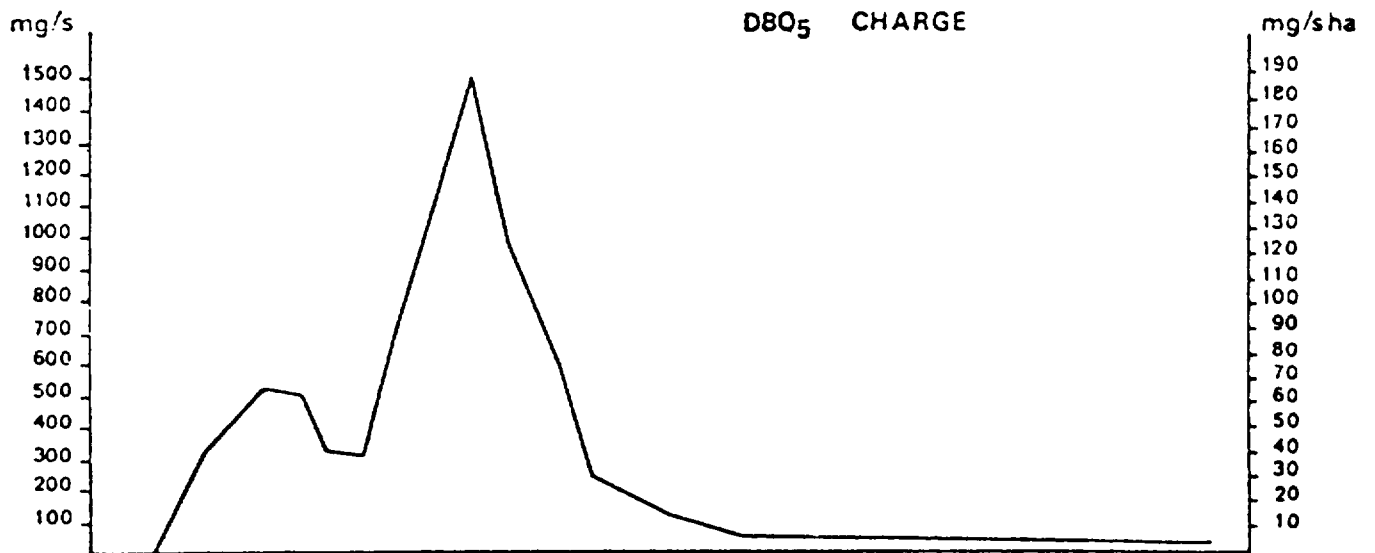
6.2. Bassin piège ou bassin de transit (voir les définitions au chapitre 1, paragraphe 3)

Le bassin piège convient particulièrement :

- lorsque la pointe de charge est prononcée c'est-à-dire lorsque les pentes des collecteurs ni trop fortes ni trop faibles permettent une remise en suspension rapide des dépôts qui se sont formés par temps sec ;
- lorsque le temps de rinçage est court (de l'ordre de 20-30 mn). Dans ce cas toutes les eaux fortement polluées arrivent rapidement à l'exutoire de leur bassin versant et sont stockées dans le bassin d'orage ; les eaux arrivant par la suite présentent une dilution suffisante pour être déversées directement.

Le bassin de transit est conseillé dans les cas suivants :

Figure 5 : RELATION ENTRE CONCENTRATION ET CHARGE EN DBO 5 ET DEBIT PENDANT UN EVENEMENT PLUVIAL



- la pointe de charge n'est pas prononcée, c'est-à-dire que soit la pente du réseau est forte et on observe peu de dépôts dans les canalisations (donc peu de matières polluantes susceptibles d'être remises en suspension par un orage), soit la pente du réseau est faible et les dépôts seront très nombreux mais la remise en suspension se fera assez lentement.

- le temps de rinçage est long (supérieur à 30 mn). Il sera difficile de dimensionner le bassin pour tout le premier flot d'orage et le bassin déversera des eaux encore relativement polluées. Néanmoins, ces eaux auront transitées dans le bassin et y auront subi un minimum de décantation.

6.3. Bassin à connexion directe ou latérale
(voir les définitions au chapitre 1, paragraphe paragraphe 3)

- La connexion directe est avantageuse :
 - dans les réseaux ne présentant plus de branchements d'eaux pluviales à l'aval du bassin, ce qui permet d'acheminer à la station d'épuration toute la charge polluante stockée sans crainte de dilution incontrôlée,

- pour sa simplicité de mise en oeuvre. Aucun ouvrage d'alimentation particulier n'est nécessaire et elle permet le plus souvent la mise en place d'une vidange gravitaire. Tout dépend alors de la perte de pente autorisée par le réseau.

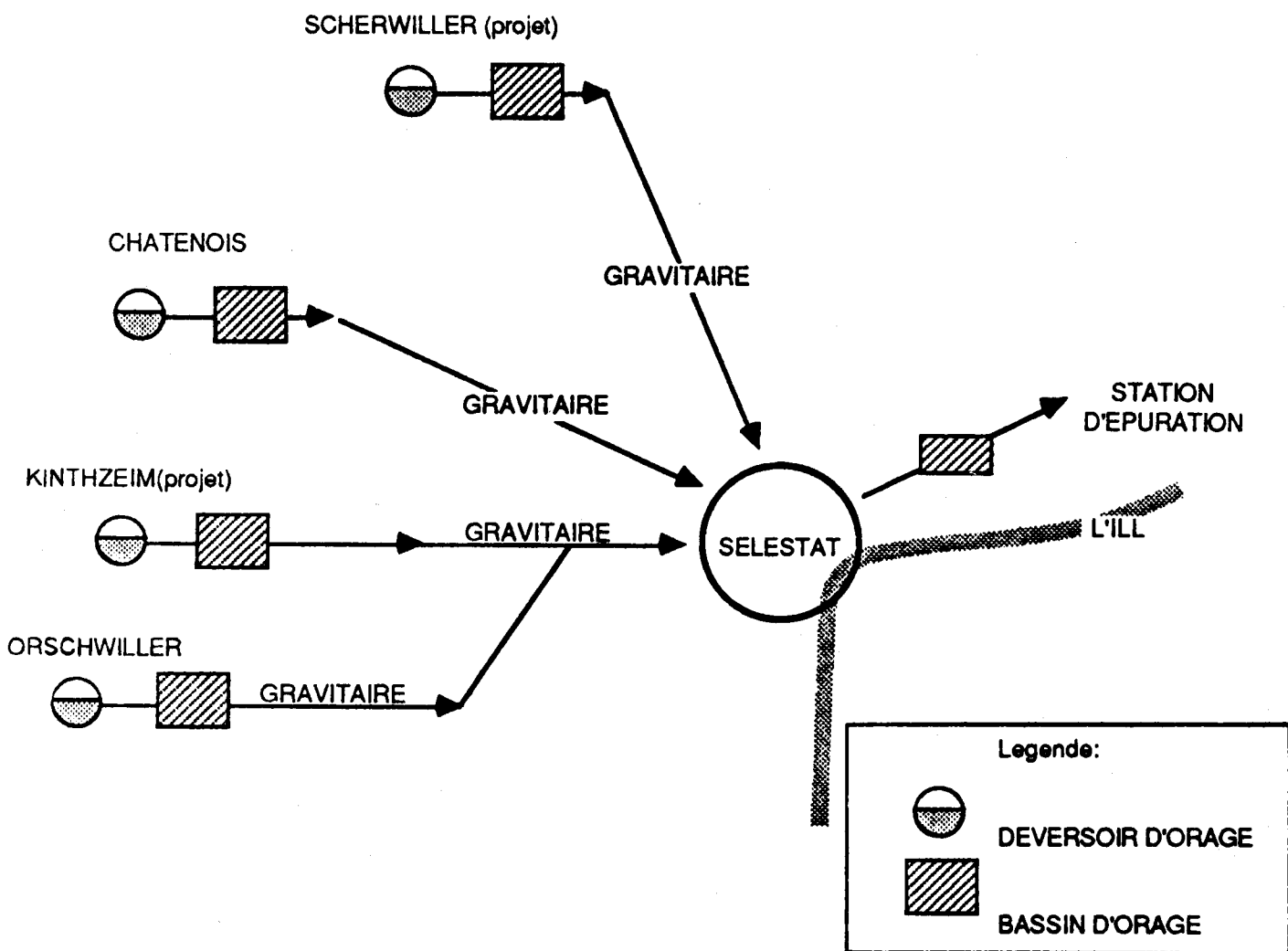
- La connexion latérale

- doit être envisagée lorsque des entrées d'eaux pluviales se produisent à l'aval du bassin (le début de la vidange devra être asservi à la fin de la pluie),
- est conseillée lorsque l'on veut éviter la traversée du bassin par les eaux de temps sec et que l'on veut privilégier l'alimentation en continu de la station d'épuration, par tous les temps.

6.4. Autres considérations

La complexité des ouvrages annexes à prévoir et la facilité d'exploitation sont des facteurs intervenant aussi dans le choix. Vus sous cet angle, les avantages et les inconvénients de ces différents types de bassins sont répertoriés dans le tableau ci-dessous (13) (18) :

Figure 6 : EXEMPLE D'UN SCHEMA DE COLLECTE AVEC BASSINS D'ORAGE : LE S.I.V.O.M. DE SELESTAT (BAS RHIN) - 30 000 EQUIVALENT HABITANTS



Type de bassin	Avantages	Inconvénients
Piège à connexion directe	<ul style="list-style-type: none"> - un seul déversoir - pas de canalisations accessoires - vidange gravitaire possible - grande liberté de conception en plan 	<ul style="list-style-type: none"> - débit sortant vers la station fortement variable ou équipement de régulation nécessaire - alimentation du bassin plus fréquente qu'en connexion latérale - perte de niveau éventuelle - limitation éventuelle de la hauteur d'eau dans le bassin.
Piège à connexion latérale	<ul style="list-style-type: none"> - pas de perte de pente du collecteur - en temps sec et pour les pluies faibles, le bassin n'est pas traversé - débit sortant vers la station moins variable qu'avec un bassin à connexion directe sans équipement de régulation - grande liberté de conception en plan 	<ul style="list-style-type: none"> - davantage de canalisations de liaison que dans l'agencement à connexion directe - pompe de vidange à commande automatique nécessaire la plupart du temps
Transit à connexion directe	<ul style="list-style-type: none"> - peu de canalisations accessoires - rétention poussée des matières en suspension - vidange gravitaire possible 	<ul style="list-style-type: none"> - aménagements pour diminuer la turbulence et les courants préférentiels - aménagement de deux déversoirs - débit de sortie vers la station fortement variable ou nécessité d'équipements de régulation - alimentation du bassin plus fréquente qu'en connexion latérale
Transit à connexion latérale	<ul style="list-style-type: none"> - pas de perte de pente du collecteur - débit de sortie vers la station plus constant qu'en connexion directe sans équipement de régulation - rétention poussée des matières en suspension - par temps sec et faibles pluies, le bassin n'est pas traversé. 	<ul style="list-style-type: none"> - plus de canalisations accessoires que dans l'agencement à connexion directe - pompe de vidange à commande automatique nécessaire la plupart du temps - conception hydraulique plus complexe.

DIMENSIONNEMENT DU BASSIN D'ORAGE

On rencontre essentiellement deux méthodes de calcul, liées pour l'instant aux deux types essentiels d'implantation du bassin d'orage :

- la méthode dite de la pluie critique, associée à une démarche d'implantation sur réseau
- la méthode dite des débits, utilisée lors de l'implantation en tête de station, qui est la pratique actuellement la plus courante.

La méthode de la pluie critique trouve son origine scientifique dans des études et expérimentations développées en Allemagne, et en partie vérifiées dans l'Est de la France. La démarche rigoureuse adoptée semble prometteuse, même si des investigations complémentaires importantes sont encore nécessaires pour répondre aux contextes particuliers et variés de la France.

Aussi, il a paru utile de décrire en détail les principaux résultats des travaux allemands et la méthode de dimensionnement. Les hypothèses encore contestables sont mises en relief.

La méthode des débits est abordée ensuite, et analysée avec toutes ses incertitudes et même contradictions de raisonnement.

Une expérience très récente est enfin présentée : il s'agit d'une caractérisation quantifiée des phénomènes hydrauliques et de pollution, par temps de pluie, sur un bassin versant de l'Île de France.

Ces diverses méthodes, fort différentes les unes des autres, tant dans leur démarche que par leurs résultats, restent encore largement perfectibles dans leurs applications et dans leur fiabilité. Il reste donc une marge très importante de manoeuvres et d'innovations pour les concepteurs futurs.

1. METHODE DE LA PLUIE CRITIQUE

1.1. Origine de la méthode (18)

A la suite d'une longue réflexion et collaboration internationale autour de la sauvegarde du lac de Constance (entre la Suisse, l'Autriche et la République Fédérale Allemande), de multiples recherches se sont orientées vers les bassins d'orage dans les divers pays.

La méthode de la pluie critique a été développée, consécutivement aux travaux du Dr KRAUTH, de l'Université de STUTTGART. Celui-ci a étudié pendant deux ans le fonctionnement du réseau unitaire de la commune de BUSNAU (commune d'ortoir de 4000 habitants, s'étendant sur 32 ha, dont les pentes du réseau varient entre 5 ‰ et 6 ‰).

Les principales constatations et conclusions de cette étude (historiquement importante) sont les suivantes :

A. Sur le réseau :

Toutes les matières décantables résultant des rejets nocturnes restent dans le réseau et ne sont remises en suspension que par des débits plus importants.

Des dépôts se produisent également pendant une bonne partie de la journée.

Des pluies d'intensité supérieure à 10 l/s. ha (qui

ont lieu environ 100 fois par an pendant 10 mn) produisent le rinçage total du réseau.

B. En ce qui concerne la pluviométrie :

Durée moyenne annuelle de pluie (en 1967 et 1968) : 596 heures.

Les pluies d'intensité

- < 1,7 l/s. ha correspondent à 49,4 % de la durée
- < 7,5 l/s. ha correspondent à 89,9 % de la durée
- < 15 l/s. ha correspondent à 98,32 % de la durée
- < 35 l/s. ha correspondent à 99,35 % de la durée

< 7 l/s. ha correspondent à 45 % de la précipitation totale annuelle

< 15 l/s. ha correspondent à 70 % de la précipitation totale annuelle

< 35 l/s. ha correspondent à 83 % de la précipitation totale annuelle

On a noté que dans le cas de STUTTGART-BUSNAU une pluie de 1,7 l/sec/ha de 30 mn de durée a produit moins de 20 l/sec à l'extrémité aval du réseau.

C. Dépôts dans les canalisations

Les mesures effectuées ont permis de trouver qu'en moyenne les dépôts dans les canalisations sont de 14,4 grammes de matières solides par mètre linéaire et par jour.

D. Observations concernant les matières polluantes

Comparaison entre les charges en DBO5 lors des écoulements de temps sec et par temps de pluie.

Temps (1)	Charge de temps sec en Kg (2)	Charge de temps de pluie avec rinçage en Kg (3)	% de (3) par rapport à (2) (4)
0 - 6 mn	1,15	10,78	939
6 - 12 mn	1,15	6,02	523
12 - 18 mn	1,15	4,64	404
18 - 33 mn	2,88	5,56	193
33 - 48 mn	2,88	2,87	100

Comparaison entre les charges en MES lors des écoulements de temps sec et par temps de pluie.

Temps (1)	Charge de temps par sec en Kg (2)	Charge de temps de pluie avec rinçage en Kg (3)	% (de (3) rapport à (2)) (4)
0 - 6 mn	0,65	18,18	2800
6 - 12 mn	0,65	14,22	2190
12 - 18 mn	0,65	7,43	1140
18 - 33 mn	1,63	11,57	710
33 - 48 mn	1,65	2,50	153

Une analyse poussée des matières en suspension permet de penser que pour ce qui concerne les matières organiques 78 proviennent de la canalisation et 22 de la zone d'apport.

En conclusion cette étude a permis de quantifier l'effet de rinçage dans un réseau unitaire et de mettre en évidence l'intérêt d'installer un bassin d'orage. La suite de l'étude, ainsi que de nombreux autres travaux en Allemagne et en Suisse ont conduit à proposer une méthode essentiellement basée sur des abaques et des hypothèses propres aux régions allemandes.

1.2. Description de la méthode

1.2.1. DEFINITION DES DEBITS

On appelle **pluie critique** la pluie au-deçà de laquelle aucun déversoir du réseau ne doit déborder vers le milieu naturel. C'est un élément fondamental de départ pour le dimensionnement des réseaux et des déversoirs.

Le **débit critique** en réseau unitaire Q_{cr} est la somme des débits de temps sec (Q_{ts}), de pluie critique (Q_{pc}) et éventuellement de débits conservés en provenance de bassins d'orage amont (Q'_{cr}).

$$Q_{cr} = Q_{ts} + Q_{pc} + Q'_{cr}$$

Le **débit de temps sec** se compose des eaux domestiques, artisanales industrielles, ainsi que des eaux de drainage.

Le **débit de pluie critique** Q_{pc} correspondant à une zone desservie se détermine, en simplifiant, comme suit :

$$Q_{pc} = I_c \times C \times S$$

avec C = coefficient d'impermabilisation

S = surface de la zone aboutissant au déversoir ou au bassin d'orage (en principe sans prise en compte des bassins versants extérieurs).

I_c = Intensité de la pluie critique.

Elle pourrait être fixée dans chaque région après concertation entre les différents organismes concernés.

Cette mesure doit être fondée sur une analyse très détaillée des différents paramètres : fréquence, intensité, durée des pluies, objectifs de qualité en cours d'eau, débit d'étiage du cours d'eau, pouvoir auto-épurateur, charge de l'effluent, capacité des réseaux.

Une telle mesure n'a de sens que lorsqu'elle s'accompagne d'une cohérence entre le réseau (fonctionnement des déversoirs d'orage seulement à partir des débits critiques) et la station d'épuration (stockage du flot de rinçage puis traitement par la station). Elle impliquera probablement certaines modifications des réseaux existants.

Ainsi depuis 1973, en pays de Bade-Wurtemberg, l'intensité critique I_c est fixée à 15 l/sec/ha indépendamment de la qualité et du débit des cours d'eau émissaires.

De même des études de la pluviométrie dans le Bas-Rhin ont amené la DDA à recommander une valeur de 10 à 15 l/s. ha pour l'intensité de pluie critique (23).

On calcule alors, en fonction de l'intensité critique et du débit de pluie critique en résultant, les déversoirs et les bassins.

1.2.3. DIMENSIONNEMENT DES BASSINS (16) (18)

Le volume du bassin est déterminé à l'aide du diagramme de la figure 7 en fonction de l'intensité critique retenue.

La formule de calcul est de la forme suivante :

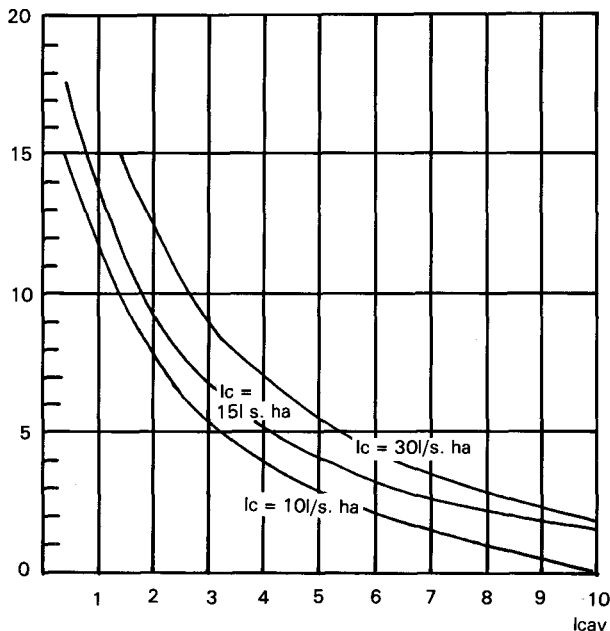
$$V = V_r \times C \times S \times aT$$

- V est le volume du bassin d'orage que l'on dimensionne ; il est exprimé en m³.
 - V_r est le volume relatif du bassin, exprimé en m³/ha red, il est tiré d'un abaque en fonction du débit dérivé vers la station d'épuration pour différentes intensités critiques de la pluie. Cet abaque est déterminé à partir des observations menées dans des réseaux types, le plus souvent en Allemagne. Le volume relatif peut être aussi déterminé par un abaque dérivé du précédent, en fonction du taux de DBO5 dirigé vers la station d'épuration (figure 8).
 - C est le coefficient de ruissellement moyen
 - S est la surface, en ha, de la zone d'apport.
 - aT est un facteur, sans dimension, lié au temps de concentration T.
- aT est donné par la table qui suit.

Temps de concentration (en minutes)	Facteur aT
10	1,25
15	1,48
20	1,63
25	1,74
30	1,82
35	1,88
40	1,93
50	2,02
60	2,06
80	2,12
100	2,17
120	2,20
180	2,25

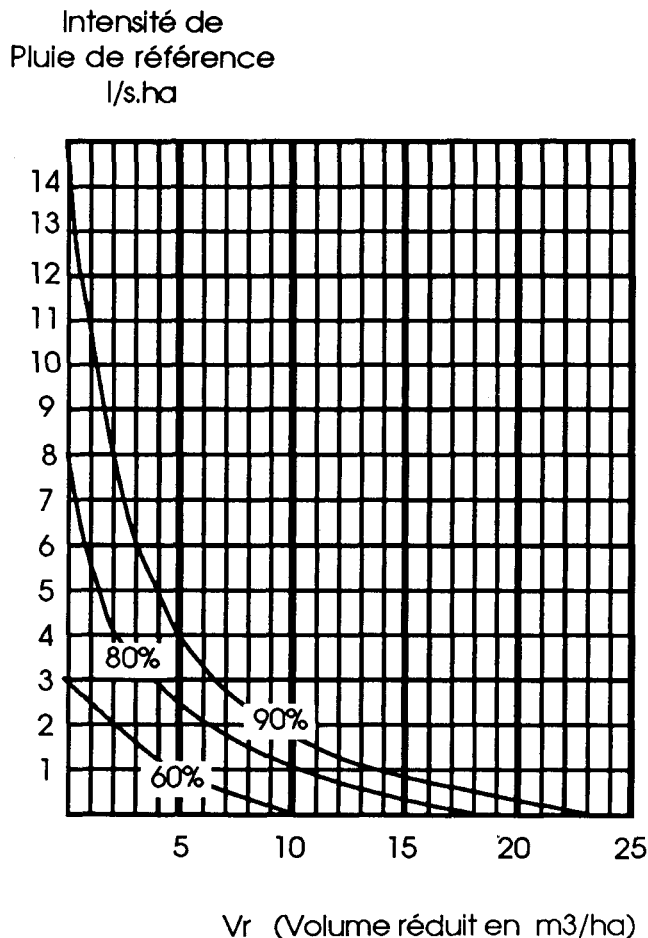
Figure 7 DIAGRAMME POUR LA DETERMINATION DES VOLUMES DES BASSINS D'ORAGE

V_r (Volume du bassin en m³/ha red.)



I_{caV} en l/s. ha : Part de l'intensité critique contenue dans le débit dirigé vers la station d'épuration (voir les explications en annexe)

Figure 8 DIAGRAMME DE DIMENSIONNEMENT DU VOLUME D'UN BASSIN D'ORAGE POUR UN TRAITEMENT DE 90,80 OU 60 % DE LA CHARGE ANNUELLE EN DBO 5



Les deux graphiques ont été établis pour la région du Bade-Wurtemberg, au Sud de l'Allemagne.

Dans la directive allemande, sont indiquées les limites qu'il faut respecter pour maintenir une bonne efficacité de l'installation.

Pour les bassins de transit, les principales contraintes hydrauliques à respecter sont :

- une charge hydraulique (débit ramené à la surface du bassin) inférieure à 10 m³/h.m²,
- un temps de séjour minimum, fonction de l'intensité de pluie critique retenue, et donné par le tableau qui suit,

Intensité critique en l/s. ha	Temps de séjour minimum, en mn
30	10
15	15
10	20

- un temps de séjour supérieur à 20 mn n'apporte aucun soulagement notable à l'émissaire,
- la vitesse horizontale d'écoulement ne doit pas dépasser 5 cm/s.

Un exemple complet de ce type de calcul est présenté en annexe.

1.3. Incertitudes actuelles

La méthode décrite ci-dessus s'est donc développée en Allemagne, à travers une longue étude de terrain et la mise en place d'une réglementation. L'extension de cette méthode et de ses abaques à des régions allemandes éloignées du Bad Wurtemberg demande encore des recherches complémentaires.

La région qui est à l'origine de ces idées, étant proche de la frontière française, une certaine osmose a joué en direction de départements de l'Est. Osmose d'autant favorisée que le contexte climatique est semblable, comme le montrent les chiffres signalés dans la référence (23). Aussi un certain nombre de ratios hydrologiques ont pu être réutilisés sans grand risque dans la région alsacienne.

Néanmoins, de même qu'en Allemagne, l'extension de la méthode à d'autres régions françaises doit se faire avec précaution, et notamment il est nécessaire d'en vérifier d'abord certaines hypothèses. L'idée directrice des théories Outre-Rhin est la collecte supplémentaire de 90 % du flux polluant annuel contenu dans les eaux n'arrivant pas directement aux stations d'épuration.

La première hypothèse réside dans le fait de penser que l'on retient ces 90 % lorsque l'on dimensionne un bassin d'orage pour retenir 98 % des pluies (diagramme des durées de pluie sur 15 ans). L'application de ce principe aux pluies relevées à l'aéroport de Strasbourg donne une pluie critique de 15 l/s. ha. réd.

La deuxième hypothèse est l'interprétation du temps de concentration comme temps de rinçage du réseau. Certaines mesures sur le terrain montrent que le rapport entre les temps de rinçage et temps de concentration peut varier d'un réseau à un autre et largement dépasser l'unité.

La troisième hypothèse tient à l'extension de ce chiffre de 15 l / s.ha. réd. en dehors de la zone de validité certaine.

Enfin, tous les abaques de calcul utilisés en Allemagne seraient à confirmer ou ajuster aux diverses situations françaises.

Signalons cependant deux faits intéressants :

- une grande partie de la méthode a été vérifiée sur le site d'Entzheim. Outre l'intérêt théorique d'une étude de cas très poussée, ce site est représentatif de la Communauté Urbaine de Strasbourg. Cette expérience est à suivre dans la mesure où les bassins d'orage seront peut-être un moyen efficace de limitation des rejets polluants, complémentaire à la station d'épuration en construction.
- on constate dans la région alsacienne que le seuil de 15 l/ha. réd. pris pour le dimensionnement des déversoirs d'orage amène ceux-ci à ne déverser qu'exceptionnellement en hiver et régulièrement en été, et que tout le reste du temps "l'hydrologie urbaine est pratiquement isolée de l'hydrologie naturelle".

2. METHODE DES DEBITS

La méthode précédemment décrite suppose l'existence puis l'analyse de séries pluviométriques longues relatives à un site proche du bassin d'orage

projeté. Ceci est rarement à la portée d'une petite collectivité.

Par ailleurs, cette méthode appliquée à un bassin d'orage situé en tête de station amène souvent à des volumes énormes, surtout à cause du temps de rinçage qui peut être important s'il concerne l'ensemble d'un grand bassin versant aboutissant à la station.

Une autre méthode de dimensionnement, particulièrement simplifiée, s'est alors développée et répandue dans de nombreux départements français.

Le principe de base de cette méthode dite des débits, ou encore des volumes, consiste en la rétention d'un multiple du débit de temps sec (souvent pris égal à 6) pendant un temps assez court considéré comme temps de rinçage (souvent pris égal à 20 mn). D'où le dimensionnement particulièrement répandu du "6 Qts pendant 20 mn".

2.1. Justification du débit retenu

En admettant qu'un habitant produise environ 40 g de DBO 5 dans 150 litres par jour, la dilution par les eaux pluviales à un débit de 6 Qts abaisse la concentration de pollution à une valeur de l'ordre de 40 mg/l de DBO 5, ce qui rend ce rejet comparable avec le rejet d'une station d'épuration classique bien exploitée.

Un tel raisonnement ignore l'effet de rinçage du réseau pluvial par le premier flot d'orage. En effet, ce rinçage peut multiplier par dix la charge polluante véhiculée par le premier flot d'orage, et donc de rejet à l'émissaire.

2.2. Justification du temps retenu

Pour limiter la durée pendant laquelle le bassin absorbe un excédent de débit, le raisonnement s'appuie sur les observations selon lesquelles la charge en matières polluantes des eaux d'orage n'est pas constante mais largement concentrée dans le premier flot.

Certains articles étrangers évoquent la valeur de 20-30 mn pour le rinçage de certains réseaux, et cette valeur a été reprise de façon assez systématique en France. Cette pratique se défend à travers des arguments plus financiers que techniques, et aboutit sur le terrain à la construction de bassins de faible volume.

2.3. Incertitudes actuelles

Cette méthode a le mérite de la simplicité.

Au-delà d'un intérêt financier indéniable, on peut s'interroger sur l'efficacité de tels ouvrages, dont la mise en oeuvre s'appuie sur un raisonnement peu fiable. Il y a en effet une certaine contradiction entre :

- le choix du débit retenu, qui ne tient pas compte de l'effet de rinçage des premières eaux pluviales, c'est-à-dire leur concentration importante en matières polluantes,
- le choix du temps de rétention, que l'on estime être un temps de rinçage et qui est largement sous-estimé.

Aucune étude rigoureuse ne soutient ces pratiques de dimensionnement, ni a priori, à postériori. Bien que fort répandue, sa validité est fortement mise

en doute, même par certains de ceux qui l'utilisent.

Etant donné les débits mis en jeu dans le cas de communes rurales ou périurbaines, cette méthode ne peut s'appliquer qu'à un bassin situé à l'amont immédiat d'une station d'épuration. En effet, les déversoirs d'orage sur réseau ne sont pas toujours facilement réglables à 6 Qts. Le bassin d'orage apparaît alors comme un super décanteur primaire installé à l'amont de la station.

3. CAS D'UNE REPRISE DE STATION D'ÉPURATION

Quand une ancienne station a été transformée en bassin d'orage, on constate que des calculs de vérification sont donnés. Néanmoins, lorsque ces calculs ne correspondent pas aux dimensions actuelles de la station, les reprises de travaux ne sont jamais proposées, dans la mesure où aucune théorie fiable ne les justifie. On préfère attendre de voir l'efficacité du bassin ainsi obtenu, efficacité qui finalement n'est jamais remise en cause ni mesurée.

4. METHODE EXPERIMENTALE

La Direction Départementale de l'Équipement des Yvelines vient de développer une méthode différente de caractérisation des eaux unitaires et de mise en œuvre des bassins d'orage. Cette méthode tout à fait originale pourrait être appelée "Méthode Expérimentale" (25).

4.1. Cadre de l'expérience

L'agglomération de Rambouillet (25 000 habitants) est assainie en quasi totalité par un réseau unitaire dont l'unique exutoire est un petit cours d'eau : la Guéville

La station d'épuration constitue pratiquement la source de la rivière et avec les surverses périodiques d'eau non traitée et l'absence de dilution, celle-ci reste en permanence en qualité hors classe, malgré la bonne marche des installations actuelles qui respectent les normes d'épuration eNK1.

Dans le but de restaurer la qualité de la Guéville, une étude a été menée pour recueillir les informations nécessaires à la gestion future des ouvrages complémentaires à mettre en place. Cette recherche a par ailleurs enrichi la connaissance générale des réseaux unitaires en quantifiant les problèmes causés par les matières polluantes.

Durant 8 mois (janvier à septembre 86) le bassin versant a été suivi avec deux pluviographes à enregistrement électronique, deux débitmètres également à enregistrement électronique et un préleveur programmable d'échantillons.

Définissant l'évènement pluvieux à prendre en compte comme la durée pendant laquelle un bypass est observé sur le site de la station d'épuration, et exigeant une durée minimum de 4 heures entre deux évènements pour bien les distinguer les uns des autres (sachant que le temps de concentration du réseau est de 40 minutes), 23 évènements pluvieux ont été repérés et analysés. Ils correspondaient à des fréquences de retour allant de 1 à 24 mois.

Les paramètres de pollution suivis ont été les matières en suspension MES, les matières volatiles MV, l'azote NTK, les demandes en oxygène DCO et DBO.

4.2. Résultats

Des relations statistiques simples ont été recherchées entre la pluviométrie et l'hydraulique des surverses. Ainsi entre :

- le volume d'eau total bypassé et la hauteur de la précipitation,
- le même volume et l'intensité maximale de la pluie,

des corrélations linéaires ont pu être établies avec de bons coefficients de corrélation (supérieur à 0,9).

La caractérisation de la qualité des eaux de surverse du réseau a mis en évidence que :

- les eaux de surverse sont en moyenne presque aussi chargées en matières polluantes que des eaux usées au maximum de leur charge (en journée par temps sec),
- après 15 minutes seulement de décantation, les abattements en pollution sont :

MES	DBO	DCO	MV	NTK
80 %	50 %	40 %	40 %	20 %

- l'augmentation de la concentration en MES avec le débit est la règle générale, la concentration maximale étant toujours observée lors d'un maximum de débit,
- NTK, DCO et DBO suivent le comportement des MV (et donc des MES tant que le pourcentage de MV reste constant).
- il existe véritablement un flot plus chargé qui pour 30 % du volume, représente de 35 à 59 % du flux en MES et qui coïncide toujours avec une pointe de débit.
- des corrélations linéaires simples lient les MES à l'intensité maximum de la pluie d'une part, et au débit maximum d'eau brute d'autre part.

Une excellente relation a été établie (avec un coefficient de corrélation de 0,99) entre les MES et, à la fois le débit maximum et la durée de temps sec entre évènements pluvieux.

4.3. Extrapolation sur une année

Le dépouillement des données pluviométriques de 1986 à Rambouillet fait apparaître que :

- 15 % des précipitations n'entraînent pas de by pass
- les eaux surversées totalisent un volume de 500 000 m³
- les eaux traitées à la station sont de 2 millions de m³ pendant l'année.

Les moyennes des mesures de concentration trouvées permettent de présenter les valeurs comparées suivantes :

		MES	DBO	DCO	NTK
Concentrations (en mg/l)	Au by pass	341	68	251	18
	Rejet station	30	30	90	40
	Qualité exigée par le rejet dans la Guéville	70	25	80	8
Flux annuels (en tonnes)	Au by pass	170	34	125	9
	Rejet station	60	60	180	80

Ces résultats soulignent l'importance de la pollution apportée à la rivière par les eaux de surverse non épurées. Les dernières apportent près de 3 fois plus de MES que les rejets de la station. Seul le rejet en NTK apparaît mineur par rapport aux eaux usées épurées.

Les concentrations ci-dessus montrent que la qualité exigée est presque atteinte par temps sec (excepté l'azote) avec le rejet d'eau épurée respectant la norme eNK1.

Dès la moindre pluie (140 by pass provoqués en 86) la qualité se dégrade fortement et brutalement.

Cette quantification met en évidence la priorité à épurer les eaux par temps de pluie à un niveau cohérent avec le niveau de traitement des eaux usées.

4.4. Actions d'aménagement et de gestion des ouvrages d'épuration

Les volumes by passés lors des 23 événements pluvieux observés s'échelonnent entre 270 et 15 000 m³, pour un bassin versant dont la surface réduite est estimée à une centaine d'hectares. Les ouvrages complémentaires réalisés ont été :

- un système de vannage à commande automatique, permettant un stockage dans les réseaux, allant jusqu'à 4 000 m³.
- un bassin d'orage de 6 000 m³, en parallèle à la station d'épuration.

L'originalité de cette étude consiste essentiellement en l'établissement de principes de gestion ménageant à la fois les risques d'inondation sur Rambouillet et les risques de pollution brutale de la rivière.

Les principes sont évoqués pour les deux types de gestion : manuelle en présence d'un exploitant ou automatique avec un système de pilotage.

Les règles sont détaillées selon la nature des événements pluvieux : événement isolé, succession d'événements. Les relations simples établies entre la pluviométrie d'une part, et l'hydrologie des rejets et leur concentration en MES d'autre part, sont les aides précieuses pour prévoir l'ampleur des difficultés à venir dès lors que le pluviomètre en amont du bassin signale une pluie, et pour délester immédiatement le bassin en conséquence.

4.5. Intérêt de la méthode

Cette méthode utilise des résultats expérimentaux non pas pour dimensionner un bassin d'orage, mais pour tirer des règles de gestion optimale pour ce bassin.

Les dimensions de celui-ci ont été évaluées à partir d'une simulation hydrologique du réseau et de l'analyse des pluies.

Le maintien sur site d'un pluviomètre, d'un débitmètre et d'un turbidimètre, pendant les premières saisons de fonctionnement du bassin, permettra de cerner l'efficacité des règles de gestion proposés et de les ajuster.

Cette étude met donc l'accent non pas sur la seule mise en place d'ouvrages de protection de l'environnement par temps de pluie, mais aussi sur l'optimisation de leur utilisation et de leur gestion à partir d'une connaissance en temps réel de la pluviométrie et de la charge des réseaux en matières polluantes.

LES OUVRAGES COMPLEMENTAIRES

Une fois retenus,

- *le principe d'insertion d'un bassin d'orage dans le système global d'assainissement*
- *l'implantation du bassin et son dimensionnement*
- *le type de fonctionnement général,*

Il est temps d'aborder la conception des ouvrages complémentaires. Ces ouvrages sont particulièrement importants dans la mesure où ils conditionnent complètement la concordance entre le fonctionnement théorique attendu du bassin et son fonctionnement réel en exploitation.

Le calcul et l'implantation de ces ouvrages sont particulièrement difficiles car tellement dépendants du site et des données locales d'environnement.

Après une présentation générale des déversoirs d'orage, l'alimentation puis la vidange du bassin seront discutés de façon pragmatique à partir des enseignements relevés lors des visites.

Puis on traitera des déversoirs de traitement et trop plein, pour finir sur les équipements de prétraitement.

1. LES DEVERSOIRS D'ORAGE

Selon le schéma de fonctionnement retenu pour le bassin d'orage, l'alimentation est contrôlée ou non par des ouvrages de déversement.

Un déversoir doit assurer trois fonctions principales (19) :

- laisser transiter sans surverse et sans remous le débit d'eaux usées de temps sec ;
- laisser transiter sans surverse le débit critique, c'est-à-dire le débit maximal admis à l'aval ;
- déverser le débit excédentaire de pluie sans mise en remous nuisible à l'amont et sans surcharge excessive du réseau aval.

Les déversoirs peuvent être classés de la façon suivante (20) :

- les déversoirs d'orage classiques,
- les déversoirs semi-automatiques et automatiques,
- les autres types de déversoirs (à titre expérimental).

Le déversoir utilisé dans le cadre des bassins d'orage peut avoir deux fonctions hydrauliques distinctes :

- soit il est placé à l'amont d'un bassin à connexion directe. Il définit le débit critique du réseau et joue le rôle du déversoir d'orage pour évacuer les eaux excédentaires vers le milieu récepteur,
- soit il est placé sur le collecteur unitaire pour alimenter le bassin à connexion latérale. C'est un déversoir d'alimentation qui est calé pour conserver un débit admissible par le réseau aval.



01

Le déversoir de traitement du bassin de transit est comparable aux systèmes de surverse employés dans les décanteurs.

Après avoir évalué les paramètres de calcul (débit critique, débit maximum à l'amont...), ainsi que la fraction du débit et du flux polluant à déverser, il faut dimensionner le déversoir d'orage capable de satisfaire à ces conditions.

Divers calculs hydrauliques sont proposés dans la littérature, pour les déversoirs d'orage de type classique (13) (19) (21) (22). Les déversoirs latéraux présentent cependant des difficultés de calcul et on ne connaît pas précisément le domaine de validité des formules, ni leur précision.

Les calculs appliqués sont donc ici répertoriés sans être présentés sous l'angle mathématique ; cette

présentation sera restreinte aux déversoirs les plus courants.

1.1. Les déversoirs d'orage classiques

Latéral à seuil bas

Le seuil est disposé latéralement et comporte, soit des lames métalliques, soit des batardeaux pour le réglage de la hauteur. Ce réglage de la crête, souvent calé au niveau le plus bas, constitue un facteur de sécurité en supprimant tous risques de saturation dans le réseau amont.

En période de hautes eaux, le déversoir risque d'être alimenté par l'émissaire et il faut pour cela mettre en place un dispositif anti-retour sur cette conduite.

Il n'y a pas de directive appliquée au réglage de ces déversoirs et c'est l'expérience du personnel exploitant qui permet, cas par cas, le meilleur réglage (1) (20).

Bien que ce type de déversoir soit très utilisé, ces constatations amènent à en déconseiller l'emploi toutes les fois que c'est possible, et à préférer le seuil élevé ou le leaping weir, qui sont présentés ci-après.

La difficulté à dimensionner le déversoir à seuil bas réside dans le fait qu'il se situe à la limite de l'écoulement en régime critique. Deux cas d'écoulement sont retenus (21) :

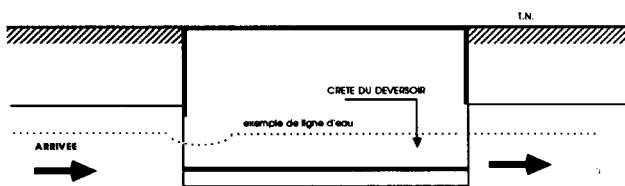
- un écoulement critique à l'entrée, avec un régime torrentiel au droit du seuil
- un écoulement où à l'entrée, la hauteur d'eau est supérieure à la hauteur critique.

Les différentes formules sont basées sur les paramètres suivants :

- débit à évacuer
- charge à l'amont du déversoir
- hauteur d'eau amont et aval le long du déversoir
- hauteur de pelle,

et elles donnent le calcul de la longueur de seuil.

Figure 9 DEVERSOIR LATERAL A SEUIL BAS



Latéral à seuil élevé

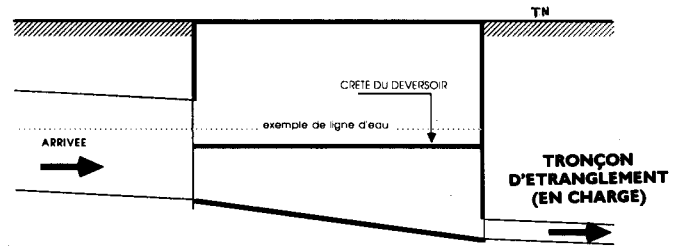
Le déversement se fait latéralement au niveau d'une chambre de pente supérieure au radier de la conduite.

Ce déversoir est de préférence utilisé lorsque le régime amont est fluvial. Le comportement hydraulique de ce déversoir est connu et actuellement le dimensionnement est accessible avec une bonne marge de sécurité et de fonctionnement.

Dans la plupart des cas, le seuil élevé évitera le retour des eaux de l'émissaire dans le réseau.

Le calcul du déversoir latéral à seuil élevé doit s'effectuer en tenant compte des conditions aval d'écoulement. La conduite aval peut être en charge ou à écoulement libre lors du déversement maximal. La longueur du seuil est calculée de façon à avoir une faible hauteur de lame déversante à l'aval du déversoir, ce qui favorise la régulation du débit évacué vers la station d'épuration (13) (19) (21).

Figure 10 DEVERSOIR LATERAL A SEUIL ELEVE



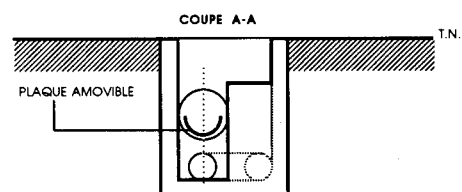
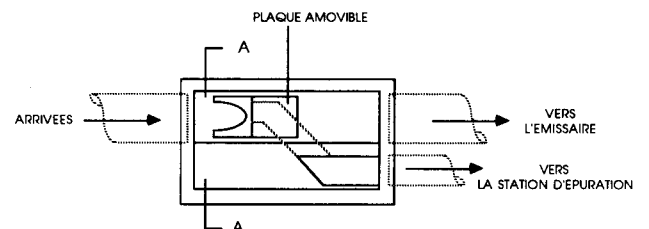
A ouverture de radier : leaping weir

Les eaux usées de temps sec chutent dans une ouverture pratiquée dans le radier de la canalisation. Les débits excédentaires de temps de pluie sont évacués en franchissant l'ouverture pour continuer dans l'alignement de la conduite amont.

L'ouverture dans le radier est réglable à l'aide d'une plaque métallique plane ou mise en forme, rectangulaire ou avec une découpe parabolique.

Ce type d'ouvrage est installé lorsque l'écoulement est torrentiel et dans une forte pente (quelquefois plus de 20 %) (13) (19) (21).

Figure 11 DEVERSOIR A OUVERTURE DE RADIER





02

L'A.T.V. (Abwasser Technische Vereinigung - Association des Techniciens de l'Assainissement en République Fédérale Allemande) et le S.T.U. (Service Technique de l'Urbanisme en France) préconisent deux formules selon que la pente est inférieure ou supérieure à 20 %. Pour la Direction Départementale de l'Agriculture et des Forêts du Bas-Rhin, les formules utilisées sont appliquées à des pentes inférieures ou supérieures à 10 %. Le calcul du partage des débits est effectué avec une bonne exactitude, sauf pour les débits élevés.

Avec une rigole de tarage

Le débit aval s'écoule dans la rigole et la surverse est dirigée vers l'émissaire ou un bassin d'orage.

Ce système particulièrement simple est le plus couramment employé en zone rurale.

Il est tout à fait acceptable à condition d'être calculé correctement (avec une charge aval nulle). Il comporte généralement de très grandes longueurs.

1.2. Les déversoirs semi-automatiques et automatiques

Parmi les déversoirs semi-automatiques, on peut citer (20) :

- les déversoirs à vanne classique
- les vannes cylindriques
- les vannes à clapet.

Ces trois modèles sont équipés d'un flotteur qui commande l'ouverture dès qu'un niveau prédéterminé est atteint à l'amont ou à l'aval.

Les ouvrages automatiques sont les vannes motorisées et les barrages gonflables ; ils le manoeuvrent, soit à distance dans le cadre d'une gestion automatisée du réseau, soit sur le site à l'aide de capteurs et d'une unité de calcul pour l'asservissement.

Ces déversoirs demandent un entretien régulier et les risques de détérioration sont supérieurs à cause des pièces mécaniques mobiles. Certains ouvrages sont employés pour les eaux superficielles, pour l'irrigation.

1.3. Procédures de calcul

Quel que soit le type de déversoir que l'on dimensionne, la démarche de calcul habituellement respectée est la suivante (19) :

- pour les déversoirs à seuil élevé :
 - définition des données de base : débit, diamètre, amont, pente du radier amont
 - fixation du diamètre et de la pente aval
 - calcul des conditions aval et amont
 - vérification du régime d'écoulement amont
 - fixation de la hauteur de crête
 - fixation de la hauteur de charge amont admissible
 - calcul de la longueur de la crête
 - calcul de la longueur de conduite étranglée et des caractéristiques hydrauliques en cas d'orage, lorsqu'on a un tronçon aval d'étranglement
 - canalisation de décharge.
- Pour les déversoirs à ouverture de radier (leaping weir) :
 - définition des données de base
 - calcul des caractéristiques hydrauliques en écoulement normal en amont de la chute
 - vérification de la chute d'écoulement amont
 - calcul du nombre de Boussinesq
 - calcul des caractéristiques hydrauliques de l'écoulement au droit de la chute
 - définition des caractéristiques de l'ouverture
 - calcul du partage des débits.

Lorsque les calculs ne satisfont pas aux conditions imposées, il faut changer un paramètre (par exemple la longueur du déversoir) et recommencer. Pour cela, la D.D.A.F. du Bas-Rhin a mis au point un programme de calcul des déversoirs à seuil élevé et à leaping weir.

Soulignons que seuls les déversoirs ayant des fonctions de tarage vis à vis de l'aval sont à calculer avec précaution. Les autres déversoirs, qui n'interviennent qu'en complément (trop plein) de bassins d'orage, sortent de cette catégorie.

2. L'ALIMENTATION

2.1. Alimentation gravitaire

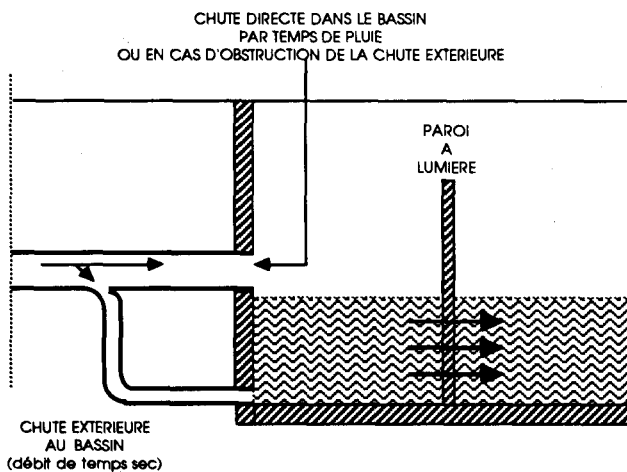
Elle peut être directe, c'est-à-dire sans ouvrage particulier, ou latérale avec un ouvrage tel que déversoir, rigole de tarage...

Les systèmes d'alimentation sont prévus pour ne jamais limiter le débit maximal d'entrée dans le bassin. L'alimentation du bassin doit toujours se faire de façon à éviter la mise en charge du réseau.

Dans les cas de connexion latérale, ceci est toujours vérifié ; pour la connexion directe, un système de chute doit être envisagé ; par temps sec et petite pluie, l'alimentation du bassin se fait par la chute extérieure ; par forte pluie ou dans le cas d'une obstruction de la chute extérieure, la chute directe dans le bassin est sollicitée (voir schéma ci-dessous).

La turbulence se produisant en entrée de bassin et nuisant à la décantation dans le bassin sera atténuée grâce à des ouvrages tels que les parois à lumière..., qui se justifie essentiellement dans le cas des bassins de transit, afin d'éviter la formation de courants préférentiels.

Figure 12 PAROI A LUMIERE



Les déversoirs d'orage à lame mobile sont plus évolutifs et à ce titre mieux adaptés à un ouvrage tel que le bassin d'orage dans la mesure où les calculs théoriques sont toujours difficiles à mener. Néanmoins, il reste toujours le risque que l'exploitant laisse la lame en permanence au niveau le plus bas.

Les rigoles de tarage doivent être assez étroites (15 cm au maximum de large) de façon à éviter les dépôts qui pourraient s'y former et engendrer des sources de déversement inopportuns.

2.2. Alimentation non gravitaire

Les équipements mis en oeuvre sont pratiquement toujours des pompes et parfois des vis de relèvement (type Archimède).

En règle générale, ces équipements sont prévus lorsque la faisabilité d'une solution gravitaire n'a pu être établie.

On remarquera qu'une alimentation non gravitaire limite en général le débit d'admission et qu'elle est desservie par le risque de panne associé aux vis et aux pompes.

Il faut cependant signaler qu'une conception non gravitaire de l'alimentation permet d'affranchir la position du bassin, de celle du réseau. On pourra en particulier l'isoler du réseau si nécessaire (travaux...).

Le choix fait entre pompe et vis est fonction du service attendu, des possibilités financières.

Les vis d'Archimède présentent un certain nombre d'avantages par rapport aux pompes (débit pratiquement indépendant de la charge amont, relèvement de tous les débits inférieurs à leur débit maximal sans automatisation compliquée, usure et entretien réduits, obstructions exceptionnelles, bon rendement), mais leur mise en oeuvre coûte cher. La limite de la hauteur de relèvement peut être un facteur important du choix.

Les pompes à utiliser préférentiellement sont des pompes centrifuges monocanal dont le diamètre de passage est suffisant. Si la plage de débits que doit restituer la pompe est large, on préférera les pompes à vitesse variable, mais ce choix est fonction des conditions locales.

2.3. Pratiques actuelles de l'alimentation

Lors des visites de terrain, un certain nombre de maladresses ont été relevés. Il est utile de les signaler, et d'en décrire les conséquences.

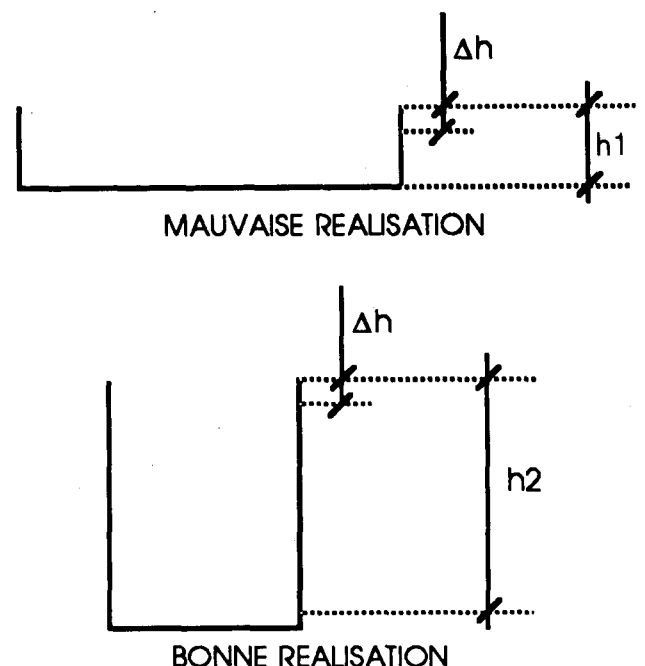
Le système d'alimentation gravitaire a été mal dimensionné

Le débit arrivant sur la station d'épuration est trop important ou insuffisant (déversoirs d'orage réglés trop haut ou trop bas). L'alimentation du bassin est irrégulière, trop ou pas assez fréquente. Dans ce cas où le déversoir d'orage est réglé trop haut, la station à l'aval reçoit un débit trop important et très pollué, ce qui perturbe son fonctionnement (lessivage possible). Dans le cas où le déversoir est réglé trop bas, elle ne fonctionne pas à sa capacité optimale et on peut observer, par le trop plein du bassin de pollution, des déversements d'eaux très chargées qui auraient pu être traitées par la station.

Les rigoles de tarage sont des systèmes plus fiables, que de simples déversoirs, mais si elles sont trop larges, elles sont difficiles à régler et permettent le dépôt de sables, déchets...

La majorité des déversoirs rencontrés au cours des visites sont de type "à seuil", haut ou bas. Leur plus ou moins bon fonctionnement est lié au réglage de leur hauteur, laissé à l'appréciation de l'exploitant. Par exemple, on a rencontré des déversoirs qui débordaient même par temps sec. Lorsque le déversoir n'est pas réglable, le dimensionnement doit être particulièrement soigné lors de la conception. On a vu un déversoir en limite de débordement en heures creuses, lorsque le poste de relèvement se mettait en marche.

Figure 13 COUPE SCHÉMATIQUE DE RIGOLE DE TARAGE



Une erreur de réglage Δh est plus sensible sur h_1 que sur h_2 . Les dépôts sont plus importants et perturbent plus l'écoulement en 1 qu'en 2.

Le système d'alimentation gravitaire a été mal positionné

Une mauvaise position relative des différents éléments d'un bassin perturbe son fonctionnement. Un système d'alimentation placé à proximité du trop plein va limiter le volume du bassin qui joue le rôle de décanteur ; les eaux alimentant le bassin sont presque tout de suite déversées par le trop plein du bassin, lorsque ce dernier est plein.

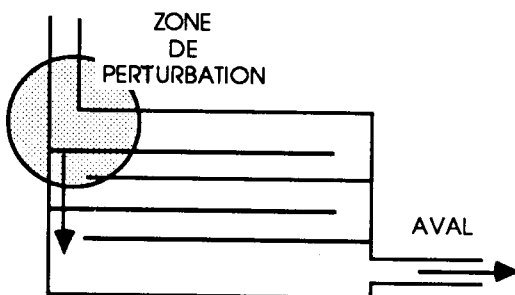
Quand le système d'alimentation est situé juste à l'aval d'un point d'arrivée d'eaux refoulées, le fonctionnement hydraulique de ces rigoles ou déversoirs est perturbé.

Dans le cadre d'une alimentation directe du bassin, la canalisation d'arrivée doit être dans l'axe du bassin afin d'éviter des dépôts dans le coude d'arrivée.

Figure 14 RACCORDEMENT SUR BASSIN A SERPENTIN



MAUVAISE REALISATION



BONNE REALISATION

L'alimentation gravitaire ne fonctionne jamais

Elle est parfois impossible à cause du fonctionnement du réseau amont. Si celui-ci possède des déversoirs d'orage réglés trop bas, le débit arrivant à la station sera inférieur à celui permettant l'alimentation du bassin et celui-ci ne sera jamais rempli !

Le système d'alimentation non gravitaire a été mal dimensionné

De même que les déversoirs et les rigoles de tarage peuvent être mal réglés, les pompes et les vis peuvent présenter un mauvais fonctionnement : le débit théorique de fonctionnement peut être largement différent du débit réel. On retrouve les conséquences décrites précédemment.

La pompe a pu être changée par une autre n'ayant pas les mêmes caractéristiques. Le résultat est semblable : sous-emploi de la station (car le débit

aval maximal n'est pas atteint : trop d'eaux pompées vers le bassin) ou surcharges hydrauliques et organiques (pompe pas assez puissante).

Le fonctionnement de l'alimentation non gravitaire est anormal

Pour la même raison qu'en alimentation gravitaire, les pompes alimentant le bassin ne pourront jamais être mises en route si le débit d'arrivée est insuffisant.

Ces systèmes permettent de bien contrôler le débit admis dans le bassin et de positionner le bassin indépendamment du réseau et de la station ; cependant ces systèmes provoquent des consommations énergétiques supplémentaires et présentent des risques de mauvais fonctionnement.

Ainsi certains réseaux drainants, provoquent une utilisation trop fréquente des pompes, alors que dans d'autres cas les pompes ne peuvent fonctionner car le débit requis n'est jamais atteint !

L'alimentation par vis est rare mais présente l'avantage d'un moindre risque d'obstruction (par rapport aux pompes). Elle est mise en place, lorsque la station est déjà alimentée par une vis, elle sert alors de vis de secours.

En conclusion

Ces problèmes d'alimentation mettent en évidence la nécessité de parfaitement connaître le réseau amont (et son fonctionnement), les arrivées d'eau, et les possibilités du réseau et de la station en aval.

Pour assurer une bonne alimentation du bassin, il faut maîtriser le fonctionnement des déversoirs d'orage amont, savoir ce que peut accepter la station et connaître assez précisément les débits arrivant à la station (ce qui souligne l'importance néfaste des eaux parasites dans le réseau).

Le calcul des déversoirs, rigoles, pompes, vis, etc... doit être fait avec précision, en s'appuyant sur les données propres à chaque site. La réalisation des travaux devra se faire conformément aux indications données et être contrôlée avec sérieux.

3. VIDANGE DU BASSIN

C'est le point le plus délicat de la conception. Si l'on ne peut pas remplir un bassin, une fois qu'il est plein, il est nécessaire de le vider !

Que la vidange soit gravitaire ou non, les problèmes liés à la charge des eaux sont les mêmes : encrassement, obstruction, devenir des produits déposés, etc.

3.1. Vidange gravitaire

3.1.1. Les bassins à connexion directe

La vidange du bassin se fait presque toujours grâce à une conduite étranglée. Elle permet de limiter le débit évacué vers l'aval en fonction des données aval existantes ou projetées lorsque le bassin est en activité ; par temps sec, elle sert à transiter le débit arrivant.

Lorsque le débit maximal à évacuer par temps de pluie est réduit, le diamètre calculé de la conduite étranglée, risque d'être trop faible (inférieur à 200 mm). Dans ce cas là, on prévoit un diamètre supérieur (au minimum 200 mm) sur lequel on place

un réducteur (clapet type flotteur à niveau aval constant ou autre système).

La conduite étranglée est un système simple qui assure un débit aval donné lorsqu'il est correctement dimensionné, mais ne peut varier à la demande. L'adjonction de régulateurs (type clapet à flotteur) améliore cette insuffisance mais ils sont sources d'encombrement et d'obstruction à l'écoulement (18).

Dans tous les cas, on prévoiera une conduite de vidange secours, placée environ 50 cm au-dessus du point de vidange normal : on peut ainsi vider partiellement le bassin pour faciliter la désobstruction de la vidange normale. Ces deux conduites doivent être munies de vannes, on peut ainsi isoler le bassin (voir figure 15).

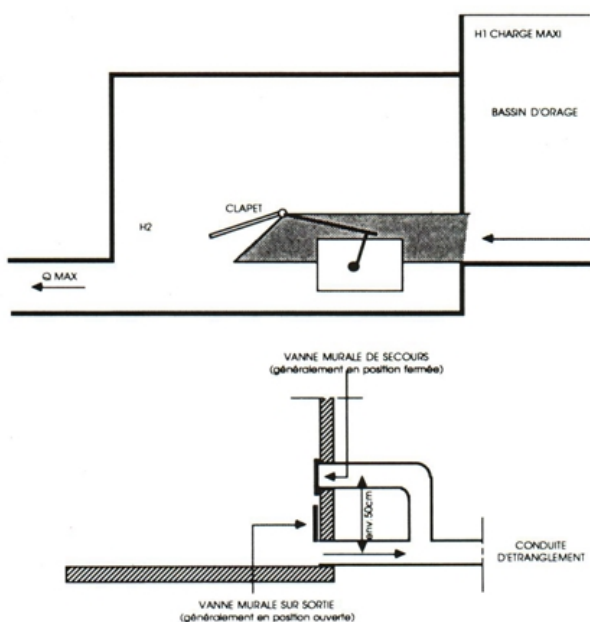
En temps normal la vanne normale est ouverte et la vanne de secours fermée. Dès que la vidange normale est obstruée, il faut ouvrir la vanne de secours de façon à ne pas interrompre l'écoulement (très souvent, ces vannes étant manuelles, les deux sont ouvertes en permanence pour simplifier l'exploitation !).

3.1.2. Les bassins à connexion latérale

La vidange gravitaire n'est pas nécessairement le fait d'une conduite étranglée au vrai sens du terme : il s'agit parfois d'une simple ouverture dans le fond du bassin conduisant à un poste de relèvement ou autre. Une vanne assure la commande de la vidange.

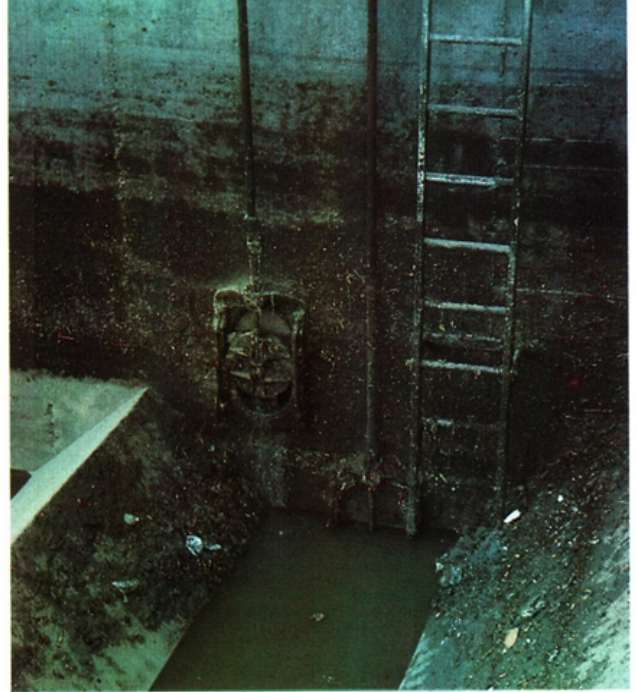
La vidange gravitaire des bassins est peu aisée car les systèmes existants manquent d'efficacité et posent des problèmes d'entretien et d'exploitation. En Alsace, le contrôle centralisé faisant intervenir la commande à distance des vannes des bassins est à l'étude (ce système permettra une meilleure utilisation des bassins en réseau).

Figure 15 OUVRAGES DE VIDANGE GRAVITAIRE



3.2. Vidange non gravitaire

Les eaux de vidange sont presque toujours pompées, parfois relevées à l'aide d'une vis. Le choix entre ces deux systèmes est fonction du service attendu, des possibilités financières...



03

Concernant le débit des pompes, deux impératifs sont confrontés :

- d'une part assurer un débit laminaire car une forte variation de débit sur les bassins de traitement de la station n'est pas une bonne chose. (On risque de faire déborder le bassin d'aération, le clarificateur, de provoquer des fuites de boues avec l'eau clarifiée...). **Il faudra éviter de pomper de gros débits sur une courte durée.**
- d'autre part, assurer une bonne sécurité hydraulique en pompant avec un débit supérieur à 20 l/s. En effet, pour des débits inférieurs, on a des problèmes avec des eaux chargées et en règle générale, il est délicat de tarer des ouvrages pour des débits inférieurs à 20 à 30 l/s. **Il faudra éviter de pomper de faibles débits sur une longue durée.**

Il est nécessaire de trouver les valeurs de débits et de temps de pompage rendant compatibles ces deux impératifs, assurant ainsi un bon contrôle de la vidange du bassin.

Le positionnement des pompes sera l'objet d'une grande attention : il faudra créer une surprofondeur dans le bassin dans laquelle seront logées les pompes. Tout le bassin sauf cette fosse sera ainsi vidé de son contenu.

On pourra éventuellement installer deux pompes placées l'une au-dessus de l'autre dans la fosse. La plus basse relèverait les boues de décantation, la deuxième plus haute, les eaux décantées uniquement (ce système peut s'envisager pour les stations possédant un digesteur).

La vidange non gravitaire permet une plus grande souplesse d'utilisation (variation des débits de vidange,...).

Celle-ci est généralement associée à des automatismes qui permettent d'alléger la tâche de l'exploitant.

Les pompes seront équipées de compteurs horaires, ce qui permettra à l'exploitant de suivre et analyser le comportement des ouvrages.

3.3. Point de renvoi des eaux

Dans tous les cas, il faudra éviter de renvoyer les eaux vers l'aval de façon non contrôlée.

Les eaux de vidange du bassin doivent être redistribuées sur le réseau, sans pour autant surcharger la station d'épuration hydrauliquement ou organiquement. Il faut contrôler le débit de vidange et le point de renvoi de ces eaux de vidange.

Ce point de renvoi n'est évidemment à considérer que pour les bassins à connexion latérale puisque les eaux de temps sec ne traversent pas le bassin.

Première solution :

Renvoyer les eaux de vidange en amont du système d'alimentation du bassin. Le débit maintenu à l'aval ne sera pas affecté ; cependant si le débit pompé est trop important on risque d'alimenter le bassin avec l'eau de sa vidange ! Dans ce cas là, un asservissement (par exemple par poires à niveau placées dans le bassin) ne suffit pas. Le débit pompé doit aussi être asservi au débit arrivant à l'amont du bassin afin d'éviter la réalimentation du bassin.

Deuxième solution :

Renvoyer les eaux de vidange en aval du système d'alimentation du bassin. La pompe de vidange est asservie au débit conservé vers l'aval (par capteur de débit, de niveau type palpeurs,...). On ne peut alors pomper que la différence avec le débit maximal admissible à l'aval.

La possibilité amont est la plus sûre pour éviter la surcharge : si l'automatisme de contrôle est défectueux, le débit excédentaire revient dans le bassin (même s'il s'agit d'une aberration énergétique).

Ce système impose que les eaux soient renvoyées bien en amont du système d'alimentation pour ne pas perturber son fonctionnement (mise en remous des eaux dans la rigole de tarage...).

La possibilité aval est la plus fine mais elle demande un automatisme très sûr, l'asservissement au débit aval maintenu est impératif.



04

3.4. Automatisation

Si l'automatisation d'un système d'alimentation du bassin ne pose pas de problème, il n'en va pas de même pour la vidange. En effet, la commande de vidange pose de gros problèmes aux exploitants. Très souvent mal ou insuffisamment étudié, l'asservissement provoque une mauvaise vidange du bassin et une surcharge de la station, ce qui est contraire à ce que l'on attend du bassin de pollution.

Le choix de l'automatisation est fonction du point où seront renvoyées les eaux de vidange. Dans les deux possibilités précitées, la vidange ne doit commencer qu'après la fin de l'alimentation du bassin.

Actuellement, la deuxième solution de renvoi des eaux est celle pour laquelle l'automatisation donne le fonctionnement le plus sûr et le moins coûteux, car la mise en place de capteurs est plus facile sur le débit aval conservé. L'automatisation est alors double :

- asservissement aux débits transités (aval ou total)
- asservissement aux niveaux hauts et bas dans le bassin.

La régulation peut être plus fine si elle est incluse dans la gestion complète d'un réseau.

Pratiques actuelles de l'automatisation

Actuellement l'automatisation est le plus souvent utilisée dans le cadre de bassin à connexion latérale et de la manière suivante.

Le bassin à connexion latérale se remplit lorsque le débit critique est atteint. Ensuite, le bassin étant plein ou non, la vidange démarre lorsqu'une consigne est déclenchée, par exemple :

- un seuil de pression descendante mesurée dans la conduite amont du déversoir d'alimentation du bassin ;
- une temporisation déterminée sur le système qui commande l'opération de mise en route, type doseur cyclique.

L'automatisation doit permettre d'éviter une situation couramment rencontrée aujourd'hui : l'existence d'un système d'asservissement, aux seuls niveaux dans la bêche, qui n'est pas utilisé, car il perturbe le fonctionnement de la station puisque le débit de vidange n'est pas fonction du débit arrivant sur la station.

Pour éviter cela, l'exploitant assure la vidange manuellement, ce qui se révèle désastreux dans les cas d'exploitation insuffisante.

4. DEVERSOIRS DE TRAITEMENT ET TROP PLEIN

Ces deux éléments mettent en relation directe le bassin avec le milieu récepteur. Il faut soigner particulièrement ses ouvrages afin qu'ils assurent un fonctionnement optimal du bassin, et en particulier les deux détails suivants :

- Les déversoirs et trop plein doivent être munis d'une paroi plongeante (ou cloison siphonoïde) afin d'éviter l'entraînement de flottants et d'huiles vers le milieu récepteur.
- Ces ouvrages doivent être bien positionnés afin que le bassin joue pleinement un rôle de décanation (éviter de placer le point d'alimentation à proximité du trop plein ; le temps de passage serait de l'ordre de quelques secondes alors que le temps de traversée préconisé est compris entre 10 et 20 mn).

Si la conception du trop plein est souvent simplifiée (il s'agit en général d'un trou dans la paroi suivi d'une chute verticale et d'une conduite rejoignant l'exutoire rapidement), il n'en est pas de même dès lors que l'on veut réaliser un vrai déversoir de traitement.



05

La canalisation de décharge doit être dimensionnée pour l'écoulement maximal possible en cas de saturation du réseau, afin de maintenir le déversoir ou le trop plein non noyé par la canalisation de décharge. Quatre précautions doivent être prises :

- essayer d'avoir de longs seuils de déversements,
- maintenir la charge hydraulique (débit ramené à la surface du bassin) inférieur à $10\text{m}^3/\text{h.m}^2$ pour l'intensité de pluie critique,
- maintenir la vitesse horizontale d'écoulement (en bassin rectangulaire) à une valeur inférieure à 5 cm/s , pour le débit d'arrivée maximum,
- le temps de traversée du bassin (à bassin plein), ne doit pas être inférieur à 5 mn ; il n'est pas nécessaire d'excéder 20 mn .

5. OUVRAGES ET EQUIPEMENTS DE PRETRAITEMENT

5.1. Implantation par rapport au prétraitement d'une station d'épuration

Les sables, les graisses, les matières solides apparaissent comme très nuisibles au fonctionnement et à l'entretien des bassins d'orage.

En effet non dégrillé, non dessablé, non dégraissé, non déshuilé, l'effluent qui pénètre dans le bassin est extrêmement chargé et suivant le type de réseau amont, les dépôts dans le bassin peuvent devenir très importants.

Lorsque le bassin d'orage est situé sur le terrain de la station d'épuration ou à proximité immédiate de celle-ci, il apparaît donc logique de placer le bassin d'orage **après** les prétraitements ; moins de flottants, moins de graisses et surtout moins de sable, allègeront d'autant l'exploitation du bassin.

Les prétraitements à l'amont du bassin seront donc relativement surdimensionnés par rapport à des prétraitements à l'aval, cependant le surcoût d'investissement assez faible (pour dégrillage et dessablage) sera largement compensé par un moindre coût d'exploitation.

Le rendement d'un dégraisseur est à l'heure actuelle souvent faible. Il apparaît donc peu intéres-

sant de surdimensionner cet ouvrage (dont l'investissement est assez lourd).

Il sera donc judicieux de placer dégrillage et dessablage à l'amont du bassin de pollution, le dégraisseur pouvant être placé à l'aval.

5.2. Critères de dimensionnement

L'utilisation d'ouvrages capables de fonctionner dans de bonnes conditions sur une large plage de débits est fondamentale.

En particulier, les dessableurs à vitesse constante permettent une bonne efficacité avec des débits variables : l'utilisation d'un déversoir "tour Eiffel" assure ce maintien de la vitesse (on pourra noter que ce déversoir est facilement adaptable sur les dessableurs existants) si la dénivellation est suffisante.

5.3. Pratiques rencontrées

Lorsque le bassin d'orage est implanté à l'amont immédiat de la station d'épuration, il apparaît donc préférable de placer le bassin de pollution **après** les prétraitements ; moins de flottants, moins de graisses et surtout moins de sable, allègeraient d'autant l'exploitation du bassin.

Or, en règle générale, le bassin de pollution est placé **avant** les prétraitements ; la moitié des bassins visités présentaient un dégrillage (souvent sommaire) avant le bassin. Seulement quatre bassins suivaient un dessableur et dans un cas dégraisseur.

Dans un cas, le fond du bassin est envahi par une épaisseur de sable d'au moins 10 cm (20 cm par endroits) malgré un curage régulier (1 fois par mois). Ce bassin est situé à l'exutoire d'un bassin versant ayant des pentes importantes ; à chaque orage une grande quantité de sable est entraînée dans le réseau et se dépose dans le bassin qui joue involontairement le rôle d'un dessableur.

Dans un autre cas, le bassin est précédé d'un dégrillage et d'un dessablage. Cependant, le dessableur piège en plus du sable une très forte proportion de matières en suspension.

5.4. Prétraitement et bassin d'orage sur réseau

L'utilisation de dégrillage - dessablage à l'amont d'un bassin devrait toujours être recommandée.

C'est une solution viable dans le cadre de bassins placés en tête de station car l'enlèvement des déchets est régulier.

Dans le cadre des bassins implantés sur le réseau, la présence de ces prétraitements à l'amont risque de poser des problèmes d'entretien plus importants encore que ceux déjà existants, puisque les bassins existants sont peu ou mal suivis. La présence de prétraitements pourra avoir un effet positif, obligeant l'exploitant à surveiller régulièrement ce bassin. Par contre un mauvais suivi de ces prétraitements nuira aux fonctionnements du bassin et de tout le réseau (ceci est surtout vrai pour les dégrilleurs).

DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Dans ce chapitre sont rassemblées toutes les informations utiles concernant les dispositions constructives complémentaires et permettant une bonne conception détaillée d'un bassin d'orage :

- Géométrie,
- Dimensions du bassin,
- Forme du radier,
- Matériau de construction,
- Insertion dans le site,
- Aménagements complémentaires.

1. GEOMETRIE DU BASSIN

Ce sujet recouvre deux aspects : la forme générale du bassin et celle du fond.

En France, les bassins visités se répartissent en quatre types :

- Rectangulaire, avec une pente horizontale et transversale,
- Circulaire, avec une arrivée tangentielle des eaux et une évacuation par le fond au centre du bassin (voir figure 16),
- Pyramidale inversée,
- Tuyaux de grand diamètre installés en batterie de deux ou trois (voir figure 17).

Cependant, les recherches sur la forme n'ont pas été aussi poussées qu'à l'étranger.

La géométrie du bassin et du fond vont influencer très fortement la nature des écoulements hydrauliques et on pourra observer des dépôts selon des zones préférentielles.

Les bassins rectangulaires présentent des dépôts le long des parois ; les bassins circulaires à alimentation tangentielle, des dépôts en forme de fève. Dans tous les cas de forme, le fond du bassin présente toujours des dépôts, et la forme du radier sera étudiée, non pour éviter les dépôts, mais pour faciliter leur élimination.

Une rampe d'accès doit être envisagée si un nettoyage par engin mobile est prévu, ce qui influe sur la géométrie.

Les espoirs mis à l'origine dans les bassins circulaires ou octogonaux avec arrivée tangentielle et prise de fond (effet de café) ne sont pas réalisés. En effet, à l'arrêt de la pluie, il n'y a plus de forces de mise en rotation alors que les durées de vidange atteignent plusieurs heures. La mise en place d'agitateurs permet éventuellement de pallier cette difficulté.

Enfin, on peut signaler que la forme du bassin peut influencer sur son coût (pose de palplanches en forme circulaire, rectangulaire ou quelconque ...).

Figure 16 BASSIN D'ORAGE AVEC ARRIVEE TANGENTIELLE

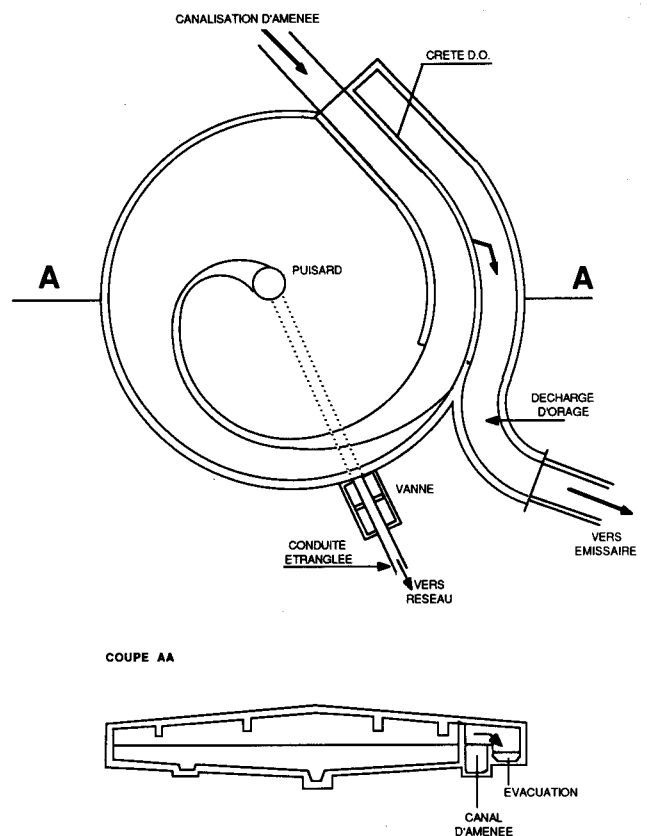
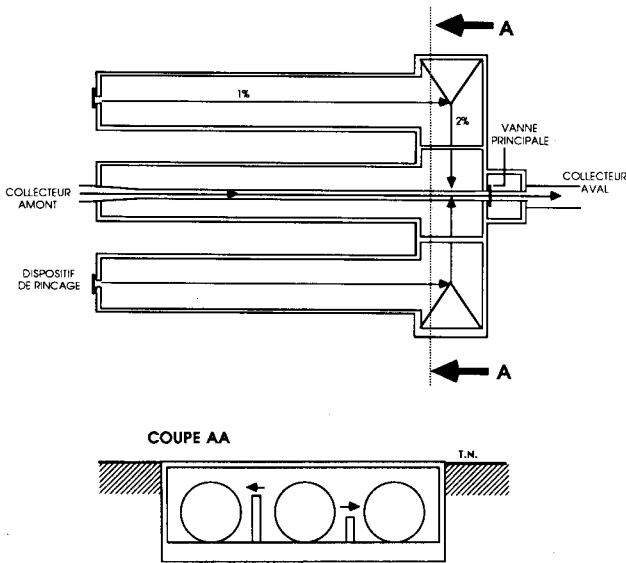


Figure 17 CONDUITE DE GRAND DIAMETRE EN BATTERIE



2. DIMENSIONS DU BASSIN

2.1. Volume

Le volume est directement déduit de la méthode de dimensionnement, ce qui explique la grande variabilité des valeurs rencontrées. Les bassins visités allaient de 20 à 1700 m³.

En règle générale, on évitera les bassins de très grand volume d'un seul tenant. On préférera des chambres successives dans le cas de bassin dont le volume total est supérieur à 400 m³.

Les bassins placés côte à côte seront alimentés par surverses successives ; le maximum de matières polluantes est retenu dans le premier bassin et les eaux de surverse sont plus claires ; l'entretien des dernières chambres est plus aisé (peu de dépôts) et lors des petites pluies, seules les premières chambres sont alimentées (volume sali moindre).

2.2. Hauteur

On peut considérer qu'une hauteur utile du bassin de l'ordre de 2 m à 3 m est une valeur tout à fait correcte.

Si l'on veut que le bassin ait un rôle de décantation, il faut une hauteur minimale de 1,5 m.

Des bassins à faible hauteur peuvent être recommandés lorsque se pose le problème des nappes phréatiques peu profondes. Inversement des bassins profonds peuvent être construits si les conditions de projet ne permettent qu'une faible surface au sol.

2.3. Diamètre de bassins de stockage en ligne ou tuyaux enterrés

L'utilisation de tuyaux de grands diamètres peut s'avérer fort intéressante, en particulier pour des bassins de moins de 100 m³.

Les tuyaux peuvent être disposés en simple file ou en batterie.

Le calcul du volume donne une idée du diamètre à utiliser (en général 1000 à 3000 mm) ; mais la valeur du diamètre et la longueur de canalisation qui en découle sont à optimiser en fonction des conditions de terrain et de coût.

3. FORME DU RADIER

3.1. Radiers plats (pente < 2 %)

Sur ce genre de radiers, on constate des dépôts lors de faibles remplissages. Ils ne sont donc concevables qu'en bassins ouverts et dans le voisinage d'une station d'épuration (présence permanente de personnel d'entretien).

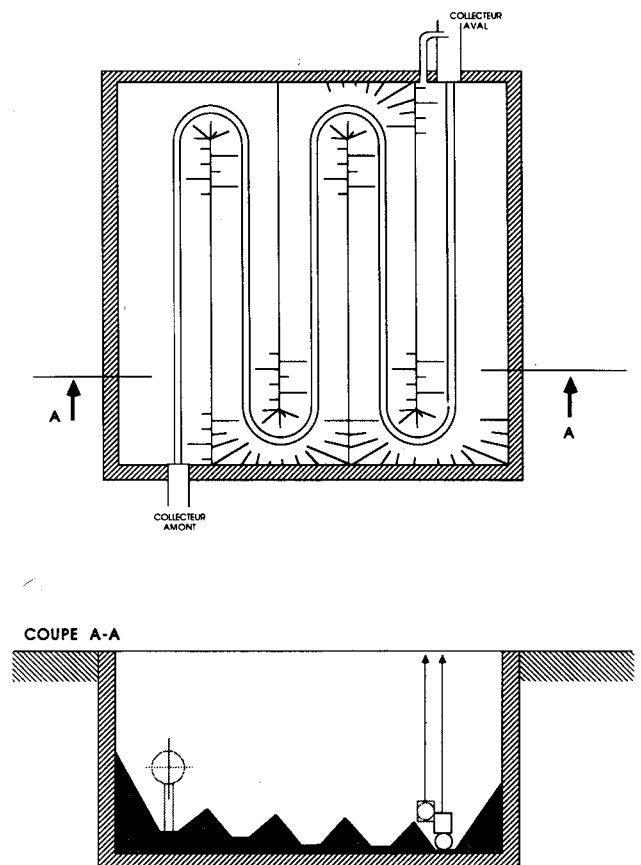
Dans les autres situations, la mise en place d'agitateurs, qui maintiennent les particules en suspension, permettrait seule d'avoir recours à des radiers plats.

3.2. Radiers avec rigoles autocurantes en serpentin (voir figure 18)

Les bassins rectangulaires avec rigoles en serpentin donnent entière satisfaction du point de vue de l'autocurage, à condition de respecter quelques précautions :

- Prévoir des vitesses de l'ordre de 0,6 m/s pour le débit de temps sec et prendre en compte les pertes de charge dans les coudes ;
- Disposer, même avec des pentes minimales longitudinales des rigoles de 0,002 m/m, des dénivellées relativement importantes. Les pentes transversales souhaitables et limites sont données par les figures 19 et 20.

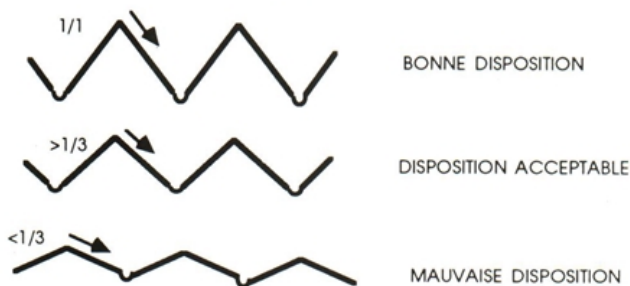
Figure 18 BASSIN D'ORAGE A RIGOLE EN SERPENTIN





06

Figure 19



Cette conception facilite l'entretien mais ne le supprime pas complètement.

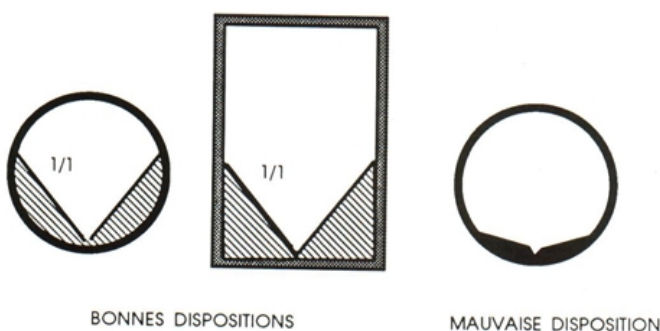
Le bassin est propre grâce à la rigole autocurante, et le passage d'une équipe de nettoyage est rare (une fois par an).

Par contre, des défauts dans la construction de la rigole peuvent provoquer des difficultés d'exploitation.

3.3. Bassins en tuyaux de grand diamètre

La mise en oeuvre de rigoles en temps sec est souvent proposée, surtout lorsque le débit de temps sec est faible (inférieur à 5 l/s). Il est alors préférable de prévoir un béton de pente supérieure à 1/1 sinon on risque des dépôts (fond plat). C'est malheureusement au prix d'une perte de volume.

Figure 20



4. MATERIAUX DE CONSTRUCTION

Le choix du matériau du bassin est fonction d'un certain nombre de critères :

- Résistance mécanique de l'ouvrage aux efforts,
- Résistance à la corrosion - longévité,
- Résistance à l'entretien,
- Coût.

Un bassin en terre revêtu d'une feuille étanche revient environ dix fois moins cher qu'un bassin en béton.

Le matériau utilisé conditionne les modalités d'entretien : par exemple, le curage par un racleur mécanique ne pourrait qu'endommager un bassin en terre étanchéifié.

D'après les visites, les bassins en béton ou en maçonnerie sont ceux qui résistent le mieux.

Les bassins en terre compactée sont souvent détériorés par l'action de l'eau et des curages successifs ; ils peuvent présenter des défauts d'étanchéité. Dans certains cas, le fond du bassin a été bétonné après coup pour résoudre ces problèmes.

Les bassins imperméabilisés par une feuille plastique ou du papier goudronné posent de gros problèmes d'entretien et leur fragilité ne peut être mise en doute. Le revêtement est parfois traversé par la végétation.

On constate aussi que les bassins couverts se dégradent plus vite que les bassins bien aérés : la condensation d'eau sur le plafond provoque une forte corrosion des matériaux (type béton).

5. INSERTION DANS LE SITE : BASSINS COUVERTS OU BASSINS OUVERTS ?

5.1. Bassins ouverts

Les bassins d'orage découverts sont des ouvrages non accessibles au public, qu'ils soient à sec ou en eau. Ces bassins ouverts se rencontrent en milieu rural ou suffisamment éloignés de tout passage fréquent. Ils permettent un accès facile pour les opérations d'entretien.

L'expérience montre que les bassins ouverts ne gênent pas l'environnement par des émissions d'odeurs (sous réserve de les implanter à plus de 200 m des habitations).

On a constaté qu'à caractéristiques de dimensionnement égales, les bassins ouverts étaient plus propres que les bassins couverts (la fierté du service d'entretien sans doute).

En tous cas les bassins ouverts sont moins coûteux, permettent une meilleure surveillance et facilitent très sérieusement l'entretien.

Les inconvénients des bassins ouverts sont :

- Le respect d'une distance minimale aux habitations (200 m),
- La nécessité d'assurer la clôture du terrain (sécurité).

5.2. Bassins couverts

Dans les zones urbaines ou lorsque la surface du sol est destinée à un autre usage, les bassins d'orage sont nécessairement enterrés.

Des ouvertures d'accès, permettant une bonne ventilation pendant les travaux de nettoyage, doivent être prévues en nombre suffisant.

Il est nécessaire de disposer d'un regard de visite :

- Au-dessus de l'entrée de la conduite étranglée,
- Au-dessus de la conduite d'amenée,
- Au-dessus de la conduite d'évacuation après le déversoir de traitement.

6. AMENAGEMENTS COMPLEMENTAIRES

Tous les bassins devront être parfaitement accessibles aux véhicules et en particulier aux camions de curage (20 tonnes environ) : chemin d'accès praticable de tous temps, possibilité de manoeuvres ...

Tous les bassins devraient être munis d'une échelle permanente afin d'en permettre l'accès à tout moment. Celle-ci sera de préférence mobile et amovible, afin d'éviter les dépôts se produisant toujours sur les barreaux des échelles rivées à la paroi du bassin. Elle présentera un système d'an-

crage solide, et le cas échéant, pourra être déplacée par un treuil (système pont-levis).

Dans le cas d'échelle amovible, on prévoiera une barre verticale dans un coin du bassin, qui permettra de maintenir hors d'eau les personnes tombées accidentellement dans le bassin en l'absence de l'échelle.

On préférera aux barreaux lisses des barreaux torsadés moins glissants.

On évitera de placer les échelles à proximité d'organes en mouvement, même lents, comme les vis.

Un point d'eau accessible et facilement utilisable sera mis en place à proximité du bassin.

Autour des bassins ouverts, on prévoiera une rambarde de sécurité, comme on le fait pour les autres ouvrages de station d'épuration.

Les bassins couverts devront présenter en plus :

- Une ventilation permanente efficace (la circulation d'air autorisée par deux plaques d'égouts situées à chaque extrémité du bassin, n'est pas toujours suffisante),
- Des regards très accessibles et bien positionnés, en particulier dans le cas de vidange gravitaire ; on placera un regard au-dessus du point de sortie des eaux pour désobstruer si nécessaire.

EXPLOITATION D'UN BASSIN D'ORAGE

Ce chapitre est abordé de façon très pragmatique.

Après avoir dressé un panorama général des conditions et des équipements d'exploitation, les pratiques de terrain et les difficultés rencontrées sont décrites de manière détaillée.

Chaque fois que cela est possible, les solutions préconisées sur site, ainsi que les améliorations proposées par ce documents sont énoncés.

1. CONDITIONS GENERALES D'EXPLOITATION

Quel que soit le mode d'exploitation du réseau, le fonctionnement correct d'un bassin d'orage suppose :

- Une exploitation classique de l'ouvrage,
- Un entretien plus ou moins poussé après chaque utilisation de bassin

L'exploitation classique comprend :

- Des visites systématiques de l'ouvrage, de son équipement et de ses abords (au moins une fois par mois) afin de faire un diagnostic de leur état,
- Des essais des organes électro-mécaniques,
- Des nettoyages périodiques du bassin et de son équipement,
- Des travaux d'entretien des abords, de réfection du génie civil (reprise des enduits) et d'entretien des équipements mécaniques et électriques.

Après chaque utilisation de bassin, c'est à dire chaque pluie importante, un nettoyage plus ou moins poussé, adapté au type d'ouvrage est à effectuer. Ce sera par exemple :

- Nettoyage au jet pour les bassins à connexion directe à rigoles autocurantes,
- Raclage manuel ou automatique et enlèvement des dépôts pour les bassins à connexion latérale.

La mise au point des conditions générales d'exploitation d'un bassin d'orage résulte donc d'un compromis entre les tâches d'exploitation classique et les tâches d'entretien après chaque utilisation de bassin.

Dans la pratique actuelle, lors de l'étude de conception du bassin, l'entretien est rarement envisagé et il est laissé presque entièrement à la conscience de l'exploitant. L'erreur consiste à ne pas prêter suffisamment attention au problème, à négliger cet aspect en invoquant un surcoût en investissement, sans songer aux surcoûts de fonctionnement et d'entretien qui en découleront.

Or le type d'exploitation ultérieure doit être pris en compte et retenu dès la conception du bassin.

Les ennuis d'exploitation de ces bassins peuvent se réduire assez rapidement à un problème de nettoyage.

Si le bassin d'orage remplit correctement son rôle, en fin de vidange, on peut observer des dépôts en fond et sur les parois du bassin.

Les eaux ayant alimenté le bassin étaient très chargées, les dépôts engendrés sont très riches en matières organiques qui en se dégradant provoquent des dégagements gazeux malodorants.

Il faudra éliminer ces dépôts au plus vite pour limiter leur effet néfaste sur le voisinage, et pour conserver la capacité de traitement optimale du bassin.

A l'heure actuelle, le nettoyage des bassins d'orage est la question majeure à laquelle il faut trouver des réponses satisfaisantes.

2. EQUIPEMENTS D'EXPLOITATION

Il s'agit essentiellement des équipements de lavage qui assurent l'entretien du bassin et font que celui-ci est effectué de façon aisée, rapide, à un coût minime ou non.

Les équipements décrits ci-après concernent les bassins en béton.

Pour les bassins en terre compactée (étanchéifiés ou non), les systèmes de raclage sont inadaptés. Dans ces cas-là, seul le jet d'eau peut être utilisé.

Les équipements de lavage classiques sont ceux qui permettent le nettoyage régulier des bassins avec enlèvement des dépôts formés. Pour cette raison, ils sont dits "actifs" et sont de trois types :

- équipements de nettoyage manuels
- installations mécaniques
- installations automatiques intégrées

Les équipements dits "passifs" évitent la formation de dépôts : il s'agit de rigoles autocurantes, des systèmes de remise en suspension des dépôts...

2.1. Equipements actifs

Le tableau qui suit indique les principaux systèmes actifs existants (24).

Equipements manuels de nettoyage

Les bassins sont grossièrement passés au jet à pression normale. Ce système n'est efficace qu'à condition d'accepter des dépenses de main d'oeuvre importantes. C'est cependant le plus simple à mettre en oeuvre.

Equipements mécaniques de nettoyage

Peu représenté en France, ce système devrait se

développer plus largement, compte tenu des expériences positives. Ce système est d'ailleurs largement inspiré du fonctionnement des décanteurs raclés.

Equipements automatiques

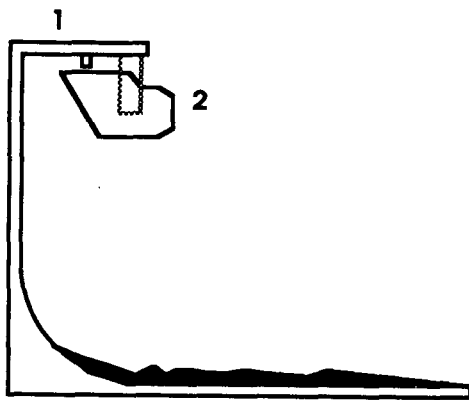
Ces systèmes ne peuvent s'envisager que pour des bassins dont la surface au sol excède 100 m². En deçà de cette valeur, le système est excessivement coûteux.

Il semble que le système à godet (voir figure 21) donne actuellement les meilleurs résultats.

VUE D'ENSEMBLE DES ÉQUIPEMENTS DE CURAGE DES BASSINS DE PLUIE (24)

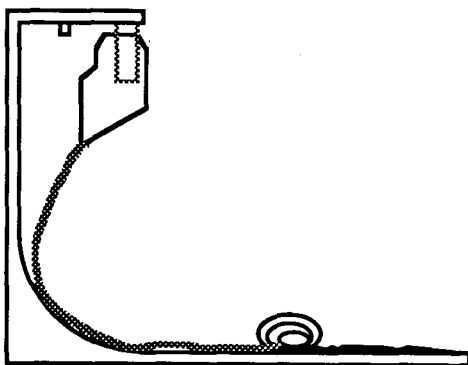
	PROCÉDÉ UTILISÉ	UTILISATION POSSIBLE	ORIGINE DE L'EAU DE NETTOYAGE	CRITÈRES DE DIMENSIONNEMENT			EFFICACITÉ DU NETTOYAGE	
				Pression requise	Débit requis	Conditions à respecter	Performance du nettoyage	Jugement
ÉQUIPEMENT DE NETTOYAGE MANUEL	Nettoyage à pression normale	Bassin de forme quelconque	- Eau du réseau - Alimentation séparée - Eau de sortie du clarificateur dans certain cas	< 10 bars	2 - 3 l/s buse de sortie en 10 mn	Prévoir une interruption de l'eau (rupture de charge ou clapet anti-retour)	Portée de la lance < 10 m	Peu adapté
	Nettoyage avec installation haute pression	Bassin de forme quelconque	- Eau du réseau - Alimentation séparée - Eau de sortie du clarificateur	< 10 bar	3 - 5 l/s buse de sortie en 10 mn	Prévoir une interruption de l'eau (rupture de charge ou clapet anti-retour)	Portée de la lance 20 m	BON
	Lance à haute pression	Canalisation de diamètre inférieur à 2 m	- Eau du réseau - Alimentation séparée (véhicule mobile ou hydrant)	60 à 120 bars	5 - 10 l/s d'après la tête de lavage	Nécessité d'un véhicule de contenance 7 à 12 m ³	Long. max. de tuyau entre le déversoir de pluie et le puits d'aération 100 m	BON
INSTALLATION AUTOMATIQUE INTÉGRÉE	Canalisation perforée sur la paroi du bassin	Bassin circulaire ou rectangulaire couvert ou non à pente forte ou faible	- Eau du réseau ou Alimentation séparée	> 10 bars	Dépend des perforations et de la longueur de conduite	Installation haute pression nécessaire	Radier et parois en partie	PEU ADAPTÉ
	Gicleurs de lavage sur les parois ou le plafond	toutes formes sauf stockage en ligne avec radier en dur	- Eau du réseau ou - Alimentation séparée	> 10 bars	0,3 et 0,5 l/s par mètre linéaire de conduite	Équidistance entre les gicleurs : 1,5 m - Installations haute pression nécessaire	Radier et parois en partie	ASSEZ BON
	Gicleurs de nettoyage au sol	Bassin avec rigoles autocourantes	- Eau du réseau - Alimentation séparée - Eau de sortie du clarificateur	> 10 bars	Dépend : - Du diamètres des perforations - de leur équidistance - de la longueur totale	Installation haute pression et nettoyage dans des zones spécifiques connues	rigoles du radier	ASSEZ BON
	Conduite de nettoyage du pont supérieur	Bassin avec rigoles autocourantes	- Eau du réseau - Alimentation séparée - Eau de sortie du clarificateur	pression de la pompe	dépend des caractéristiques géométriques des rigoles (force tractrice des matériaux)	Nettoyages des zones spécifiques connues	rigoles du radier	SATISFAISANT
	Pompe de nettoyage	Bassin avec rigoles autocourantes	Eaux usées du bassin lui-même	Pression de la pompe	> 30 l/s		rigoles du radier	ASSEZ BON
	Nettoyage avec pompe d'eaux usées installation automatique reliée au bassin	Bassin avec rigoles autocourantes	Eaux usées brutes	Pression de la pompe	Dimensionnement en fonction de la vitesse d'entraînement	Mise en œuvre pour débit de temps sec important	Rigoles du radier	ASSEZ BON
	Chambre de nettoyage en haut du bassin	Bassin avec rigoles autocourantes	- Eau du réseau - Alimentation séparée - Eaux usées brutes	Hauteur de la charge de nettoyage pour 3 m : $p = 0,3 \text{ bar}$	100 à 200 l/s requis	Indication du volume de la chambre $V > 0,8 \text{ à } 1 \text{ m}^3$	rigoles du radier	BON
	Godet de nettoyage	bassin à fond plat ou radier à rigoles	- Eau du réseau - Alimentation séparée - Dans certains cas eaux brutes		Dépend de la taille du bassin 350 l/m de largeur de godet	Haut. chute : 2,5 m Haut. chute : 3,5 m	Radier 10 à 12 m de long Longueur max. 20 m	BON
INSTALLATION MÉCANIQUE DE NETTOYAGE	Chariot de nettoyage	Canalisation de stockage en ligne	- Eau du réseau - Alimentation séparée	> 10 bars	5 l/s	haute pression nécessaire	Long. quelconque du bassin des parois, du radier et du tuyau	BON
	Racleurs : • Circulaire • Longitudinale • Immérgé	Bassin circulaire ou rectangulaire, couvert ou non et à fond plat				Norme DIN	Long. quelconque du bassin (si circulaire max. 60 m)	BON

Figure 21 NETTOYAGE PAR GODET VERSEUR



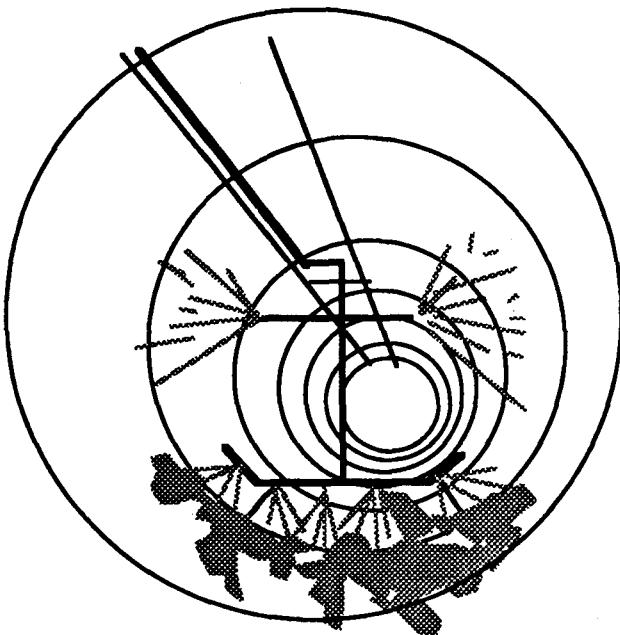
A L'ARRET

1- CANALISATION DE REMPLISSAGE
2- GODET VERSEUR (DECHARGE DE NETTOYAGE)



EN ACTION

Figure 22 SYSTEME MOBILE DE NETTOYAGE DES BASSINS
"CANALISATION"



2.2. Equipements passifs

Les rigoles autocurantes et les systèmes de remise en suspension sont les principaux équipements concernés.

L'efficacité des rigoles autocurantes dispense bien souvent l'exploitant d'un certain nombre de visites d'entretien sur le bassin. Sa mise en place peut donc être proposée à priori, bien que ce type d'équipement est plutôt adapté aux bassins à connexion directe: ce système a pour objectif de faire transiter les eaux de temps sec par le bassin sans le souiller.

Les systèmes de maintien ou remise en suspension des particules sont un équipement intéressant car évolutif. En effet, un système de brassage mécanique de l'eau du fond du bassin permet d'éviter des dépôts inutiles.

Ce système qui se présente comme une hélice de bateau, peut facilement être adapté sur des bassins qui présentent actuellement de nombreux dépôts : c'est en cela que ce système est une solution évolutive car facile à mettre en place sur un bassin existant.

De plus, elle limite la durée du nettoyage du bassin et le temps de présence de l'exploitant, pour peu que le fonctionnement soit automatisé.

Avec les systèmes d'injection d'air, on ne peut espérer atteindre une aussi grande efficacité, pour un investissement aussi faible.

L'association d'équipements actifs et passifs peut être envisagée.

Il faut noter que les équipements passifs sont étroitement liés au type du bassin alors que les équipements actifs sont adaptables avec plus ou moins de bonheur aux différents types.

3. PRATIQUES ACTUELLES DE L'EXPLOITATION

3.1. Etat des bassins lors des visites

L'état du bassin lors de la visite peut donner une indication de ses problèmes, mais cette information doit être traitée avec circonspection. Par exemple un bassin rencontré sale, était en fait en cours de nettoyage suite à un gros orage survenu la veille. Par contre, la propreté du bassin peut être due à un nettoyage fréquent tout comme à une absence d'utilisation (alimentation impossible en toute circonstance).

Les bassins les plus propres sont :

- les plus récents (nombre réduit de mises en service et donc à entretien équivalent, une propreté relative plus grande)
- de nature autocurante, en effet, la nature autocurante d'un bassin permet d'alléger considérablement la tâche du personnel d'entretien : le nettoyage est fait dans de bonnes conditions,
- les bassins visités régulièrement par un personnel attentif à sa propreté et ayant du temps à consacrer au nettoyage.

3.2. Moyens de nettoyage

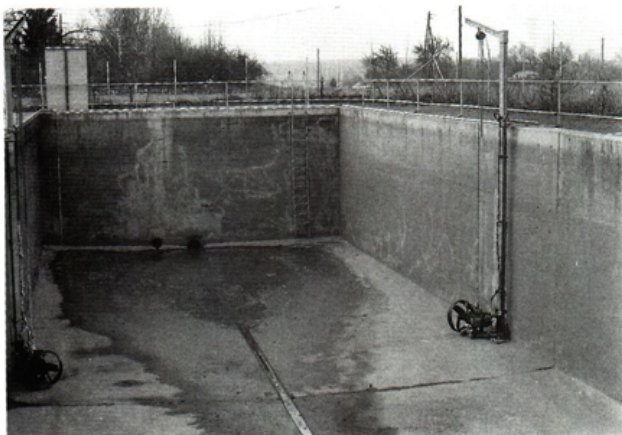
Les moyens mis en place pour l'entretien sont le plus souvent sommaires.

En 1984, on ne recensait en France que trois bassins munis de système de raclage automatique. Ce système s'est révélé efficace sur un bassin visité.



07

Dans quelques rares cas, des aérojets sont utilisés pour remettre en suspension les dépôts occasionnés dans le fond du bassin. Ce système efficace d'après l'expérience allemande fonctionne encore avec quelques difficultés en France. Sur un bassin, le compresseur servant à alimenter les aérojets n'a jamais été utilisé et est en cours de réparation depuis plus de six mois. Sur un autre, la pression serait largement insuffisante.



08

Tous les autres bassins nécessitent une intervention humaine.

Le jet d'eau est le système le plus employé. Le personnel est obligé de descendre dans le fond du bassin en empruntant des échelles sales et instables. Le lavage peut durer 2 à 3 heures suivant le type du bassin et n'est pas toujours exécuté après chaque utilisation du bassin.



09

Dans de nombreux cas, l'exploitant fait appel à un camion de vidange pour éliminer tous les dépôts de fond du bassin. L'opération est onéreuse (1500 F de l'heure en 1987), ce qui explique sa fréquence faible (parfois deux fois par an au maximum).

Les bassins autocurants présentent l'avantage d'un entretien moins fréquent mais trop souvent, cette fréquence tombe à zéro lorsque l'exploitant néglige le bassin : autocurant ne veut pas dire sans entretien.

4. DIFFICULTES RENCONTREES ET SOLUTIONS PROPOSEES

Les problèmes d'entretien peuvent avoir deux origines :

- soit une mauvaise conception du bassin, qui provoque des problèmes d'exploitation et d'entretien (par exemple mauvais accès au bassin, absence de point d'eau).
- soit un problème de nature interne au système et dépendant directement de l'exploitant (par exemple mauvaise définition du rôle de l'exploitant).

4.1. L'exploitation et l'entretien sont difficiles à cause du bassin lui-même

Les causes suivantes ont été répertoriées :

- l'accès à proximité du bassin est difficile voire impossible à un engin de curage (bassin au milieu d'un champ, clôture trop proche du bassin...)
- l'accès au fond du bassin est impossible à un engin (absence de plan incliné, résistance du fond insuffisante...)
- l'accès au fond pour le personnel se fait par une échelle fixée à la paroi : celle-ci ne présente pas de structure de sécurité, elle est couverte par des dépôts (l'accès au fond peut ne pas avoir été prévu du tout, on pose alors une échelle amovible contre la paroi en cas de besoin)
- il n'existe pas de point d'eau à proximité, où la pression est insuffisante (nécessité de faire venir un camion à réserve d'eau)

- système de vidange défectueux provoquant des dépôts excessifs
- matériau du bassin inadapté (bassin en terre présentant des affaissements, enduits rugueux sur les parois latérales retenant les impuretés ...)
- pas de système mécanique (automatisé ou non) envisagé lors de la conception, pour racler les dépôts, ni de système de remise en suspension des dépôts.

Cette liste des points les plus importants et les plus fréquemment rencontrés lors des visites n'est pas exhaustive, mais donne une bonne idée de l'étendue des problèmes possibles.

Parmi les problèmes liés au bassin lui-même, deux d'entre eux méritent un complément d'information.

4.1.1. Le bassin d'orage se comporte comme un dessableur

C'est le problème de nombreux réseaux communaux qui drainent des bassins versants extérieurs (non urbanisé).

Du sable en grande quantité transite alors dans les canalisations, pour venir se déposer dans le bassin d'orage et perturber son fonctionnement (dépôts en fond de bassin, abrasion des ouvrages électromécaniques...).

Ces dépôts se produisent lorsque le bassin a été construit dans une zone où les vitesses des effluents sont faibles, lorsque les pentes du bassin ont été sous-dimensionnées ou mal réalisées...

Une solution consiste à placer un dessableur à l'amont du bassin d'orage (soit à son entrée, soit plus à l'amont, au point de raccordement des collecteurs qui apportent les plus grandes quantités de sable).

4.1.2. Les problèmes d'alimentation et de vidange

Ils ont été longuement développés au chapitre 4. On peut néanmoins rappeler deux améliorations possibles du système :

L'automatisation de la vidange

Dans de nombreux cas, la vidange du bassin n'est asservie qu'au niveau d'eau dans le bassin, ce qui provoque la surcharge de la station d'épuration à l'aval lors de la vidange.

La mise en place, après coup, d'un asservissement au débit maintenu en aval, évitera ces phénomènes de surcharges. Les appareils mis en place sont des sondes de mesure du niveau d'eau (le contact s'établit lorsque l'eau baigne les sondes).

Vidange sélective

Le bassin d'orage, qu'il soit de type piège ou transit, favorise le phénomène de décantation. Après plusieurs heures dans le bassin, les eaux sont plus claires en surface et on trouve des dépôts et des boues en fond de bassin.

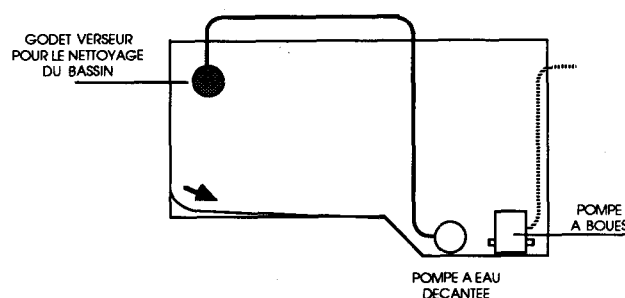
A l'heure actuelle, la technique consiste à vidanger les eaux et les boues en même temps et à tout envoyer en tête de traitement. Il peut sembler dommage, après avoir réussi cette "décantation primaire" de mélanger à nouveau eaux "clarifiées" et boues.

Lorsque le bassin est à proximité immédiate des ouvrages d'une station possédant un digesteur, on peut envisager d'envoyer les eaux les plus claires en tête de traitement et les boues vers le digesteur pour assurer leur stabilisation, ou mieux vers l'épaississeur qui précède le digesteur.

On aurait alors deux pompes de reprise placées dans une fosse du bassin, l'une au-dessus de l'autre. Cette solution permettrait d'utiliser pleinement le rôle de décantation du bassin et de limiter la charge dirigée en tête de traitement ; elle ne peut s'envisager que pour des stations possédant un traitement de boues par digestion.

Dans ce cas de vidange sélective, les eaux plus claires peuvent être utilisées pour le nettoyage du bassin (figure 23).

Figure 23 EXEMPLE D'UTILISATION DES EAUX DE DECANTATION POUR LE NETTOYAGE DU BASSIN



4.2. L'exploitation et l'entretien sont faits de façon insuffisante, indépendamment du bassin lui-même

Dans certains cas, il apparaît que les défauts de conception n'expliquent pas à eux seuls l'état "d'abandon" d'un bassin de pollution. Le personnel d'exploitation est alors directement responsable.

Un asservissement inadéquat d'une pompe de vidange, ne dispense pas l'exploitant de vider le bassin après la pluie et de le tenir propre.

La fréquence des visites sur un bassin est en général inférieure à celle de la station d'épuration sur laquelle il est implanté : l'exploitant regarde rarement l'état du bassin à chaque passage sur la station.

Nombre de bassins implantés sur le réseau sont peu ou pas suivis parce qu'ils n'entrent pas dans le contrat d'exploitation de la station d'épuration.

L'importance des dépôts est fonction de la fréquence des travaux de nettoyage. De grands intervalles de nettoyage rendent plus difficiles le processus de nettoyage (durcissement, séchage, etc) et augmentent les frais. De courts intervalles sont à recommander et s'avèrent généralement plus économiques. La compréhension de l'exploitant détermine le degré de propreté des bassins.

5. MESURES PRECONISEES POUR AMELIORER L'EXPLOITATION DU SYSTEME

5.1. Organisation de l'exploitation

Quelque soit le type de gestion (régie, affermage...) il faudrait systématiquement inclure les bassins du réseau dans la mission d'exploitation et instaurer une fréquence élevée de visites des bassins : au moins une visite et un nettoyage une fois par mois et la même chose après chaque pluie. Ces mesures seraient la garantie d'un bon fonctionnement des bassins au moindre coût.

Les différentes situations rencontrées sont :

- un bassin immédiatement en tête de station d'épuration, et exploité dans les mêmes conditions que la station
- un bassin implanté sur le site d'une station de relevage du réseau. L'exploitation du bassin est associée à la visite de la station de pompage
- un bassin implanté de façon isolée, sur réseau. Une mission spécifique d'exploitation de ce bassin doit alors être mis en place.

Le dernier cas est évidemment le moins économique et le moins favorable à une surveillance régulière.

5.2. Fiabilité et sécurité des installations

La surveillance et la maintenance doivent aussi porter sur tout le matériel électromécanique du bassin : vannes et clapets - pompes... La prévention est extrêmement importante car le fonctionnement de ces systèmes est assez irrégulier et très soudain. Le matériel doit donc être capable de fonctionner à pleine puissance pendant quelques heures après de longues périodes d'arrêt complet.

Les principes de sécurité sont les mêmes que pour les réseaux et les stations d'épuration mais il s'y ajoute que le bassin se remplit rapidement et de façon aléatoire.

A plusieurs reprises, il a été constaté que :

- clôture et garde-corps ont été installés bien après la mise en service du bassin (parfois plusieurs années après)
- dans le cas de bassin à connexion directe, c'est à dire situé au fil de l'eau, un by pass n'est pas toujours proposé. Or l'exploitant en a un besoin évident pour pratiquer aisément ses opérations de nettoyage ou tout autre travail.

Deux points seront particulièrement analysés :

- l'accès, c'est-à-dire la possibilité de sortir rapidement du bassin.
- les manoeuvres manuelles : il faut penser aux interventions manuelles qui seront à effectuer en période de pluie.

5.3. Formation du personnel et documentation technique

Les bassins d'orage doivent être perçus par le personnel d'exploitation comme des ouvrages spéciaux du réseau d'assainissement, et donc entretenus comme ce dernier.

Ce personnel devra être initié à la théorie des bassins et surtout au fonctionnement effectif attendu du bassin dont il a l'exploitation.

Il revient au concepteur la charge de remettre à l'exploitant un document expliquant en détail les motivations ayant guidé le concepteur du bassin, et les choix retenus quant au volume, aux modes d'alimentation et de vidange, aux asservissements automatiques prévus...

Dans le cadre de la surveillance technique, il faut établir une fréquence de contrôle propre à chaque installation selon ce qu'elle exige. Des contrôles supplémentaires sont nécessaires après les fortes pluies. Chaque installation devrait posséder une notice d'entretien qui comporte entre autres (20) :

- vérification des vannes et des clapets,
- vérification du bon fonctionnement des pompes,
- changement de l'ordre de marche des pompes,
- vérification des équipements de mesure et réglage,
- dépannages immédiats,
- remplacement de pièces usées,
- vérification des peintures de protection.

Rares sont les exploitants qui tiennent un "livre" concernant le bassin et contenant les renseignements suivants :

- heures de fonctionnement des pompes d'alimentation et de vidange,
- volumes d'eaux stockées dans le bassin,
- volumes des dépôts extraits du bassin,
- fréquence de remplissage des bassins,
- composition des eaux d'entrée et de sortie du bassin,
- etc.

Lorsqu'une pompe est utilisée pour l'alimentation ou la vidange d'un bassin, on peut connaître les volumes traités si :

- la pompe est munie d'un compteur horaire,
- le compteur horaire est relevé régulièrement,
- la pompe ne fonctionne que pour le bassin d'orage,
- le débit de la pompe est connu.

6. L'AVENIR : LA GESTION AUTOMATISEE DES RESEAUX UNITAIRES

6.1. Objectifs pris en compte dans la gestion automatisée

Sur les grands bassins versants (grandes villes ou regroupement rural intercommunal), la pluie n'est pas uniformément répartie, ce qui, en gestion classique, conduit à avoir des stockages ou déversements excédentaires en tel point, alors que le système n'est pas du tout saturé ailleurs... La gestion automatisée s'efforce d'utiliser le plus efficacement possible, le système d'assainissement unitaire (collecteurs, bassins d'orage, déversoirs d'orage...) et en particulier, ses capacités de stockage.

La gestion automatisée permet une meilleure répartition des débits et stockages. Les objectifs généralement assignés à cette gestion peuvent être :

- limitation des déversements hydrauliques (en volume et fréquence dans le milieu naturel) ;
- réduction de la charge polluante et des effets de choc du déversement ;
- régularisation des débits ou flux polluants arrivant aux stations d'épuration ;

- contrôle des eaux parasites ;
- limitation des inondations en réseau.

Ces équipements (infrastructures et système de gestion) différeront cependant d'une commune à l'autre en fonction du contexte géographique et urbain, d'une part, et de la priorité donnée aux objectifs énumérés ci-dessus, d'autre part.

6.2. Moyens mis en oeuvre

Sur le plan des infrastructures sur le réseau se développent aujourd'hui des systèmes de stockage permettant l'automatisation de leur fonctionnement :

- stockage en réseau avec seuil ou vannes réglées (barrages gonflables...);
- stockage en bassins avec régulation des débits entrant et sortant ;
- stockage souterrain (galeries...) associé à des stations de pompage.

Le système de gestion automatisé lui-même peut être composé de :

- capteurs de mesure pour :
 - la pluviométrie
 - les niveaux en collecteurs et bassins de stockage
 - la position des ouvrages de régulation (vannes...)
 - la qualité (MES)
- télétransmissions des informations (mesures, alarmes, consignes...);
- un poste central qui assure :
 - la réception et la visualisation des informations (synoptiques)
 - éventuellement l'aide à la décision : calcul des positions optimum des ouvrages de régulation (vannes...) au moyen d'outils informatiques et de logiciels appropriés
- des actionneurs ou automatismes locaux qui règlent les divers ouvrages en fonction des ordres (télécommandes, téléconsignes) issus du poste central.

Le niveau de centralisation et d'automatisation sera cependant très variable d'une commune à l'autre, d'un réseau à l'autre.

7. EFFICACITE D'UN BASSIN D'ORAGE

Un bassin d'orage peut se justifier par l'économie réalisée sur le réseau aval ou la possibilité qu'il offre d'étendre le réseau amont sans reprise du réseau aval.

Si l'objectif visé par la mise en place d'un bassin est la rétention de matières polluantes, il est indispensable de se poser la question de l'efficacité réelle du bassin par rapport à cet objectif.

La difficile question de cette efficacité est abordée maintenant. Il n'y a pratiquement aucune donnée sur le sujet en France, aucune étude sérieuse faite a priori ou a posteriori lors de la mise en place d'un bassin, qui permettrait de conforter l'investissement qui est consenti par la collectivité.

Le sujet est donc analysé ici à travers des informations tirées de la bibliographie étrangère et de l'observation des comportements rencontrés sur le terrain en France.

7.1. Informations tirées de la bibliographie étrangère

L'efficacité des bassins d'orage peut être évaluée par rapport à divers critères, tels que les paramètres caractéristiques de la pollution (MES, DCO, DBO 5...), les volumes d'eaux conservés pour le traitement, les nuisances : inondations, odeurs, pollution visuelle, la protection du milieu récepteur...

Sur le plan théorique, le modèle mathématique donne les courbes fictives de la charge en DBO 5 rejetée vers le milieu récepteur en fonction du volume de stockage, pour différents coefficients d'interception (chapitre 3).

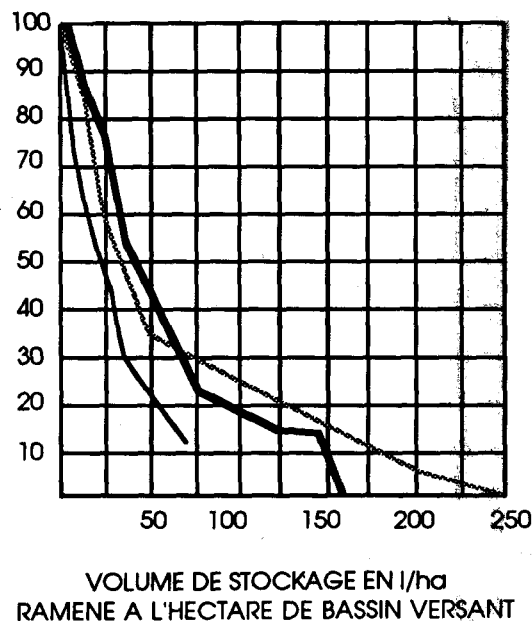
Dans une étude pour l'assainissement de San Francisco, le système unitaire avec des ouvrages de stockage et de déviation apparaît plus efficace qu'un système séparatif, en ce qui concerne l'impact sur le milieu récepteur (28).

Dans l'étude du Docteur Krauth sur le bassin versant de Stuttgart-Busnau, lorsque le débit admis à la station passe de 0 à 10 Qts, les charges en DBO 5 et MES diminuent respectivement de 42 % et 68 % (8).

Sur le site de Bannockburn en Ecosse, on a pu établir à partir de 12 000 données, pour 27 averses, une courbe donnant la fréquence de déversement en fonction de la capacité du bassin (voir figure 24) (29).

Figure 24 FREQUENCE DE DEVERSEMENT EN FONCTION DU VOLUME DE STOCKAGE

FREQUENCE DE DEVERSEMENT (en%)



L'étude de trois bassins d'orage dans l'agglomération de Birmingham a abouti aux conclusions suivantes (30) :

- Le bassin d'orage protège le milieu récepteur en diminuant la fréquence de déversement et les charges polluantes rejetées pendant les courtes et violentes averses.
- Dans un système d'assainissement unitaire, les bassins d'orage offrent une solution souple pour la maîtrise des rejets.
- Le bassin de Bourn Brook, après cinq années d'observations, s'est rempli en moyenne 20 fois par an entraînant moins d'un déversement par an vers le milieu récepteur. Le calcul, avant la construction du bassin, donnait une estimation de 2 à 3 déversements par an. Avec le réseau initial, la fréquence de déversement aurait été de 140 par an ; les aménagements du réseau sans le bassin auraient réduit cette fréquence à 14 par an et l'aménagement complet du bassin permet d'arriver à une surverse par an vers le milieu naturel.
- Le bassin de Coldbath, avec une rénovation partielle du réseau réduit de 97 % le nombre de déversements.
- L'ancien réseau du bassin de Markets conduit à 65 déversements par an ; la rénovation du réseau seul réduit ce nombre à 20 déversements par an et, avec l'installation du bassin d'orage, il n'y a plus que 1,5 déversement par an, alors que le calcul prévoyait 6 surverses par an.

7.2. Comportements rencontrés sur le terrain

A l'heure actuelle en France, aucune étude scientifique rigoureuse n'a mesuré le degré d'efficacité d'un bassin d'orage.

Plusieurs attitudes ont été relevées.

D'abord quelles que soient sa dimension et son implantation, un bassin construit sur un réseau ou en tête de station, retient toujours un peu de matières polluantes. Cette constatation en satisfait plus d'un, sans qu'il ne soit évoqué la proportion de ce qui est retenu par rapport à ce qui aurait dû être retenu ou à ce que l'on souhaitait retenir.

Ainsi les bassins particulièrement petits qui ont été visités dans un département ne choquent aucun intervenant, et cette pratique ne semble connaître aucune évolution ni remise en question pour l'instant.

Par ailleurs, bon nombre de bassins d'orage implantés au fil de l'eau, jouent le rôle de prétraitement (dessablage) vis à vis de la station d'épuration. Ceci gêne certains intervenants, mais en confortent d'autres.

En fait, le rôle attribué aux bassins d'orage n'est pas clair :

- simple rétention momentanée d'eaux unitaires chargées de pollution

- ou bien ouvrage jouant également un rôle de premier traitement pour les mêmes eaux.

On constate alors sur le terrain des fonctionnements de bassin très différents selon le rôle qui leur est attribué, notamment de la part de l'exploitant.

On constate même que le fonctionnement suivi par l'exploitant n'est pas en cohérence avec le rôle qu'il en attend, à cause de la mise à disposition d'outils d'asservissement inadéquats.

Diverses appréciations du rôle de traitement du bassin d'orage

Un bassin d'orage retient une certaine quantité d'eaux usées plus ou moins diluées, pendant un certain temps. Il s'y opère forcément un certain traitement (prétraitement sous forme de dessablage, déshuilage, flottants ; décantation primaire sous forme de boues non stabilisées...). Plusieurs attitudes sont alors possibles :

- ou l'exploitant renvoie tout à la station d'épuration lorsque le débit d'orage est passé et qu'il veut vidanger le bassin
- ou l'exploitant ne renvoie que les eaux surnageantes vers la station, et évacue les déchets décantés d'une autre façon.

Il n'y a pas de règle en la matière. Tout dépend de la nature des dépôts et de la méthode d'évacuation des déchets. Il paraît effectivement anti-économique de remettre en suspension les matières prétraitées, au moment de la vidange du bassin. Néanmoins la pratique d'évacuation des déchets par simple vidange du fond, vers l'exutoire naturel a été rencontrée sur le terrain et peut être néfaste pour l'environnement.

Dans le cas d'un bassin d'orage de grandes dimensions, composé d'un bassin de pollution suivi de bassins de pluie, on peut constater que le système crée naturellement une sorte de séparation des eaux usées par rapport aux eaux pluviales strictes. Il est dommage de vidanger successivement les deux sortes de bassins dans la même conduite aval, ce qui est souvent pratiqué.

Nuisances

Pour ce qui est des nuisances, les informations manquent de précision (pas de fréquence, peu de détail). Par exemple, on sait que sur certaines communes,

- le voisinage est incommodé par les odeurs, lors des opérations de curage du bassin (deux fois par an) et certains jours d'été (le bassin est très souvent en eau),
- ou bien la station déborde parfois et inonde les champs à l'aval (aucune fréquence indiquée)
- ou encore les inondations ont cessé depuis la création des bassins de pollution et de pluie alors qu'il y en avait régulièrement tous les ans auparavant.

ELEMENTS DE COUT

On dispose à l'heure actuelle de particulièrement peu d'informations sur le coût concernant les bassins d'orage.

Les lignes qui suivent donnent des éléments pour aborder la question des coûts d'investissement et de fonctionnement pour un nouveau bassin à mettre en oeuvre.

En fait, ce sujet est rarement traité seul, et s'intègre dans la démarche globale de diagnostic du système d'assainissement.

Il devient alors intéressant de développer une méthode d'optimisation des coûts globaux en fonction de l'impact sur l'environnement (estimation des dommages causés par les déversements incontrôlés, notamment en période d'étiage).

1. COUT D'INVESTISSEMENT

Il est fonction de nombreux paramètres tels que :

- la position,
- le type hydraulique,
- le volume,
- la forme,
- les matériaux constitutifs,
- les équipements électromécaniques.

Ces considérations font qu'il n'est pas possible de fixer un coût au m³ de bassin. On peut seulement proposer une fourchette de valeurs.

Les coûts présentés sur la figure 24 sont donnés, hors achat de terrain, frais d'études et de direction de travaux et hors TVA, et sont valables pour des bassins :

- en béton armé,
- réalisés dans des conditions normales de tenue de sols,
- sans contrainte particulière d'architecture ou d'environnement,
- présentant un système de pompage électromécanique pour l'alimentation ou la vidange.

Ces coûts correspondent aux conditions économiques de l'année 1985 et ont été estimés à partir des coûts d'investissements obtenus lors des visites détaillées d'installations (quelques valeurs sont indiquées sur le graphique).

On a également indiqué quelques exemples de bassins "hors fourchette" pour montrer l'influence de paramètres particuliers :

- Pézenas (Hérault) : Le bassin est en béton, rectangulaire et de conception classique, mais il a dû être lesté (présence de nappe).

Le surcoût est dû au lestage.

- Les Bréviaires (Yvelines) : Le bassin est de conception classique, mais il est en argile compactée nue

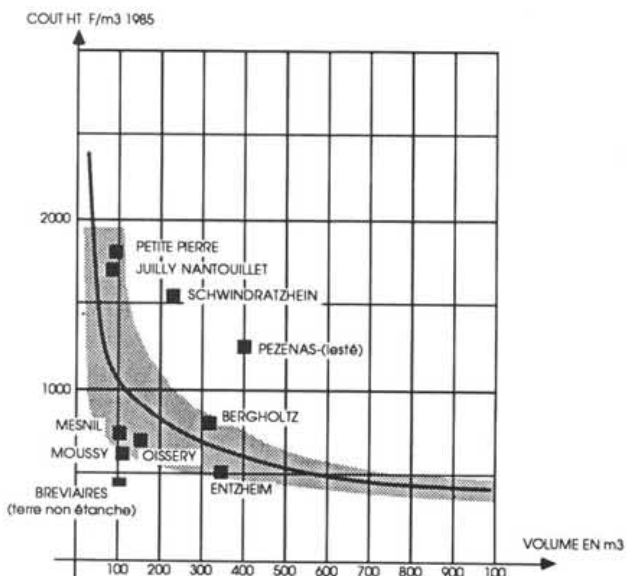
Le coût moindre est dû au matériau employé.

La part due aux équipements du bassin est très variable. Elle est comprise entre 30 % et 60 % du prix total d'investissement.

Pour les petits bassins, la part due aux équipements électromécaniques apparaît plus importante que pour les gros.

On peut de façon sommaire considérer en première approximation que 55 % de l'investissement total concerne le génie civil et 45 % les équipements.

Figure 25 COUT DU M³ DE BASSIN EN FONCTION DU VOLUME DE STOCKAGE (hors foncier)



2. COUT DE FONCTIONNEMENT

L'établissement prévisionnel du coût de fonctionnement nécessite la connaissance de nombreux paramètres qui dépendent des conditions locales : taille de l'ouvrage, localisation géographique, complexité. Il n'est alors pas possible de définir des coûts-types de fonctionnement. La recherche de ce coût se fait en analysant chacun des postes décrits ci-dessous.

Tous les prix indiqués dans ce chapitre sont exprimés en francs 1985.

2.1. Composition du coût de fonctionnement

Les frais fixes sont indépendants des volumes traités. Ils comprennent :

- les frais de renouvellement,
- les frais d'entretien,
- les frais de personnel.

Les frais proportionnels ou variables dépendent de l'utilisation du bassin et du volume d'eau restitué à la station. Ces frais comprennent :

- les frais d'entretien,
- les frais de personnel,
- les dépenses d'énergie éventuelles.

2.2. Indications pour l'évaluation des frais fixes et variables

2.2.1. Frais fixes

- **Frais de renouvellement** : ils sont calculés en fonction des durées de vie moyennes du génie civil et des équipements. Elles sont fixées généralement à 30 ans pour le génie civil et de 8 à 12 ans pour les équipements selon le type d'installation et le composant considéré.

Cependant, compte tenu de l'activité parfois réduite des équipements (quelques heures par mois), leur durée de vie peut être estimée plus largement.

Les frais de renouvellement du matériel tiennent une place importante dans les comptes d'exploitation. Il convient donc d'être très prudent lors de l'évaluation des provisions à réaliser.

- **Frais d'entretien** : ils comprennent le coût des pièces de rechange et les frais de personnel lors des interventions. Les charges de personnel sont variables selon la disponibilité du personnel à assurer l'entretien et donc selon le type d'exploitation. La mise en place d'un programme de maintenance préventive permet d'arriver à une meilleure estimation.
- **Frais de personnel** : comme pour les frais d'entretien, leur importance dépend du type choisi d'exploitation du bassin et de sa fréquence d'utilisation. En règle générale le personnel d'exploitation a des tâches diverses (sur plusieurs stations d'épuration, réseaux ou bassins d'orage). De plus, selon la complexité de fonctionnement du bassin et sa taille, la qualification du personnel varie.

L'estimation des frais fixes peut être faite en utilisant les bases suivantes (francs 85) :

- Les inspections de routine de bassin peuvent être réalisées une fois par mois par un ouvrier spécialisé qui vérifiera le bon fonctionnement des pompes, des vannes,...

En tenant compte des déplacements, on peut estimer la durée d'une inspection à deux heures soit environ 500 F H.T. par mois.

- Pour un nettoyage approfondi à entreprendre une ou deux fois par an, on peut tabler sur un coût de 20 F H.T. par mètre carré de bassin
- Les essais des organes électromécaniques seront exécutés par un technicien électromécanicien. A raison d'une journée par an, on peut estimer le coût à 2000 F H.T.
- Les travaux d'entretien du génie civil, des équipements, des abords peuvent être évalués en fonction des coûts d'investissement. On peut considérer par exemple:
 - * coût annuel d'entretien des équipements = 5 % du coût d'investissement de ces équipements.
 - * coût annuel d'entretien du génie civil et des abords = 1,5 % du coût des investissements.

2.2.2. Frais variables

- **Frais d'entretien et de personnel** : ceux-ci dépendent :

- * De la fréquence d'utilisation du bassin (fonction des conditions climatiques et du dimensionnement),
- * De la durée du nettoyage (fonction des moyens employés et de la surface du bassin).

L'évaluation des frais variables sera faite sur les bases suivantes :

- * Dans le cas de nettoyage au jet d'eau, il faut compter trois heures pour une seule personne et pour 100 m² de surface.

Cet entretien peut être fait par un ouvrier non spécialisé (150 F H.T./h). Soit 450 F H.T. pour 100 m² d'où 4,5 F H.T./m²

En tenant compte des dépenses en énergie électrique ou en eau mises en œuvre, on obtient un coût global de 5 F H.T./m² pour le nettoyage du bassin.

- * On considère que les nettoyages après chaque pluie interviennent en moyenne 1 fois tous les 15 jours.
- * d'où des frais variables d'entretien et de personnel de 120 F H.T./m² de bassin.

- **Frais d'énergie** : il s'agit d'une part des dépenses d'énergie afférentes aux systèmes d'alimentation ou de vidange du bassin et d'autre part des dépenses énergétiques dues à l'entretien du bassin.

Les dépenses d'énergie du pompage dépendent des conditions locales (débit, H.M.T.) mais en première approximation, un groupe de pompage peut consommer entre 15 et 25 Wh pour un débit de 1 l/s relevé de 1 m.

CONCLUSION

Le bassin d'orage apparaît comme un outil de premier intérêt pour améliorer le fonctionnement des systèmes d'assainissement par temps de pluie, c'est-à-dire pour limiter les flux déversés dans l'environnement au-delà des débits admissibles dans les réseaux ou à la station d'épuration, que ce soient :

- les flux hydrauliques
- les flux de matières polluantes.

Ses capacités à maîtriser des pointes importantes de débits permet d'utiliser l'ensemble du système dans des conditions de transit plus étendues et d'ainsi optimiser financièrement l'ensemble des installations et repousser l'échéance d'investissements supplémentaires sur le réseau.

Etant un des éléments constitutifs du système, son insertion dans le schéma général d'assainissement (implantation, dimensionnement, fonctionnement) doit être impérativement pensé de façon cohérente avec l'ensemble du système et non simplement par rapport aux caractéristiques locales de son site d'implantation.

L'observation des pratiques actuelles en France fait apparaître de grandes différences d'approche, de dimensionnement, puis d'utilisation de ces ouvrages, qu'une bibliographie encore maigre conforte difficilement.

Néanmoins, on remarque une certaine accélération dans le lancement d'expérimentations et la sortie de résultats quantitatifs sur la caractérisation des eaux unitaires en France. Citons par exemple les suivis intensifs de réseaux et de bassins d'orage actuellement menés en Alsace (bassin de Entzheim), dans les Yvelines (25) et en Seine-Saint-Denis (26).

Ces travaux apporteront des réponses chiffrées à la question primordiale du niveau d'efficacité de ces bassins par rapport au rôle que l'on en attend.

Une adéquation financière et technique reste ensuite à trouver entre l'importance des études préalables à mener, pour caractériser le site et dimensionner correctement l'ouvrage, et la capacité effective du bassin à contrôler des désordres hydrauliques ou de pollution engendrés par le réseau par temps de pluie.

Enfin, les problèmes de fonctionnement doivent impérativement avoir été analysés avant la réalisation.

BIBLIOGRAPHIE

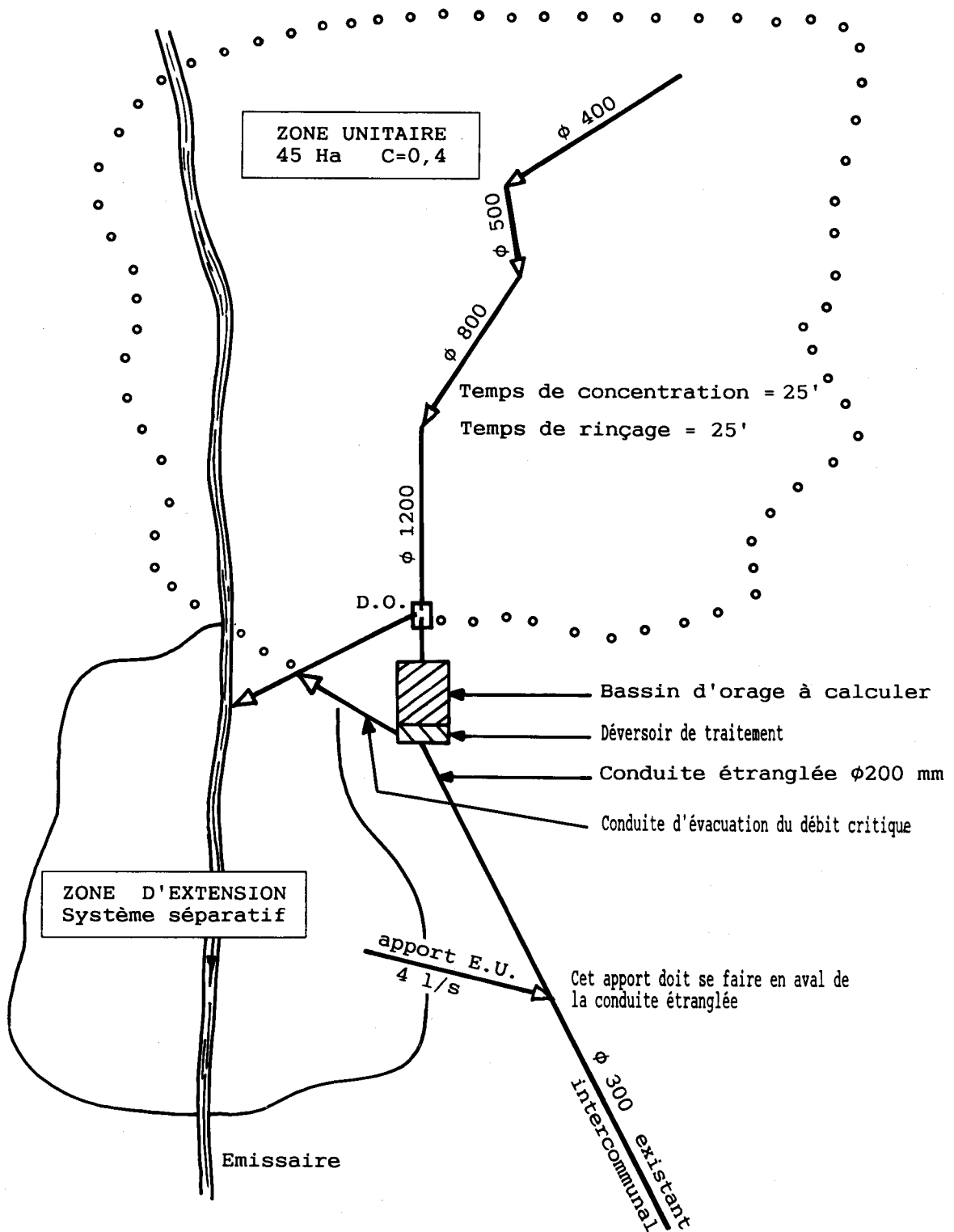
- 1/ Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations.
Circulaire interministérielle N° 77-284 INT du 22 Juin 1977.
- 2/ D. BALLAY, J.P. LEBREF
Caractéristiques des effluents des communes rurales.
T.S.M., Vol. 69, N° 6, p 301-307, 1974.
- 3/ A. DUBOIS
Pollution du milieu naturel par les déversements des systèmes unitaires d'assainissement.
T.S.M., Vol 64, N° 5-6, 29 p, 1969.
- 4/ J. RANCHET - A. VICQ
Pollution des eaux de ruissellement - Cas d'un petit versant urbanisé.
L.C.P.C., L.R.O.P., Paris, p 74-91, 1977.
- 5/ J. RANCHET - A. CHARRITTE
Pollution véhiculée par les eaux de ruissellement en zone urbanisée de l'Orge.
Etude L.R.O.P., Trappes, 1977.
- 6/ A. LESOUF - J. COTTET - J. RANCHET - Y. RUPERD
Etude de la pollution et débit de La Bièvre lors de ces crues et par temps sec -
Bull. du L.C.P.C., 112, p 71-82, 1981.
- 7/ J. RANCHET - Y. RUPERD
Moyens d'actions pour limiter la pollution due aux eaux de ruissellement en système séparatif et
unitaire. Synthèse bibliographique L.C.P.C.
Rapport de recherche N° 111, 104 p, Mars 1982.
- 8/ Y. CARRE
Un remède, les bassins d'orage.
T.S.M., Vol. 70, N° 7, p 313-319, 1975.
- 9/ J. BEX
Pollution des eaux de surface par la décharge des réseaux d'égouts unitaires.
T.S.M., Vol. 70, N° 4, p 185-189, 1974.
- 10/ A. DUBOIS
Pollution apportée par les déversoirs d'orage et les égouts pluviaux.
Remèdes proposés.
DEGREMONT, Rueil-Malmaison, 1973.
- 11/ Etude comparative des procédés d'épuration applicable aux effluents des petites et
moyennes collectivités.
A.F.B. Loire-Bretagne, C.T.G.R.E.F., 1974.
- 12/ J.P. BECHAC - P. BOUTIN-B. MERCIER - P. NUER
Traitement des eaux usées
Ed. Eyrolles, 281 p, 1983.
- 13/ Projet A.T.V. de directives pour le dimensionnement et la conception des décharges pluviales dans les
réseaux unitaires.
C.T.G.R.E.F., N° 95, 1977.
- 14/ Recommandations pour la conception et les dimensions des déversoirs de crues et bassins de
décharge des eaux pluviales.
Office Fédéral de la Protection de l'Environnement, 13 p, juillet 1977.

- 15/ M. CARRARD
Dimensionnement des bassins d'eaux de pluie.
Association Suisse des Professionnels de l'Épuration des Eaux - 19 p, Juin 1981.
- 16/ K. IMHOFF - P. KOCH
Manuel de l'assainissement urbain.
Ed. Dunod, 452 p, 1970.
- 17/ G. JACQUET - D. OLIVIER - N. VIMBER
Une politique ambitieuse, la protection d'un cours d'eau - La Selle au Cateau.
XVI^e Journées de l'Hydraulique, Nantes, S.H.F., Question V, 12, 6 p, septembre 1982.
- 18/ P. GIERSCH
Les bassins d'orage.
D.D.A. du Bas-Rhin, E.N.I.T.R.T.S., 37 p, Juin 1983.
- 19/ P. GIERSCH
Les déversoirs d'orage : principes, données constructives et calcul.
D.D.A. du Bas-Rhin, 36 p, Juin 1983.
- 20/ Y. FILLODEAU - Y. BARIOU
Etude des moyens de lutte contre la pollution des rivières dues aux rejets pluviaux et surverses d'orage.
A.F.B. Seine-Normandie, 112 p, Mars 1980.
- 21/ Quelques ouvrages annexes aux réseaux d'assainissement - Déversoirs d'orage, chambre de dessablement, siphons.
S.T.U., 79 p, Octobre 1982.
- 22/ H. GUERREE-C. GOMELLA-B. BALETTE
Pratique de l'assainissement des agglomérations urbaines et rurales
Ed. Eyrolles, 333 p, 1972.
- 23/ P. GIERSCH
Conceptions et techniques nouvelles en vue de la collecte optimale de la pollution dans les réseaux unitaires.
T.S.M. L'Eau, 79^e année, N° 6, p 289-303, Juin 1984.
- 24/ G. KALINKA
Der Betrieb und die bauliche Gestaltung von Rengenerüberlaufbecken, Regenrückhaltebecken und Regenklärbecken.
(L'exploitation et les dispositions constructives pour les bassins de pollution, d'orage et de décantation).
Ed. Peter List, Aix La Chapelle, 1980, 69 p + 197 reproductions.
- 25/ J. BARTOLI-M. CLERC- JP. LEROY
Publication à paraître sur la caractérisation des eaux unitaires par temps de pluie sur le bassin versant de Rambouillet, et sur les mesures de protection préconisées.
D.D.E. des Yvelines, 1987.
- 26/ Rapport sur les surverses des réseaux unitaires au bassin de la Molette.
Service départemental d'Assainissement de la Seine-Saint-Denis - Mars 1987.
- 27/ Le diagnostic d'un réseau d'assainissement - Exemple de Fourmies - Wignehies
Agence de l'Eau Artois Picardie, HYDRATEC.
- 28/ Aperçu des expériences réalisées aux U.S.A. - Le traitement des eaux pluviales
- Juin 1977.
- 29/ J.A. HENDERSON - W. Mc BAIN - F. PETTIGREW
The performance of an off server storm sewage tank
Water Pollution Control, Vol. 80, N° 5, p. 580-599, 1981.
- 30/ G. HEDLEY - J.C. LOCKLEY
Use of retention tanks on sewerage systems : a five year assessment
Water Pollution Control, Vol. 77, N° 2, p. 178-187, 1978.

ANNEXE

Exemple de calcul d'un bassin d'orage (18)

schéma d'un réseau



1. DONNEES DE BASE

Population : 4 100 habitants raccordés en amont du bassin d'orage (réseau unitaire)

1 000 habitants raccordés en aval du bassin (réseau séparatif).

Eaux usées :	150 l/hab/jour
Coefficient de pointe :	2,4
Débit de drainage permanent :	1 l/s.
Surface du bassin d'apport (à l'exclusion du bassin versant) :	45 ha
Coefficient de ruissellement :	0,4
Intensité de la pluie critique admise :	15 l/s.ha
Temps de concentration :	25 mn
Collecteur intercommunal aval existant :	Ø 300 mm avec pente = 0,003 m/m

2. CALCUL DU DEBIT CRITIQUE

2.1. Débit amont de temps sec

$$\text{Eaux usées admises en amont : } Q_{eu1} = \frac{4100 \times 150}{86.400} \times 2,4 \approx 17 \text{ l/s.}$$

Drainage : Q_{drainage} admis à 1 l/s.

$$Q_{ts} = Q_{eu} + Q_{\text{drainage}} = 17 + 1 = 18 \text{ l/s.}$$

2.2. Calcul du débit de pluie critique

$$Q_{pc} = 15 \text{ l/s.ha} \times 0,4 \times 45 = 270 \text{ l/s.}$$

$$\text{Débit critique résultant : } Q_{cr} = 270 \text{ l/s.} + 18 \text{ l/s.} = 288 \text{ l/s.}$$

2.3. Calcul du débit "Eaux Usées" admis en aval du bassin

$$Q_{eu2} = \frac{1\ 000 \times 150}{86.400} \times 2,4 \approx 4 \text{ l/s.}$$

3. CALCUL DE LA CAPACITE DU BASSIN

$$V = V_r \times C \times S \times aT$$

Le débit admissible ($Q_{av. \text{ max}}$) dans la canalisation existante aval (intercommunale) est de 58 l/sec pour une vitesse de 0,82 m ($aT = 0,16$)

Déterminons la part pluviale Q_{pav} de ce débit aval

$$Q_{av. \text{ max}} = Q_{ts2} + Q_{pav}$$

$$\text{or } Q_{ts2} = Q_{ts1} + Q_{eu2} = 18 + 4 = 22 \text{ l/s}$$

$$Q_{pav} = 58 - 22 = 36 \text{ l/s}$$

L'intensité de pluie correspondante est alors de :

$$I_{cav} = \frac{Q_{pav}}{C \times S} = \frac{36}{0,4 \times 45} = 2 \text{ l/s. ha}$$

L'examen du diagramme de la figure 7 permet de voir que $V_r = 8,8 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ réd.}$ et que le facteur aT pour un temps de concentration de 25 mn est de 1,74.

Nous en déduisons le volume V

$$V = 8,8 \times 0,4 \times 45 \times 1,74 \approx 276 \text{ m}^3$$

4. S'agissant d'un bassin avec déversoir de traitement (temps de concentration > 15 mn) il faut que :

1 La charge hydraulique soit inférieure à $10 \text{ m}^3/\text{h. m}^2$. Or nous avons,
en supposant un bassin de 2 m de profondeur et de rapport $\frac{\text{longueur}}{\text{largeur}} = 2,$

- charge hydraulique = $\frac{0,288 \times 3600}{140} = 7,40 < 10$

- vitesse traversière $V = \frac{0,288}{8,36 \times 2} = 0,02 \text{ m/sec} < 0,05 \text{ m/sec}$

- durée de séjour dans le bassin pour le débit critique

$$\frac{280 \text{ m}^3}{0,288 \text{ m}^3/\text{sec}} = 972 \text{ sec.} = 16 \text{ mn} > 10 \text{ mn}$$

5. CALCUL DE LA LONGUEUR DU SEUIL DE TRAITEMENT

La charge sur le seuil doit être inférieure à $0,10 \text{ m}$.
En admettant une longueur de 8 m (largeur du bassin) on a :

$$h^{3/2} = \frac{0,56 \times Q}{L} = \frac{0,56 \times 0,288}{8} = 0,074 < 0,10 \text{ m}$$

Note importante :

Remarquons que lors de l'orage, la charge sur la crête du déversoir d'orage ; précédent le bassin se répercutera aussi dans le bassin.

Il faut donc veiller à mettre éventuellement en place une conduite d'évacuation du débit critique dont les caractéristiques hydrauliques permettent de limiter le débit survers  dans tous les cas par le déversoir de traitement (conduite étranglée, utilisation de remou aval, clapets, etc...).

CONCEPTION - REALISATION
INFOGRAPH
52, rue du Pré Saint-Gervais
93500 PANTIN - 48.45.29.72
