



Ministère  
de l'Équipement,  
des Transports  
et du Logement



# *L'eau & la route*

**DISPOSITIFS DE TRAITEMENT  
DES EAUX PLUVIALES**

*Volume 7*



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

**Page laissée blanche intentionnellement**

# *L'eau & la route*



**DISPOSITIFS DE TRAITEMENT  
DES EAUX PLUVIALES**

*Volume 7*

Décembre 1997

Document réalisé et diffusé par le :



Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes  
Centre de la Sécurité et des Techniques Routières  
46, avenue Aristide Briand - B.P. 100 - 92225 Bagneux Cedex - France  
Tél. : 01 46 11 31 31 - Télécopie : 01 46 11 31 69

Ce document est la synthèse des réflexions  
du groupe de travail composé de :

Mesdames Sonia Geai  
(S.E.T.R.A.)

Dominique Guy  
(CETE Normandie-Centre)

Messieurs Jean Gaber  
(S.E.T.R.A.)

Laurent Gay  
(S.E.T.R.A.)

Jacques Hurtevent  
(CETE Méditerranée)

Pierre Silvestre  
(CETE de Lyon)

## SOMMAIRE GENERAL DES VOLUMES

### *L'eau & la route*

#### *Volume 1*

##### **Problématique des milieux aquatiques.**

- I. Les milieux aquatiques.
  - II. La route, élément de perturbation.
  - III. Les actions.
  - IV. Les recherches.
- Glossaire. / Bibliographie.

#### *Volume 2*

##### **L'élaboration du projet.**

- I. Le tracé.
  - II. Les aménagements.
- Index. / Glossaire.

#### *Volume 3*

##### **La gestion de la route.**

- I. Le chantier.
  - II. L'exploitation de la route.
  - III. La pollution accidentelle.
- Index. / Glossaire. / Annexes.

#### *Volume 4*

##### **Les atteintes aux milieux aquatiques.**

- I. Origine des perturbations.
  - II. Les milieux récepteurs.
- Glossaire.

#### *Volume 5*

##### **Lois et réglementation sur les ressources en eau.**

Annexes.

#### *Volume 6*

##### **La pollution accidentelle sur les grandes infrastructures.**

#### *Volume 7*

##### **Dispositifs de traitement des eaux pluviales.**

- I. Principes.
  - II. Intégration dans l'environnement.
  - III. Caractérisation des boues.
  - IV. Choix des dispositifs.
- Glossaire. / Bibliographie.  
Fiches techniques.

#### *Volume 8*

##### **Les eaux de ruissellement de chaussée.**



**Page laissée blanche intentionnellement**

## **INTRODUCTION**

### **DISPOSITIFS DE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES**

Ce fascicule présente une démarche de conception des dispositifs de traitement des eaux pluviales routières. La réduction des effets sur l'environnement implique la maîtrise de la quantité et de la qualité des eaux déversées dans le milieu récepteur. L'eau se charge, en effet, au contact de la chaussée, de contaminants divers (débris, particules, hydrocarbures, sel, etc.) et peut les transmettre au milieu naturel.

La démonstration que les rejets routiers apportent une charge de pollution chronique ayant été faite depuis plusieurs années, il faut retenir le principe d'épurer les eaux pluviales routières avant restitution au milieu récepteur. Le dimensionnement des dispositifs de traitement doit respecter certains principes élémentaires. A défaut, on risquerait de ne pas savoir ce que l'on veut traiter, ni de connaître l'efficacité des ouvrages réalisés.

Ce fascicule est donc organisé en deux parties destinées, l'une à présenter les principes, l'autre à fournir, sous forme de fiche, pour chaque ouvrage les paramètres de dimensionnement, l'efficacité et le coût. Ces critères peuvent être par la suite conjugués si les fonctions retenues sont multiples.

**Page laissée blanche intentionnellement**





<b>I. PRINCIPES.</b>	<b>9</b>
<b>A. PRÉCISER L'OBJECTIF</b>	
<b>B. INTÉGRER</b>	
<b>C. RETENIR UNE DÉMARCHE D'ÉTUDE</b>	
1. Contexte d'étude	
2. Dimensionnement	
3. Calcul des temps de séjour	
• En ouvrage linéaire	
• En ouvrage avec régulation	
• En dispositifs compacts	
• Appréciation de l'efficacité	
4. Calcul des rendements-types	
<b>II. INTEGRATION DANS L'ENVIRONNEMENT.</b>	<b>20</b>
<b>A. POSITION DU BASSIN</b>	
<b>B. FORME DU BASSIN</b>	
<b>C. FORMES ET LES PENTES DES TALUS</b>	
1. Les bassins à pentes variables ou à risbermes	
2. Les bassins gigognes	
3. Les bassins en série ou bassins de lagunage	
<b>D. REMODELAGE OU TERRASSEMENT PAYSAGER</b>	
<b>E. PARTI D'AMÉNAGEMENT VÉGÉTAL</b>	
1. Les végétaux aquatiques	
2. Les végétaux semi-aquatiques	
3. Les végétaux ligneux	
4. Le substrat de culture	
<b>F. CLÔTURES</b>	
<b>III. CARACTÉRISATION DES BOUES.</b>	<b>30</b>
<b>A. EVALUATION DES VOLUMES PRODUITS</b>	
<b>B. NATURE PHYSICO-CHIMIQUE DES MATÉRIAUX</b>	
<b>C. PERSPECTIVES</b>	
<b>IV. CHOIX DES DISPOSITIFS.</b>	<b>33</b>
<b>A. TRAITEMENT DE LA POLLUTION CHRONIQUE</b>	
<b>B. PIÉGEAGE D'UNE POLLUTION ACCIDENTELLE</b>	
<b>C. SUJÉTIONS</b>	
<b>D. COÛTS</b>	
<b>GLOSSAIRE.</b>	<b>37</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.</b>	<b>39</b>
<b>SOMMAIRE DES FICHES TECHNIQUES.</b>	<b>41</b>

**Page laissée blanche intentionnellement**

Les principales caractéristiques des réseaux d'assainissement routier sont :

- un linéaire important, facilitant la dispersion des points de déversement des eaux pluviales. Cette solution permet dans de nombreux cas une meilleure acceptation des rejets par le milieu naturel, tant pour les débits que pour la qualité. Avant d'imaginer des solutions « tout-tuyau », il faut retenir que la dispersion des points de rejet est un moyen d'action ;
- une arrivée de l'eau de ruissellement de la chaussée progressive. La charge de pollution chronique est donc apportée tout au long de l'épisode pluvieux (fig. 1). *A priori* deux cas se distinguent, celui des régions pluvieuses où la charge apportée par chaque pluie reste modeste, et celui, des régions méridionales où la charge entraînée par l'orage est alors maximale (fig. 2a et 2b) ;

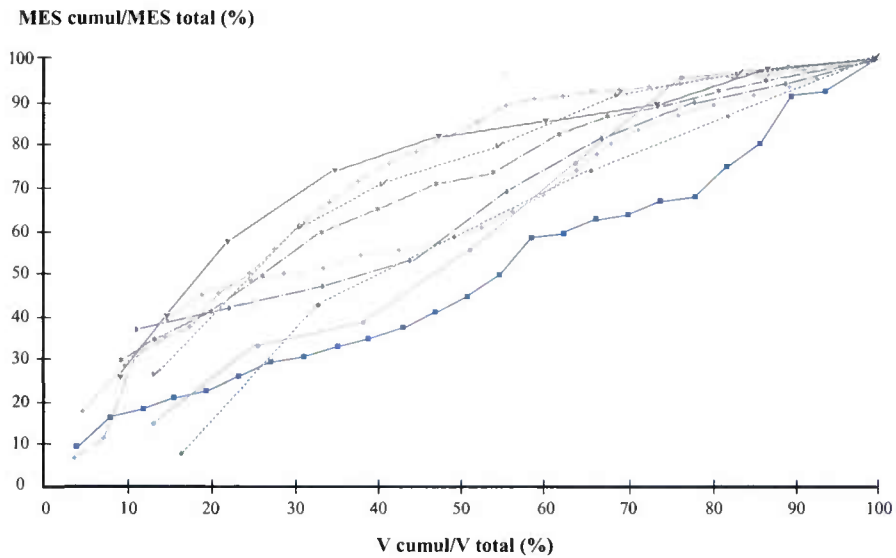


fig. 1 : Répartition des apports de pollution chronique en fonction du ruissellement (MES).

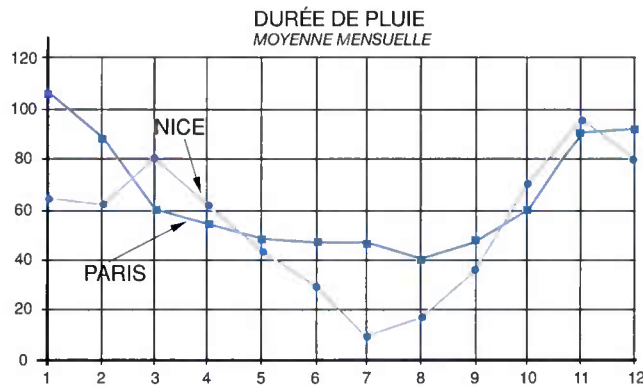


fig. 2a : Données climatiques comparées de Nice et de Paris (h/mois).

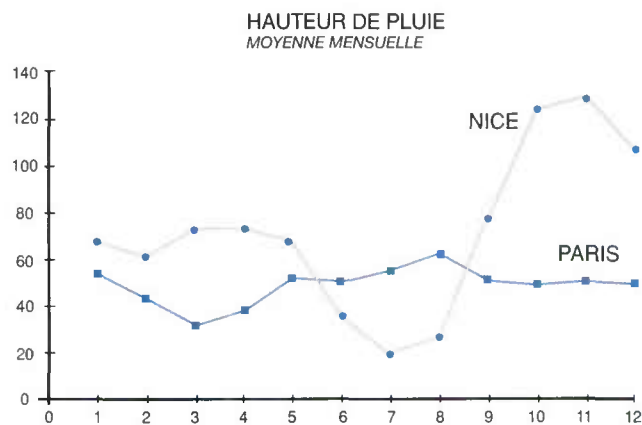


fig. 2b : Données climatiques comparées de Nice et de Paris (mm/mois).

- des rejets d'eau pluviale intermittents, épisodiques et variables en fonction de la pluviométrie. Les effets sur les milieux récepteurs des rejets intermittents sont mal connus, mais apparemment différents de ceux des rejets permanents ;
- un coefficient de ruissellement plus élevé que celui du bassin versant naturel, et une concentration des débits, qui modifient parfois notablement le contexte hydraulique local ;
- le dimensionnement est établi de façon à évacuer l'eau de la plate-forme routière pour des épisodes rarissimes (pluie décennale ou plus). Malheureusement, ces événements ne sont pas les plus pertinents pour protéger les milieux récepteurs contre les apports chroniques de contaminants.

#### A. PRÉCISER L'OBJECTIF.

Les formes de pollution -*pollution chronique et risque de pollution accidentelle*- sont fréquemment confondues dans la conception des dispositifs d'interception et de traitement des eaux pluviales routières. Il est impératif, dans la phase de conception, d'identifier parfaitement la forme de pollution à traiter ou à piéger, ceci pour définir précisément les fonctions souhaitées des ouvrages. Deux situations sont à examiner :



- le fonctionnement normal des ouvrages à chaque pluie. Ils agissent sur les débits, la charge de pollution chronique et de pollution saisonnière. Leur dimensionnement s'établit pour un fonctionnement normal en priorité ;
- les aléas de fonctionnement, accident ou dysfonctionnement, qui correspondent à des hypothèses avec de faible probabilité d'occurrence. Pour cet aspect, il convient de vérifier le comportement de l'ouvrage et la possibilité de mettre en oeuvre le plan d'intervention le cas échéant.

Du point de vue des demandes administratives, déclaration ou autorisation, au titre de l'article 10 de la loi sur l'eau n° 92-3, du 3 janvier 1992, cette vérification doit être jointe au document d'incidence.

La protection des zones de captages est une action prioritaire de cette problématique. En conséquence, préalablement à toute démarche, il convient de définir les secteurs d'alimentation des captages à protéger.

## B. INTÉGRER.

Dans la démarche de conception des dispositifs d'interception et de traitement des eaux pluviales routières, il est nécessaire d'intégrer plusieurs aspects, à savoir :

- le premier facteur du ruissellement est la pluie et le mode d'évacuation des eaux vers le milieu récepteur. Tout dispositif hydraulique influence le traitement et la qualité des rejets. Par voie de conséquence, il faut tenir compte, pour dimensionner un dispositif de traitement, des éléments constitutifs du réseau d'assainissement de la plate-forme. Le choix de chacun d'eux doit intégrer le rôle environnemental ;
- le taux d'abattement du dispositif de traitement doit être défini. Pour les rejets intermittents, il correspond à la réduction de la charge totale transmise au milieu récepteur (ou flux annuel), car respecter des seuils sur des épisodes variables en débit et en concentration est aléatoire. La réduction des concentrations n'est pas le meilleur moyen d'apprécier l'efficacité des dispositifs de traitement routiers. Toutefois, pour des contextes environnementaux particuliers et à forte valeur patrimoniale, la réduction des concentrations instantanées peut être retenue comme critère de dimensionnement ;
- les principes de traitement restent simples. L'essentiel de la pollution chronique routière est lié à des sables et matières en suspension (MES) (tab. I). Toute action favorisant leur sédimentation est automatiquement efficace sur les autres substances.

tab. I : Abattement de la pollution chronique par sédimentation en fraction de la charge totale.

PARAMÈTRES DE POLLUTION	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	NTK	HC	MÉTAUX
Abattement de la charge en %	50-90	40-80	40-80	30-60	25-80	60-80

### TROIS PRINCIPES A RESPECTER

Toutes les actions augmentant le temps de contact de l'eau avec l'air et réduisant la vitesse d'écoulement permettent d'améliorer la qualité de l'eau déversée dans le milieu récepteur.

1° Réguler les débits avant rejet.

2° Dessabler et décanter les eaux de ruissellement.

3° Aérer les eaux de ruissellement.

## C. RETENIR UNE DÉMARCHE D'ÉTUDE.

L'application correcte des principes définis dans le paragraphe précédent impose une démarche d'étude rigoureuse dont les principales étapes sont le contexte, le dimensionnement, le calcul du temps de séjour et l'évaluation des rendements épuratoires.

## 1. Contexte d'étude.

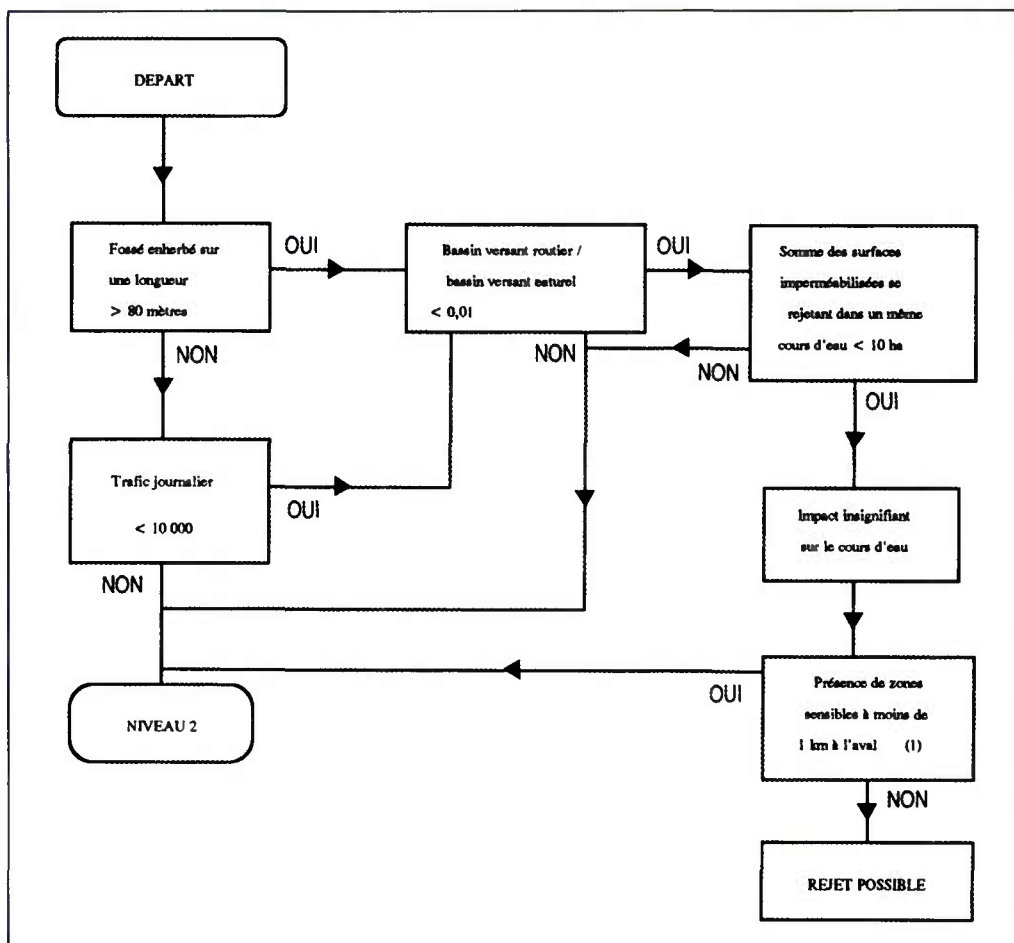
Les objectifs de cette première étape sont de :

- faire le choix des points de déversement des eaux pluviales dans le milieu récepteur ;
- estimer les effets bruts quantitatif (hydraulique) et qualitatif sur le milieu récepteur ;
- vérifier la compatibilité de ces points de rejet avec les enjeux environnementaux (captages AEP, baignade, pisciculture, etc.). *A contrario*, il faut adapter la localisation des points de rejet ;
- définir les rendements souhaités du ou des dispositifs (débits maximum, charge maximale, concentration maximale, etc.) en régime normal et par rapport à la capacité d'acceptation du milieu récepteur.

Trois niveaux successifs d'évaluation peuvent être utilisés en fonction du projet et de la sensibilité du milieu naturel :

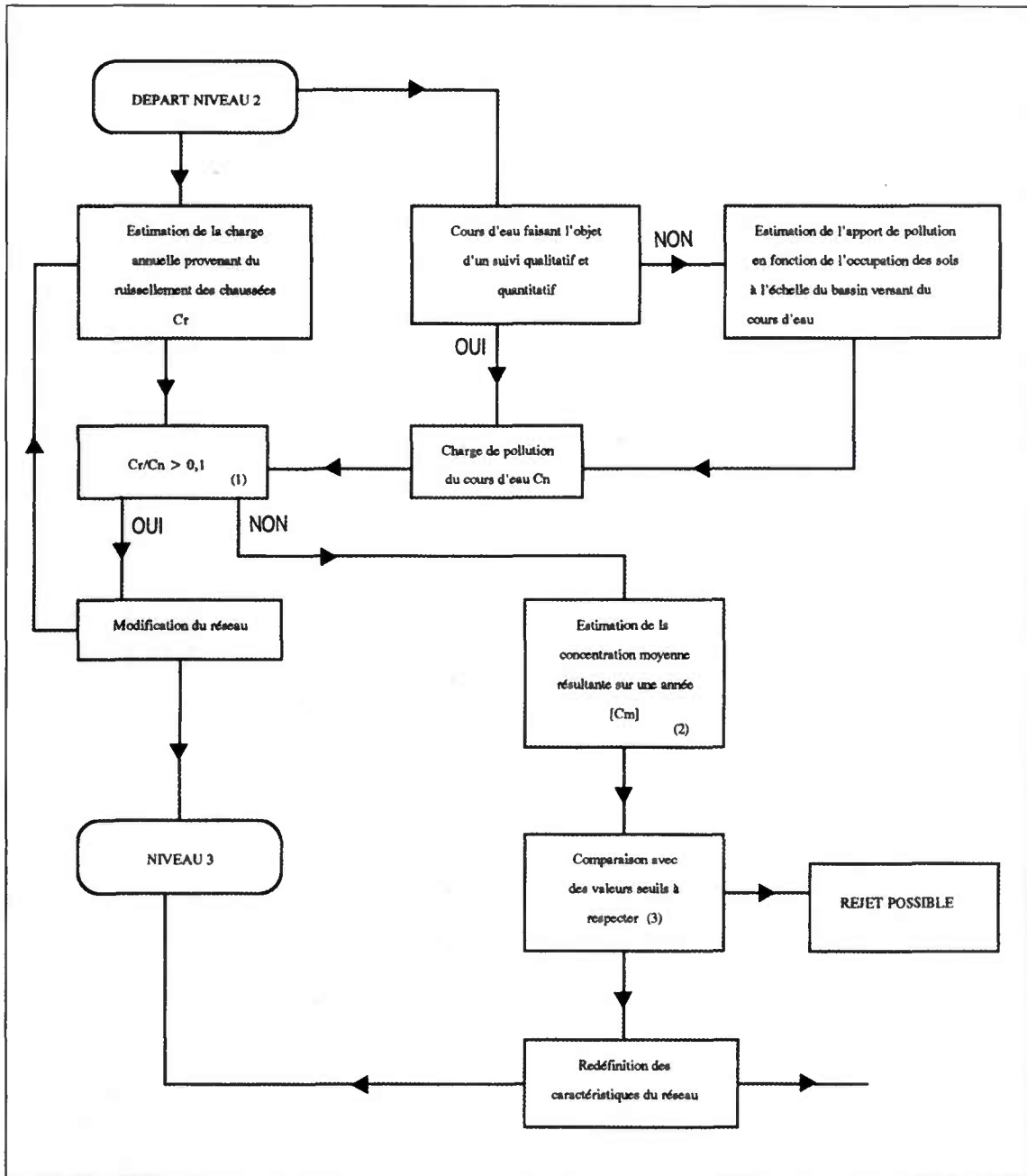
- le niveau d'évaluation 1, correspondant au cas d'impact insignifiant et à celui des petits impluviums routiers (fig. 3) ;
- le niveau d'évaluation 2, correspondant au cas général (fig. 4) ;
- le niveau d'évaluation 3, correspondant au cas des secteurs sensibles (fig. 5).

fig. 3 : Niveau 1 d'évaluation des protections.



(1) Captage AEP, zone de baignade selon la Directive CEE n° 76-160, la loi sur l'eau n° 92-3.

fig. 4 : Niveau 2 d'évaluation des protections.

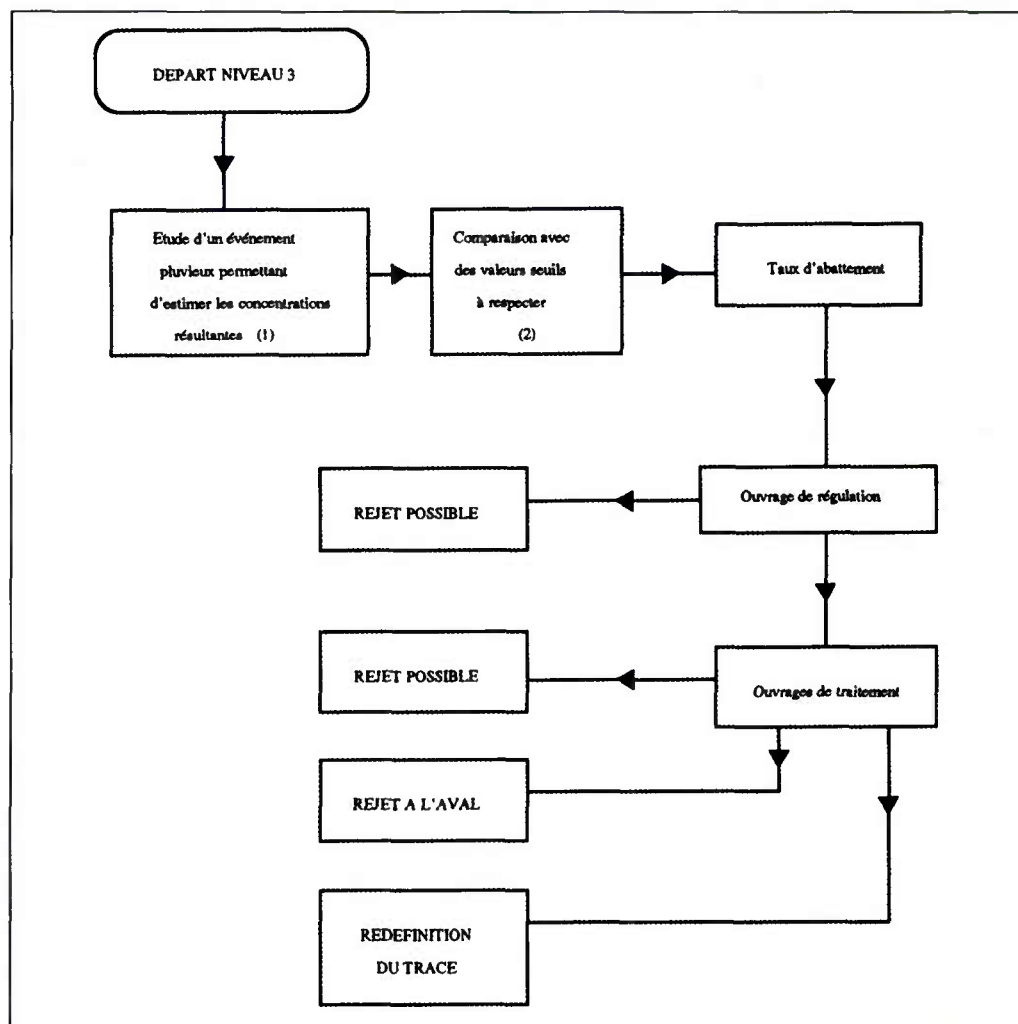


(1) Selon les cas, cette valeur sera diminuée ou majorée, notamment en fonction de la nature du bassin versant.

(2)  $[Cm] = (Cr + Cn) / (VP + VQ)$ , où :  
 Cr : charge annuelle d'origine routière ;  
 Cn : charge annuelle du bassin versant naturel ;  
 VP : le volume correspondant à la pluviométrie moyenne statistique du secteur concerné ;  
 VQ : le volume correspondant au module du cours d'eau considéré.

(3) On se référera aux valeurs des objectifs de qualité.

fig. 5 : Niveau 3 d'évaluation des protections.



(1) On retiendra soit une pluie égale à 10 mm pour une période de retour 2 ans, ou une hauteur d'eau en 24 heures pour une période de retour de 2 ans, ou l'événement pluvieux moyen du secteur géographique concerné.

$[C_e] = (C_{réf.} + C_n/T) / (V_p + V_q)$ , où :

$C_e$  : concentration résultante ;

$C_{réf.}$  : pour les calculs, on utilisera :

- soit la charge maximale, qui correspond à l'événement pluvieux retenu qui a entraîné la totalité de la pollution déposée sur une plate-forme par le trafic et consécutive à une période de temps sec de 15 jours. La relation mathématique entre la charge annuelle et la charge après 15 jours de temps sec est la suivante,  $C_r$  étant la charge annuelle,  $C_{15}$  la charge après 15 jours de temps sec,  $P$  la hauteur de pluie annuelle moyenne,  $K$  le coefficient de Manning-Strickler ( $K = 0,2$ ). En outre  $\alpha = N/P$ ,  $N$  étant le nombre de jours de pluie moyen annuel :

$$C_r = C_{15} \cdot \frac{\alpha \cdot K \cdot \bar{P}}{\alpha + K} \cdot \frac{1}{2}$$

- soit la charge maximale de l'événement pluvieux qui entraîne 10 % de la charge annuelle routière ( $C_r$ ) obtenue au niveau 2 ;

$C_n$  : Charge annuelle du bassin versant estimée au niveau 2 ;

$T$  : est égale à 365 pour une estimation sur 24 heures, à 730 et 1460 pour des périodes de 12 et 6 heures respectivement ;

$V_p$  : Volume écoulé sur la plate-forme pour la pluie de référence retenue ;

$V_q$  : Volume écoulé dans le cours d'eau en 24 heures (12 ou 6 heures) pour un débit de référence égale au débit d'étiage d'occurrence 5 ans.

(2) On se référera aux valeurs qui concernent, selon les cas, soit les objectifs de qualité des cours d'eau (en vérifiant sur une période de 24 heures que les seuils ont été respectés), soit les eaux de baignade ou les eaux potabilisables (en vérifiant sur une période de 6 ou 12 heures, selon les secteurs, que les seuils ont été respectés).



## 2. Dimensionnement.

Le dimensionnement des éléments d'ouvrage suit une démarche progressive. On commence par la régulation des débits de rejet, celle-ci peut-être imposée par le contexte hydraulique ou être retenue comme un moyen d'améliorer la qualité des eaux pluviales avant déversement dans le milieu récepteur.

Dans un second temps, on effectue le choix des éléments constitutifs du réseau d'assainissement en fonction de la géométrie et du rôle épuratoire souhaité de l'amont vers l'aval (recueil, transfert et maîtrise du rejet).

Enfin, on réalise une étude de sensibilité du dispositif en déterminant des dysfonctionnements probables et, POUR CETTE ETUDE, des mesures exceptionnelles nécessaires.

Il est recommandé de sélectionner à chaque étape de l'étude le type d'ouvrage le plus simple possible. Cet aspect est important, car c'est l'adéquation entre les moyens opérationnels d'entretien et le niveau de maintenance nécessaire qui permet d'atteindre et de maintenir le rendement épuratoire escompté.



### MEILLEURE TECHNOLOGIE DISPONIBLE

Les documents explicatifs de l'application de la loi sur l'eau aux infrastructures de transport acceptent la notion de meilleure technologie disponible. Celle-ci tient compte à la fois de la fonction prévue et des moyens d'entretien programmés. Le choix des dispositifs sophistiqués ne peut, dans cet esprit, être retenu que si l'on met en place les moyens de surveillance adéquats.

## 3. Calcul des temps de séjour.

Les principes de traitement exigent toute la prise en compte d'une temporisation du rejet. Celle-ci favorise la régulation des débits de pointe, l'oxydation et la décantation des particules les plus grossières, et éventuellement le déshuilage. Les méthodes de dimensionnement diffèrent *a priori* selon les dispositifs. En fait, elles peuvent toutes être exprimées en temps de séjour ( $T_s$ ) dans un ouvrage ou dans un réseau.

Ce principe de calcul vise à mettre en évidence le lien entre le rôle de chaque dispositif constitutif du réseau et l'efficacité du traitement au point de rejet. En d'autres termes, le réseau d'assainissement avec tous ces ouvrages annexes (bassins, déshuileurs, etc.) constitue une filière de traitement. Les temps de séjour s'évaluent par trois modes de calcul selon le type d'ouvrage concerné.

### • En ouvrage linéaire.

Dans ce cas, le temps de séjour est calculé à partir des vitesses d'écoulement. Pour une longueur de réseau d'assainissement, le temps de séjour moyen est donné par l'expression :

$$T_s = \frac{L}{V} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{60}$$

avec :  $T_s$  = temps de séjour en mn  
 $L$  = linéaire de réseau en m  
 $V$  = vitesse d'écoulement en m/s

Le temps de séjour utile ( $T_s$ ) correspond à la différence entre ce calcul et celui que donnerait un réseau revêtu à efficacité nulle (caniveau en  $V$ ) soit :

$$T_s = \frac{L}{(V_{cv} - V)} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{60}$$

avec :  $T_s$  = temps de séjour en mn  
 $L$  = linéaire de réseau en m  
 $V$  = vitesse d'écoulement en m/s  
 $V_{cv}$  = vitesse d'écoulement dans un caniveau béton en  $V$ , en m/s

#### • En ouvrage avec régulation.

Dans ce cas, le calcul ne peut pas être fait sur la base des vitesses ou des débits de pointe, mais sur le calcul du volume effectivement stocké.

$$T_s = \frac{VS}{Q_s} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6}$$

avec :  $T_s$  = temps de séjour en h  
 $VS$  = volume à stocker en  $m^3$   
 $Q_s$  = débit de fuite en l/s

Le calcul reste simple dans le cas d'un débit de fuite constant. En revanche, dans le cas d'un débit variable, le temps de séjour se calcule sur la période où le bassin joue un rôle de stockage.

Il ressort donc qu'il **n'existe pas** de temps de séjour, donc **de rôle épuratoire**, si le dispositif ne fonctionne pas avec une régulation hydraulique adaptée, donc avec un stockage. Cette situation se rencontre notamment pour les pluies de faible intensité, pour lesquelles les débits ruisselés sont inférieurs au débit de projet (décennal fréquemment). Pour palier à cet inconvénient, il faut ajouter un volume de stockage tampon - ou volume mort - permettant d'assurer un temps de séjour minimum par effet de piston, même pour les petites pluies.

$$T_s = \frac{VS}{Q_s} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6} + T_s^e$$

avec :  $T_s$  = temps de séjour en h  
 $VS$  = volume à stocker en  $m^3$   
 $Q_s$  = débit de fuite en l/s

$$T_s^{\circ} = \frac{VM}{Q_s} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6}$$

avec :  $T_s^{\circ}$  = temps de séjour par effet piston en h  
 VM = volume mort en m<sup>3</sup>

### • En dispositifs compacts.

Dans ce dernier cas, le calcul dépend uniquement de la vitesse de transit de l'eau dans l'ouvrage, car ces dispositifs compacts (décanteurs, débourbeurs préfabriqués, etc.) ne comprennent pas de capacité de stockage.

$$T_s = \frac{VO}{Q_s} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6}$$

avec :  $T_s$  = temps de séjour en h  
 VO = volume du dispositif en m<sup>3</sup>  
 $Q_s$  = débit de sortie en l/s

Pour ces dispositifs, du fait d'une bonne maîtrise des vitesses internes, le temps de séjour utilisé peut être un temps de séjour réduit, tenant compte de la disposition des éléments intérieurs (lamelles, coalesceur, etc.). Un facteur correctif peut être introduit, Z, variant de 1 à 5 selon les caractéristiques de l'ouvrage,

alors :  $T_s = Z \cdot \frac{VO}{Q_s} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6}$

### • Appréciation de l'efficacité.

La démarche d'appréciation de l'efficacité d'un dispositif est la suivante :

1° - pour toute pluie, il faut obtenir un temps de séjour ( $T_s$ ) utile ;

2° - pour chaque type de dispositif, il existe un  $T_s$  minimum à fixer, en fonction de la hauteur d'eau, du rendement épuratoire souhaité pour la décantation des matières en suspension et de la technologie de l'ouvrage de traitement ;

3° - choisir soit un  $T_s$  minimum, soit un  $T_s$  moyen. Dans le cas, où un  $T_s$  minimum est retenu, l'adoption d'un volume tampon - ou *volume mort* - s'impose. Si, le piégeage d'une pollution accidentelle est prévue dans le dispositif, le volume tampon doit être au moins égal à 3 fois le volume de piégeage ;

4° - pour le  $T_s$  moyen, on détermine le volume nécessaire pour recueillir une pluie de récurrence n ;

5° - on vérifie alors qu'on a un  $T_s$  utile pour les pluies de récurrence inférieure à n. Sinon, on ajoute un volume tampon ;

6° - on calcule pour chaque ouvrage l'efficacité à partir de critères tels que la surface, la hauteur, le volume pour une pluie de récurrence fréquente, par exemple bi-annuelle. Pour



les dispositifs modulaires, leur conception permet une efficacité équivalente pour des critères de surface et de hauteur réduits ;

7° - on choisit les formes, les modes de construction, les types de berges et de revêtement. Dans tous les cas, il faut favoriser les conditions de bon mélange dans le dispositif de régulation.

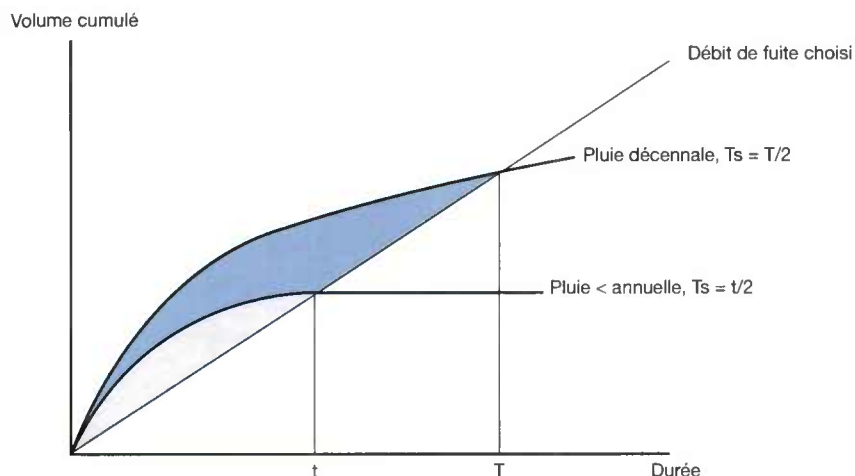


fig. 6 : Méthode d'appréciation du temps de séjour dans les ouvrages.

#### 4. Calcul des rendements- types.

La méthode présentée permet de calculer de l'amont vers l'aval le rendement obtenu par chacun des dispositifs vis-à-vis de la pollution chronique (fig. 7). L'abattement peut être estimé sur un épisode pluvieux, mais préférentiellement sur la saison ou l'année. Le rendement ainsi calculé correspond à un abattement de la charge transmise au milieu récepteur.

Les rendements unitaires présentés proviennent pour l'essentiel des observations sur sites réels. Pour la majorité des dispositifs présentés en annexe, le rendement épuratoire dépend directement du temps de séjour de l'eau dans l'ouvrage. En complément à cette méthode de classification amont-aval, on peut également faire une sélection directe des ouvrages-types ayant *a priori* le meilleur gain.

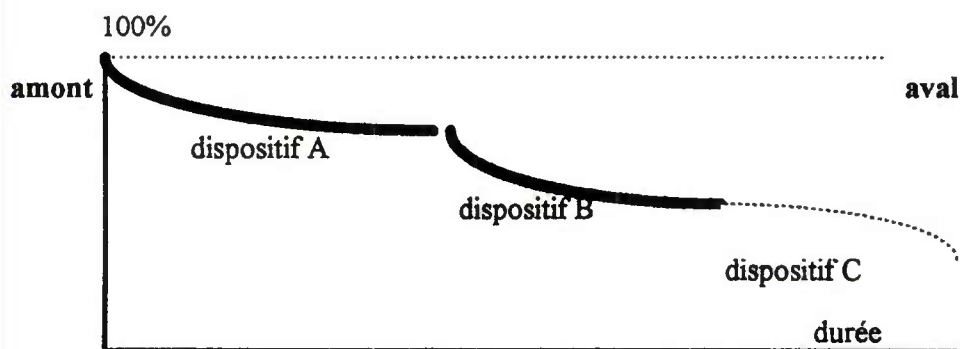


fig. 7 : Rendement en fonction de la distribution du temps de séjour dans le réseau d'assainissement.

### RENDEMENT EPURATOIRE DES DISPOSITIFS

Le rendement est exprimé comme le pourcentage retenu de la charge transitant dans le dispositif sur une durée donnée, en général l'année.

Le rendement cumulé de plusieurs dispositifs s'exprime ainsi :

$$(1-R) = (1-R_1) \cdot (1-R_2) \cdot \dots \cdot (1-R_i)$$

avec :  $R_i$  = rendement intrinsèque à chaque ouvrage

$R$  = rendement général de la filière

Lorsque le rendement doit être évalué sur la base d'épisodes pluvieux particuliers, la même démarche s'applique en intégrant des hypothèses complémentaires, notamment sur l'entraînement de la charge polluante en fonction de l'importance de l'épisode (fig. 8a et 8b).

DCO cumul/DCO total (%)

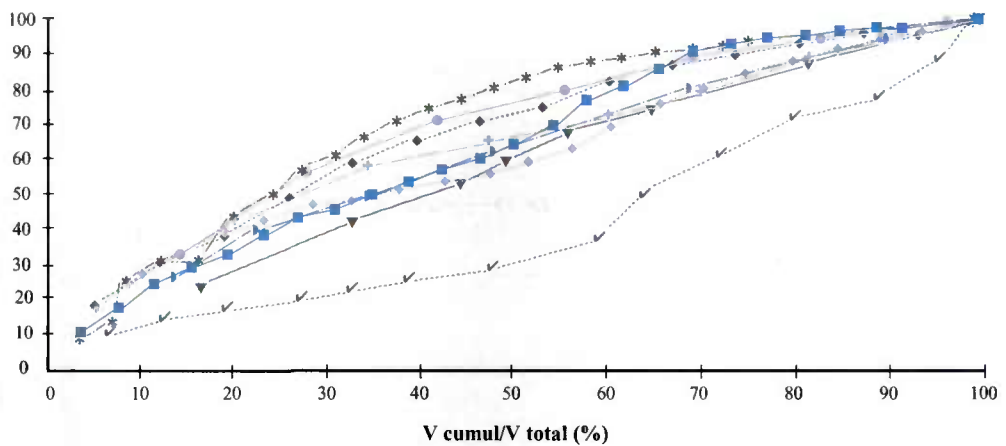


fig. 8a : Apports en DCO en fonction du ruissellement.

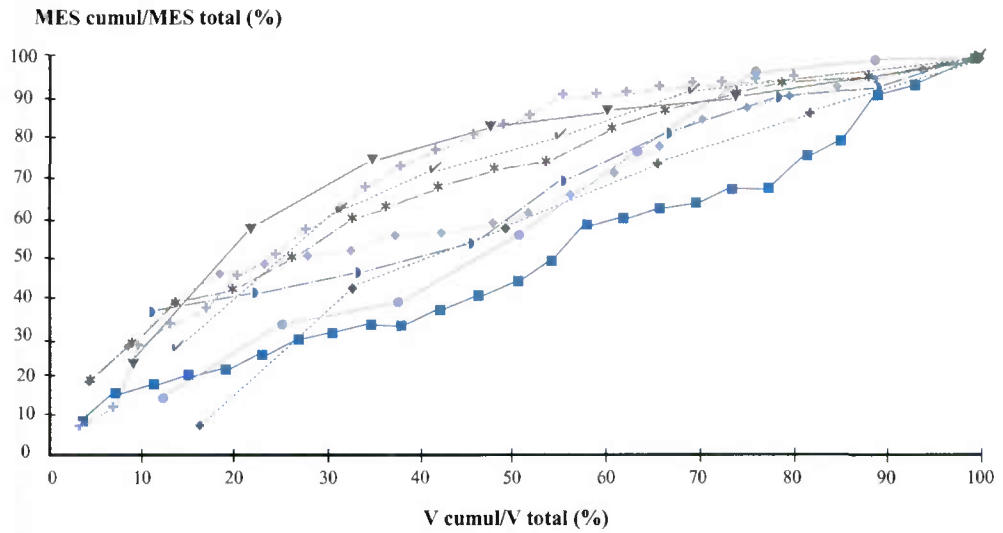


fig. 8b : Apports en MES en fonction du ruissellement.

Les rendements indiqués sont donnés pour la pollution chronique en matières en suspension. En effet, les autres contaminants caractéristiques dépendant directement des MES, on applique un simple coefficient pondérateur pour tenir compte de leur spécificité (tab. II).

tab. II : pondération par rapport aux MES, en charge annuelle pour un même temps de séjour.

PARAMÈTRES DE POLLUTION	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	NTK	HC	MÉTAUX	CHLORURES
Coefficient de pondération	1	0,85	0,85	0,65	0,75	1	0

Pour la pollution saisonnière dissoute, le rendement global est pratiquement nul. En effet, les dispositifs ne permettent pas d'assurer une rétention de la charge polluante, mais une simple régulation écrétant les concentrations de pointe. Dans les niveaux d'évaluation 2 et 3, on calcule le rendement lié à cette régulation, en tenant compte de l'ensemble des pluies sur une période représentative par exemple de la façon suivante :

$$\text{Concentration} = \frac{\text{Charge}}{\text{Pluie cumulée}} \quad \text{ou} \quad \text{Flux} = \frac{\text{Concentration}}{2.T_s}$$

Le choix du mode de calcul est déterminé par le contexte environnemental au droit du rejet.

## II. INTEGRATION DANS L'ENVIRONNEMENT.

La conception traditionnelle des bassins s'appuie sur des recommandations essentiellement techniques qui relèvent du génie civil, les objectifs à atteindre étant la maîtrise des eaux de ruissellement et la prévention de la pollution.

La mise en oeuvre de ces recommandations donne naissance à des bassins de formes géométriques régulières, aux pentes raides et arêtes vives, construits avec des matériaux de fort impact visuel (béton, géomembranes, etc.) sans harmonie aucune avec le contexte paysager et sans qualité esthétique.

Les emprises limitées, voire inexistantes, interdisent souvent même de faire des plantations d'agrément. Enfin, la fermeture pratiquement systématique de ces dispositifs par des clôtures et barrières métalliques, souvent inesthétiques, renforce leur caractère artificiel.

Pourtant ces dispositifs présentent de bonnes dispositions pour valoriser l'espace routier.

Ils s'étendent en dehors de l'emprise linéaire de la route et peuvent, certes de façon ponctuelle, mais néanmoins intéressante, créer un effet de transversalité.

Ils sont souvent situés dans des endroits fort visibles tels que les boucles, les demi-boucles d'échangeur, les délaissés de rétablissement de communication ou encore à proximité d'aires de repos, de stations-service (fig. 9). Ils peuvent être ainsi perçus simultanément par les usagers des voiries principales et secondaires, voire par les riverains. A cela s'ajoute l'attrait de l'eau souvent présente.



fig. 9 : Dispositif de retenue en eau, avec des berges en pente douce, contigu à une aire de repos.

Ils méritent pour ces raisons une attention particulière en termes d'aménagement, d'autant qu'il suffit souvent de peu de choses, si l'on s'y prend à temps, pour améliorer sensiblement l'aspect esthétique de ces dispositifs, en souscrivant parfois même à des objectifs écologiques ou récréatifs.

Les principes évoqués ci-après concernent surtout des espaces à caractère rural ou naturel, ils sont destinés à favoriser une insertion harmonieuse et valorisante des dispositifs dans le site. Ils intègrent les contraintes techniques développées par ailleurs dans ce document.

Il est recommandé d'intégrer la préoccupation paysagère, voire écologique, dès la réalisation des études préalables d'assainissement. A ce stade, il est tout à fait intéressant de faire intervenir un paysagiste qui pourra mettre à profit ses capacités créatives.

Celui-ci aidera à la définition du parti d'aménagement et pourra donner des orientations quant à la position, la forme, les pentes du bassin, à d'éventuels mouvements de sol, à la végétalisation, au choix des clôtures, à l'aménagement des accès. Cette recherche de parti d'aménagement doit tenir compte des sujétions d'entretien ultérieur, notamment en ménageant des accès aux différents dispositifs qui nécessiteront une surveillance et un entretien réguliers.

**A. POSITION DU BASSIN.**

Si le positionnement des bassins est prédéterminé par la position des points bas, rien oblige en revanche à les accoler systématiquement le long de la route dans le sens de leur plus grande longueur. Au contraire, il faut tirer parti des formes ou lignes existantes tels que les structures végétales, les courbes de niveau, le parcellaire, etc.

**Tirer parti des éléments de paysage existants**

**B. FORME DU BASSIN.**

Les formes doivent être inspirées le plus souvent possible des formes naturelles existantes (mares, étangs). Les lignes courbes s'inscrivent en général bien dans le paysage et sont plaisantes à l'oeil.

Certaines formes "en chicane" peuvent satisfaire à l'objectif technique d'allonger au maximum le cheminement de l'eau (fig. 10).

**Privilégier les formes naturelles**

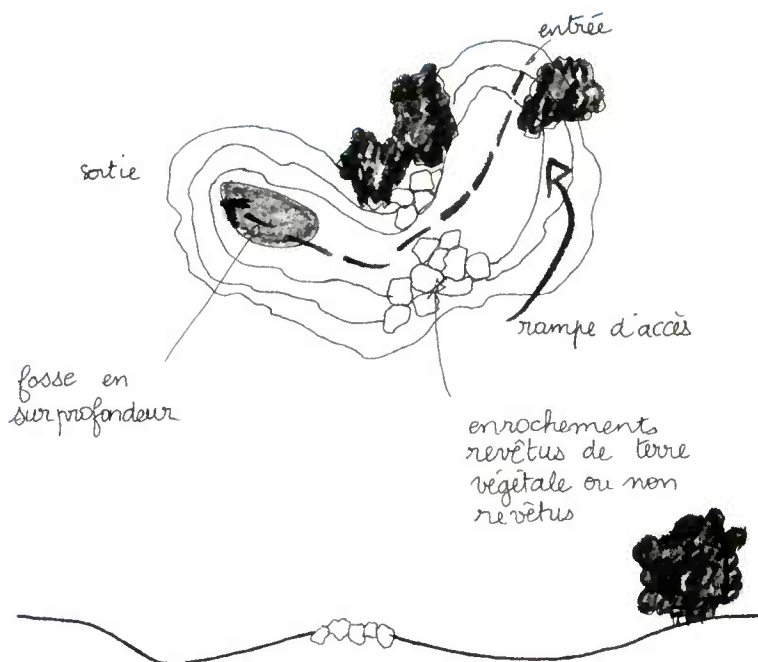


fig. 10 : Bassin en chicane de façon à allonger les temps de parcours de l'eau dans l'ouvrage.



## C. FORMES ET PENTES DES TALUS.

Trop souvent les talus présentent des pentes fortes et des angles vifs, peu satisfaisants pour l'oeil et peu favorables à leur insertion dans le site. Pour ces raisons il faut leur préférer des talus à faible pente et aux bords arrondis. Outre leur intérêt esthétique, les talus à pente douce permettent d'assurer la sécurité des personnes, sans avoir recours nécessairement à des clôtures onéreuses et souvent disgracieuses. Ils facilitent également la végétalisation et permettent de satisfaire aux exigences variées des végétaux aquatiques et semi-aquatiques.

Un rapport de 3/1 (base sur hauteur) est satisfaisant. Il assure en particulier la tenue de la terre végétale sur une géomembrane, ce qui peut éviter d'avoir à utiliser des systèmes plus sophistiqués et plus onéreux tels que les dalles alvéolées ou les textiles en trois dimensions que l'on réservera pour des situations très contraignantes (fig. 11).

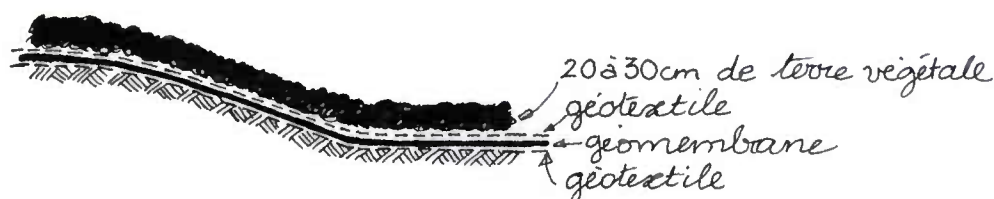


fig. 11 : Mise en oeuvre de terre végétale sur une géomembrane.

Quant à l'utilisation de l'un de ces deux produits industriels, il faut indiquer que les textiles tridimensionnels présentent une plus grande souplesse de mise en oeuvre et de conception comparés aux dalles alvéolées et qu'ils offrent, également, un meilleur résultat visuel.

### Créer des pentes douces et des formes arrondies

#### 1. Les bassins à pentes variables ou à risbermes.

Il est possible de créer des bassins à pente variable de telle sorte, par exemple, que la pente la plus douce corresponde à la partie la plus visible du bassin et qu'elle puisse faire l'objet de plantations valorisantes (fig. 12). Cette pente douce peut également servir d'accès au fond du bassin pour le nettoyer, le curer.

On peut aussi créer une risberme d'une largeur minimale de 1,5 m délimitant vers le bas un talus à pente raide et vers le haut un talus à pente douce (fig. 13). Le premier retenant les pluies normales, le second les épisodes pluvieux exceptionnels.

Pour faciliter la pose d'une géomembrane sur des bassins aux contours et formes irrégulières, il est recommandé de procéder à un premier décaissement général d'un volume et d'une profondeur supérieurs au bassin définitif, de poser la géomembrane puis de remblayer et de modeler le bassin aux formes désirées.

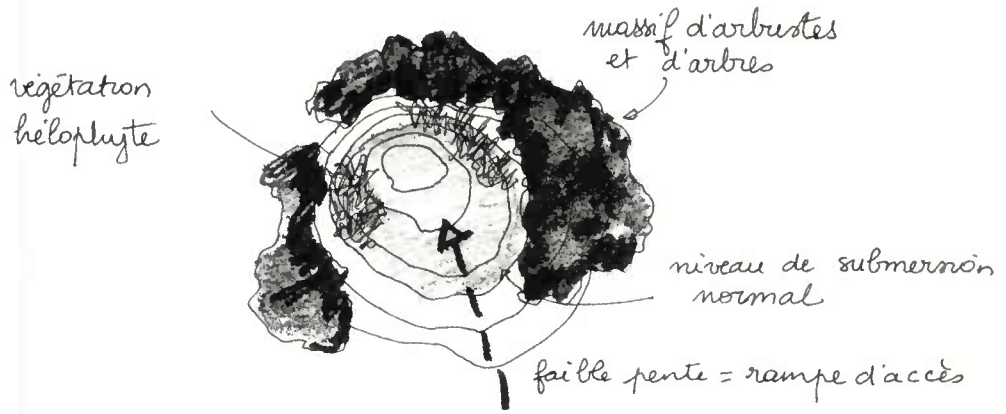


fig. 12 : Bassin à pente variable, la partie en pente douce permet d'accéder facilement au bassin.

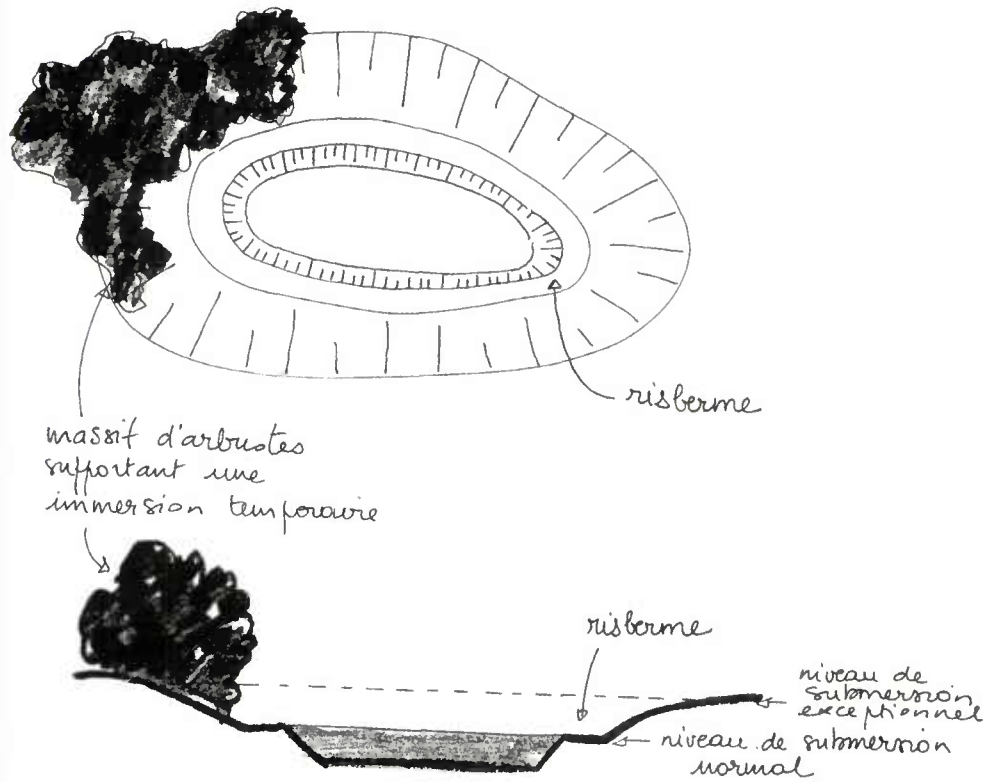


fig. 13 : Bassin à pente variable avec risberme.

## 2. Les bassins gigognes.

Il s'agit d'une succession de bassins emboîtés dans un vaste bassin. Les premiers sont conçus pour être submergés en période normale, les seconds en période exceptionnelle.

Ce principe permet de créer des scènes paysagères intéressantes en plantant, sur les parties en général émergées, des arbres et arbustes supportant une immersion temporaire (fig. 14).

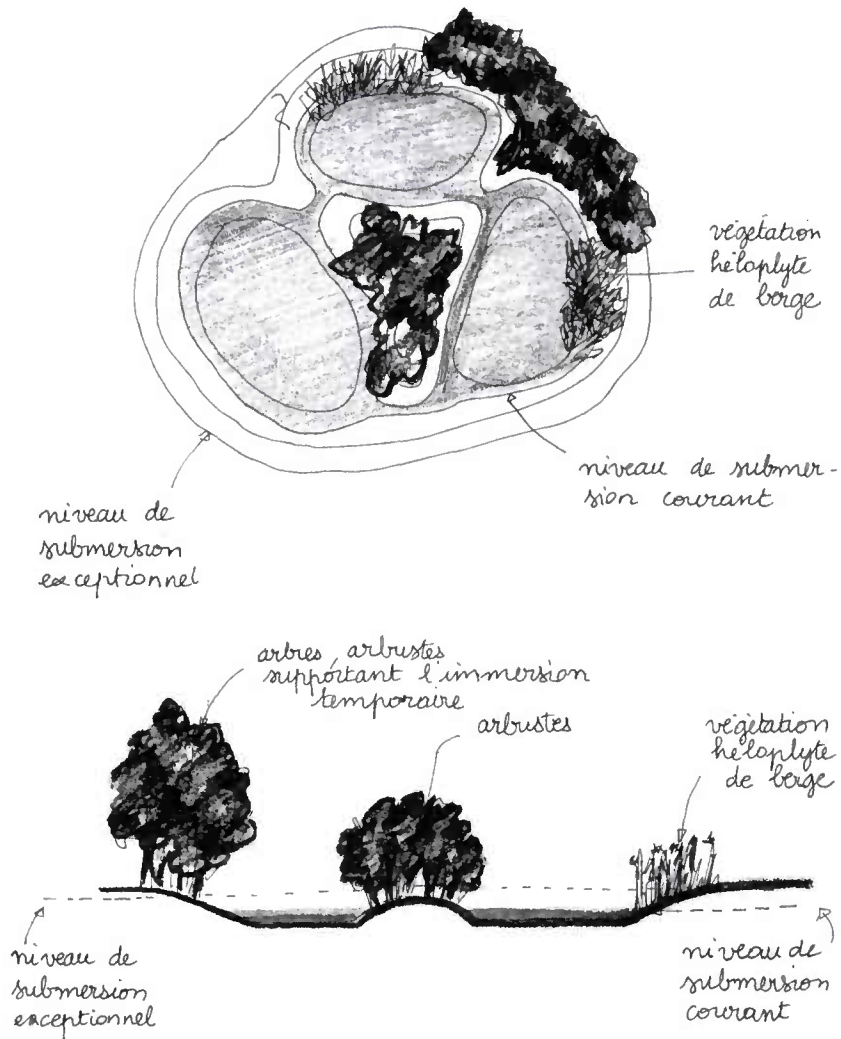


fig. 14 : Bassin gigogne.

## 3. Les bassins en série ou bassins de lagunage.

Ces deux types de bassin nécessitent certes des emprises plus importantes comparés à des systèmes élémentaires. En revanche, ils permettent de créer un milieu original en termes de paysage et d'écosystème, et peuvent être, par exemple, tout à fait valorisants et avoir une fonction récréative à proximité d'aires de repos ou de service, ou encore à côté de chemins fréquentés par les riverains.

Ces bassins sont constitués de plusieurs compartiments. Ils comprennent généralement un bassin de dessablage et un bassin de stockage où peut se développer une végétation aux qualités épuratrices. La conception de ces bassins permet comme précédemment de créer des scènes végétales intéressantes (fig. 15).

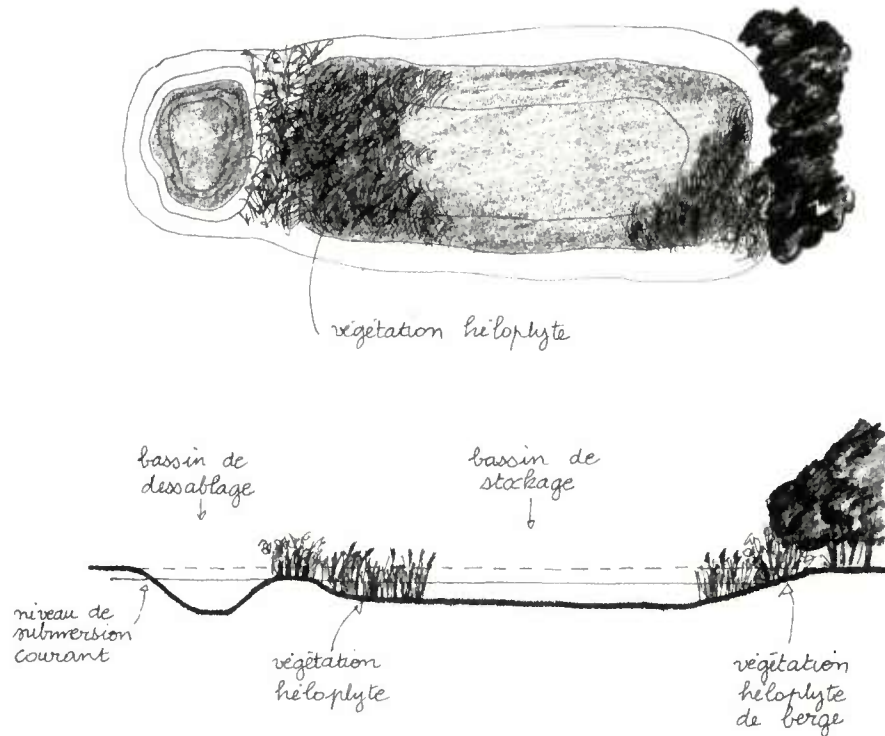


fig. 15 : Bassins en série ou bassins de lagunage.

#### D. REMODELAGE OU TERRASSEMENT PAYSAGER.

Ces principes intéressent les bassins à concevoir ou déjà construits. Ces derniers peuvent en effet faire l'objet d'une réhabilitation à l'occasion de travaux de renforcement ou d'élargissement de chaussées.

Le remodelage ou terrassement paysager est destiné à atténuer l'impact visuel des formes et pentes géométriques des digues en discontinuité avec le terrain naturel et la route elle-même.

Le remodelage fait disparaître les arêtes vives des digues, il permet un raccordement au terrain naturel plus satisfaisant pour l'oeil et l'espace ainsi remodelé se prête mieux à un aménagement paysager (fig. 16).

Ce principe peut, *a priori*, sembler plus consommateur de terrain, bien qu'il faille relativiser par rapport à l'ensemble du projet et au regard notamment de l'amélioration sensible apportée.

**Favoriser l'insertion des ouvrages dans le site  
par des modèles de sol appropriés**

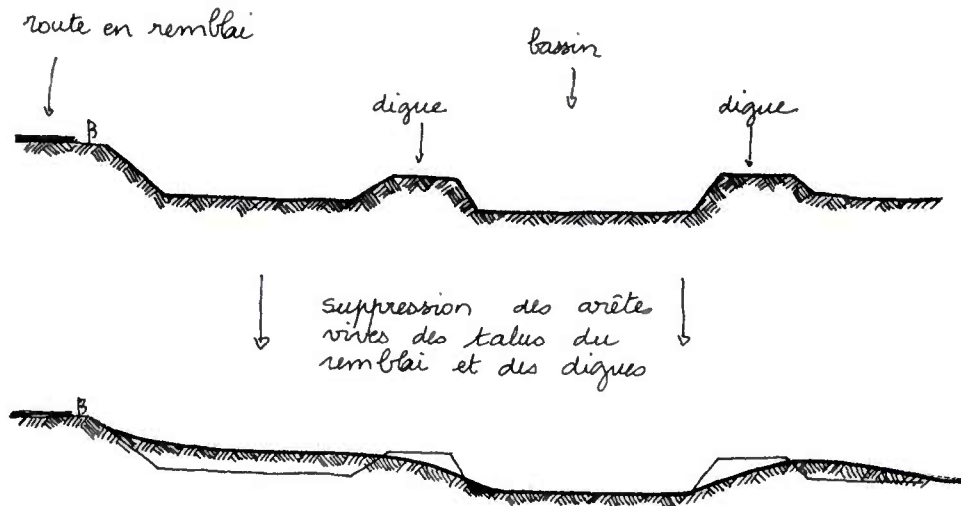


fig. 16 : Exemple de remodelage ou terrassement paysager.

### E. PARTI D'AMÉNAGEMENT VÉGÉTAL.

Il concerne l'implantation et le choix des végétaux. Il peut traduire soit l'intention de se fondre dans le paysage en reprenant le vocabulaire paysager environnant (essences végétales, formes végétales, implantation), soit l'intention de marquer, de renforcer l'artificialité du dispositif en choisissant par exemple des végétaux d'ornement (fig. 17).

Le premier concept convient mieux pour les aménagements routiers situés en rase campagne pour des raisons d'insertion paysagère, mais également pour des raisons de coûts et d'entretien à court et moyen termes.

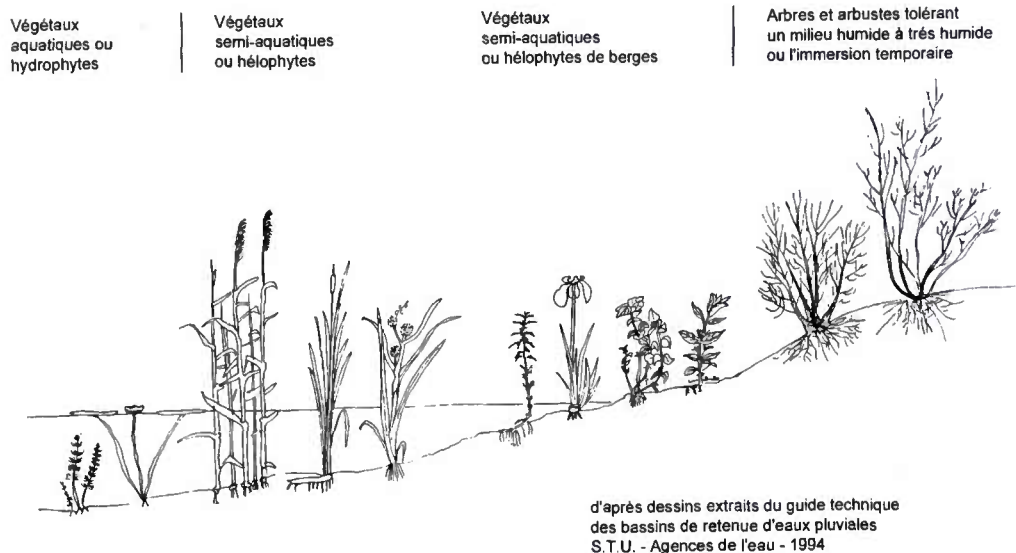


fig. 17 : Principes de végétalisation.

## 1. Les végétaux aquatiques.

Les végétaux aquatiques ou hydrophytes développent la totalité de leur appareil végétatif sous l'eau (Elodée, Potamoï, etc.) ou en partie à la surface de l'eau (Nénuphars, etc.). La morphologie, l'anatomie et la physiologie de ces végétaux sont parfaitement adaptées à la vie dans l'eau.

## 2. Les végétaux semi-aquatiques.

Les végétaux semi-aquatiques ou héliophytes, à la différence des précédents, développent leur appareil végétatif hors de l'eau. Dans cette catégorie on distingue les héliophytes de berges qui supportent l'exondation.

Les végétaux aquatiques et semi-aquatiques requièrent des eaux bien éclairées pour se développer. Leur distribution est liée à la profondeur de l'eau.

Outre leur attrait visuel et les scènes paysagères qu'ils permettent d'obtenir, les végétaux aquatiques ou semi-aquatiques jouent un rôle écologique important. Ils servent d'abri et de refuge à de nombreuses espèces animales sédentaires et migratrices. La biomasse qu'ils produisent nourrit de nombreux consommateurs primaires (vers, mollusques, etc.) à leur tour consommés par des carnivores de premier, deuxième ou troisième niveaux (poissons, oiseaux, etc.).

Ils ont, également, une fonction naturelle d'épuration. Ils consomment les sels minéraux en excès dans l'eau et certains d'entre eux (iris, jonc, thypha, scirpe, etc.) participent au piégeage de substances toxiques (métaux lourds, composés phénoliques) qui pourront être exportés lors du faucardage.

Ils contribuent, enfin, à réguler le développement du phytoplancton en exerçant une concurrence sur celui-ci et permettent ainsi de maintenir une eau claire.

## 3. Les végétaux ligneux.

Les arbres et arbustes tolérant un milieu humide à très humide ou l'immersion temporaire concourent à la stabilisation des berges et à leur protection contre le batillage et servent d'abri pour la faune.

La liste des végétaux ci-après (*tab. III*) est une liste indicative, elle présente les végétaux les plus communément utilisés ou qui apparaissent spontanément dans les bassins.

tab. III : Liste indicative de végétaux employés dans les aménagements de bassins.

HYDROPHYTES	HÉLOPHYTES	HYGROPHYTES	LIGNEUX
<i>Ceratophyllum sp.</i> Cératophylle comifle	<i>Alisma platago</i> Plantain d'eau	<i>Caltha palustris</i> Populage des marais	<i>Alnus incana</i> Aulne blanc
<i>Elodea canadensis</i> Elodée du Canada	<i>Phragmites communis</i> Roseau commun	<i>Carex sp.</i> Laïches	<i>Alnus glutinosa</i> Aulne glutineux
<i>Myriophyllum sp.</i> Myriophylles	<i>Rorippa amphibia</i> Roripe amphibie	<i>Epilobium sp.</i> Epilobes	<i>Betula verrucosa</i> Bouleau verruqueux
<i>Nymphaea alba</i> Nénuphar blanc lys d'eau	<i>Sagittaria sagiti folia</i> Sagittaire	<i>Lycopus europaeus</i> Lycophe d'Europe	<i>Carpinus betulus</i> Charme commun
<i>Nymphoides peltata</i> Limmanthème petit nénuphar	<i>Sparganium sp.</i> Rubanier	<i>Iris pseudoacorus</i> Iris d'eau	<i>Cornus sp.</i> Cornouillers
<i>Nuphar lutea</i> Nénuphar jaune	<i>Thypha angustifolia</i> Massette à feuilles étroites	<i>Lysimachia nummularia</i> Lysimaque nummulaire	<i>Fraxinus excelsior</i> Frêne commun
<i>Pondetaria cordata</i> Pondeterie à feuilles en cœur	<i>Thypha latifolia</i> Massette à feuilles larges	<i>Mentha aquatica</i> Menthe aquatique	<i>Populus alba</i> Peuplier blanc
<i>Potamogeton natans</i> Potamot géant	<i>Veronica beccabunga</i> Véronique cresson de cheval		<i>Platanus acerifolia</i> Platane
<i>Ranunculus divaricatus</i> Renoncule à feuilles divariquées			<i>Quercus palustris</i> Chêne des marais
			<i>Salix sp.</i> Saules
			<i>Viburnum opulus</i> Viorne obier
			<i>Taxodium distichum</i> Cyprés chauve

#### 4. Le substrat de culture.

L'implantation des végétaux aquatiques et semi-aquatiques nécessite la mise en place d'un substrat de culture d'une épaisseur de 0,30 m. Ce substrat doit avoir la composition suivante :

1/2 de gravier ;  
1/4 de sable ;  
1/4 de terre.

Cette composition est satisfaisante à la fois pour le développement des végétaux et l'entretien des bassins. La faible proportion de matière organique permet d'éviter la prolifération d'algues filamenteuses.

#### F. CLÔTURES.

Elles ne sont pas toujours indispensables, surtout si l'on a bien pris soin de concevoir des bassins aux pentes douces. Néanmoins, là où elles peuvent avoir leur utilité, elles doivent être les plus discrètes possibles. De simples clôtures à fils de ronce feront l'affaire, mieux encore on pourra les dissimuler dans une haie buissonnante libre ou taillée (fig. 18).

Une autre solution consiste à remplacer la clôture par une haie "défensive" ou impénétrable constituée de végétaux épineux et faire ainsi l'économie d'une clôture. Outre leur utilité fonctionnelle, ces haies menées librement constituent des fonds végétaux intéressants.

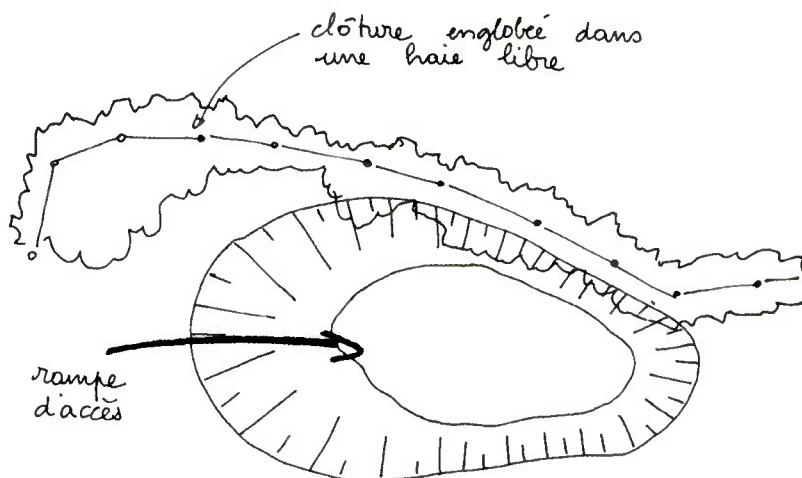


fig. 18 : Clôture dissimulée dans une haie libre.

### III. CARACTERISATION DES BOUES.

#### A. EVALUATION DES VOLUMES PRODUITS.

Afin d'obtenir quelques ordres de grandeur des quantités de matériaux manipulées du fait de l'entretien des réseaux d'assainissement routier, une enquête a été réalisée en 1994. Elle s'est faite auprès des subdivisions ayant en charge l'entretien du réseau routier national ou départemental, ainsi qu'auprès des sociétés concessionnaires d'autoroutes sur onze départements. Les voies communales n'ont pas été prises en compte, eu égard à la faible charge de trafic qu'elles supportent sur le réseau interurbain, et à la spécificité de la problématique du milieu urbain. Ont été totalisés annuellement sur les onze départements :

- 10 000 m<sup>3</sup> de produits de curage de bassins ;
- 100 000 m<sup>3</sup> de matériaux de dérasement ;
- de 500 000 m<sup>3</sup> de produits de curage des fossés.

Même si l'extrapolation de ces chiffres au niveau national est délicate, ils suffisent à évaluer l'importance de la question.

#### B. NATURE PHYSICO-CHEMIQUE DES MATÉRIAUX.

Une série de prélèvements a été réalisée sur un échantillon de fossés et de bassins de voiries de Seine-Maritime (route nationale, route départementale, autoroute). Ces bassins étudiés avaient comme fonction principale la régulation des débits de pointe. Plusieurs paramètres ont été quantifiés (tab. IV et V) par des analyses physico-chimiques de ces prélèvements :



- les teneurs en certains éléments polluants, métaux lourds (plomb, cadmium et zinc) et hydrocarbures totaux ;
- la teneur en aluminium, qui sert de référence. L'aluminium est un des principaux constituants métalliques des sédiments et qui, de plus, est peu sujet aux pollutions ;
- les teneurs en phosphore total et en azote Kjeldhal dans le cas des fossés (en vue d'une possible utilisation agricole).

tab. IV : Synthèse des résultats des analyses physico-chimiques des sédiments issus des fossés.

PARAMÈTRES (ppm MS)	MOYENNE	MAXI	MINI	ECART-TYPE	NOMBRE DE VALEURS
Plomb	186,9	370	30,4	123,69	12
Cadmium	0,87	1,55	0,14	0,62	12
Zinc	185,9	371	55	106,1	12
Aluminium	29,7	48,7	15,5	8,8	12
Hydrocarbures totaux	523,3	1 289	31	456,2	12
Phosphore total	0,80	1,61	0,44	0,36	12
Azote Kjeldhal	1,96	4,32	0,94	1,07	12

tab. V : Synthèse des résultats des analyses physico-chimiques des sédiments issus des bassins.

PARAMÈTRES (ppm MS)	MOYENNE	MAXI	MINI	ECART-TYPE	NOMBRE DE VALEURS
Plomb	166,8	633	20,6	206,5	38
Cadmium	0,95	3,61	0,07	1,07	38
Zinc	365,1	2 150	44,7	570,4	38
Aluminium	44,7	47,7	10,4	14,4	38
Hydrocarbures totaux	186,8	1 500	< 0,5	338,9	20

Les chiffres obtenus peuvent se comparer aux valeurs de référence adoptées soit pour des boues de traitement des eaux usées urbaines à épandre, soit pour les sols qui les reçoivent (tab. VI).

tab. VI : Normes et directives en matières de boues.

	NORME NF-U 44-041 : valeurs de référence pour des boues (ppm MS)	NORME NF-U 44-041 : teneurs limites des sols supports d'épandage (ppm MS)	Directive Européenne n° 86-278 du 12 juin 1986 : valeurs de référence pour les boues (ppm MS)	Directive Européenne n° 86-278 du 12 juin 1986 : valeurs de référence pour les sols (ppm MS)
Pb	800	100	750 à 1 200	50 à 300
Cd	20	2	20 à 40	1 à 3
Zn	3 000	300	2 500 à 4 000	150 à 300

Il n'existe pas de seuil réglementaire pour les hydrocarbures totaux. Dans l'analyse des résultats, il convient de garder à l'esprit que ceux-ci portent sur un faible nombre d'échantillons

géographiquement très localisés et donc difficilement transposables à des zones différentes sur le plan pédologique ou climatique. Les caractéristiques des impluviums associées aux prélèvements ont également une influence qui n'a pas été quantifiée.

En grande tendance, on peut toutefois observer que les valeurs obtenues pour le cadmium ou le zinc ne paraissent pas problématiques. Dans le cas du zinc, il faut toutefois mentionner la sensibilité de ce paramètre à l'influence des glissières de sécurité (tab. V et VI).

L'absence de référence pour les hydrocarbures ne permet pas de comparaison, mais les chiffres obtenus pour le plomb montrent que l'échantillon étudié - s'il ne révèle pas de situation particulièrement critique - interdit d'assimiler les produits résultant de l'entretien d'un réseau d'assainissement routier à un sol "banal".

### C. PERSPECTIVES.

L'article 2.1. de la loi du 13 juillet 1992 stipule qu'à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2002 les décharges ne seront habilitées à recevoir que des déchets ultimes. Est ultime un déchet qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant ou dangereux. Une alternative devra donc être trouvée pour ce qui est aujourd'hui pratique courante pour les produits de curage des bassins. Trois filières sont utilisées actuellement, la mise en décharge, l'épandage agricole et le réemploi :

- la mise en décharge se fait en général dans des décharges contrôlées (classe 2), cependant des décharges privées sont parfois utilisées ;
- l'utilisation agricole consiste à déposer les produits de curage en bordure de champ, le labourage ultérieur les mélangeant aux terres de culture. Ce peut également être le cas pour des épandages dans des jardins privés ;
- la réutilisation par les subdivisions de ces produits de curage se fait principalement comme matériaux de rechargement d'accotement et d'aménagement d'espaces verts, parfois comme matériaux de remblai.

L'enquête réalisée fait apparaître une distinction suivant qu'il s'agit de produits de curage de bassins ou de fossés : la mise en décharge est privilégiée dans le premier cas, alors que l'utilisation agricole domine dans le second.

Les teneurs en polluants observées justifient que, dans des cas *a priori* sensibles (trafic, impluvium) définis en accord avec des experts, des analyses soient réalisées sur les produits recueillis pour optimiser la filière d'évacuation sur les plans technique, économique et environnemental.

Les analyses réalisées n'ont pas révélé de migration significative des polluants identifiés à la surface des sols. Ceci confirme des observations sur le transfert hydrique des métaux lourds et peut, dans des conditions étudiées, orienter le choix d'une filière d'évacuation.

## IV. CHOIX DES DISPOSITIFS.

La conception d'un réseau d'assainissement s'appuie essentiellement sur une démarche de dimensionnement par le calcul. Pour respecter les nouvelles exigences de la réglementation, en matière de protection et de valorisation des ressources en eau et des milieux aquatiques, elle doit intégrer la prise en compte de l'amélioration de la qualité des eaux déversées.

Dans ce contexte, il est indispensable de donner la priorité aux dispositifs, de traitement de la pollution, situés le plus à l'amont possible dans le réseau d'assainissement et les plus simples possibles (fig. 19).

### TROIS CRITERES A SUIVRE

Le choix des dispositifs de traitement des eaux pluviales routières, selon le site et les contraintes à lever, doit s'appuyer sur les trois critères suivants :

1° Positionnement de l'amont vers l'aval.

2° Rôle et efficacité épuratoire pour la pollution chronique.

3° Fonction optionnelle de mise en sécurité.



### A. TRAITEMENT DE LA POLLUTION CHRONIQUE.

Dans les fiches techniques sont présentées cinq familles de dispositifs de traitement des eaux pluviales routières. Elles permettent d'apporter des solutions techniques à la plupart des cas. Le principe d'entrée dans ces fiches techniques suit la logique suivante (fig. 20) :

- identification de la contrainte prioritaire imposée par le milieu récepteur (capacité hydraulique, usages de l'eau, qualité biologique, absence d'exutoire, etc.) ;
- identification de la forme principale de pollution générée par l'infrastructure (hydraulique, organique, solide, liquide, etc.) ;
- choix de la famille de dispositifs permettant de traiter le mieux la pollution principale générée par l'infrastructure ;
- choix de dispositifs complémentaires permettant d'améliorer l'efficacité du dispositif principal ;
- conception de la filière de traitement de l'amont vers l'aval selon les principes présentés dans le chapitre I.

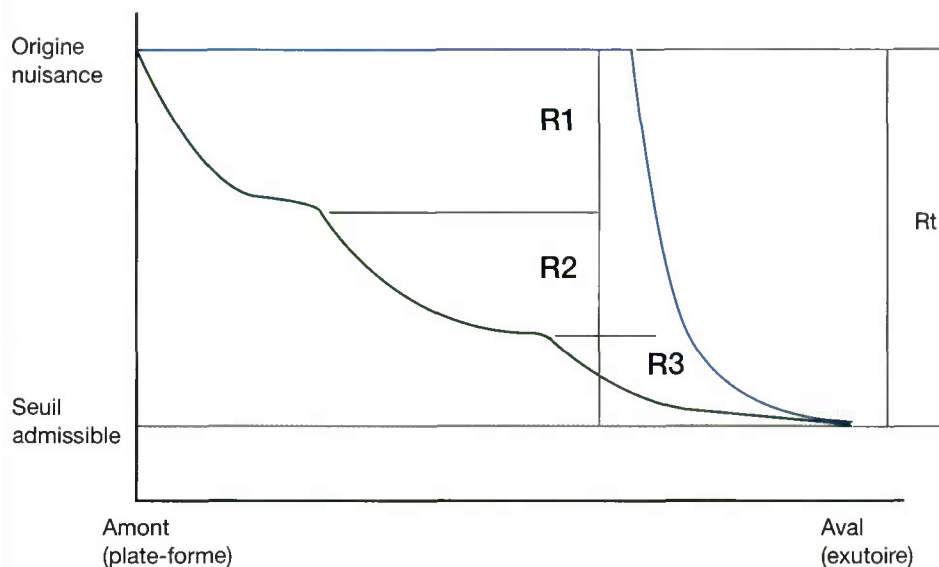


fig. 19 : Approche comparée du traitement des eaux pluviales routières. En bleu, le dispositif correctif unique, à rendement élevé ( $R_t$ ), se situe à l'aval du réseau d'assainissement. En vert, la filière se compose de plusieurs ouvrages, à rendement unitaire plus réduit ( $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ ). Les dispositifs se succèdent de l'amont vers l'aval du réseau.

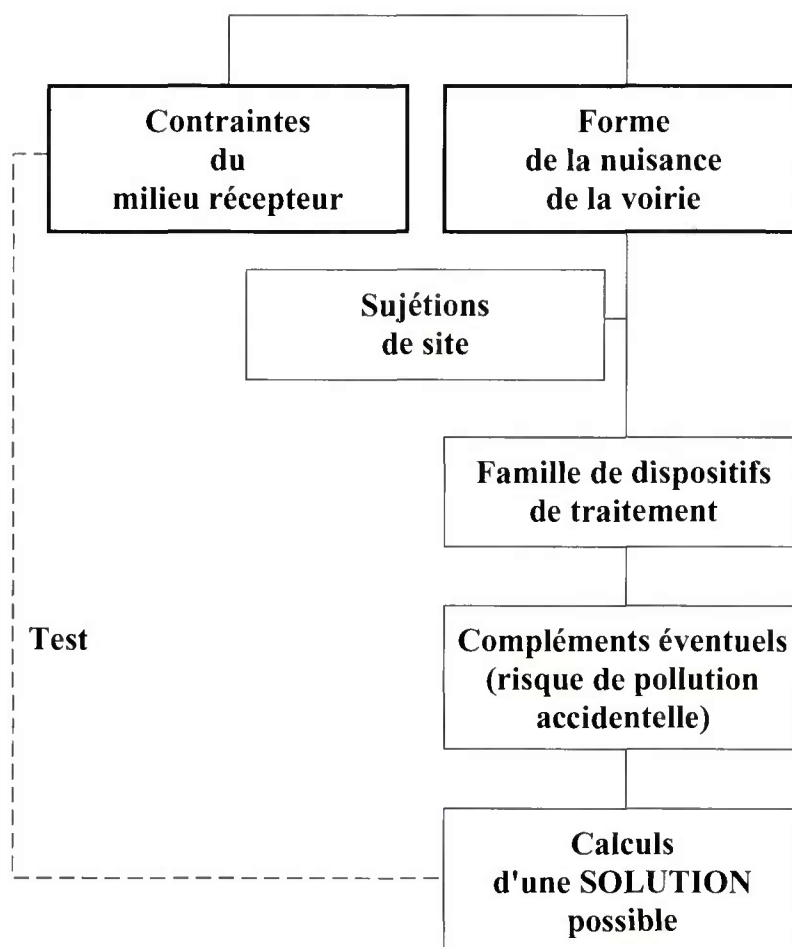


fig. 20 : Principe d'une démarche itérative permettant le choix et le dimensionnement d'une solution.

## B. PIÉGEAGE D'UNE POLLUTION ACCIDENTELLE.

Le piégeage d'une pollution accidentelle constitue une option pouvant être ajoutée au dispositif d'assainissement, ou de traitement, si le contexte le justifie. Le choix de cette option dépend des caractéristiques de l'itinéraire, de la vulnérabilité de la ressource en eau et des usages qui en sont faits. Seule, une analyse intégrant ces trois paramètres permet d'identifier la nécessité de protéger la ressource et le dispositif adéquat (tab. VII).

tab. VII : Domaine d'utilisation de différents dispositifs de protection.

Dispositifs	Temps de pluie	Combinaison avec d'autres dispositifs	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité forte
Fossé de rétention	non	non			
Allongement du réseau	non	oui			
Etanchéification	oui	oui			
Système de retenue	-	oui			
Piégeage passif	oui	oui			
Piégeage actif	oui	oui			



## C. SUJÉTIONS.

Pour pérenniser le fonctionnement des dispositifs de traitement des eaux de ruissellement de plateforme, il convient de les entretenir et de les maintenir en bon état. Pour les ouvrages de piégeage d'une pollution accidentelle, il faut obligatoirement faciliter l'accessibilité aux organes clés (les vannes par exemple) et indiquer les manoeuvres à effectuer (sens de rotation par exemple). Un portail de type "passe américaine", demandant peu d'entretien, présente l'avantage de réduire les difficultés d'intervention. De même, une rampe d'accès en fond d'ouvrage facilite les opérations de curage.

Lorsque les éléments dimensionnants sont correctement choisis et la mise en oeuvre bien réalisée, l'entretien des ouvrages de collecte et de traitement des eaux de ruissellement est facilité.

Enfin, l'efficacité de tous ces ouvrages dépend pour partie des actions d'information ou de formation des agents appelés à les faire fonctionner et à les entretenir. Ils doivent connaître le mode d'action des dispositifs et savoir agir judicieusement en cas de pollution accidentelle (réalisation d'exercices d'intervention).

Il convient donc de fournir au gestionnaire du domaine routier, pour chaque dispositif de traitement, une fiche :

- décrivant le principe de leur fonctionnement et leur rôle (*traitement de la pollution chronique - piégeage d'une pollution accidentelle*) ;
- fixant les visites d'inspection (périodicité et actions) ;
- fixant les opérations d'entretien (périodicité et actions) ;
- fixant les consignes d'intervention en cas de pollution accidentelle.

La position des dispositifs et la délimitation des impluviums drainés doivent figurer sur un synoptique.

#### **D. COÛTS.**

La variabilité des coûts unitaires d'un type d'ouvrage s'explique par la mise en oeuvre et par l'importance du marché de travaux. A partir de ce constat, il a été décidé d'indiquer les prix hors taxes sous la forme d'une échelle à six niveaux (*tab. VIII*). Celle-ci comporte deux gammes de références :

- en lettres minuscules, les coûts en francs ;
- en lettres majuscules, les coûts en kilofrancs.

*tab. VIII : Gamme de prix des ouvrages de traitement des eaux pluviales.*

niveau	a / A	b / B	c / C	d / D	e / E	f / F
échelle	≤ 10	≤ 50	≤ 100	≤ 250	≤ 600	≤ 1000

Les coûts annoncés dans chaque fiche s'entendent fourniture et pose comprises.

## GLOSSAIRE

(selon les normes ISO 6107/1-1986, ISO 6107/2-1989, ISO 6107/3-1986, ISO 6107/4-1986, ISO 6107/5-1986, ISO 6107/6-1987)

- adsorption** : adhérence de substances à la surface de corps avec lesquelles elles sont en contact, mais non en combinaison chimique.
- aérobie** : un organisme aérobie emprunte de l'oxygène qui lui est nécessaire à l'air atmosphérique ou à l'air dissous dans l'eau. Contraire : anaérobie.
- anoxie** : état caractérisé par l'absence d'oxygène dans un milieu donné.
- amphotère** : oxyde qui peut jouer, selon le cas, le rôle de base ou d'anhydride acide.
- aquifère** : formation contenant de l'eau (lit ou strate), constituée de roches perméables, de sable ou de gravier, et capable de céder des quantités importantes d'eau.
- auto-épuration** : mode naturel d'épuration d'une masse d'eau.
- bassin de régulation** : bassin destiné à égaliser le régime d'un courant, par exemple, d'eau de boisson ou résiduaire, vers une installation de traitement, une usine ou un égout.
- bassin récepteur** : bassin drainant naturellement vers un cours d'eau ou un endroit donné.
- benthique** : qui vit sur le fond d'un cours d'eau, d'un plan d'eau.
- bioaccumulation** : processus de l'accumulation d'une substance dans tout ou une partie d'un organisme.
- biocénose** : ensemble des espèces vivantes faisant partie d'un écosystème.
- biodégradation** : dégradation moléculaire d'une matière organique, en milieu généralement aqueux, résultant des actions complexes d'organismes vivants.
- biomasse** : masse totale de matière vivante dans une masse d'eau donnée.
- biotope** : territoire occupé par une communauté animale ou végétale.
- by-pass** : conduite formant une dérivation.
- charge polluante** : quantité d'un polluant donné entrant dans une station de traitement ou rejeté dans une eau réceptrice pendant une période donnée.
- clarificateur ; réservoir de sédimentation ; bassin de sédimentation** : grand réservoir où sédimentent les matières en suspension. Il est souvent équipé de racloirs mécaniques rassemblant les résidus solides dans le but de les retirer du fond du réservoir.
- clarification** : procédé dans lequel les particules sédimentent dans un grand réservoir sans agitation en produisant une eau plus claire que l'effluent.
- D.B.O.** : Demande Biochimique d'Oxygène. Expression de la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques dans une eau, avec le concours des micro-organismes se développant dans le milieu.
- D.C.O.** : Demande Chimique d'Oxygène. Expression de la quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation d'eaux contenant des corps réducteurs.
- durée de rétention** : durée théorique au cours de laquelle l'eau ou les eaux résiduaires sont retenues dans une unité ou un système particulier de traitement et calculée en fonction d'un courant donné.
- eau brute** : eau qui n'a subi aucun traitement de quelque sorte qu'il soit, ou eau qui entre dans une station afin d'y être traitée.
- eau de boisson ; eau potable** : eau d'une qualité telle qu'elle peut être destinée à la boisson.
- eau de pluie** : eau provenant des précipitations atmosphériques et qui n'est pas encore chargée de substances solubles provenant de la terre.
- eau de surface ; eau superficielle** : eau qui coule, ou qui stagne, à la surface du sol.
- eau pluviale d'orage ; eau de ruissellement** : eau de surface s'écoulant vers un cours d'eau à la suite d'une forte chute de pluie.
- eau souterraine** : eau qui est retenue et qui peut généralement être récupérée au sein ou au travers d'une formation souterraine.
- eau stagnante** : masse d'eau de surface au sein de laquelle il y a peu ou pas de courant et dans laquelle des changements de qualité défavorables peuvent survenir après une longue période de temps.
- échelle limnimétrique** : règle graduée permettant d'apprécier directement la cote du niveau de l'eau dans un réservoir, un cours d'eau...
- écosystème** : un ensemble d'espèces vivantes et leur environnement considérés comme unité fonctionnelle.
- écoulements souterrains** : ils correspondent à tous les cheminements ou stocks d'eau sous la surface du sol.
- écoulements superficiels** : ensemble des cours d'eau participant au ruissellement d'un bassin versant.

**épilimnion** : couche d'eau qui, dans une masse d'eau stratifiée, est située au-dessus du thermocline.

**équivalent habitant** : unité correspondant à un rejet de 57 g de matières polluantes oxydables par jour.

**étang** : masse d'eau douce peu profonde, de petites dimensions, à l'intérieur des terres.

**étiage** : débit le plus faible d'un cours d'eau.

**exutoire** : point de déversement.

**filtration lente sur sable** : procédé de traitement de l'eau selon lequel l'eau traverse un lit de sable, souvent après clarification, afin que soient éliminées les particules résiduelles.

**frayère** : endroit où les poissons déposent leurs oeufs.

**gravière** : endroit, peu profond, où un cours d'eau coule sur un lit de graviers.

**HC** : hydrocarbures.

**horizon pédologique** : couche de sol.

**hydromorphie** : engorgement par l'eau d'un sol.

**hypolimnion** : couche d'eau qui, dans une masse d'eau stratifiée, est située sous le thermocline.

**impluvium** : bassin de réception des eaux de pluie.

**indice biotique** : valeur numérique utilisée pour décrire le biotope d'une masse d'eau, et pour en indiquer la qualité biologique.

**infiltration dans le sol** : introduction naturelle ou artificielle (recharge) d'eau dans le sol.

**lac** : masse d'eau de grande étendue à l'intérieur des terres.

**lixiviation** : opération consistant à faire passer lentement un solvant à travers un produit pulvérisé et déposé en couche épaisse, pour en extraire les constituants solubles.

**matières décantables** : proportion des matières initialement en suspension susceptibles d'être éliminées par sédimentation après une période convenable de décantation dans les conditions spécifiées.

**matières en suspension** : matières éliminées par filtration ou centrifugation dans des conditions définies.

**matières solides totales** : somme des matières dissoutes et des matières en suspension.

**M.E.S.** : matières en suspension.

**métabolites** : nom donné aux substances de faibles poids moléculaires.

**micropolluant** : substance qui pollue même à l'état de trace.

**mouille** : partie profonde d'un cours d'eau. Contraire : seuil.

**nappe phréatique ; nappe libre** : niveau supérieur d'une eau souterraine dormante ou naturellement mobile sous laquelle le sol est saturé d'eau, excepté là où cette surface est imperméable.

**noüe** : terre grasse et humide. Extrémité des bras morts, etc.

**nutriment** : substances nutritives.

**pélagique** : qui vit en pleine eau loin du fond.

**piézomètre** : le tube piézométrique enfoncé dans le sol jusqu'au niveau de la nappe est utilisé pour mesurer la pression de l'eau dans la nappe ou son niveau dans le cas de nappe libre.

**pollution (notion)** : (définition donnée par des experts européens réunis à Genève en 1961) : Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux est, directement ou indirectement, modifié du fait de l'action de l'homme dans une mesure telle que celui-ci se prête moins facilement à toutes les utilisations auxquelles il pourrait servir à leur état naturel, ou à certaines d'entre elles.

**pollution** : dégradation naturelle ou liée à l'action de l'homme de l'aptitude de l'eau à un emploi déterminé.

**pollution aiguë** : la pollution aiguë entraîne une perturbation momentanée du milieu aquatique causée par un accident, par une fausse manoeuvre. Les effets d'une pollution aiguë sont souvent spectaculaires et indiscutables.

**ripisylve** : végétation qui pousse sur les rives des cours d'eau.

**rivière** : masse d'eau naturelle s'écoulant de façon continue ou intermittente selon un tracé bien défini vers un océan, une mer, un lac, une dépression, un marais ou un autre cours d'eau.

**rivulaire** : qualifie ce qui est localisé dans la zone humide des rives.

**ruisseau ; cours d'eau** : eau qui s'écoule de façon continue ou intermittente selon un tracé bien défini comme celui d'une rivière, mais généralement sur une plus petite échelle.

**sédimentation** : mode de dépôt, sous l'influence de la gravité, des matières en suspension dans les eaux et les eaux résiduaires.

**stratification** : présence ou formation, au sein d'une masse d'eau, de couches distinctes qui se caractérisent par la température, la salinité ou par des différences de teneur en oxygène ou en matières nutritives.

**subléta** : qui est presque léta.

**talweg** : ensemble des points les plus bas d'une vallée.

**thermocline** : partie d'une masse d'eau stratifiée pour laquelle le gradient de température atteint un maximum.

**turbidité** : réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.



## BIBLIOGRAPHIE

- AGENCES de L'EAU, S.T.U., 1994** - Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales. Lavoisier, Paris ; 273 p.
- ABRASSART F., DARDE F., 1982** - Transmission des flux polluants chroniques issus d'une plate-forme autoroutière vers le milieu récepteur, influence de la conception du système de drainage : cas particulier des systèmes de drainage de type rural ou complètement diffus. SETAME ; 60 p.
- ABRASSART F., BESSON P., 1984** - L'interception et le stockage du plomb par les systèmes de drainage autoroutiers en rase campagne, fossés de pied de talus en terre et bas côtés enherbés. SETAME ; 104 p.
- AFB Adour-Garonne, 1978** - Le lagunage naturel, traitement des effluents des petites collectivités, l'exemple du département du Tarn. Agence financière de bassin ; 23 p.
- AFB, 1989** - La protection des captages d'eau. *In* Cahiers techniques de la Direction de l'eau et de la Prévention des Pollutions et des Risques ; n° 24 ; 103 p.
- ANDERSON J.A., 1992** - Peak rate of stormwater runoff from highways. *In* Highways and transportation, mai 92 ; pp. 7-10.
- BAEKKEN T., BERGE D., JORGENSEN T., 1992** - Highway pollution : long term effects on water quality. *In* Nordic Road and Transport Research, 2 ; pp. 13-15.
- BAZEMORE D.E., HUPP C., DIEHL T.H., 1991** - Wetland sedimentation and vegetation patterns near selected highway crossings in west Tennessee. Tennessee Department of Transportation, PB92-162155 ; 46 p.
- BENOIT O., 1983** - Contrôle de la pollution routière, prélèvements et dosages de quelques métaux, synthèse bibliographique. *In* rapport de recherche LPC n° 119 ; LCPC ; 56 p.
- BERGUE J.M., MERIENNE D., 1986** - La pollution des sols par les hydrocarbures. *In* Bull. Liaison Labo. P. et Ch., 146 ; pp. 57-66.
- BERNARD D., DARMENDRAIL D., MAILLOT H., SYLVESTRE H., 1990** - Protection des ressources en eau potable de la communauté urbaine de Dunkerque-Nord. *In* L'eau souterraine : un patrimoine à gérer en commun, Colloque, BRGM, Orléans ; pp. 107-114.
- BETURE SETAME, 1993** - Ouvrages de traitement des eaux de ruissellement de chaussée. SETRA, Bagneux ; 110 p. + annexes.
- BORCH-JENSEN J.E., 1976** - Run-off from motorways passing open country or rural areas - Characterization and a simple method of purification. Danish Road Directorate, 20 p.
- BOURG A., JEAN P., MOUVET C., 1989** - Méthodologie de prévision par modélisation des transferts de micropolluants organiques dans un aquifère. Rapport BRGM 89 ; Ministère de l'Environnement ; 39 p.
- BOURRIER R., 1991** - Les réseaux d'assainissement : calculs, applications, perspectives. Lavoisier, Paris ; 534 p.
- BUJON G., 1982** - Modélisation de la dispersion des substances solubles ou pseudo-solubles dans un cours d'eau, cas de la Seine à l'amont de Paris. Agence financière de bassin Seine-Normandie ; 14 p. + annexes.
- BUJON G., 1982** - Modélisation de la dispersion des substances solubles ou pseudo-solubles dans un cours d'eau, cas de la Seine à l'amont de Paris, rapport complémentaire n°1. Agence financière de bassin Seine-Normandie ; 14 p. + annexes.
- BURCH C.W., JOHNSON F., MAESTRI B., 1985** - Management practices for mitigation of highway stormwater runoff pollution : volume I guidelines. FHWA/RD-85/001 ; FHWA ; 175 p.
- BUSIGNY J., GELIN D., 1992** - Le stockage des fondants pour la viabilité hivernale. SETRA, CETE de Lyon ; 83 p.
- CATHELAIN M., CARETTE A., 1983** - Suivi du fonctionnement des ouvrages de traitement d'eau de ruissellement sur autoroute. CETE Nord-Picardie, Laboratoire de Saint Quentin ; 10 p. + annexes.
- CETE de l'Ouest, 1981** - Spécial lagunage. Min. Envir. ; 73 p.
- CETE de l'Ouest, 1984** - Impact des travaux routiers sur l'environnement. 71 p.
- CETE de Lyon, 1985** - Incidences du chantier de l'autoroute A40 sur l'Oignin (faune invertébrée-poissons), premiers résultats année 1984. 52 p.
- CETE de Lyon, 1987** - Incidences du chantier de l'autoroute A40 sur l'Oignin. 82 p. + annexes.
- DARMENDRAIL D., PREZ J.P., SIX P., 1991** - Devenir des produits de curage d'un cours d'eau pollué : exemple de la Marque (Nord). *In* TSM l'eau, 2 ; pp. 79-87.
- Direction de la sécurité civile, 1988** - Plan-type pour l'élaboration d'un plan de secours spécialisé départemental relatif au transport intérieur de matières dangereuses non radioactives. Min. Intérieur, Bureau des risques technologiques ; 28 p.
- DUPUIS T.V., KOBRIGER N.P., 1985** - Effects of highway runoff on receiving waters : volume IV procedural guidelines for environmental assessments. FHWA/RD-84/065 ; FHWA ; 127 p.
- DUPUIS T.V., KOBRIGER N.P., KREUTZBERGER W.K., TRIPPI V., 1985** - Effects of highway runoff on receiving waters : volume III resource document for environmental assessments. FHWA/RD-84/064 ; FHWA ; 153 p.

- GABET M.C., 1991** - Pollution des eaux de lavage des tunnels routiers. *In* Rev. Gén. des routes et des aérodromes, 687 ; pp. 57-64.
- GARNIER F., 1979** - Etude des métaux dans les sédiments de deux bassins écreteurs de crues des autoroutes A10-A11. CETE de l'Ouest ; 49 p.
- GJESSING E., LYGREN E., BERGLIND L., GULBRANDSEN T., SKAANE R., 1984** - Effects of highway runoff on lake water quality. *In* Sci. Total Environm., 33 ; pp. 245-257.
- GUPTA M.K., AGNEW R.W., MEINHOLZ T.L., LORD B.N., 1977** - Effects and evaluation of water quality resulting from highway development and operation. *In* 50 th Annual Water Pollution Control Federation Conference, October 2-7, 1977, Philadelphia, Pennsylvania. 31 p.
- HAMILTON R.S., HARRISON R.M., 1991** - Highway pollution. Elsevier, Amsterdam ; Studies in environmental science 44 ; 510 p.
- HEWITT C.N., RASHED M.B., 1992** - Removal rates of selected pollutants in the runoff waters from a major rural highway. *In* Wat. Res., 26 ; pp. 311-319.
- IMBERT G., SEGUIER J., 1985** - La rétention du plomb et du zinc dans deux bassins écreteurs de crue. CETE Méditerranée ; 37 p.
- LANGE G., 1990** - The design and construction of treatment processes for highway runoff in th FRG. *In* Sci. Total Environm., 93 ; pp. 499-506.
- LORD B.N., 1987** - Nonpoint source pollution from highway stormwater runoff. *In* Sci. Total Environm., 59 ; pp. 437-446.
- MAESTRI B., DORMAN M.E., HARTIGAN J., 1987** - Managing pollution from highway storm water runoff. *In* Transportation Research Record, 1166 ; pp. 15-21.
- MAESTRI B., LORD B.N., 1987** - Guide for mitigation of highway stormwater runoff pollution. *In* Sci. Total Environm., 59 ; pp. 467-476.
- PETITJEAN E., RAMON S., 1984** - Hydrocarbures et eaux souterraines : la lutte contre les pollutions accidentelles. Agence de l'eau Rhin-Meuse ; 87 p.
- PHILIPPE J.P., RANCHET J., 1987** - Pollution des eaux de ruissellement pluvial en zone urbaine : synthèse des mesures sur dix bassins versants en région parisienne. *In* rapport de recherche LPC n° 142 ; LCPC ; 76 p.
- RANCHET J., CHARITTE A., 1979** - Pollution véhiculée par les eaux de ruissellement en zone urbanisée de l'Orge, bassin versant des Ulis-sud. Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien ; 67 p. + figures + tableaux.
- RANCHET J., RUPERD Y., 1982** - Moyens d'action pour limiter la pollution due aux eaux de ruissellement en système séparatif et unitaire : synthèse bibliographique. *In* rapport de recherche LPC n° 111 ; LCPC ; 104 p.
- ROBIN E., 1996** - Fonctionnement et efficacité des ouvrages de traitement des eaux pluviales d'origine routière. Rapport, Ecosystèmes Bretagne ; 60 p. + annexes.
- ROBBE D., 1981** - Pollutions métalliques du milieu naturel, guide méthodologique de leur étude à partir des sédiments, rapport bibliographique. *In* rapport de recherche du LPC n° 104 ; LCPC ; 88 p.
- SATIN M., SELMI B., 1995** - Guide technique de l'assainissement. Le Moniteur, Paris ; 664 p.
- SHULDINER P.W., COPE D.F., 1979** - Ecological effects of highway fills on wetlands-Examples from the field. *In* Transportation Research Record, 736 ; pp. 29-37.
- STOTZ G., 1990** - Decontamination of highway surface runoff in the FRG. *In* Sci. Total Environm., 93 ; pp. 507-514.
- THOMACHOT M., 1983** - Les bassins de retenue d'eaux pluviales : quelques exemples en région d'Ile-de-France. *In* Bull. Liaison Labo. P. et Ch., 123 ; pp. 91-108.
- VANHASSEL J.H., NEY J.J., GARLING D.L., 1979** - Seasonal variations in the heavy metal concentrations of sediments influenced by highways of different traffic volumes. *In* Bull. Environm. Contam. Toxicol., 23 (4-5) ; pp. 592-596.
- VIGNOLES M., HERREMANS L., 1992** - Pollution soluble contenue dans les eaux de ruissellement de la ville de Toulouse. *In* TSM l'eau, 7-8 ; pp. 387-391.
- YOUSSEF Y.A., WANIELISTA M.P., HVITVED-JACOBSEN T., HARPER H.H., 1984** - Fate of heavy metals in storm water runoff from highway bridges. *In* Sci. Total Environm., 33 ; pp. 233-244.
- YOUSSEF Y.A., WANIELISTA M.P., HARPER H.H., 1985** - Removal of highway contaminants by roadside swales. *In* Transportation Research Record, 1017 ; pp. 62-68.
- YOUSSEF Y.A., HARPER H.H., WISEMAN L.P., BATEMAN J.M., 1985** - Consequential species of heavy metals in highway runoff. *In* Transportation Research Record, 1017 ; pp. 56-62.
- YOUSSEF Y.A., HVITVED-JACOBSEN T., WANIELISTA M.P., HARPER H.H., 1987** - Removal of contaminants in highway runoff flowing through swales. *In* Sci. Total Environm., 59 ; pp. 391-399.
- YOUSSEF Y.A., HVITVED-JACOBSEN T., HARPER H.H., LIN L.Y., 1990** - Heavy metal accumulation and transport through detention ponds receiving highway runoff. *In* Sci. Total Environm., 93 ; pp. 433-440.

# SOMMAIRE DES FICHES TECHNIQUES

## POLLUTION CHRONIQUE

### EPURATION SIMPLIFIEE

- 01 Dispersion des points de rejet
- 02 Fossé enherbé
- 03 Réoxygénation par chutes et cascadelles
- 04 Réoxygénation par bassin
- 05 Création d'une lagune

### REGULATION HYDRAULIQUE

- 06 Bassins et ouvrages de régulation - Principes
- 07 Régulateur statique
- 08 Régulateur dynamique
- 09 Bassin temporaire écrêteur
- 10 Bassin permanent écrêteur
- 11 Structure réservoir

### DECANTATION

- 12 Dégrillage
- 13 Décantation - Principes
- 14 Bassin temporaire enherbé
- 15 Bassin temporaire revêtu
- 16 Bassin permanent
- 17 Décanteur particulier

### DESHUILAGE

- 18 Déshuilage - Principes
- 19 Séparateur à hydrocarbures

### FILTRATION - INFILTRATION

- 20 Filtration - Principes
- 21 Filtre horizontal
- 22 Filtre vertical
- 23 Dispositif d'infiltration

## POLLUTION ACCIDENTELLE

### PROTECTION AMONT

- 24 Piégeage amont - Principes
- 25 Fossé de rétention
- 26 Système de retenue et étanchéification
- 27 Allongement du réseau

### PROTECTION AVAL

- 28 Piégeage aval - Principes
- 29 Piégeage passif
- 30 Piégeage actif

**Page laissée blanche intentionnellement**

**Crédit photos :**

Couverture : "Campagne, campagne" Saudade / SETRA - CSTR

Impression Red'Imp : 01 69 53 83 70

Ce document est propriété de l'Administration,  
il ne pourra être utilisé ou reproduit, même partiellement,  
sans l'autorisation du SETRA

© 1997 SETRA - Dépôt légal Décembre 1997 - N° ISBN : 2 11 085815 X

**Page laissée blanche intentionnellement**

Le document *L'eau et la route* traite des problèmes de la qualité des eaux, du traitement des pollutions, et plus particulièrement des impacts de toute modification des écoulements superficiels ou souterrains des eaux. Sont également étudiés les problèmes spécifiques de la gestion des chantiers générateurs de perturbations, et ceux posés par l'exploitation des axes routiers tant en situation normale qu'accidentelle.

Ce document s'adresse à tous ceux qui doivent appliquer les prescriptions de protection des ressources en eau et des milieux aquatiques, en matière d'infrastructures routières, dans le cadre des avant-projets, des études d'impact, de la construction et de l'exploitation des voies.

Ce septième volume présente une démarche de conception des dispositifs de traitement des eaux pluviales routières. Il est organisé en deux parties, l'une présentant les principes élémentaires, l'autre fournissant, sous forme de fiche, pour chaque dispositif les critères de dimensionnement, d'efficacité et de coût.

*The document, Water and the Road, deals with problems of water quality, pollution control and more particularly, the impact of any change in surface or ground water flow. It also studies specific problems encountered in managing jobsites that cause disturbance or in operating major roads both in normal and accidental situations.*

*This document is intended for those who have to apply regulations on the protection of water resources and aquatic environments with respect to road infrastructures, within the framework of draft projects, impact studies or road construction and operation.*

*This 7th volume presents a method for designing systems to treat road water runoff. It is in two parts, one of which describes the basic principles and the other gives the designing, efficiency and cost criteria for each system, in the form of data sheets.*

**Le guide, les fiches et le boîtier ne peuvent être vendus séparément.**

Ensemble disponible sous la référence **B 9741**  
au bureau de vente des publications du SETRA  
46, avenue Aristide Briand - BP 100  
92225 Bagneux Cedex - France  
Tél. : 01 46 11 31 53 et 01 46 11 31 55  
Télécopie : 01 46 11 33 55

Prix de vente de l'ensemble : **200 F**



## POLLUTION CHRONIQUE

### EPURATION SIMPLIFIEE

- 01 Dispersion des points de rejet
- 02 Fossé enherbé
- 03 Réoxygénation par chutes et cascadelles
- 04 Réoxygénation par bassin
- 05 Création d'une lagune

### REGULATION HYDRAULIQUE

- 06 Bassins et ouvrages de régulation - Principes
- 07 Régulateur statique
- 08 Régulateur dynamique
- 09 Bassin temporaire écrêteur
- 10 Bassin permanent écrêteur
- 11 Structure réservoir

### DECANTATION

- 12 Dégrillage
- 13 Décantation - Principes
- 14 Bassin temporaire enherbé
- 15 Bassin temporaire revêtu
- 16 Bassin permanent
- 17 Décanteur particulier

### DESHUILAGE

- 18 Déshuilage - Principes
- 19 Séparateur à hydrocarbures

### FILTRATION - INFILTRATION

- 20 Filtration - Principes
- 21 Filtre horizontal
- 22 Filtre vertical
- 23 Dispositif d'infiltration

# POLLUTION ACCIDENTELLE



## PROTECTION AMONT

- 24 Piégeage amont - Principes
- 25 Fossé de rétention
- 26 Système de retenue et étanchéification
- 27 Allongement du réseau



## PROTECTION AVAL

- 28 Piégeage aval - Principes
- 29 Piégeage passif
- 30 Piégeage actif



01

Pollution chronique  
Epuración simplifiée

Auteurs : Pierre SILVESTRE  
Jean GABER  
Sonia GEAI



## DISPERSION DES POINTS DE REJET

Décembre 1997

Le principe de dispersion des points de rejet vise à réduire l'influence hydraulique, ainsi que l'impact hydrobiologique, des apports d'eau de ruissellement de plate-forme. Pour la pollution chronique, il utilise soit le sol naturel, soit des matériaux rapportés et disposés en banquettes latérales à la section courante pour leur faire jouer un rôle de régulation des débits et de rétention de la pollution chronique. De cette façon le fonctionnement hydrologique des petits bassins versants est peu modifié et le réseau d'assainissement de la plate-forme routière s'intègre au réseau hydrographique existant.

*Ce principe technique ne doit pas être envisagé dans les cas où les usages de l'eau imposent une protection contre le risque de pollution accidentelle.*

Ce principe peut être retenu pour la majorité des itinéraires existants où le réseau d'assainissement longitudinal s'intègre étroitement aux traversées hydrauliques ou à des fossés et talwegs souvent à sec.

Pour les itinéraires neufs, ce principe peut être également retenu pour les voiries de faible largeur (7 mètres), dont le profil en long est proche du terrain naturel. Dès que le projet présente des déblais-remblais marqués le nombre d'exutoires diminue. On concentre donc les rejets en quelques points géométriquement possibles.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Les paramètres de dimensionnement sont en général peu utiles, dès lors qu'on a des bassins versants routiers recueillant moins de 200 m<sup>2</sup> de chaussée. La traversée hydraulique ou le talweg a automatiquement la capacité géométrique suffisante pour accueillir les débits de la plate-forme. Par contre, dans le cas où l'on prévoit des fossés ou cunettes longitudinaux, un prédimensionnement est alors fortement recommandé. Les débits des eaux provenant de la plate-forme sont déterminés, comme pour les bassins versants naturels, par application de la formule rationnelle :

$$Q = \frac{I}{360} \cdot C \cdot i \cdot A$$

avec : Q = débit en m<sup>3</sup>/s

C = coefficient de ruissellement pondéré de l'impluvium

i = intensité de la pluie en mm/h

A = surface de l'impluvium en ha.

Le dimensionnement des ouvrages est réalisé par application de la formule de Manning-Strickler :

$$Q = S.V$$
$$V = K.R^{2/3}.p^{1/2}$$

avec : Q = débit en m<sup>3</sup>/s

S = surface mouillée en m<sup>2</sup>

V = vitesse de l'écoulement en m/s

K = coefficient de rugosité de l'ouvrage (30 pour les fossés enherbés et 10 pour les cunettes enherbées) en m<sup>1/3</sup>.s<sup>-1</sup>

R = rayon hydraulique en m

p = pente du fil d'eau en m/m

D'autres critères doivent être intégrés dans le choix du principe de dispersion des rejets, notamment celui du rapport de superficie entre le bassin versant naturel (BV<sub>nat</sub>) et le bassin versant routier (BV<sub>rout</sub>) :

$$BV_{rout} / BV_{nat} < 1 \%$$

#### • Les recouvrements de petits bassins versants

La création de rejet (ou d'exutoire du réseau d'assainissement) au droit de chacun des écoulements traversés permet de limiter l'impact de la modification du débit de pointe de chacun des ruisseaux et d'éviter la mise en place d'un dispositif de régulation (fig. 1). Du point de vue qualitatif, on profite également de la capacité auto-épuratrice de chacun des écoulements naturels. L'impact est réduit, car les apports ne sont pas concentrés en un seul point de rejet.

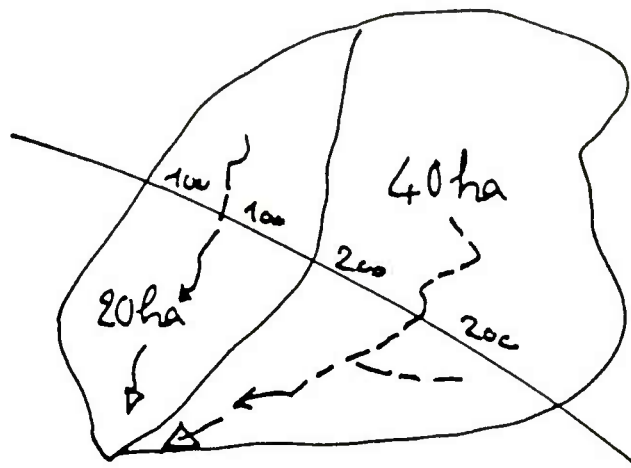


fig. 1 : Illustration de l'interception des écoulements.

#### • Les voies longeant une rivière

Les options sont de retenir un seul point de rejet, ou plusieurs, selon la configuration de la vallée et la capacité auto-épuratrice de la rivière. L'impact des rejets R<sub>1</sub> à R<sub>n</sub> peut être plus faible qu'un seul rejet au point R<sub>n</sub>, tant pour le débit que pour l'aspect qualité des eaux (fig. 2). Ce raisonnement s'applique aux rivières et ruisseaux, et non aux grands fleuves.

Si la dispersion des rejets n'est pas possible, dans ce type de configuration il faut une étude hydraulique pour vérifier que la temporisation du rejet ne conduit pas à une aggravation du fonctionnement en période de crue. Il faut que le temps de concentration de l'écoulement naturel reste nettement différent de la durée de régulation choisie. A défaut les débits de régulation et de pointe risquent de s'ajouter.

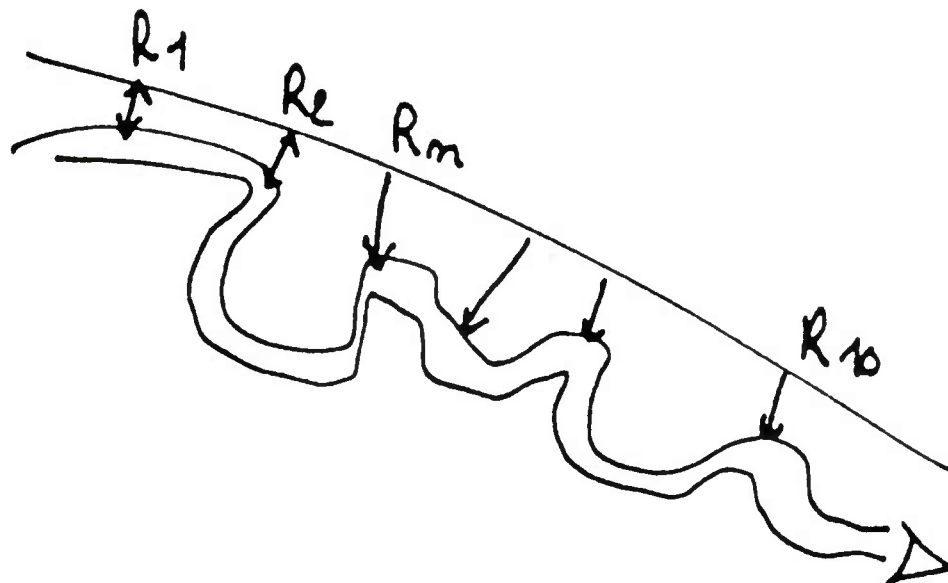


fig. 2 : Illustration de points de rejet en série.

## EFFICACITE

L'efficacité est en général méconnue. On peut toutefois estimer qu'elle s'apparente directement à celle des fossés enherbés, soit 50 à 60 % d'abattement de la charge en matières en suspension.

Pour avoir un rôle au niveau de la rétention de la pollution chronique, il est recommandé de prévoir des fossés enherbés ; un linéaire de 80 mètres (avec une pente < 1 %) permet de réduire la charge en matières en suspension d'environ 60 %. Les mesures publiées dans la littérature montrent des taux d'abattement des charges polluantes voisines de 70 % pour le plomb, de 65 % pour le zinc, de 50 % pour la DCO et la DBO<sub>5</sub>. On peut considérer que les mécanismes de filtration par la végétation et la biodégradation agissent essentiellement sur l'atténuation des concentrations, alors que l'infiltration dans les sols et fossés entraîne plutôt une diminution des flux par réduction des débits ruisselés.

La capacité de rétention des polluants est très fortement liée à la perméabilité des sols, à la pente de l'ouvrage et à la teneur en matières organiques du sol.

En conséquence, il faudra tempérer ces rendements lorsqu'on se situera sur des sols argileux.

## ENTRETIEN

Il faut d'abord connaître l'existence des ouvrages, leur implantation et leurs caractéristiques (fossés, buses, exutoires, drains, etc.). Cela suppose l'établissement d'un plan de repérage des ouvrages à l'échelle du 1/5 000<sup>e</sup>. La méconnaissance de ces réseaux est un handicap majeur notamment lors d'une intervention après un accident de matières polluantes dans le cadre du plan de secours. C'est pourquoi **ce principe n'est pas recommandé dans les secteurs où il existe à proximité de l'infrastructure un usage particulier des eaux** (alimentation en eau potable, captage agricole ou industriel).

L'entretien s'apparente à celui des réseaux superficiels enherbés. Les fossés peuvent être obstrués dans de nombreuses circonstances : végétation, résidus de fauchage, objets divers, etc. Les interventions s'attacheront à enlever les déchets, à vérifier et à nettoyer les points singuliers. L'entretien courant n'implique donc pas de charges particulières, en dehors de la connaissance du réseau diffus.



*Saignée facilitant l'écoulement de l'eau*



## FOSSE ENHERBE

Décembre 1997

La principale fonction des fossés est d'évacuer l'eau. Selon leur configuration, ils peuvent aussi présenter un intérêt pour réduire les influences de l'assainissement routier sur le milieu récepteur, par une diminution des débits de pointe amont et de la charge entraînée de pollution chronique.

Selon leur configuration, l'intérêt des fossés sera très variable :

- les fossés enherbés (ou les cunettes enherbées) présentent un rôle significatif pour le traitement de la pollution chronique, soit à l'amont du réseau d'assainissement, soit éventuellement avant le raccordement au milieu naturel. Dans ce dernier cas, il faut un linéaire suffisant d'environ 80 mètres linéaires pour temporiser le ruissellement et éviter un relargage en période de forts débits. Plus la pente est faible, plus il présente un rôle de décantation. Il s'adapte là où on a de la place latéralement à la chaussée, et là où les pentes sont suffisamment faibles (< 1 %). Ce type de fossé peut être difficile à mettre en œuvre sous le climat méditerranéen (risque d'érosion des matériaux après une longue période de sécheresse, ou lors des orages violents) ;
- les fossés en terre présentent peu d'intérêt épuratoire, sauf si la végétation s'y implante. C'est notamment le cas des fossés en bordure des itinéraires existants, implantés sur des emprises limitées, destinés à évacuer rapidement et sécuritairement l'eau de la chaussée. Ils peuvent avoir une efficacité complémentaire par un surdimensionnement volontaire pour leur faire jouer un rôle d'écrêteur par diminution des débits de pointe en sortie ;
- les fossés revêtus présentent très peu d'intérêt vis-à-vis de l'abattement de la charge de pollution chronique. On les utilise essentiellement lorsque l'espace disponible dans les emprises est insuffisant, en limite de dimensionnement hydraulique ou encore sur des sols très érodables (sables fins par exemple). Ils peuvent être retenus pour la fonction sécurité en cas de risque de pollution accidentelle (*fiches 24 et 26*).

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement hydraulique est celui de la formulation de Manning-Strickler, prenant en compte le rayon hydraulique et la rugosité :

$$Q = S.V$$
$$V = K.R^{2/3}.p^{1/2}$$

avec : Q = débit en m<sup>3</sup>/s  
S = surface mouillée en m<sup>2</sup>  
V = vitesse de l'écoulement en m/s

K = coefficient de rugosité de l'ouvrage en  $m^{1/3} \cdot s^{-1}$

R = rayon hydraulique en m

p = pente du fil d'eau en m/m

Pour les pentes faibles, présentant donc un volume de régulation par stockage, la formulation suivante peut être préférable :

$$V = C.S^{2/3}.P_m^{-2/3}$$

avec : C = constante =  $K.p^{1/2}$

S = la section en  $m^2$

$P_m$  = périmètre mouillé en m

L'application de cette formulation revient à choisir un dimensionnement avec des **vitesse faibles** favorisant la décantation particulaire. Ceci revient à privilégier, un rayon hydraulique et une pente faibles et une rugosité élevée.

Ce dispositif présente moins d'intérêt dans les climats secs où la végétation ne peut être maintenue et où le risque d'érosion de sol par ravinement est élevé (pente forte en particulier). Dans ce cas, il faut préférer des fossés revêtus, avec mise en place de volumes de stockage (périodiques ou à l'aval) et de chutes (fiche 3).

---

---

---

---

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Il est possible de combiner ce principe de traitement amont avec n'importe quel dispositif, soit visant à diminuer la pente par des chutes, soit par allongement des sections de fossés enherbés.

Une variante est envisageable avec des fossés subhorizontaux déployés dans les parties aval du réseau, notamment dans les emprises internes des bassins de régulation hydraulique. Cette solution est intéressante surtout dans les mesures de mise à niveau des axes routiers existants.

---

---

---

---

## EFFICACITE

Le caniveau en V revêtu ne présente aucun rôle vis-à-vis de la pollution particulaire chronique alors que la cunette enherbée joue un rôle non négligeable en obtenant des vitesses d'écoulement plus faibles. Pour que l'effet épurateur soit correct, il faut que le fossé puisse être enherbé. Plus la végétation herbacée sera maintenue haute (10 à 15 centimètres minimum), plus le filtre sera efficace. Il faut trouver un compromis entre l'entretien et l'assainissement.

Le tableau I présente l'efficacité obtenue sur l'abattement de la charge de pollution particulaire chronique, pour les quatre principaux types de fossés utilisés pour une pente inférieure à 1 %.

tab. I : Rugosité et taux d'abattement de la pollution particulaire.

FORME ET TYPE	RUGOSITÉ	ABATTEMENT (%)
V revêtu	70	0
cunette revêtue	70	0
trapézoïdal en terre	30	60
cunette enherbée	10	60

Les rendements courants rencontrés dans la littérature sur les flux annuels sont proches des valeurs suivantes :



tab. II : Rendements sur les flux annuels.

ÉLÉMENT	ABATTEMENT DE LA CHARGE (%)
MES	50-60
Plomb	65-75
Zinc	60-70
Hydrocarbures totaux	50-70
DBO <sub>5</sub> , DCO	40-60
Chlorures	0

**Mesure de la teneur en plomb dans des fossés longitudinaux sur A13 et A16 :** rétention du plomb dans les cinq premiers centimètres de sol en fond de fossé (0,8 à 4 g/kg). Les rendements correspondent à une interception de la charge de l'ordre de 30 à 82 %. Le rendement moyen est supérieur à 59 %.

**Mesure de flux de MES et DCO sur A61 des fossés non revêtus :** l'efficacité est bonne pour les faibles pluies, mais il y a un phénomène de relargage pour les fortes pluies. Pour les hydrocarbures, il existe une dégradation bactérienne et une photo-oxydation d'où une forte élimination de 75 à 100 % pour des températures élevées (35 °C).

Pour la partie amont du réseau, le rôle du fossé enherbé reste à peu près certain et identique quel que soit le débit (pas de seuil, en particulier en fonction de la pluie). Pour un fossé enherbé positionné à l'aval du réseau, il peut y avoir relargage pour les pluies fortes, aussi il faut réserver cette solution aux cas où un déversoir permet de dériver les débits importants vers un autre dispositif.

Plus le sol-support est perméable, plus l'efficacité sera importante, du fait d'une infiltration directe pour les pluies faibles. Pour les pluies fortes, par contre on a un rendement faible à nul, sauf si le dispositif est dimensionné de façon à conserver une vitesse horizontale faible.

Vis-à-vis du risque de pollution accidentelle, les fossés ne jouent pas un grand rôle pour le temps d'écoulement nécessaire à une intervention, malgré une légère augmentation du temps de transfert, celle-ci n'est pas en proportion des temps nécessaires pour l'intervention (quelques minutes, alors qu'il faudrait des heures). Par contre on constate qu'en période sèche, la vitesse de transfert d'un produit y est plus réduite que la vitesse de ruissellement calculée, d'où une durée qui peut être multipliée par 10, et un ralentissement du fait de la végétation si le produit est un peu visqueux.

Dans le cas où l'on veut assurer les deux fonctions, épuration et piégeage en même temps, on peut prévoir un fossé étanche et végétalisé, ou un fossé de rétention stockeur (*fiches 25 et 26*).

## ENTRETIEN

L'entretien des fossés est une opération relativement courante sur la plupart des itinéraires. Pour tenir compte de l'aspect environnemental, il faut essayer de mettre en place les pratiques suivantes :

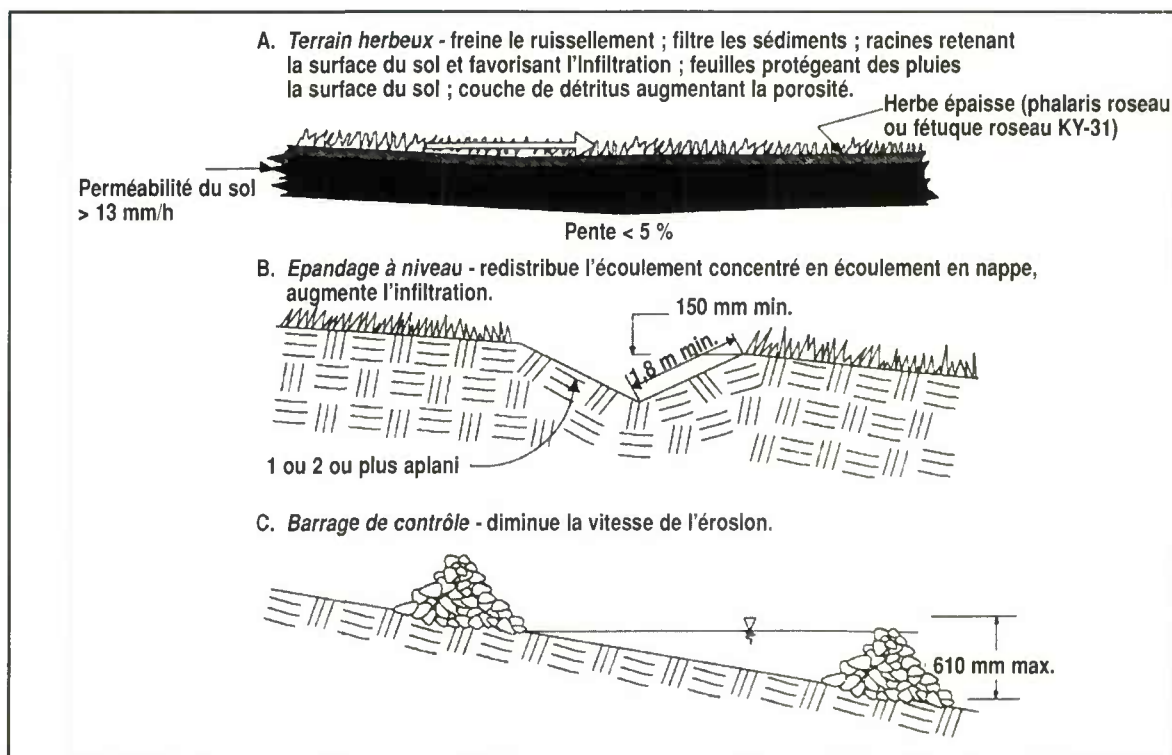
- fauchage : 1 à 2 tontes annuelles seulement suffisent à maintenir la végétation tout en favorisant la diversité floristique (en tenir compte éventuellement dans le dimensionnement). L'utilisation de produits phytosanitaires et de limiteurs de croissance est à réserver aux cas impératifs (sécurité des usagers par exemple). Il n'est pas recommandé d'en faire un usage systématique. Des expérimentations comparatives ont eu lieu dans le Bas-Rhin, et montrent de plus qu'il n'y a pas de gain économique par rapport à deux fauches annuelles. L'entretien pourra aussi se traduire par un curage afin de rétablir la capacité hydraulique de l'ouvrage de collecte (l'opération doit rester rare, environ tous les 12 ans, car elle détruit la végétation) ;
- nettoyage des grilles : les grilles et avaloirs permettent une rétention des gros objets et flottants abandonnés en bordure de voie. Si on les récupère, le fonctionnement hydraulique est préservé, et ils n'iront pas rejoindre l'exutoire final. Dans le midi méditerranéen, le nettoyage des grilles peut s'avérer nécessaire préventivement aux orages.

Lors d'un éventuel remplacement de sections de fossés enherbés par des cunettes revêtues, il faut compenser la diminution de rendement épuratoire en intégrant des chutes tous les 30 mètres et un dispositif en aval capable de restaurer la régulation hydraulique initialement effectuée par le fossé enherbé.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES		UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
fossé en terre	création	ml	c
	reprofilage	ml	b
revêtement en terre végétale		m <sup>2</sup>	a
mise en herbe		m <sup>2</sup>	a
fossé bétonné/cunette bétonnée		ml	d
curage de fossé en terre		ml	b

## EXEMPLE





## REOXYGENATION PAR CHUTES ET CASCADELLES

Décembre 1997

L'objectif est de rééquilibrer la qualité de l'eau de ruissellement présentant une Demande Chimique en Oxygène (DCO) supérieure à 100 mg/l. La qualité physico-chimique de l'eau de pluie, au contact des particules solubles présentes à la surface de la chaussée ou des aires annexes, est modifiée. Ce déséquilibre est révélé par la DCO et pour une autre part par la Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours (DBO<sub>5</sub>). Le principe est donc de favoriser la réoxygénation de l'eau par simple contact avec l'air, à l'image de l'auto-épuration des cours d'eau ou des lagunes d'aération en traitement d'eaux usées.

Deux possibilités peuvent être envisagées :

- d'une part, la mise en place de chutes ou de cascadelles, permettant de créer une turbulence favorisant la réoxygénation. L'intérêt est de pouvoir les mettre le plus en amont possible sur le réseau d'assainissement pour mieux maîtriser la qualité du rejet ;
- d'autre part, le stockage d'eau sur une grande surface et sur une faible épaisseur (c'est le cas des bassins écrêteurs, *fiche 10*), mais où la vitesse de réoxygénation est beaucoup plus lente et fortement dépendante de la température.

Ce principe est particulièrement intéressant pour traiter les eaux chargées de tensioactifs provenant du lavage des aires d'entretien, des gares de péage ou des tunnels. Enfin, il peut être combiné avec des fossés enherbés qui peuvent être réalisés avec une pente faible favorisant la rétention des matières en suspension (*fiche 2*).

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

L'oxygénation est fonction de la surface de contact et de l'importance de la turbulence. Cette dernière est assurée dès que la vitesse du fluide est supérieure à la vitesse de Reynolds.

#### • Pour un faible débit

La chute est à créer entre deux régimes d'écoulement laminaires. La turbulence est alors obtenue pour une vitesse horizontale de 0,3 m/s et des chutes de 30 cm de dénivelé. La longueur de la zone de turbulence est approximativement égale à 3 fois la hauteur de chute. La surface d'échange est alors similaire à celle d'une surface stagnante de 10 à 30 fois plus importante. On aura donc intérêt à créer ces chutes, dès que la pente du réseau d'assainissement le permettra, tous les 30 mètres environ.

Comme la chute crée des projections, il faut soit mettre en place une protection latérale, soit élargir le dispositif dans la zone de turbulence sur 3 fois la hauteur H de chute environ. La protection sera ensuite ramenée à 2 H.

La chute peut être simple ou accentuée par la disposition de rocailles, favorisant le rejaillissement, ou par la mise en place de dents disposées en peigne (utilisée par le Conseil Supérieur de la Pêche sur les rivières). De nombreuses variantes sont possibles, éventuellement adaptables aux matériaux locaux (fig. 1).

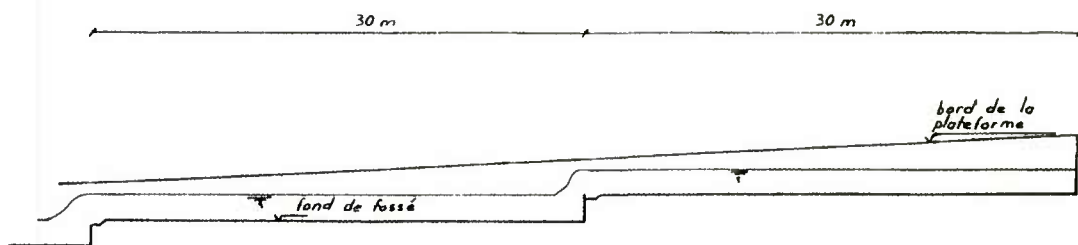


fig. 1 : Schéma de conception des chutes.

#### • Pour un fort débit

Dans ce cas, la turbulence est plus difficile à obtenir sur l'ensemble du flot transitant dans le dispositif. L'oxygénation doit en fait être obtenue en augmentant le temps de séjour dans le système avant rejet. Ceci peut être obtenu dès qu'on prévoit un bassin écrêteur ou de décantation avec un faible débit de sortie (vidange étalée sur plusieurs jours). Il est nécessaire de favoriser la superficie par rapport à la profondeur. Le rendement est variable selon la saison, en été la réoxygénation reste très superficielle (< 0,5 cm) alors qu'elle est plus importante en hiver.

A l'entrée du bassin, il peut s'avérer très utile de mettre en place un brise énergie, qui tout en tranquilisant le flot favorisera la réoxygénation.



## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Ce dispositif peut être associé à presque tous les cas dès lors qu'on dispose de pente suffisante pour créer la chute. A noter que dans certains cas on le réalise sans le savoir au niveau du raccordement de plusieurs réseaux dans un regard.

Du fait de l'absence d'abattement de charge du fossé revêtu, ce dispositif peut lui être systématiquement associé pour améliorer la qualité de l'eau sans gêner le passage des débits de pointe.

A l'entrée d'un bassin de régulation, il est en général possible d'aménager une chute générant une turbulence (blocs, épies, plots, etc.). Il faut également tenir compte du sens du vent dominant, qui favorise le brassage de l'eau, pour positionner la sortie sous le vent.



## EFFICACITE

L'abaissement de la DCO se fait sur les concentrations, et non sur les charges comme pour le reste de la pollution chronique, et peut être apprécié par la durée d'échange (tab. 1).

tab.I : Efficacité approximative des dispositifs sur la DCO.

PARAMÈTRES	EFFICACITÉ (%)	CHOIX-TYPE POUR OBTENIR $\approx 50\%$
FOSSE Ts = temps de séjour dans le fossé	$E = \frac{1}{4} \cdot T_s \cdot 100$ <i>T<sub>S</sub> en minutes</i>	V < 0,25 m/s et L = 30 m
BASSIN Temps de séjour de la lame d'eau	$E = \frac{1}{30} \cdot T_s \cdot 100$ <i>T<sub>S</sub> en jours</i>	T <sub>S</sub> > 15 jours

L'intérêt des chutes est évident par rapport à un bassin en eau.

## ENTRETIEN

L'entretien est réduit à une simple vérification annuelle. Il faut en particulier vérifier qu'il n'y a pas de contournement par érosion latérale ou régressive sous les protections mises en place. Dans un tel cas, il faut colmater les ravinelements et éventuellement revoir la géométrie (réduire la hauteur ou élargir le dispositif de réception).

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
brise vitesse/fossé	u	A
réalisation descente d'eau	ml	e
ouvrage de descente amont sur bassin	u	A
ouvrage de chute (région montagnaise)	u	B

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## REOXYGENATION PAR BASSIN

Décembre 1997

L'objectif est de favoriser un rôle épuratoire vis-à-vis de la charge de MES, de DCO et de  $DBO_5$  par maintien d'une lame d'eau permanente à grand temps de séjour. Ceci se traduit par une meilleure décantation des particules, par une oxygénation accrue par simple aération de surface, par une décomposition de la matière organique et enfin par une assimilation de certains composés par les végétaux.

Les bassins plantés sont en général conçus de façon à disposer d'une lame d'eau permanente, à profondeur variable. Leur rôle est à la fois de réguler des débits de pointe et d'épurer la charge de pollution chronique. Leur implantation, leur forme et leur végétalisation doivent être dictées en particulier par un souci d'esthétique. En zone urbaine et péri-urbaine certains bassins de régulation plantés agrémentent des parcs.

Ce type de dispositif est fréquemment utilisé dans certains pays européens, où l'on note des bassins en eau de faible dimension (quelques dizaines de mètres carrés).

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Le temps de séjour de l'eau dans le bassin

La décantation des MES nécessite une durée d'une quinzaine d'heures en général. L'aération est directement liée au temps de séjour et à la surface d'échange. On peut retenir une durée minimum de 15 jours pour obtenir des résultats.

D'où le dimensionnement :

$$\text{VOLUME DE STOCKAGE} = \text{PLUIE DE REFERENCE} \times \text{SURFACE ACTIVE}$$

Par rapport à une régulation *stricto sensu* calculée uniquement du point de vue hydraulique, cela revient à un surdimensionnement du bassin de régulation de 30 à 50 % environ (pour tenir compte des débits de régulation très faibles). Pour les climats à pluies assez fréquentes, la pluie de référence est le cumul des pluies sur une période de 15 jours consécutifs pour la récurrence choisie. Pour les climats à pluies rares, on peut retenir la pluie de 24 heures annuelle.

#### • La profondeur de référence

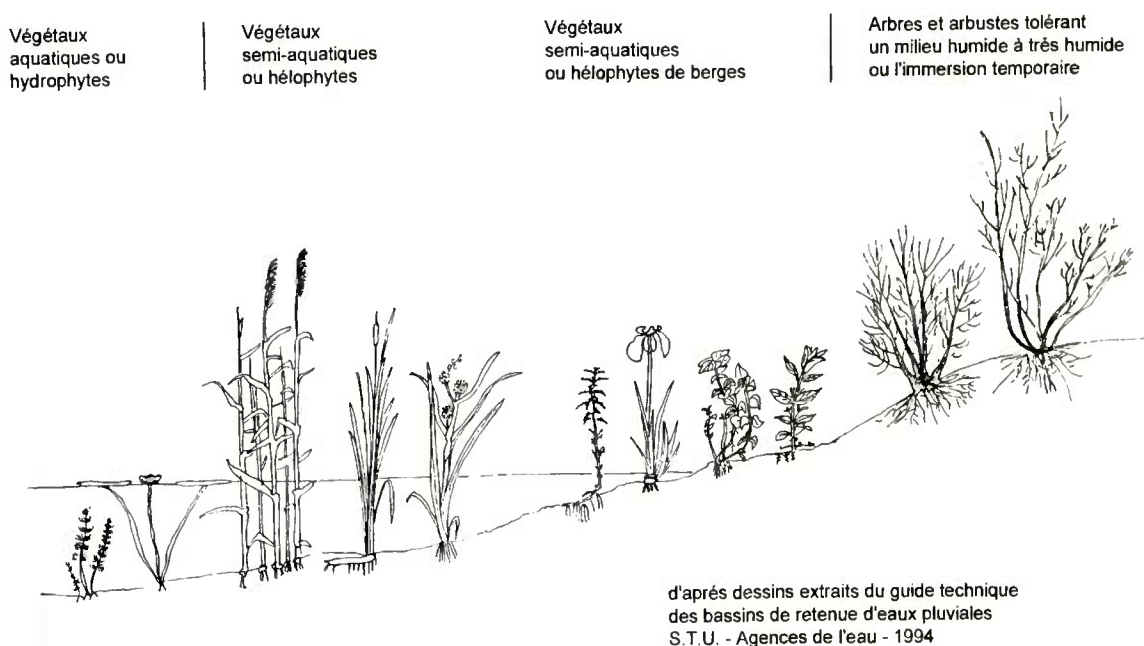
Pour privilégier la surface de contact avec l'air, il est souhaitable de conserver une épaisseur d'eau inférieure à 1,5 mètres. Plus on allonge le temps de séjour, plus on peut approfondir le bassin.

L'auto-épuration est aussi liée à la géométrie et à l'aménagement des berges. On constate en effet la présence de courants privilégiés liés à la forme du bassin, aux positions des arrivées et sorties, et aux vents dominants locaux.

#### • Type de végétation

Le choix des espèces est lié aux niveaux d'eau caractéristiques (*fig. 1*). On mettra en place les espèces végétales en fonction du profil de la berge retenu par rapport au niveau normal de l'eau dans le bassin et aux fréquences d'inondation :

- niveau normal (hydrophytes) ;
- niveau d'immersion annuel (hélophytes) ;
- niveau de stockage décennal (hygrophytes) ;
- revanche éventuelle (végétation terrestre).



*fig. 1 : Principes de végétalisation.*

Dans le cas de bassin creusé dans le terrain naturel, pour choisir le volume et la cote du niveau normal, il faut tenir compte des niveaux de nappe préexistants. Si le fond du bassin est dans la zone saturée, le niveau bas sera celui de la nappe.

L'étanchéification d'un bassin n'est nécessaire qu'en cas de protection de captage vis-à-vis du risque de pollution accidentelle. Dans les autres cas, on a intérêt à laisser s'établir un équilibre entre le voisinage, la végétation et le niveau d'eau inférieur. En général, on a un colmatage naturel qui se crée les premières années.

L'implantation de végétation dans le cas d'un bassin étanché est plus délicate à mettre en oeuvre. Il faut prévoir une couche support de végétation suffisante pour éviter le poinçonnement ou la traversée de l'étanchéité par les racines. Cela impose en général un modelage au-dessus de l'étanchéité avec une épaisseur de matériau servant de support de végétation de l'ordre du mètre, et une grande rigueur dans la pose de la géomembrane.



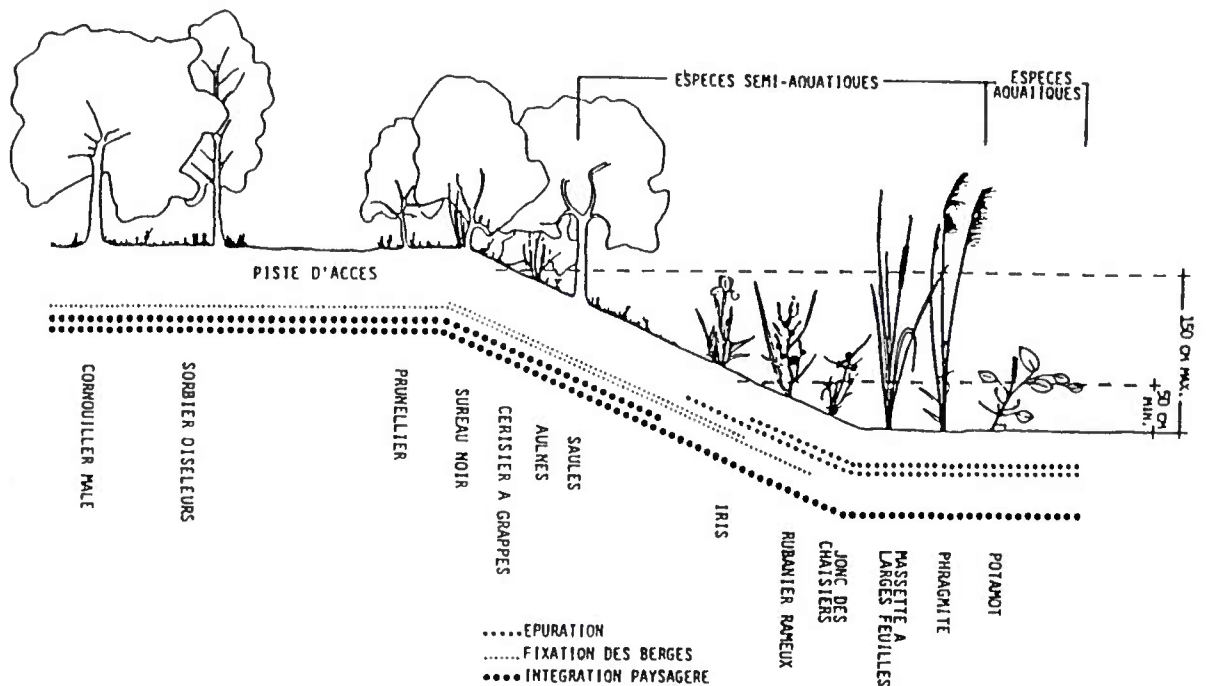


fig. 2 : Principes géométriques ( en plan et en profil ) et zone plantée.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Ce type de bassin peut compenser l'absence de dispositifs amont et être associé à une fonction de régulation hydraulique. Dans ce cas, les rives peuvent être aussi gazonnées.

En entrée, pour préserver l'aspect esthétique, on peut installer un dégrilleur qui arrête les objets flottants et les macrodéchets. En sortie, on peut lui associer une lame de déshuilage (risque accidentel ou rétention des gros flottants) et un dispositif de régulation de débit.

L'efficacité de ce dispositif est optimisée s'il fait suite à un dispositif de type fossés gazonnés ou chutes.

## EFFICACITE

Ce type de bassin est probablement plus efficace que les bassins revêtus pour l'élimination des éléments très fins, qui seront mieux piégés, car la vitesse en fond et sur les bords est plus régulière et évite la reprise des MES à proximité de la sortie.

Le rendement espéré doit approcher les 80-100 % sur les MES dès que le temps de séjour s'approche du dimensionnement théorique défini précédemment.

Un tel bassin peut éventuellement correspondre à un dispositif de traitement secondaire complémentaire à d'autres dans le cas de réseaux pluviaux convergents par exemple.

Le temps de long séjour permet d'obtenir une dégradation très complète des hydrocarbures, par photo-oxydation et par blocage en bordure par la végétation, qui y limite la vitesse d'entraînement horizontale.

Une fonction secondaire est de servir de piège à flottants grâce à la végétation, en revanche dans ce cas le rôle esthétique sera amoindri.

L'entretien est celui des bassins et plans d'eau classiques :

- partie de bassin en eau, un faucardage tous les 5 ans, selon le développement de la végétation, ou son envahissement par des espèces parasites ;
- zone de marnage du bassin (entretien des berges et des talus), l'entretien doit consister en une élimination de la végétation arbustive en fond d'ouvrage et en une élimination des végétaux après ramassage.

La décomposition sur place des produits végétaux coupés ne contribue pas à l'exportation des métaux lourds qu'ils auraient pu extraire des boues décantées. La meilleure élimination qui peut être envisagée, consiste en un compostage qui favorise la fixation des métaux dans les matières humiques.

Les éléments régulateurs de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.

La vérification de l'épaisseur des boues accumulées dans les ouvrages peut se faire après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service, puis tous les 5 ans. Le curage sera déclenché lorsque l'épaisseur des boues aura atteint 20 % de la hauteur de la lame d'eau permanente de l'ouvrage et devra faire suite à une analyse de la qualité des boues, pour préciser la filière de valorisation.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassement en déblais	m <sup>3</sup>	b
modelage en remblais	m <sup>2</sup>	b
revêtement en terre végétale	m <sup>2</sup>	a
mise en herbe	m <sup>2</sup>	a
végétalisation	m <sup>2</sup>	b
géomembrane	m <sup>2</sup>	c
géotextile	m <sup>2</sup>	b
curage de bassin	m <sup>3</sup>	b

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



05

Pollution chronique  
Épuration simplifiée

Auteurs : Pierre SILVESTRE  
Jean GABER  
Sonia GEAI



## CREATION D'UNE LAGUNE

Décembre 1997

L'objectif est de favoriser au maximum l'épuration par voie naturelle, utilisant le temps de séjour dans l'ouvrage. Cette action porte classiquement sur la charge organique (DCO, et surtout DBO<sub>5</sub>), mais elle est automatiquement bénéfique pour les MES.

Sauf cas particulier où le réseau d'assainissement de la plate-forme routière peut recueillir une charge organique, le rôle est essentiellement un rôle d'aération et d'oxydation, la charge organique restant faible pour le rejet pluvial routier.

Les zones humides naturelles sont reconnues comme ayant des capacités à réguler les débits et à épurer les eaux qui les traversent. La combinaison de phénomènes biologiques, physiques et chimiques permet à ces milieux d'accumuler et de transformer de nombreux contaminants (métaux lourds, hydrocarbures). Le principe de base est simple et consiste à infiltrer un effluent brut ou pré-traité à travers des lits composés d'un mélange de sable, gravier et plantés de macrophytes. Ces dispositifs sont particulièrement appréciés en Allemagne, Grande-Bretagne et Danemark.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Le lagunage

On se réfère aux règles courantes pour la DBO<sub>5</sub> des rejets d'assainissement d'eaux usées. Un temps de séjour de 3 semaines minimum permet une élimination de 80 % de la DCO, pour une charge entrante de 8 g/l/j.

D'où le volume de dimensionnement :

$$\text{VOLUME DE STOCKAGE} \geq \text{PLUIE DE REFERENCE} \times \text{SURFACE ACTIVE}$$

Par rapport à une régulation *stricto sensu*, cela revient à un surdimensionnement du bassin de régulation de plus de 30 à 50 %. Pour les climats à pluies assez fréquentes, la pluie de référence est le cumul des pluies sur une période de 21 jours pour la récurrence choisie. Pour les climats à pluies peu fréquentes, on peut retenir la pluie de 24 heures annuelle. La faible charge organique du rejet pluvial routier (section courante) permet de limiter le dimensionnement à celui d'une simple aération, soit un temps de séjour d'environ 15 jours (*fiche 4*).

L'épuration se fait classiquement en trois bassins successifs pour traiter la charge en DBO<sub>5</sub>. Les deux derniers bassins peuvent être plantés. Dans le cas du ruissellement routier, deux bassins peuvent suffire (*tab. I*).

tab. 1 : Lagunes d'épuration des eaux de ruissellement

	PROFONDEUR	VOLUME
lagune à microphytes	2 m	2/3 volume
lagune à macrophytes	0,5 m	1/3 volume

#### • Les zones humides construites

On peut distinguer deux systèmes à lits plantés de macrophytes, les lits à écoulement de surface et les lits à écoulement sous la surface.

##### **Systèmes à écoulement de surface**

L'écoulement se fait en surface dans une lame d'eau de faible épaisseur. Les tiges des plantes servent de support au développement bactérien. Elles ralentissent les écoulements et favorisent ainsi la sédimentation des MES. Ce système nécessite une grande surface au sol.

##### **Systèmes à écoulement sous la surface**

L'épuration des effluents se fait par les micro-organismes fixés sur les racines et les rhizomes des plantes, l'absorption réalisée par les végétaux et la filtration à travers le substrat. Les lits à écoulement sous la surface ont une emprise modérée au sol et nécessitent peu d'entretien. Les effluents n'apparaissent pas à la surface (Cf. : exemple). Dans les systèmes à flux verticaux, l'arrivée des effluents par le dessus leur permet d'être très efficace pour le traitement des MES et permet une aération optimale des filtres. Ils conviennent bien lorsque la surface disponible est réduite et le terrain est en légère ou moyenne pente.

##### **Principales espèces végétales utilisées**

Les végétaux les plus utilisés sont les roseaux, le roseau commun (*Phragmites communis*), la massette (*Typha latifolia*). Ces plantes peuvent être utilisées seules, mais pour optimiser le système, il convient de développer des plantations plurispécifiques, par exemple avec 50 % de massette, 25 % de sagittaire (*Sagittaria sagittaeifolia*), 25 % de scirpe (*Scirpus palustris*).

Les bassins régulateurs, les déversoirs et les fossés d'accompagnement du dispositif peuvent être végétalisés avec des espèces herbacées hygrophiles telles que l'iris des marais (*Iris pseudacorus*), le scirpe des lacs (*Scirpus lacustris*), la menthe aquatique (*Mentha aquatica*), la baldingère (*Baldingera arundinacea*), le jonc (*Juncus communis*), la sagittaire, etc.

La pente du dispositif doit être comprise entre 1 et 5 %. Le lit ne doit pas subir de variations importantes du niveau d'eau, il devra donc être étanché (à la bentonite par exemple). La profondeur du bassin devra être de l'ordre 1 à 1,5 m avec un lit de 0,5 à 0,6 m d'épaisseur.

La vitesse d'écoulement dans les zones humides construites doit être comprise entre 0,5 et 0,7 m/s. La conductivité hydraulique du substrat doit être comprise entre  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  m/s. Un substrat insuffisamment poreux se colmatra rapidement en surface. Il convient de disposer des filtres de graviers grossiers en entrée et en sortie de bassin pour réduire ce risque de colmatage par les fines.

Il est conseillé de réaliser le bassin pendant la première phase des travaux, de façon à laisser une pleine saison de croissance à la végétation avant de recevoir les eaux de ruissellement.

Les plantations se feront dans les 10 premiers centimètres du substrat avec une densité de 3 à 4 plants au m<sup>2</sup>. Les bords de bassin peuvent être ensemencés avec des herbacées (10 à 15 kg de semences/ha). Il est fortement conseillé, pour les ouvrages traitant uniquement des eaux de ruissellement de chaussées, d'effectuer des apports de matières organiques (15 à 25 %) en début de croissance pour faciliter l'installation de la végétation. Pour éviter la prolifération d'espèces adventices, il convient de maintenir une lame d'eau de 10 cm au-dessus du substrat durant 3 à 4 mois après la plantation.

Enfin, le niveau d'eau doit être maintenu en permanence juste au-dessus de la surface du substrat.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Il peut convenir à l'aval de tous les réseaux d'assainissement, si l'on dispose de la place nécessaire. On peut y ajouter un dispositif de vanne entre les bassins permettant d'assurer un rôle de piégeage en cas de pollution accidentelle.

Ces dispositifs (lagunes et zones humides construites) peuvent être associés à des bassins de régulation (amortissement des débits et dessablage). Il peut s'avérer intéressant de disposer entre le bassin de régulation et le dispositif une lame de déshuilage (pour retenir une petite pollution accidentelle).

## EFFICACITE

D'après le programme national américain sur les eaux de ruissellement urbain, les bassins de décantation et les zones humides construites sont les méthodes les plus efficaces pour contrôler les flux de sédiments, de matières organiques et de métaux lourds.

Les réductions de pollutions obtenues sont généralement très importantes (*tab. II*).

*tab. II : Abatement des charges de pollutions chroniques.*

ÉLÉMENTS	ABATTEMENT DE LA CHARGE (%)
MES	90-100
DBO <sub>5</sub>	50-70
DCO	50-70
Métaux	70-80
Hydrocarbures	90-95
Chlorures	0

Le rendement d'épuration peut, cependant, être variable selon la saison et les paramètres considérés :

- plus faible en hiver pour la DBO<sub>5</sub> ;
- plus élevé en hiver pour la DCO.

La forme du bassin est liée à la place disponible et son impact est essentiellement paysager. Il faut éviter les formes trop complexes avec des renforcements qui seraient court-circuités par l'écoulement principal (zones mortes déconnectées).

Ce type de dispositif présente un intérêt en cas de réseau recueillant le ruissellement de plusieurs provenances (bassin versant naturel proche, aire de services) et pouvant avoir une charge organique.

## ENTRETIEN

Les travaux d'entretien sont très limités. Ils comprennent une inspection de routine, un entretien des abords et du bassin (faucardage de la végétation excessive dans les fossés d'entrée, de sortie et de la végétation du lit) tous les ans. Une extraction des décantats et de l'humus tous les 10 ans semble suffisante.

Il est également important de vérifier 2 fois par an l'état des buses d'entrée et des systèmes de distribution en entrée de bassin.

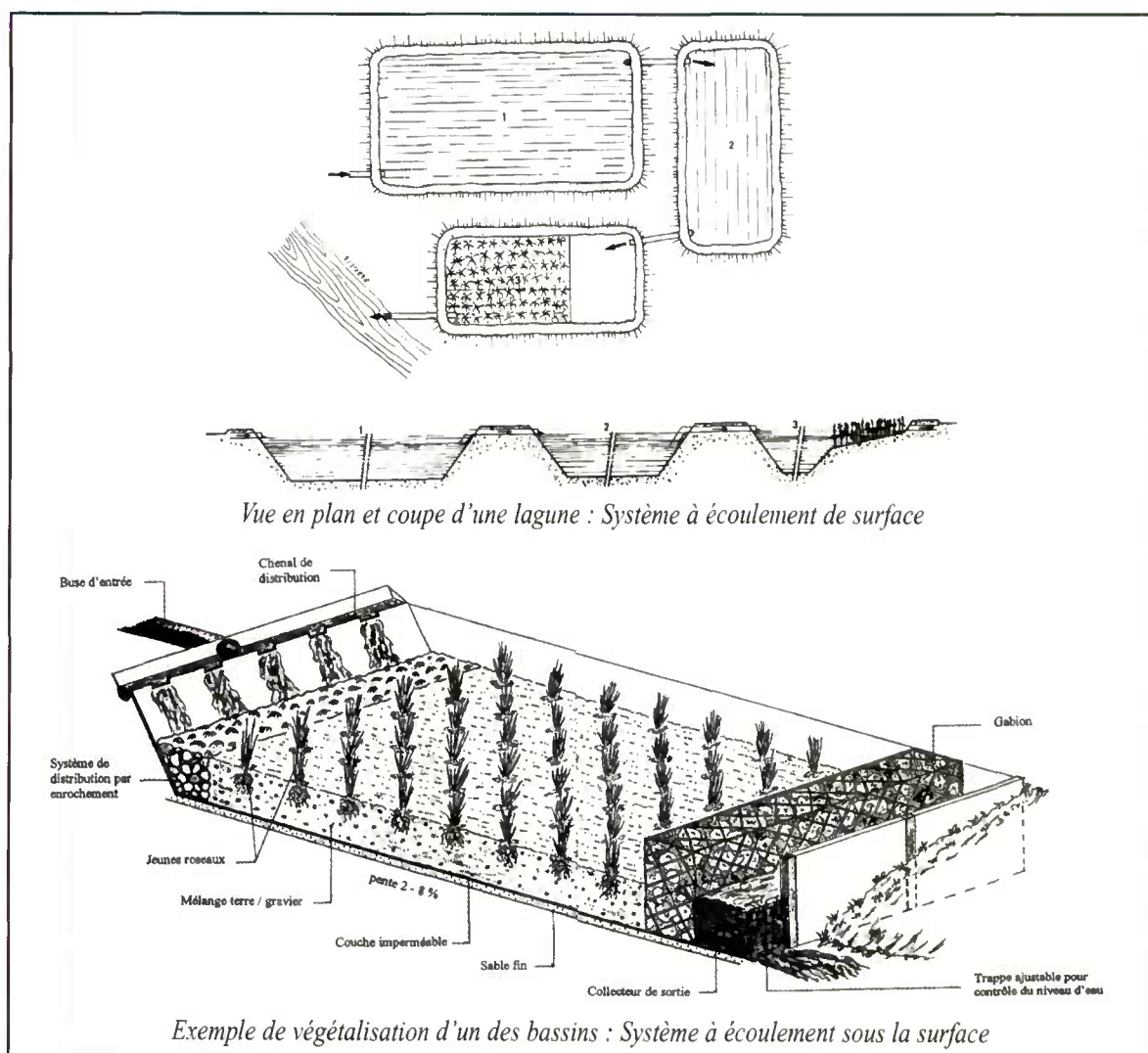
La décomposition sur place des produits végétaux coupés ne contribue pas à l'exportation des métaux lourds qu'ils auraient pu extraire des boues décantées. La meilleure élimination qui peut être envisagée, consiste en un compostage qui favorise la fixation des métaux dans les matières humiques.

Les éléments régulateurs de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassement	m <sup>3</sup>	b
modelage en remblais	m <sup>2</sup>	b
revêtement en terre végétale	m <sup>2</sup>	a
mise en herbe	m <sup>2</sup>	a
végétalisation	m <sup>2</sup>	b
ouvrage siphonoïde de lagune primaire	u	A
ouvrage courant de lagune secondaire ou tertiaire	u	A
ouvrage de vidange lagune	u	A
géomembrane	m <sup>2</sup>	c
géotextile	m <sup>2</sup>	b
curage de bassin	m <sup>3</sup>	b

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
 Prix de vente de l'ensemble : 200 F © 1997 SETRA



## BASSINS ET OUVRAGES DE REGULATION - PRINCIPES

### Choix du volume de stockage et du débit de rejet

Décembre 1997

Le choix de la régulation est important, car il conditionne pour une grande part l'efficacité des dispositifs de traitement avant rejet dans le milieu, dans les cas où l'on prévoit un bassin ou un réservoir. Le choix de la régulation tient compte :

- des caractéristiques du bassin versant routier ;
- de l'objectif hydraulique qui découle des contraintes du bassin versant naturel (limitation du débit maximal, rejet étalé, rejet différé ou capacité d'absorption en cas d'infiltration) ;
- du type de traitement envisagé (temps de séjour ou débit maximal) ;
- de l'épisode de référence imposé. La règle courante est de dimensionner hydrauliquement les ouvrages pour la pluie décennale, sauf si les risques encourus à l'aval en cas de défaillance sont importants.

Le bassin écrêteur a pour rôle de stocker temporairement un certain volume d'eau de ruissellement qui sera restitué progressivement, avec un débit écrêté compatible avec les possibilités du milieu récepteur.

La difficulté est de trouver une solution permettant de réguler les débits pour la pluie de projet retenue tout en présentant une capacité de traitement de la pollution chronique pour des épisodes plus fréquents. Bien que la charge de pollution chronique s'avère différente d'une pluie à une autre, on constate que toutes les pluies en apportent une part. Comme on peut difficilement traiter uniquement les pluies exceptionnelles, on doit rechercher à diminuer le flux global de charge chronique transmis par le rejet au milieu récepteur. Le dimensionnement est donc à prévoir en deux phases :

- un dimensionnement hydraulique décennal ou plus ;
- puis, une vérification de l'effet du dispositif sur la charge de pollution chronique pour les pluies fréquentes. C'est cette vérification qui déterminera le rendement espéré du réseau.

## PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

### • Débit et volume d'entrée

Le calcul se base sur les méthodes hydrauliques courantes de dimensionnement des bassins écrêteurs (appelés bassins de retenue en milieu urbain). La méthode des pluies utilise des courbes de pluies dites « courbes enveloppes » qui, pour une fréquence donnée, donnent la hauteur de pluie en fonction de la durée. Elle permet donc de calculer le volume cumulé de ruissellement à tout pas de temps. Le calcul graphique consiste à reporter la courbe des volumes évacués en fonction du temps sur la courbe pluviométrique précédente représentant les volumes entrant dans le bassin (fig. 1). L'écart maximum entre les deux courbes fournit la lame d'eau à stocker ( $h_s$ ).

La méthode des volumes permet de calculer le volume cumulé à des pas de temps et épisodes de récurrence imposée. Son principe consiste en une analyse statistique directe des volumes à stocker en fonction du débit de fuite  $Q$ . Le calcul des volumes est effectué comme précédemment mais la courbe pluviométrique utilisée est la courbe des hauteurs cumulées correspondant à une averse donnée. Pour chaque averse on détermine les volumes correspondant à toute une gamme de débits de fuite. On peut ensuite analyser statistiquement toutes les valeurs  $h_1$  à  $h_n$  de façon à construire un graphique donnant les hauteurs de pluie à stocker en fonction du débit de fuite et de la fréquence (fig. 1).

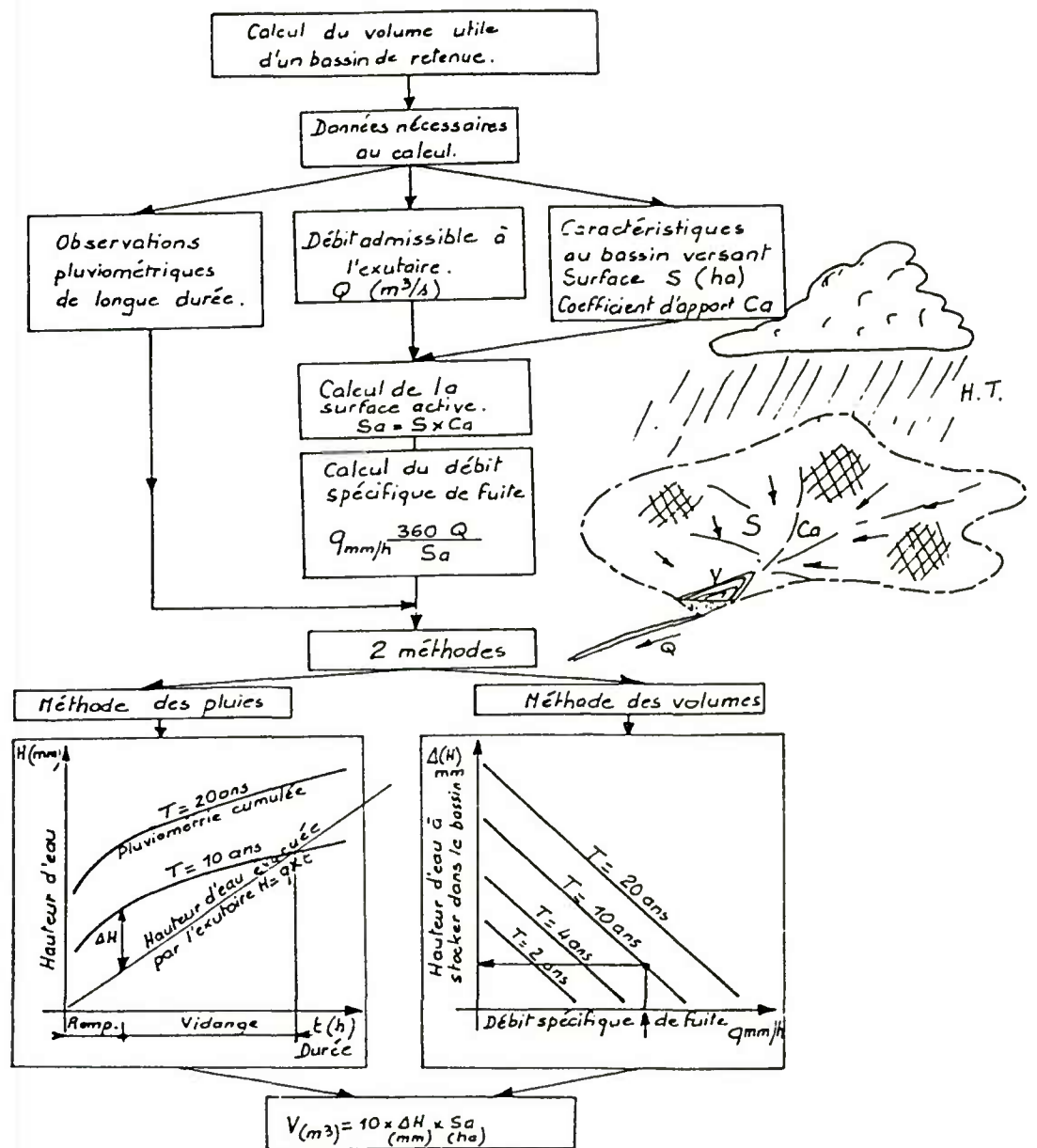


fig. 1 : Méthodes de calcul des bassins de régulation.

En principe, lors de la vérification de l'efficacité épuratoire, il est conseillé de prendre la première méthode, qui permet de calculer le fonctionnement d'une façon plus souple, et surtout pour à peu près n'importe quelle pluie. Pour les logiciels, il faut les comparer aux méthodes classiques et les étalonner.

#### • Débit de sortie

Le choix du débit de sortie est important car il conditionne l'efficacité du dispositif au niveau hydraulique et épuratoire.



Plusieurs types de régulation de débit sont possibles :

- débit constant quelle que soit la hauteur d'eau dans le bassin. La régulation est faite par un seuil flottant ou un opercule à ouverture variable (*fiche 8*) ;
- débit variable en fonction de la hauteur d'eau dans le bassin. La régulation est faite par un déversoir rectangulaire ou un ajutage (*fiche 7*).

Le choix du débit maximal en sortie de bassin est conditionné par la contrainte hydraulique (maîtrise des crues, capacité du ruisseau, etc.). Le dimensionnement est en règle générale fait en décennal. Dans certains cas particulier on le prévoit pour des récurrences plus rares, en fonction des enjeux aval.

#### • Vérification du fonctionnement qualitatif

L'efficacité recherchée porte sur la décantation des MES. Le paramètre intervenant est la distribution des temps de séjour dans le dispositif. Comme celle-ci est dépendante des hydrogrammes détaillés d'entrée dans le bassin, on peut se satisfaire, à court terme, du calcul d'un temps de séjour moyen dans le bassin. Le temps de séjour moyen est supposé lié à un hydrogramme simple, et peut être pris égal à :

$$T_s = \left[ \frac{VS}{Q_s} \right] \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6}$$

avec :  $T_s$  = temps de séjour en heure

VS = volume à stocker en  $m^3$

$Q_s$  = débit de fuite en l/s

Le débit de fuite variable présente l'intérêt de permettre une distribution des temps de séjour similaires quelle que soit la pluie :

$$T_s = \text{constante}$$

Le débit constant ne permet un temps de séjour que si la hauteur de pluie permet un stockage dans le bassin. Pour obtenir un temps de séjour même aux faibles pluies, il faut rajouter une lame d'eau permanente VM :

$$T_s = \frac{VS + VM}{Q_s} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3,6}$$

avec :  $T_s$  = temps de séjour (ou temps de séjour moyen dans l'ouvrage) en h

VM = volume de la lame d'eau permanente, volume mort en  $m^3$

VS = volume à stocker en  $m^3$

$Q_s$  = débit de fuite en l/s

tab. I : Evolution du temps de séjour en fonction du type de bassin et du débit de fuite.

	BASSIN SEC	BASSIN AVEC LAME D'EAU PERMANENTE
Débit constant	0 à $T_s$	$T_s^0$ à $T_s + T_s^0$ (avec $T_s^0 = VM/Q_s$ )
Débit variable	$T_s$	$T_s + T_s^0$

Le fait de réguler le débit permet en même temps de réaliser une décantation des MES. La conception des dispositifs doit donc en général tenir compte de ce rôle complémentaire.

tab. II : Emplacement du dispositif de décantation.

TYPES DE RÉGULATION	POSITION DE LA DÉCANTATION ET DE LA RÉTENTION DES MES
Bassin sec	Sortie
Bassin avec lame d'eau	Entrée et sortie
Bassin compartimenté	Premier bassin
Régulation linéaire	Sur le parcours et en sortie
Chaussée poreuse	Dans la structure et en surface

## TYPES DE DISPOSITIFS DE REGULATION

tab. III : Dispositifs de régulation de débit.

DISPOSITIFS	AVANTAGES / INCONVENIENTS
Par opercule calibré	Débit variable en fonction de la charge hydraulique
Par seuil à flotteurs	Débit constant (attention au calibrage des flotteurs)
Par lame déversante	Débit variable en fonction de la charge et de la forme retenue. Un déversoir en V permet une régulation hydraulique du même type qu'un opercule calibré
Par filtre (sable ou gravier)	Débit légèrement variable. Ce type de dispositif présente un risque de colmatage [1]

[1] Il faut également évoquer le cas particulier de la situation où il n'existe pas d'exutoire. Dans ce cas, le débit de fuite correspond aux pertes par infiltration et l'on applique l'une des méthodes présentées précédemment. La méthode des pluies semble largement suffisante. Les pertes devront être obligatoirement estimées par une étude hydrogéologique. Les risques de colmatage du massif d'infiltration inciteront à la prudence et impliqueront un entretien suivi du dispositif.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

La rétention des eaux de ruissellement présente plusieurs intérêts sur le plan environnemental. La rétention des pollutions par piégeage des flottants, des hydrocarbures libres, la décantation des matières en suspension et un pouvoir épurateur par aération.

Les dispositifs de régulation permettent aussi, dans certains cas, d'assurer une sécurité complémentaire pour la fonction de piégeage (risque de pollution accidentelle) ou amènent un temps supplémentaire pour une intervention de récupération.



## REGULATEUR STATIQUE

Décembre 1997

Il s'agit d'ouvrages fixes, pour lesquels la régulation de débit est liée à la géométrie du dispositif. On différencie les lames déversantes à seuil et les orifices calibrés.

Dans les deux cas le débit est variable en fonction de la charge hydraulique amont.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Orifice calibré

Le débit de fuite est contrôlé par une vanne, un pertuis ou un ajutage (fig. 1). Le débit de fuite s'exprime en fonction de la charge hydraulique selon l'expression générale suivante :

$$Q = m \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad [1]$$

avec : Q = débit évacué en m<sup>3</sup>/s

m = coefficient de débit lié à la forme de l'orifice (0,6 ≤ m ≤ 0,9)

S = la section de l'orifice en m<sup>2</sup>,  $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$  pour un orifice circulaire (d = diamètre)

g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

H = charge hydraulique amont en m

Pour un ajutage, par vanne rectangulaire de fond l'expression [1] devient :

$$Q = m \cdot L \cdot e \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{1 + \frac{m \cdot e}{h}}}$$

avec : Q = débit évacué en m<sup>3</sup>/s

m = coefficient de débit (0,6)

e = levée de la vanne en m

L = largeur de l'ouverture en m

g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

h = profondeur en amont en m

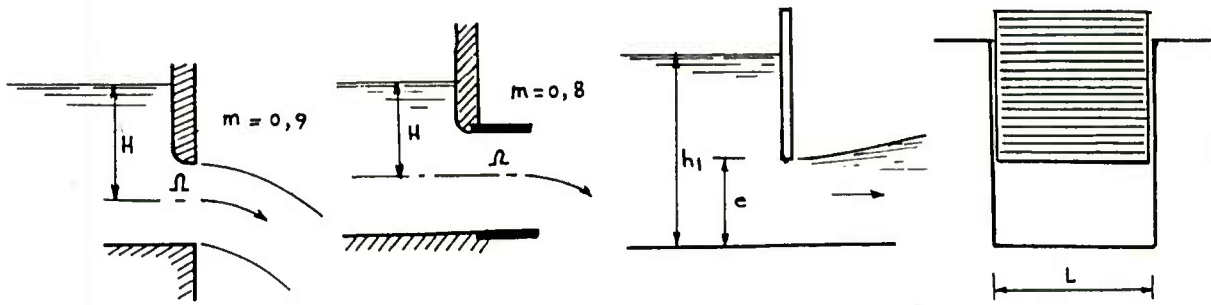


fig. 1 : Principe dimensionnel d'un orifice calibré.

#### • Lame déversante

Si L représente la largeur de la lame déversante (fig. 2), le débit évacué est :

$$Q = \frac{2}{3} \cdot L \cdot H \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

avec : Q = débit exprimé en m<sup>3</sup>/s  
 L = largeur de la lame déversante en m  
 H = la charge hydraulique amont en m  
 g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Pour des applications plus spécifiques, on peut citer la formule de BAZIN dont l'expression générale est la suivante :

$$Q = \mu \cdot L \cdot H \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

avec : Q = débit déversé en m<sup>3</sup>/s  
 $\mu$  = coefficient expérimental

$$\mu = \left( 0,45 + \frac{0,003}{H} \right) \left[ 1 + 0,55 \left( \frac{H}{H+Z} \right)^2 \right]$$

H = charge hydraulique amont en m  
 Z = hauteur de la pelle en m  
 L = largeur de la lame déversante en m  
 g = l'accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Le domaine d'application de la formule de BAZIN est le suivant :

$$\begin{aligned} 0,08 &\leq H \leq 0,70 \text{ m} \\ L &\geq 4H \\ 0,2 &\leq Z \leq 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Pour les déversoirs à lame épaisse le coefficient expérimental ( $\mu$ ) sera fixé à 0,38.

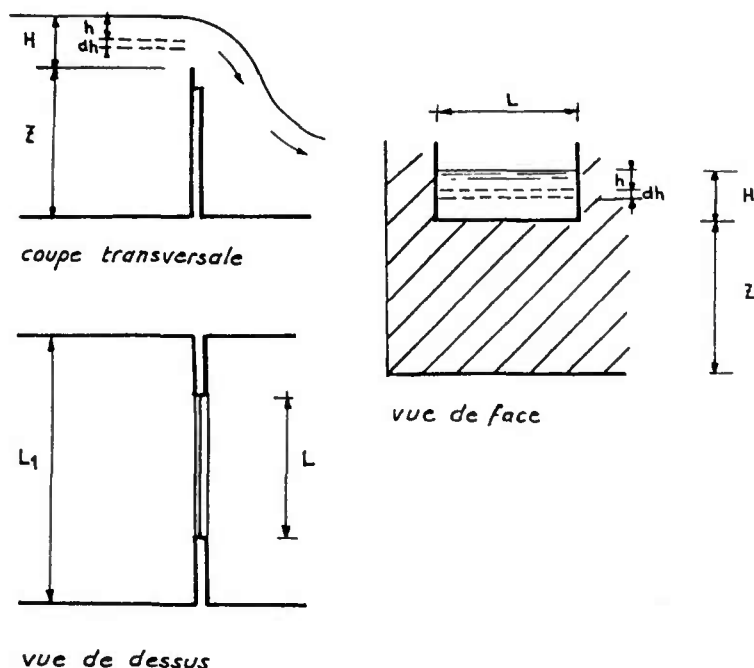


fig. 2 : Principe dimensionnel d'une lame déversante.

Le tableau I donne l'étendue des débits pour une section hydraulique équivalente, pour une charge hydraulique variant de 2 mètres, pour chacun des deux dispositifs.

tab. I : Plage de débits pour différents dispositifs.

TYPE DE DISPOSITIF	PLAGE DE DÉBITS (m <sup>3</sup> /s)
Lame déversante	0 - 2,8
Opercule calibré	0 - 2

L'intérêt de chaque dispositif est en fait différent. Pour une charge inférieure à 1 mètre, le débit est mieux régulé par une lame déversante triangulaire, pour une charge supérieure à 1 mètre, c'est l'orifice calibré.

Si le débit peut être régulé, mais variable, le dispositif régulateur pourra être choisi en fonction du temps de séjour et de l'efficacité de la décantation retenue :

- pour une efficacité sensiblement constante, même avec de faibles pluies, on préférera la lame déversante ;
- pour une efficacité variable, on peut retenir l'orifice calibré.

En fait la différence porte sur le volume retenu pour le choix de l'épisode de calcul de la régulation :

- pour une récurrence annuelle (c'est-à-dire que le dimensionnement porte sur une pluie déjà rare), on peut accepter une lame déversante, à condition que la superficie du bassin permette de garder un battement inférieur à 1 mètre ;
- pour une récurrence plus faible, correspondant donc à des pluies fréquentes, on peut retenir plutôt l'orifice calibré.

Selon le marnage choisi pour le bassin, l'option peut s'imposer d'elle-même :

- faible marnage/grande surface = lame déversante ;
- marnage plus fort/superficie réduite = orifice calibré.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

La maîtrise du débit à l'exutoire est nécessairement liée à un volume de stockage, permettant la régulation, c'est-à-dire des bassins ou des réservoirs.

Dans certains cas on peut accepter que le réseau serve de stockage, soit du fait d'un surdimensionnement, soit par son compartimentage (utile en cas de rôle complémentaire de piégeage d'une matière polluante). L'inconvénient majeur est de créer une zone de décantation longitudinale dans le réseau. Lors des épisodes pluvieux un peu exceptionnels les matières décantées seront remises en suspension et créeront un flux important de polluants.

L'association avec un dégrillage en entrée de bassin est nécessaire.

## EFFICACITE

Ces dispositifs sont en règle générale rustiques et sont peu sensibles aux variations climatiques. Il faut cependant noter que la viscosité de l'eau intervient dans les formules, d'où un débit variable (jusqu'à 10 %) selon la température.

## ENTRETIEN

Ces deux types de dispositifs ne nécessitent pas d'entretien particulier, si ce n'est la vérification 4 fois par an qu'ils ne sont pas obstrués ou gênés par des dépôts ou des flottants (branchages, bouteilles PVC, etc.).

Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orageuses et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES		UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
lame déversante	petite	u	f
	grande	u	A
opercule calibré	Ø x (en mm)	ml	≈ x
pertuis		u	A



## REGULATEUR DYNAMIQUE

Décembre 1997

Ces dispositifs sont mis en oeuvre soit pour contrôler le débit admissible sur un dispositif de traitement spécifique (déshuileurs industriels, décanteurs lamellaires, etc.), soit pour réguler le débit en sortie d'un bassin de régulation, soit pour écrémer le flux par une prise d'eau en surface. Le principe général consiste à positionner un déversoir de surface ou à munir un orifice d'un régulateur dynamique tel que le débit de fuite soit peu variable.

On différencie essentiellement pour nos applications routières deux dispositifs :

- régulateur à lame déversante mobile, ou écrêteur de surface ;
- orifice à opercule mobile, ou hydrorégulateur.

Le dispositif mobile permet de compenser la variation de charge hydraulique et donc de conserver un débit à peu près constant. Les inconvénients majeurs sont les conditions de pose très précises et la maintenance de ces dispositifs qui implique un contrôle périodique.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Ces dispositifs correspondent à des produits industrialisés, dont la gamme d'utilisation est maintenant assez large. Le calcul du débit est identique à celui des dispositifs fixes, mais avec un paramètre complémentaire correspondant à la diminution de section en fonction de la charge.

L'intérêt de chaque dispositif est en fait différent :

- pour une hauteur d'eau très variable, l'opercule est le seul dispositif possible ;
- pour une hauteur d'eau < 2,5 m, on a le choix.

#### • Ecrêteur de surface

Cet appareil assure l'évacuation à débit peu variable quel que soit le niveau d'eau dans le bassin de régulation (< 2,5 m). Il consiste en une prise d'eau en surface par des avaloirs maintenus par des flotteurs. L'intérêt de ce régulateur réside dans le fait que la prise d'eau est toujours en surface. L'avaloir attire les flottants en un seul endroit et permet soit de les retenir par des grilles, soit de les traiter par un dispositif complémentaire en sortie de bassin pour les hydrocarbures (par exemple lors d'une pollution accidentelle).

La gamme des débits traités est comprise entre 10 et 150 l/s. La hauteur d'eau maximale admissible dans le bassin est inférieure à 2,5 mètres.

### • **Hydrorégulateur**

La section de l'orifice de fuite est asservie, par l'intermédiaire d'un disque obturateur, dont le contour est défini comme une came, et d'un flotteur qui l'actionne. L'avantage principal de ce dispositif réside dans la grande régularité du débit évacué.

La gamme des débits traités est comprise entre 7,5 et 2 400 l/s. Les charges hydrauliques maximales admissibles sont inférieures à 5 mètres.

---

#### **EFFICACITE**

Ces dispositifs sont efficaces s'ils sont posés et entretenus correctement. Le blocage de la partie mobile a été constaté en cas de mauvaise installation (en particulier équilibrage des flotteurs).

La lame déversante mobile permet de positionner l'ouverture en surface, ou légèrement sous le niveau d'eau, ce qui peut permettre d'éviter d'entraîner les hydrocarbures. Par contre le réglage précis reste très difficile.

Il est conseillé de faire contrôler soigneusement la pose, soit par le fabricant, soit par un spécialiste. Un essai lors de la réception du dispositif est nécessaire.

---

#### **COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS**

La maîtrise du débit à l'exutoire est nécessairement liée à un dispositif de stockage (c'est-à-dire des bassins) permettant la régulation. Dans certains cas, on peut accepter que le réseau lui-même serve de stockage, soit du fait d'un sur-dimensionnement, soit par son compartimentage (utile en cas de rôle complémentaire de piégeage du risque accidentel). L'inconvénient majeur est de créer une zone de décantation longitudinale dans le réseau. Lors des épisodes pluvieux un peu exceptionnels les matières décantées seront remises en suspension et créeront un flux important de polluants.

Compte tenu de leur très grande sensibilité aux flottants (bouteilles PVC, branchages, etc.), il est indispensable de leur associer à l'amont un double dégrillage (un à l'entrée de bassin et un second juste en avant du dispositif mobile).

---

#### **ENTRETIEN**

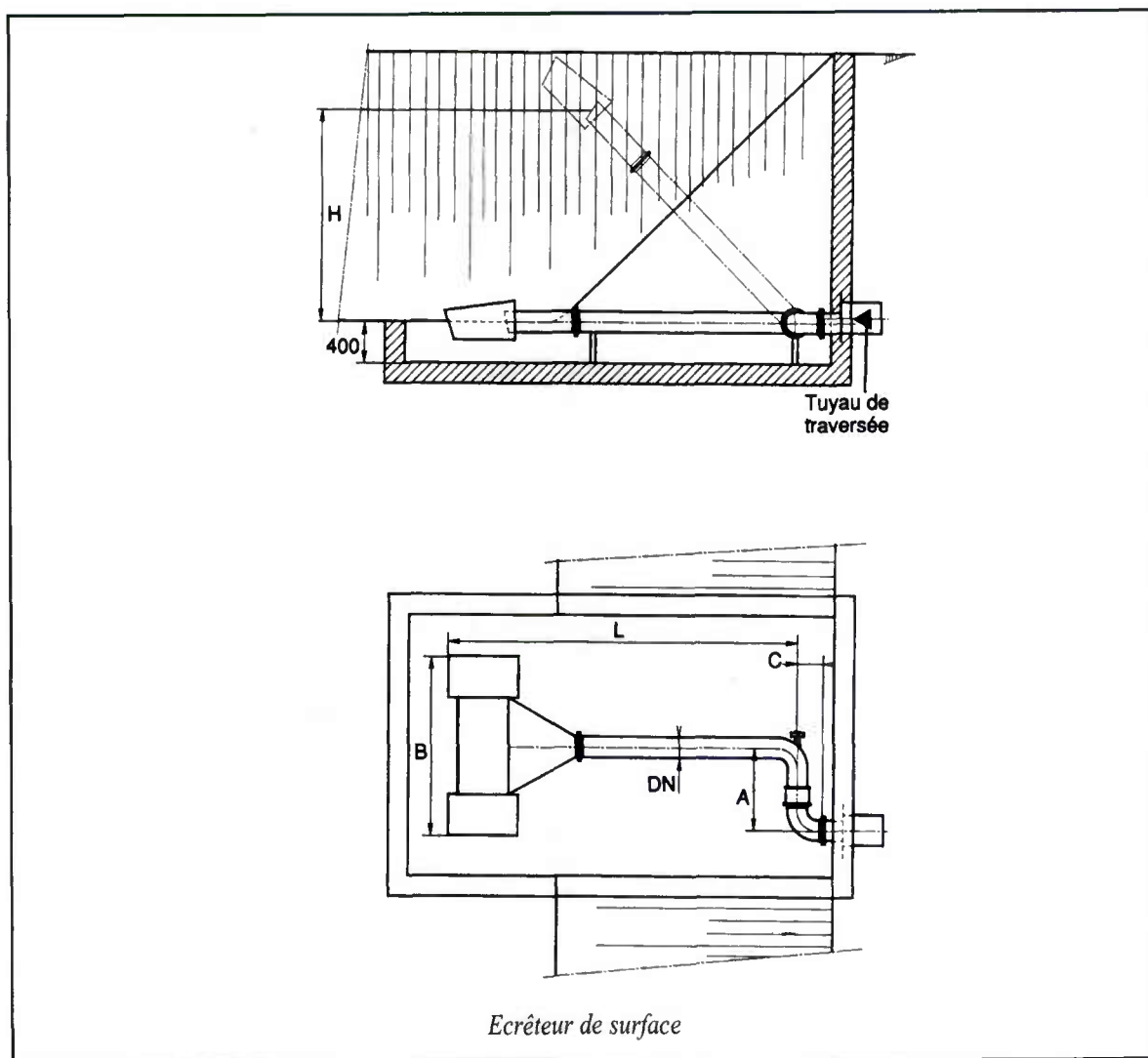
Les éléments du régulateur de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement (présence de flottants dans le mécanisme ou dans l'orifice de fuite, niveau du déversoir, déformation du dispositif, etc.). L'entretien des vannes, clapets, pièces mobiles et tringleries (graissage, vérification de l'étanchéité, remplacement des pièces défectueuses, tarage des flotteurs, tension des câbles, etc.) doit avoir lieu au moins 2 fois par an.

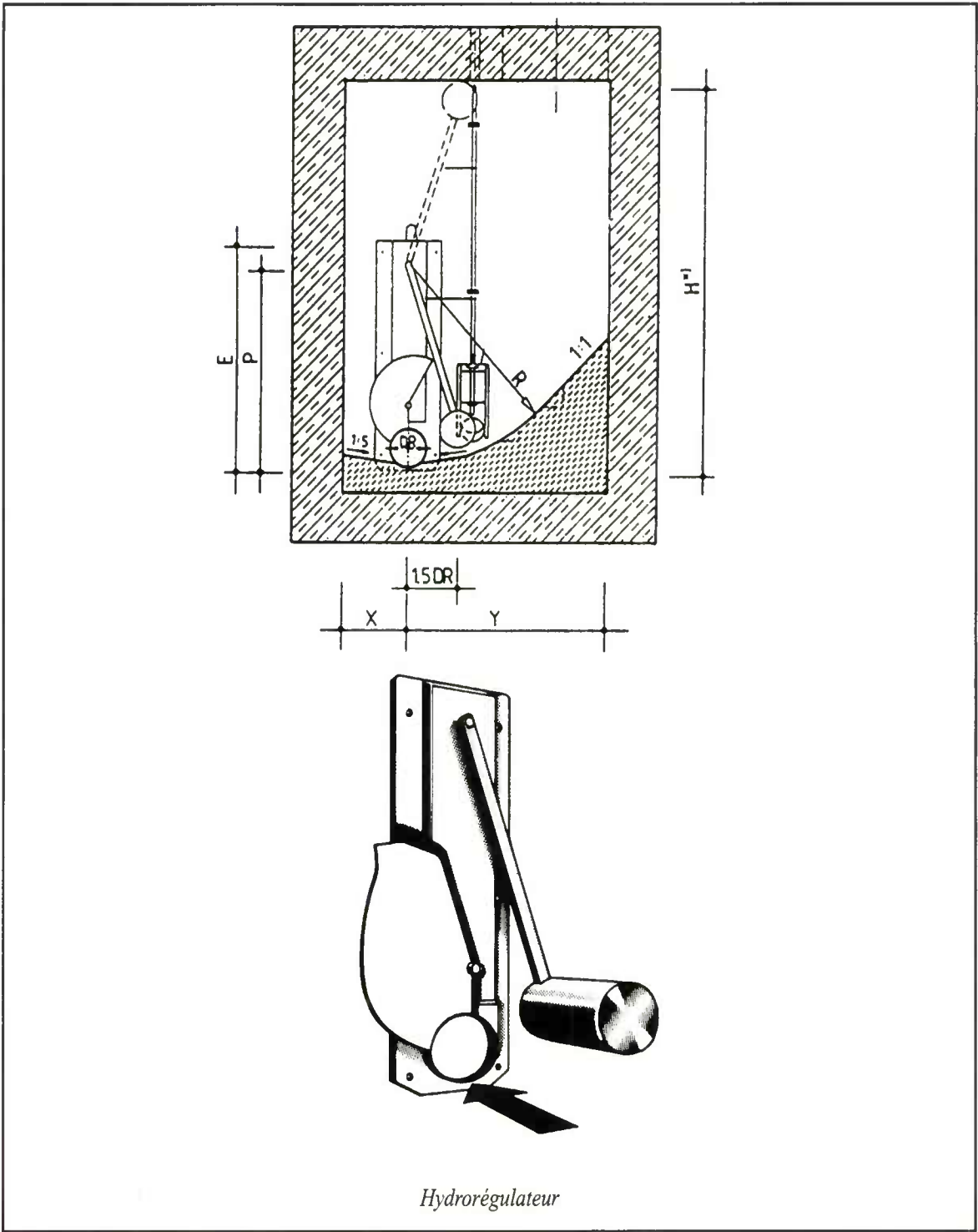
Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orange et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.



DÉSIGNATION DE L'OUVRAGE	NIVEAU PRIX MOYEN	
régulateur de débit ( l/s )	écrêteur de surface	hydrorégulateur
10	B	C
50	B	C
80	C	C
120	C	C
150	C	C
300		C
600		D
900		D

EXEMPLE





Hydrorégulateur

Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence B 9741 au bureau de vente des publications du SETRA.  
 Prix de vente de l'ensemble : 200 F © 1997 SETRA



09

Pollution chronique  
Régulation hydraulique

Auteurs : Pierre SILVESTRE  
Jean GABER  
Sonia GEAI



## BASSIN TEMPORAIRE ECRETEUR

### Bassin sec

Décembre 1997

Il s'agit de bassin dimensionné pour n'être rempli qu'en période pluvieuse. Ce type de bassin ne peut s'envisager que si le milieu récepteur peut accepter un débit suffisamment important pour que la vidange de l'ouvrage soit réalisée en quelques heures ou jours.

Le rôle de régulation est donc tout relatif :

- du fait de faibles volumes à traiter (bassin versant routier restreint) ;
- du choix d'une période de récurrence peu fréquente.

Par voie de conséquence le rôle épuratoire reste limité.

## PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement est celui de la régulation hydraulique, incluant :

- le choix de la pluie de référence ;
- le choix du débit de sortie, constant ou variable ;
- la vérification qualitative au point de rejet.

Il conviendra de réaliser une étude hydrogéologique préalablement à l'implantation d'un bassin, notamment pour préciser les battements de la nappe, son taux d'exploitation (surtout en aval du bassin). Ceci permettra d'estimer les risques de contamination de la nappe par les contaminants accumulés en fond de bassin et lors d'un déversement accidentel de matières polluantes. La cote de l'exutoire correspond à celle du fond du bassin.

Du fait du temps de stockage limité, la géométrie est importante pour maintenir un minimum de rôle épuratoire. Il faut en particulier favoriser :

- le mélange dans le bassin, de façon à éviter un parcours trop rapide, avec mise en place de merlons ou murets brise énergie ou d'un labyrinthe, sans pour autant créer des zones d'eaux mortes ;
- l'éloignement maximum de la sortie par rapport à l'entrée ;
- la maîtrise des basses vitesses horizontales jusqu'à l'exutoire ;
- la création d'un chenal en surprofondeur (pour éviter la reprise des MES en fin de vidange), constituant un volume mort permanent. Il ne faut pas positionner dans le même axe l'entrée, le chenal et la sortie, pour éviter l'autocurage en début de ruissellement ;
- pour les bassins enherbés, des talus pas trop raides pour pouvoir être entretenus par tonte (pente maximale 2/1) ;
- une pente de fond marquée, mais pas trop forte (2 à 5 %), de façon à assainir sans risque d'érosion en fin de vidange.

Ce type de dispositif a essentiellement pour rôle de réguler les débits de pointe. On aura donc intérêt à le combiner avec un réseau amont présentant en lui-même déjà un rôle épuratoire pour les pluies courantes.

Deux combinaisons peuvent être envisagées :

- la réalisation d'un bassin sec compartimenté, permettant de retenir dans le premier bassin les sables et de favoriser le piégeage d'un déversement accidentel par temps sec ;
- le couplage d'un bassin sec avec une unité de traitement en aval. Cette solution permet d'améliorer le traitement de la pollution chronique avec un débit régulé et également de fiabiliser la rétention d'un déversement accidentel même par temps de pluie. La filière de traitement sera munie d'une dérivation.

L'efficacité globale est fonction du temps de séjour (*fiche 10*). Par contre on constate qu'il peut y avoir reprise des MES du fait d'une mauvaise géométrie, en particulier à proximité de la sortie du bassin. Il faut donc veiller particulièrement à maîtriser la vitesse horizontale sur les 5 derniers mètres pour éviter leur entraînement en fin de vidange :

- une fosse en surprofondeur peut être efficace ;
- une sortie par lame déversante de grande largeur.

Le rôle épuratoire est limité à la décantation des particules les plus grossières (sables et graviers). Ces ouvrages se rapprochent donc plus des dessableurs.

• Options possibles

Le traitement du fond et des talus est important pour la tenue du bassin, ainsi que pour l'aspect visuel. Les options sont données dans le tableau I.

*tab. I : Techniques de traitement du fond et des talus.*

TECHNIQUES	INTÉRÊTS
mise en herbe arbres et arbustes	entretien périodique, pentes douces, esthétique uniquement pour les parties peu inondées, même sur fortes pentes, esthétique
treillis (géogrid ou assimilé)	limite l'érosion, aspect esthétique discutable
enrochement (blocs 30-50 cm, épaisseur 1 m avec géotextile)	à réserver aux cas très particuliers, esthétique discutable
murs béton palplanches	constitution de quais pour promenade idem
dalles alvéolées préfabriquées	faciles à poser, bonne protection, gazonnement possible, aspect esthétique discutable
perrés ou maçonneries perrés de bois	privilégient l'esthétique aspect esthétique, hauteur maximale limitée à 1 mètre

## • Végétation

La végétation pourra être spontanée ou introduite (fig. 1). Il faudra, dans ce cas, tenir compte des variations de niveau de la nappe et de la fréquence de submersion. Les bords de bassin peuvent être ensemencés avec des plantes herbacées (10 à 15 kg de semences/ha).

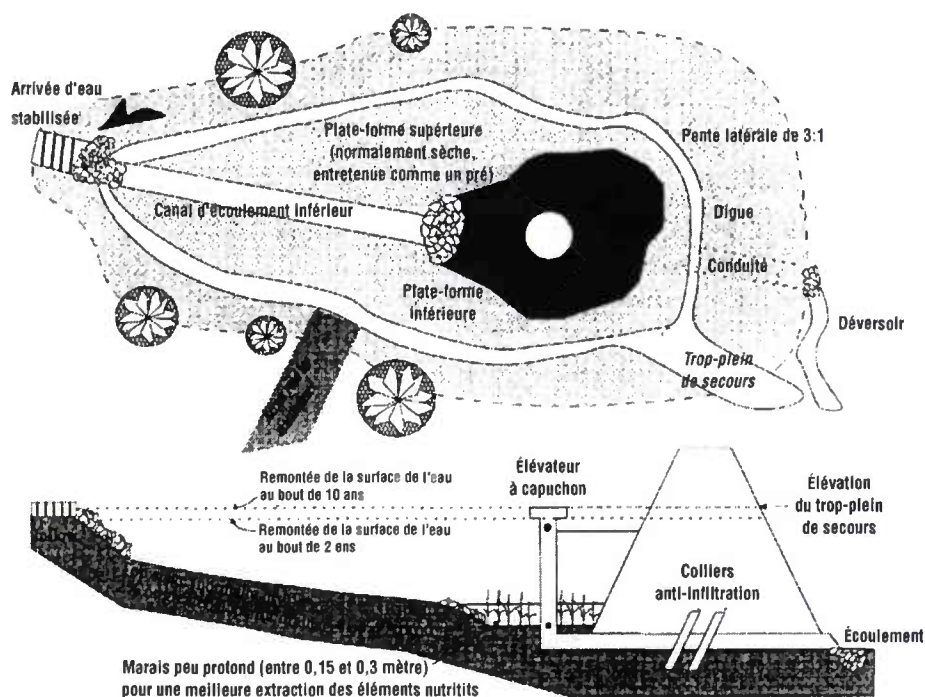


fig. 1 : Aménagement des talus.

## ENTRETIEN

L'entretien des bassins temporaires comprend :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.) ;
- le nettoyage des berges ;
- la vérification de la stabilité ou de l'étanchéité des berges ;
- éventuellement une lutte contre les rongeurs, notamment si une étanchéité par géomembrane a été mise en place ;
- le curage de la fosse de décantation (surprofondeur près de l'exutoire) ;
- l'entretien de la végétation du bassin s'il y a lieu ;
- le nettoyage des grilles amont et aval ;
- la vérification du régulateur de débit ;
- la vérification des vannes, s'il y a lieu.

Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orangeuses et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.

Les éléments du régulateur de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement (présence de flottants dans le mécanisme ou dans l'orifice de fuite, etc.). L'entretien des vannes, s'il y en a, (graissage, vérification de l'étanchéité, remplacement des pièces défectueuses, etc.) doit avoir lieu au moins 2 fois par an. Il est également important de vérifier 2 fois par an l'état des buses d'entrée.

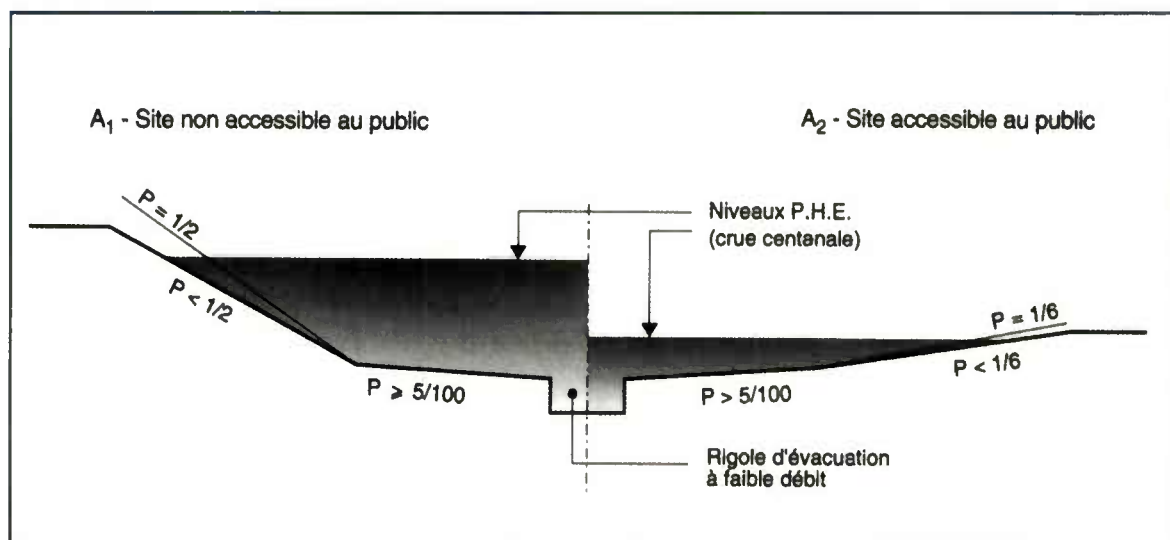
Les travaux d'entretien sont très limités. Ils comprennent une inspection de routine tous les ans, un entretien des abords et du bassin (éventuellement faucardage de la végétation excessive dans les fossés d'entrée, de sortie, de la végétation du bassin et des talus) et une vérification de la stabilité ou de l'étanchéité des talus, s'ils sont revêtus.

La vérification de l'épaisseur des boues accumulées dans les ouvrages peut se faire après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service, puis tous les 5 ans. Une extraction des décantats tous les 5 ans semble suffisante pour la fosse de décantation. Si le bassin est compartimenté, la partie de dessablage doit être curée 1 an après la mise en service puis tous les 3 ans. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassment en déblais	m <sup>3</sup>	b
modelage en remblais	m <sup>2</sup>	b
revêtement en terre végétale	m <sup>2</sup>	a
mise en herbe	m <sup>2</sup>	a
végétalisation	m <sup>2</sup>	b
réalisation d'un bassin en béton (30 m <sup>3</sup> ) à la place d'un bassin en terre	m <sup>3</sup>	A
curage de bassin	m <sup>3</sup>	b

## EXEMPLE





## BASSIN PERMANENT ECRETEUR

### Bassin en eau

Décembre 1997

Le bassin en eau est dimensionné pour être rempli en période pluvieuse, avec un volume d'eau permanent. Ce type de bassin est rendu nécessaire quand le débit à l'exutoire est limité et lorsqu'on veut favoriser le traitement qualitatif.

Le rôle de régulation permet donc :

- une décantation poussée, y compris des faibles pluies et des particules fines, du fait du temps de séjour augmenté du volume mort ;
- une aération importante ;
- de disposer d'une possibilité de piégeage passif en cas d'accident hors période pluvieuse.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement est celui de la régulation hydraulique, incluant :

- le choix de la pluie de référence et de sa récurrence ;
- le choix du débit de sortie, constant ou variable ;
- la vérification qualitative au point de rejet.

Les mêmes principes que pour les bassins secs (*fiche 9*) peuvent être recommandés :

- le mélange dans le bassin, de façon à éviter un parcours trop rapide, avec mise en place de merlons ou murets brise énergie ou d'un labyrinthe en évitant de créer des zones d'eaux mortes ;
- l'éloignement maximum de la sortie par rapport à l'entrée ;
- la maîtrise des basses vitesses horizontales jusqu'à l'exutoire ;
- une pente de fond faible (1 à 2 %) ;
- une fosse de décantation avant la sortie du bassin pour éviter l'aspiration des décantats lors de la vidange ;
- une mise en oeuvre des berges avec un fort coefficient de rugosité de façon à retenir les flottants.

Par contre le temps de séjour important permet d'attacher un peu moins d'importance à la géométrie du bassin et des rives.

Pour maintenir l'eau dans le dispositif, il faut soit un bassin étanche, naturellement ou artificiellement, soit un terrain perméable avec une nappe phréatique permanente. Dans ce cas, il convient de veiller à caler le niveau habituel de l'eau dans le bassin au niveau du toit de la nappe en période d'étiage. Cette précaution évite la contamination de la nappe par l'eau du bassin.

Il convient donc de réaliser une étude hydrogéologique préalablement à l'implantation d'un bassin, notamment pour préciser les battements de la nappe, le sens d'écoulement et le débit de la nappe, son niveau d'exploitation (surtout en aval du bassin). Ceci permet d'estimer les risques de contamination de la nappe par les contaminants accumulés en fond de bassin et lors d'un déversement accidentel de matières polluantes.

L'absence d'une alimentation phréatique oblige à créer une imperméabilisation, parfois coûteuse, du fond et des parois jusqu'au niveau minimum souhaité dans le bassin.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Ce type de dispositif a pour rôle de réguler les débits et peut par cet intermédiaire épurer les eaux pluviales. Il peut être envisagé seul à l'aval du réseau d'assainissement, ou combiné avec d'autres dispositifs.

Le bassin écrêteur permanent peut être soit équipé d'une lame de déshuilage, soit combiné avec un module de déshuilage en sortie qui donne la possibilité de récupérer et de confiner une pollution accidentelle (*fiche 19*). Un régulateur à débit constant est alors indispensable entre les deux dispositifs.

Le bassin écrêteur peut être compartimenté pour concentrer les dépôts sablonneux dans la première partie. Ceci permet de réduire les frais d'entretien du bassin.

## EFFICACITE

### • Temps de séjour

L'efficacité globale est fonction du temps de séjour (*tab. I*).

*tab. I : Rendement épuratoire de bassins permanents (%).*

TEMPS DE SÉJOUR	MES	PHOSPHORE TOTAL	AZOTE TOTAL	DCO	MÉTAUX
6 à 12 heures	60-80	20-40	20-40	20-40	40-60
24 heures	80-100	60-80	40-60	40-60	60-80
48 heures	90-100	80-90	60-70	60-80	80-90

Le rendement est donc élevé pour la récupération de la charge en MES. Un intérêt complémentaire est de pouvoir écrêter également les concentrations pour la pollution soluble (par exemple pour le sel de déverglaçage).

Comme pour le bassin sec, il peut y avoir reprise des MES du fait d'une mauvaise géométrie, en particulier à proximité de la sortie du bassin. Il faut donc veiller particulièrement à maîtriser la vitesse horizontale sur les 5 derniers mètres pour éviter leur entraînement en phase de vidange. Une fosse en surprofondeur peut être efficace.

### • Options possibles

Le traitement des berges peut être du même type que pour les bassins secs sur la partie supérieure (*tab. II*). Pour le fond, les dispositifs peuvent être simples ou plus complexes s'il faut une étanchéité par exemple (*tab. III*).



tab. II : Constitution des rives et berges des bassins.

TECHNIQUES	INTÉRÊTS
mise en herbe arbres et arbustes	entretien périodique, pentes douces, esthétique uniquement pour les parties peu inondées, même sur fortes pentes, esthétique
treillis (géogrille ou assimilé)	limite l'érosion, aspect esthétique discutable
enrochement (blocs 30-50 cm, épaisseur 1 m avec géotextile)	à réserver aux cas très particuliers, esthétique discutable
murs béton	constitution de quais pour promenade
palplanches	idem
dalles alvéolées préfabriquées	faciles à poser, bonne protection, gazonnement possible, aspect esthétique discutable
perrés ou maçonneries	privilégient l'esthétique
perrés de bois	aspect esthétique, hauteur maximale limitée à 1 mètre

tab. III : Réalisation d'une étanchéité pour les bassins enherbés ou revêtus.

TYPE DE BASSIN	REVÊTEMENT POSSIBLE	
Enherbé	fond	argile TYPE A2-A3 argile sous terre végétale géomembrane sous terre végétale
	bords	digue argileuse noyau argileux argile sans retrait A1-B5 argile sous terre végétale géocomposite bentonitique sous terre végétale géomembrane sous terre végétale
Revêtu	béton + joints étanches géomembrane PEHD-BUTYLE-PVC, etc. enrobé fermé enrobé+résine perrés maçonnés	

Dans tous les cas le choix des techniques devrait tenir compte des paramètres suivants :

- adéquation pente de talus-stabilité du revêtement ;
- adéquation matériau-vitesse à la vidange ;
- comportement (vieillissement) à la lumière ;
- comportement (déformations) aux écarts de température ;
- possibilité d'entretien ;
- en cas d'étanchéité, facilité de pose et de contrôle ;
- présence de sous-pression (sols organiques ou variation de niveau de nappe) ;
- des possibilités d'insertion paysagère.

L'entretien des bassins permanents comprend :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.) ;
- le nettoyage des berges, avec faucardage annuel de la végétation aquatique s'il y a lieu ;
- une vérification de la stabilité ou de l'étanchéité des berges ;
- éventuellement une lutte contre les rongeurs, notamment si une étanchéité par géomembrane a été mise en place ;
- le curage de la fosse de décantation (surprofondeur près de l'exutoire) ;
- l'entretien de la végétation du bassin s'il y a lieu ;
- le nettoyage des grilles amont et aval ;
- la vérification du régulateur de débit ;
- la vérification des vannes, s'il y a lieu.

Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orageuses et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.

Les éléments du régulateur de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement (présence de flottants dans le mécanisme ou dans l'orifice de fuite, etc.). L'entretien des vannes, s'il y a lieu, (graissage, vérification de l'étanchéité, remplacement des pièces défectueuses, etc.) doit avoir lieu au moins 2 fois par an. Il est également important de vérifier 2 fois par an l'état des buses d'entrée.

Les travaux d'entretien sont très limités. Ils comprennent une inspection de routine tous les ans, un entretien des abords et du bassin (éventuellement faucardage de la végétation excessive dans les fossés d'entrée, de sortie, de la végétation du bassin et des talus) et une vérification de la stabilité ou de l'étanchéité des talus, s'ils sont revêtus.

La vérification de l'épaisseur des boues accumulées dans les ouvrages peut se faire après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service, puis tous les 5 ans. Une extraction des décantats tous les 5 ans semble suffisante pour la fosse de décantation. Si le bassin est compartimenté, la partie de dessablage doit être curée 1 an après la mise en service puis tous les 3 ans. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassment en déblais	m <sup>3</sup>	b
modelage en remblais	m <sup>2</sup>	b
réalisation d'un bassin en béton (30 m <sup>3</sup> ) à la place d'un bassin en terre	m <sup>3</sup>	A
revêtement en terre végétale	m <sup>2</sup>	a
mise en herbe	m <sup>2</sup>	a
végétalisation	m <sup>2</sup>	b
géomembrane	m <sup>2</sup>	c
géotextile	m <sup>2</sup>	b
curage de bassin	m <sup>3</sup>	b

Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## STRUCTURE RESERVOIR

Décembre 1997

Les techniques visant à limiter le ruissellement se sont développées surtout dans le domaine urbain et péri-urbain pour maîtriser les apports, les écoulements et les rejets en quantité et en qualité. Ces solutions permettent de répondre aux exigences de la loi n° 92-3 sur l'eau, du 3 janvier 1992, qui impose aux communes de définir des zones où des mesures spécifiques doivent être engagées pour les eaux pluviales.

On distingue :

- les structures réservoirs pouvant stocker une partie de l'eau pluviale en vue de limiter les débits de pointe à l'exutoire. L'eau rentre dans la structure de chaussée par infiltration directe, puis est évacuée, soit par infiltration, soit par un réseau de drains. L'infiltration peut être totale ou partielle selon le dimensionnement choisi ;
- les enrobés drainants, qui constituent la dernière couche de la chaussée. Ce dispositif poreux permet de limiter la pulvérisation de l'eau par les véhicules et accroît la visibilité par temps de pluie. En revanche, la capacité de régulation des débits reste faible.

Du point de vue du traitement de la pollution chronique, seul le premier dispositif a un rôle certain.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Structure réservoir

Il s'agit de faire pénétrer l'eau pluviale dans la structure de la chaussée, soit à travers un enrobé perméable en surface, soit à travers des ouvrages classiques d'assainissement (caniveaux et avaloirs) couplés à un système de drains répartiteurs. Dans ce cas, il faut prévoir une protection du réseau de drains contre les corps flottants et le sable en équipant les avaloirs de dispositifs de décantation ou de lames de déshuilage.

La règle de dimensionnement de ces structures est la même que celle d'un bassin écrêteur (*fiche 6*). Elle inclut :

- le choix de la pluie de référence et la récurrence ;
- le choix du débit de sortie, constant ou variable, par infiltration dans le support ou par drains de reprise vers un réseau d'assainissement ;
- le dimensionnement de la structure en perméabilité pour l'infiltration et en épaisseur pour le stockage ;
- le dimensionnement des drains répartiteurs de l'eau dans la structure réservoir s'il y a lieu.

$$V = \max \left[ \left( \frac{h \cdot S \cdot C}{P} \right) - Q \cdot t \right]$$

avec : V = volume de la structure réservoir en m<sup>3</sup>  
h = hauteur de pluie de fréquence connue en m  
S = impluvium correspondant en m<sup>2</sup>  
C = coefficient d'apport  
p = pourcentage de vide  
Q = débit de fuite admissible à l'exutoire en m<sup>3</sup>/s  
t = temps de concentration en secondes

$$H = \frac{V_{max}}{S \cdot p}$$

avec : H = hauteur de la structure réservoir en m

La mise en oeuvre de la structure réservoir mérite quelques attentions, notamment sur le devenir de l'eau dans la structure. Il est possible, si le sol en place présente une perméabilité satisfaisante, de laisser s'infiltrer l'eau de la structure jusqu'à rejoindre la nappe phréatique. Il convient toutefois, à partir de l'étude hydrogéologique, de vérifier la capacité hydraulique et d'évaluer les risques de contamination de la nappe, surtout si elle est exploitée pour l'alimentation en eau potable. Dans le cas inverse, l'eau sera dirigée, via des drains de reprise, vers un réseau d'assainissement (après régulation le cas échéant). Il faut en plus tenir compte du profil en long et en travers de chaque chaussée et éviter le ruissellement latéral qui conduirait à un colmatage.

Les matériaux constituant la structure réservoir sont le plus souvent des granulats 30/40 non traités, avec une porosité résultante de 40 %.

#### • Enrobé drainant

La drainabilité de ces enrobés est obtenue grâce à une granulométrie riche en gravillons et très pauvre en sable et fines. Les résultats optimaux semblent obtenus avec une épaisseur au moins égale à 4 cm en 0/10 avec une coupure 2/6.

La capacité hydraulique des enrobés drainants minces est trop faible pour être un élément efficace dans la réduction du ruissellement à l'échelle d'un bassin versant. En effet, la capacité de stockage est limitée à quelques millimètres (3 à 5) d'eau au mètre carré. En revanche, elle est suffisante pour réduire les projections d'eau par temps de pluie et la stagnation d'eau notamment sur les zones de changement de dévers.



## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

La structure réservoir a essentiellement pour rôle de réguler les débits de pointe dès l'amont (*tab. I*). Elle est utilisée en milieu péri-urbain pour tenir compte des contraintes d'assainissement. Elle n'est pas utilisée en rase campagne, car on peut souvent maîtriser les débits autrement.

Les enrobés drainants trouvent leur domaine d'utilisation sur les infrastructures à fort trafic, évitant le colmatage, avec une vitesse élevée et en réseau homogène et important (intérêt pour la mise en oeuvre d'un entretien spécifique) (*tab. II*).

*tab. I : Intérêts des dispositifs de réduction du ruissellement.*

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Réseaux d'assainissement simplifié	Etude et réalisation minutieuses
Ecrêtement des débits en amont des réseaux	Risque de colmatage
Suppression des projections d'eau	Entretien spécifique

tab. II : Domaine d'application des structures poreuses.

URBAIN	PERI-URBAIN	RASE CAMPAGNE
<b>Structure réservoir/stockage</b>	<b>Structure réservoir/stockage</b>	
Zone à forte imperméabilisation	Zone à forte imperméabilisation	
Parkings et lotissements	Parkings et lotissements	
Faible risque de colmatage	Faible risque de colmatage	
	<b>Enrobé drainant/aquaplanage</b>	<b>Enrobé drainant/aquaplanage</b>
	Vitesse > 70 km/h	Vitesse > 70 km/h
	Autoroute	Autoroute
	Faible risque de colmatage	Faible risque de colmatage

## EFFICACITE

### • Structure réservoir

L'efficacité des structures réservoirs est importante, car l'eau est filtrée par la structure (tab. III). La pollution est retenue par les matériaux poreux. On constate, en effet, que l'essentiel de la charge chronique est piégé sur les premiers centimètres de la structure et, dans une moindre mesure, au niveau du géotextile placé sur le fond de forme. Les expérimentations réalisées démontrent que le sol en place ne semble pas contaminé par les métaux lourds six ans après la mise en service.

tab. III : Abattements en charges et en concentrations (%).

	MES	Pb	DCO
Charges	50-70	75-95	55-90
Concentrations	60-70	75-80	

### • Enrobé drainant

Le rôle des enrobés drainants est limité aux pluies de faible intensité et de courte durée. Les quelques expériences réalisées n'ont pas permis d'identifier un rôle significatif de rétention de la pollution chronique. On peut simplement observer un léger écrêtement des débits.

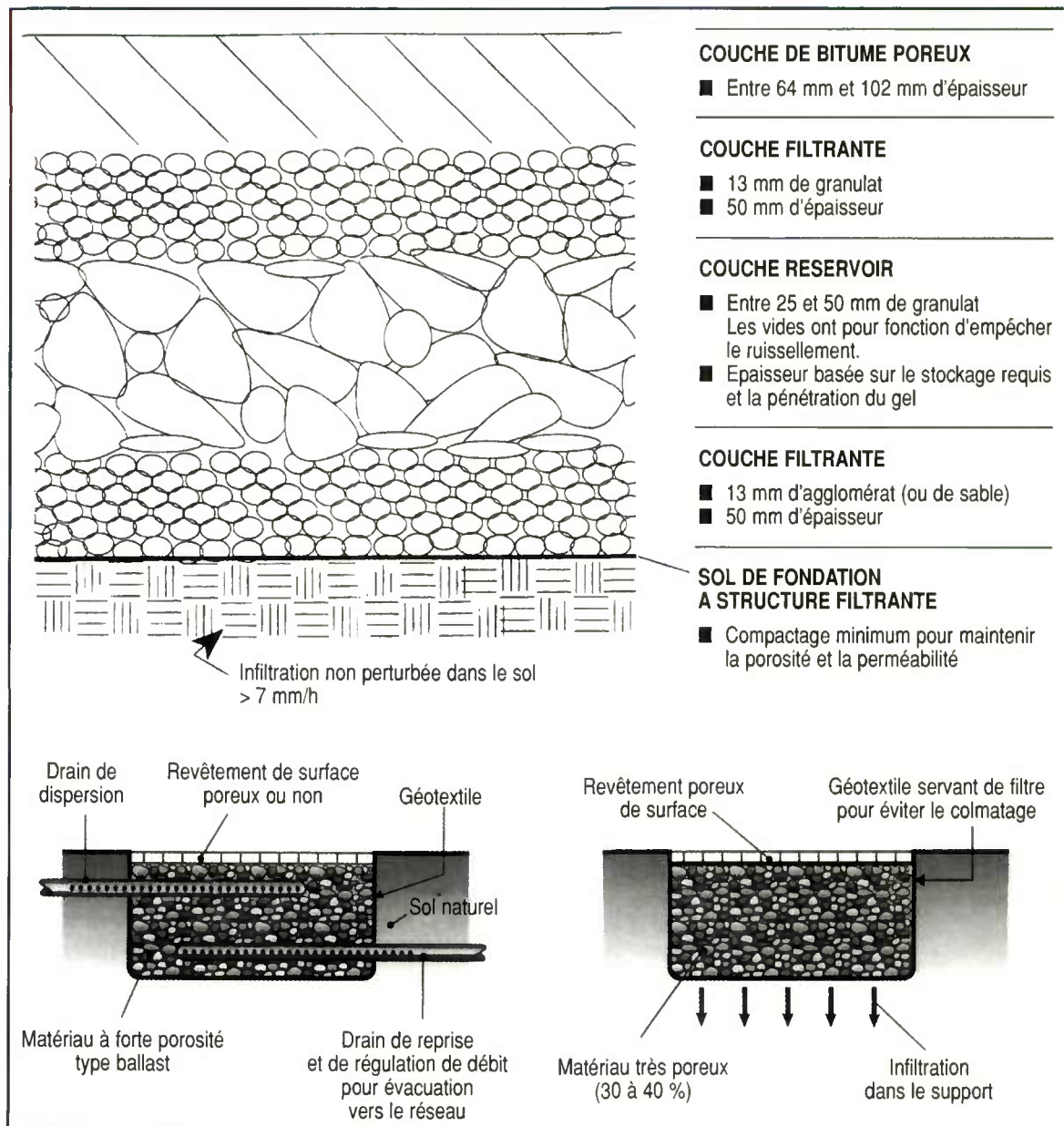
## ENTRETIEN

En période de gel, les structures réservoirs supportent parfaitement les variations de volumes en raison de l'importance de la taille des vides. En revanche, la perméabilité de l'enrobé de surface peut être très sensiblement réduite en cas de pluie sur un sol encore gelé. De même, pour maintenir la drainabilité de l'enrobé, il faut exclure l'utilisation de sel de potasse chargé en sable.

La crainte de colmatage de l'enrobé poreux de surface est bien réelle. Les expériences de décolmatage, ou de régénération de la porosité de surface, ont montré toute la difficulté de cette opération. Il est préférable de programmer un entretien préventif en surveillant l'évolution des pertes de drainabilité. Le décolmatage est déclenché lorsque la perte de drainabilité atteint 25 %.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
enrobé drainant	m <sup>2</sup>	b
entretien (linéaire important)	m <sup>2</sup>	a



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
 Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## DEGRILLAGE

Décembre 1997

Le dégrillage a pour but de retenir les corps flottants et les déchets divers susceptibles de perturber le fonctionnement d'ouvrages hydrauliques (réseau d'assainissement, régulateur de débit, etc.). Ces débris sont nombreux et de nature variée : branchages, feuilles, cailloux, bouteilles, récipients, etc.

Il contribue également à réduire la pollution visuelle dans les ouvrages de régulation, tels que les bassins écrêteurs.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le dispositif doit permettre de retenir les débris, tout en facilitant l'écoulement hydraulique (fig. 1). Quelques règles simples doivent être suivies pour réaliser de tels dispositifs :

- le positionnement doit être le plus à l'amont possible, pour limiter les conséquences d'un engorgement ;
- l'écartement des barreaux doit être compris entre 1 et 10 centimètres ;
- la forme des barreaux doit être circulaire ou oblongue ;
- le diamètre des barreaux doit être compris entre 2 et 6 centimètres ;
- la grille doit être verticale ou inclinée vers l'aval (angle de 60-80° par rapport à l'horizontale) ;
- les barreaux doivent être verticaux ;
- le positionnement doit être à l'amont du dispositif à protéger et non jointif pour permettre le passage par débordement en cas de colmatage ;
- si le fossé amont ne peut servir de stockage (régulation), il faut maintenir un rayon hydraulique, même en cas de dépôt, ce qui suppose un élargissement local.

Une grille génère une perte de charge hydraulique de la forme suivante :

$$i = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

avec :  $i$  = perte de charge en m  
 $V$  = vitesse moyenne d'arrivée (maxi 1,3 m/s)  
 $g$  = accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$$\text{avec : } K = D_s \cdot \left( \frac{e}{E} \right)^{4,3}$$

avec :  $D_s$  = coefficient de forme des barreaux (oblongue 1,7 ; circulaire 1,8)  
 $e$  = épaisseur des barreaux en m (face à l'écoulement)  
 $E$  = espace libre entre les barreaux en m

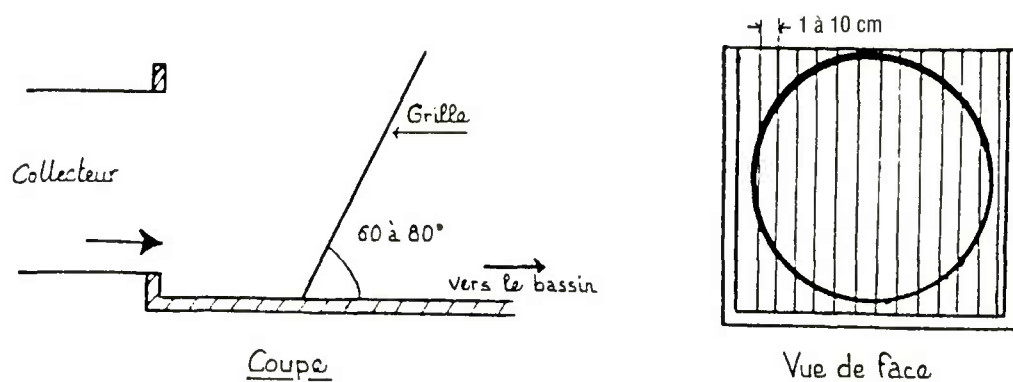


fig. 1 : Principe d'un dégrilleur.

La vitesse moyenne d'approche doit être limitée pour éviter un colmatage intempestif de la grille. A cet effet, un chenal rectiligne répartissant de façon homogène les vitesses sur la largeur de la grille est nécessaire.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Les dégrilleurs s'installent préférentiellement en amont des ouvrages, tels que les bassins écrêteurs, les décanteurs, les régulateurs de débit, etc. Il peut être utile de prévoir un canal de dérivation au droit de ces dispositifs pour prévenir tout débordement lors d'un engorgement, notamment pour les réseaux d'assainissement à forts débits instantanés ou pour ceux protégeant une ressource en eau potable.

## EFFICACITE

L'efficacité est essentiellement fonction :

- de la position du dispositif, par rapport au reste du réseau ;
- de la vitesse moyenne de passage dans l'ouvrage. Plus la vitesse est importante, plus le colmatage du dégrilleur est fréquent ;
- de la fréquence d'entretien.

Le dispositif ne joue aucun rôle sur la pollution chronique dissoute ou particulaire. Il ne peut que retenir les éléments les plus grossiers.

## ENTRETIEN

L'entretien est fonction du type d'itinéraire (présence d'aires d'arrêt, de parkings, etc.), et de la saison.

Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont de dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orangeuses et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.

Dans ces conditions, il faut faciliter l'accès aux agents d'entretien et aux véhicules d'évacuation des déchets. Ces derniers sont envoyés en décharge





*Mauvaise mise en œuvre et défaut d'entretien*

*Bonne mise en œuvre*



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## DECANTATION - PRINCIPES

### Choix de la vitesse de chute

Décembre 1997

Des études sur sites ont montré que la pollution chronique comprend essentiellement des matières en suspension, auxquelles les autres éléments et les métaux sont pour une grande part associés. Une solution de traitement de la pollution chronique est de favoriser la décantation. En fait ce terme recouvre, pour les rejets routiers, plusieurs aspects :

- un *dessablage* pour les particules les plus grossières, correspondant aux sables et graviers (particules supérieures à 200-250  $\mu\text{m}$  selon les auteurs) ;
- une *décantation*, c'est-à-dire une rétention maximale des particules minérales ou organiques les plus fines (supérieures à 50  $\mu\text{m}$ ).

Le principe vise à séparer les phases liquide et solide par gravité. Si cela est relativement facile pour les éléments grossiers, il s'avère plus difficile de le faire pour les éléments les plus fins, pour lesquels des dispositifs complémentaires doivent être envisagés. On distingue classiquement les particules grenues qui décantent indépendamment les unes des autres, et les particules flocculeuses qui décantent en s'agglutinant.

## PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

### • Principes

Le principe élémentaire de la décantation est de limiter la vitesse horizontale pour favoriser la chute des particules dans un piège. Le dispositif devra bien entendu être dimensionné en tenant compte des caractéristiques des particules concernées et en supposant qu'on a un régime hydraulique bien défini (tranquillisation du flot à l'entrée).

### Vitesse de chute des particules

L'un des paramètres de dimensionnement est la vitesse théorique de chute des particules (*tab. I*) donnée par la loi de Stokes (fonction de leur diamètre et de leur poids) pour des particules sphériques :

$$u = g \cdot d^2 \cdot \frac{\rho_s - \rho_v}{\mu} \cdot \frac{1}{18}$$

avec :  $u$  = vitesse en cm/s  
 $g$  = accélération de la pesanteur (981  $\text{cm/s}^2$ )  
 $d$  = diamètre de la particule en cm  
 $\rho_s$  = densité spécifique des solides en  $\text{g/cm}^3$   
 $\rho_v$  = densité de l'eau  
 $\mu$  = viscosité de l'eau à 10°C ( $1,31 \cdot 10^{-2}$   $\text{g/cm.s}$ )

tab. I : Vitesses de chute (u en cm/s) en fonction du diamètre des particules [1].

DIAMÈTRE ( $\mu\text{m}$ )	PARTICULES À DOMINANTE ORGANIQUE	PARTICULES À DOMINANTE MINÉRALE
	$\rho_s = 1,2$	$\rho_s = 2,5$
2000	8,9	29,2
1500	6,8	23,7
1000	4,4	17
500	1,8	8,4
200	0,4	2,5
100	0,1	0,8
50	0,03	0,2
10	0,002	0,01

[1] Plusieurs facteurs correctifs ont été introduits dans le calcul pour tenir compte :

- du fait que les particules ne sont pas sphériques (facteur de sphéricité  $\psi$ ) ;
- du type d'écoulement, turbulent ou laminaire (à partir du nombre de Reynolds  $\mathcal{R}$ ).

### Granulométrie

En règle générale, les particules sont plus grossières en milieu ouvert, sur route en rase campagne (tab. II) par exemple, qu'en milieu semi-fermé, en milieu urbain et péri-urbain.

tab. II : Répartition granulométrique des particules en milieu ouvert.

PALIER GRANULOMÉTRIQUE ( $\mu\text{m}$ )	% EN POIDS	POIDS CUMULÉ
500-1000	22	22
200-500	44	66
100-200	18	84
50-100	11	95
< 50	5	100

On aura donc toujours un minimum d'efficacité, mais variable selon la typologie de la voie concernée. Faute d'observations suffisantes sur sites réels, on ne prend pas en considération ces aspects dans le dimensionnement. Le choix des diamètres et vitesses de référence peut être proposé *a priori* (tab. III).

tab. III : Vitesses de chute de référence pour le dimensionnement des décanteurs.

TYPE DE VOIRIE	VITESSE DE RÉFÉRENCE (u en cm/s)
rase campagne	0,03 à 0,14
péri-urbain	0,02 à 0,08
lavage tunnel	0,01 à 0,05

Le dimensionnement se fait en privilégiant la vitesse verticale par rapport à la vitesse horizontale dans l'ouvrage.

#### • Décanteur à niveau constant

$$S > \frac{Q \cdot 100}{V_s}$$

avec : S = surface du décanteur en  $\text{m}^2$

Q = débit en  $\text{m}^3/\text{s}$

$V_s$  = vitesse de sédimentation des particules les plus fines dont la décantation est souhaitée en cm/s

### • Décanteur à niveau variable

$$S > \frac{(Q_e - Q_s) \cdot 100}{V_s \cdot \text{Log} \left( \frac{Q_e}{Q_s} \right)}$$

avec : S = surface du décanteur en m<sup>2</sup>

Q<sub>e</sub> = débit entrée (= 0,8 Q<sub>max</sub> par exemple) en m<sup>3</sup>/s

Q<sub>s</sub> = débit sortie régulé en m<sup>3</sup>/s

V<sub>s</sub> = vitesse de sédimentation des particules les plus fines dont la décantation est souhaitée en cm/s

Dans les deux cas, les paramètres significatifs pour le dimensionnement sont :

- la surface (longueur x largeur) du décanteur ;
- les débits caractéristiques d'entrée et de sortie ;
- la taille de la particule de référence à décanter.

La hauteur d'eau dans le dispositif n'intervient pas directement dans le calcul ou la définition de la géométrie du bassin. En fait ces deux paramètres sont importants pour assurer un bon fonctionnement hydraulique, en particulier une répartition homogène des vitesses à l'intérieur du dispositif.

Compte tenu de l'irrégularité des MES arrivant au dispositif, de l'influence de la température, de la viscosité et de la minéralité de l'eau, le résultat ne peut être considéré comme absolu.

---

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Pour assurer une décantation optimale, il faut favoriser l'équipartition des eaux entrantes ou sortantes tout en évitant les turbulences.

CES FORMULES SUPPOSENT UNE CONSTANCE DU DEBIT. A débit variable, l'utilisation d'autres fonctions de calcul (méthodes de BAYAZIT, de DOBLIN & CAMP) conduit à un dimensionnement supérieur de 25 % environ.

---

## EFFICACITE

L'efficacité attendue est fonction des dispositifs, en particulier de la maîtrise du débit d'entrée. Le taux d'abattement des matières en suspension avec un débit régulé d'entrée est directement fonction de la vitesse de chute retenue pour le dimensionnement (*tab. IV*).

*tab. IV : Taux d'abattement des matières en suspension contenue dans les eaux pluviales.*

VITESSE DE CHUTE EN cm/s	VITESSE DE CHUTE EN m/h	RENDEMENT (EN %)
0,0003	0,01	100
0,001	0,04	98
0,003	0,1	95
0,014	0,5	88
0,027	1	80
0,14	5	60
0,28	10	40
1,39	50	15
2,78	100	10
13,89	500	7
27,78	1000	5

La décantation permet d'obtenir un abattement de la pollution chronique relativement conséquent en quelques heures (*tab. V*).

tab. V : Abatement de la pollution chronique par décantation pour des vitesses de référence comprises entre 0,5 et 5 m/h (% de la charge initiale).

MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	NTK	HYDROCARBURES	MÉTAUX
60-90	55-80	70-80	30-60	25-80	60-80

Le rendement est variable selon :

- le type d'épisode pluvieux (le lavage de la chaussée peut être plus ou moins réparti sur la durée de la pluie) ;
- le débit instantané ;
- la qualité et la température de l'eau (la saison) ;
- la forme du dispositif facilitant ou pas les conditions de mélange ;
- l'entretien effectué.

***L'efficacité reste faible pour les particules inférieures à 50 µm. Dans ce cas la décantation seule ne suffit pas.***

Ces dispositifs ne fonctionnent au rendement nominal que s'ils sont entretenus régulièrement. Une règle pratique est de se donner une limite de remplissage de la fosse de stockage des boues. La vidange sera effectuée dès que le volume de la FOSSE du déboureur est au 1/4 rempli. A défaut on risque de provoquer une remise en suspension et le dispositif ne stockera plus rien.

Les caractéristiques des décantats sont assez variables selon les mesures connues. Les métaux tels que le plomb, le cadmium ou le zinc, ainsi que les hydrocarbures sont manifestement associés aux grains. On peut envisager à court terme de les utiliser en épandage (après compostage) sur les emprises routières annexes, mais il est probable que des filières spécifiques seront mises en place dans les prochaines années (lavage par exemple, comme pour les dessablages de station d'épuration ou des résidus de balayeuses urbaines).



## BASSIN TEMPORAIRE ENHERBE

### Bassin sec

Décembre 1997

Il s'agit de bassin dimensionné pour n'être rempli qu'en période pluvieuse. Ce type de dispositif ne s'envisage que si le milieu récepteur peut accepter un débit suffisamment fort pour que la vidange de l'ouvrage soit réalisée en quelques heures ou jours.

Par voie de conséquence, le rôle épuratoire par décantation est limité.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement est celui de la régulation hydraulique (*fiches 6 et 9*), incluant :

- le choix de la pluie de référence ;
- le choix du débit de sortie, constant ou variable ;
- la vérification qualitative au point de rejet.

Il conviendra de réaliser une étude hydrogéologique préalablement à l'implantation d'un bassin, notamment pour préciser les battements de la nappe, son taux d'exploitation (surtout en aval du bassin). Ceci permettra d'estimer les risques de contamination de la nappe par les contaminants accumulés en fond de bassin et lors d'un déversement accidentel de matières polluantes. La cote de l'exutoire correspond à celle du fond du bassin.

Du fait du temps de stockage limité, la géométrie est importante pour maintenir un minimum de rôle épuratoire. Il faut en particulier favoriser :

- le mélange dans le bassin, de façon à éviter un parcours trop rapide, avec mise en place de merlons ou d'un labyrinthe, sans pour autant créer des zones d'eaux mortes ;
- l'éloignement maximum de la sortie par rapport à l'entrée ;
- la maîtrise des basses vitesses horizontales jusqu'à l'exutoire ;
- une pente de fond marquée, mais pas trop forte (2 à 5 %), de façon à assainir sans risque d'érosion en fin de vidange ;
- des talus pas trop raides pour pouvoir être entretenus par tonte (pente maximale 2/1) ;
- la mise en place d'une végétation à bonne couverture.

### COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Ce type de dispositif ayant principalement un rôle d'écrêteur, il convient, pour réduire la pollution chronique, de le combiner avec un réseau amont présentant déjà un rôle épuratoire pour les pluies courantes.

Deux combinaisons peuvent être envisagées :

- la réalisation d'un bassin temporaire enherbé compartimenté, permettant de retenir dans la première partie les éléments les plus grossiers ;
- le couplage d'un bassin temporaire enherbé avec une unité de traitement en aval. Cette solution permet d'améliorer le traitement de la pollution chronique avec un débit régulé.

Ces ouvrages, de dimension parfois imposante, peuvent être combinés avec d'autres usages du sol surtout en milieu urbain (terrains de jeu, parcs et jardins, etc.). Dans ce cas, il est recommandé de définir deux secteurs différents, l'un à remplissage assez fréquent, l'autre pour les pluies rares. Le premier sert à stocker les décantats, le second lui présente des pentes ( $\geq 5\%$ ) convergentes vers l'axe de symétrie de l'ouvrage pour favoriser la vidange et l'entretien (limitation de la stagnation de l'eau et des dépôts) (fig. 1). Si l'ouvrage est accessible au public, il faut limiter les pentes de talus (rapport 1/6). Il faut également définir les règles de sécurité des personnes et celles d'entretien des dispositifs de régulation de débit. Si l'accès au bassin est interdit au public, il faut soit le positionner dans l'emprise clôturée de la voirie, soit le clore.

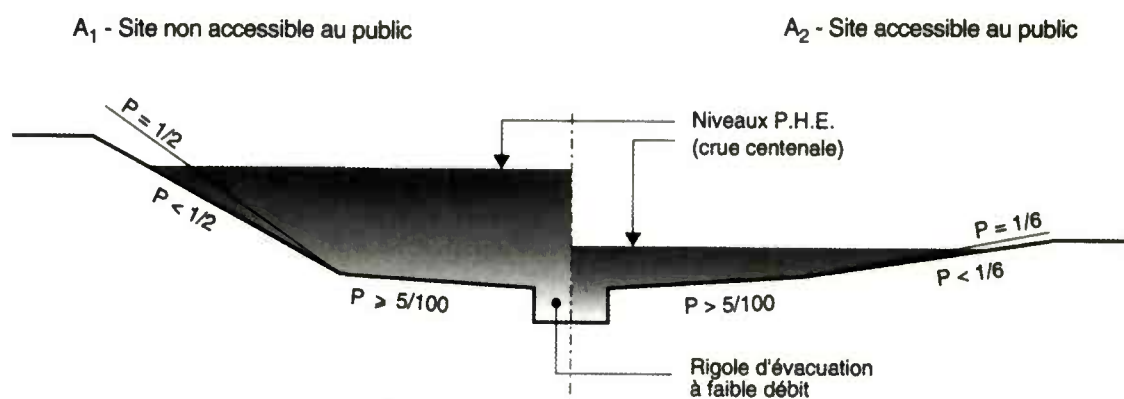


fig. 1 : Profils en travers types.

## EFFICACITE

L'efficacité globale est fonction du temps de séjour. Par contre on constate qu'il peut y avoir reprise des MES du fait d'une mauvaise géométrie, en particulier à proximité de la sortie du bassin. Il faut donc veiller particulièrement à maîtriser la vitesse horizontale sur les 5 derniers mètres, pour éviter leur entraînement en fin de vidange, par :

- la création d'une fosse en surprofondeur ;
- la sortie par lame déversante de grande largeur.

Le rendement épuratoire est proportionnel au temps de séjour de la lame d'eau dans l'ouvrage (tab. I). Les plus petits d'entre eux (temps de vidange < 12 heures) permettront la décantation des particules les plus grossières ( $> 300 \mu\text{m}$ ). Ces ouvrages se rapprochent donc plus des dessableurs. Les plus grands (temps de vidange  $> 48$  heures), quant à eux, permettront la décantation des particules plus fines ( $> 100 \mu\text{m}$ ).

tab. I : Rendement épuratoire en fonction du temps de séjour (en %).

TEMPS DE SÉJOUR	MES	MÉTAUX	HYDROCARBURES	DBO5	DCO
12 heures	25-50	15-25	25-35	25-50	25-50
48 heures	60-85	60-75	60-75	35-60	35-60



### • Options possibles

Le traitement du fond et des talus est important pour la tenue du bassin, ainsi que pour l'aspect visuel (tab. II).

tab. II : Intérêts des techniques de réalisation du fond et des talus.

TECHNIQUES	INTÉRÊTS
mise en herbe	entretien périodique, pentes douces, esthétique
arbres et arbustes	uniquement pour les parties peu inondées, même sur fortes pentes, esthétique
dalles alvéolées préfabriquées	faciles à poser, bonne protection, mise en herbe possible, aspect esthétique discutable

### • Végétation

La végétation pourra être spontanée ou introduite. Il faudra dans ce cas tenir compte des variations de niveau de la nappe, de la fréquence de submersion. Les bords de bassin peuvent être ensemencés avec des herbacées (10 à 15 kg de semences/ha).

## ENTRETIEN

L'entretien des bassins temporaires comprend :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.) ;
- le nettoyage des berges ;
- la vérification de la stabilité des berges ;
- éventuellement une lutte contre les rongeurs ;
- le curage de la fosse de décantation (surprofondeur près de l'exutoire) ;
- l'entretien de la végétation du bassin ;
- le nettoyage des grilles amont et aval ;
- la vérification du régulateur de débit ;
- la vérification des vannes, s'il y a lieu.

Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au-moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orangeuses et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.

Les éléments du régulateur de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement (présence de flottants dans le mécanisme ou dans l'orifice de fuite, etc.). L'entretien des vannes, s'il y en a, (graissage, vérification de l'étanchéité, remplacement des pièces défectueuses, etc.) doit avoir lieu au moins 2 fois par an. Il est également important de vérifier 2 fois par an l'état des buses d'entrée.

Les travaux d'entretien sont très limités. Ils comprennent une inspection de routine tous les ans, un entretien des abords et du bassin (éventuellement faucardage de la végétation excessive dans les fossés d'entrée, de sortie, de la végétation du bassin et des talus) et une vérification de la stabilité.

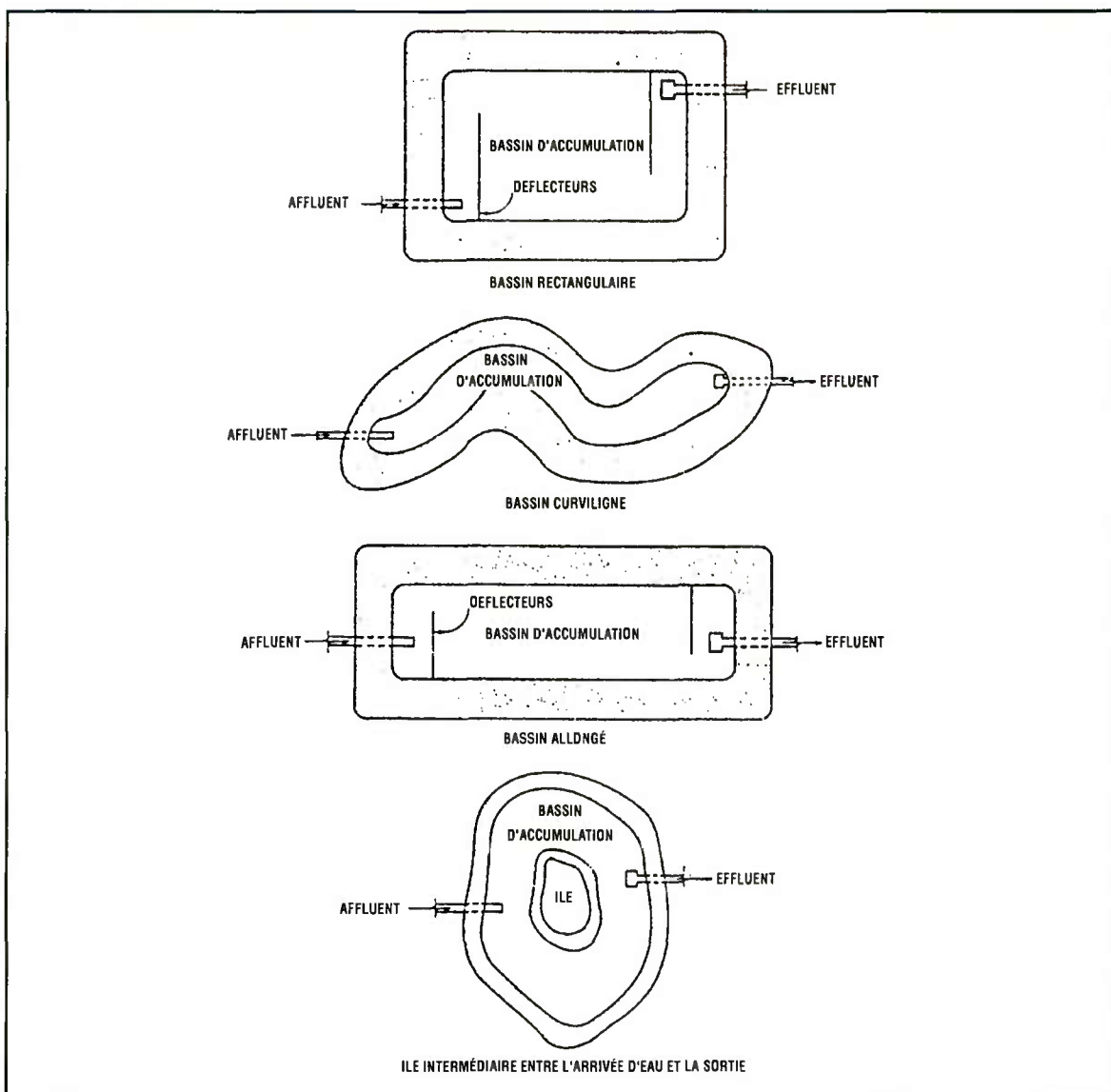
La décomposition sur place des produits végétaux coupés ne contribue pas à l'exportation des métaux lourds qu'ils auraient pu extraire des boues décantées. La meilleure élimination qui peut être envisagée, consiste en un compostage qui favorise la fixation des métaux dans les matières humiques.

La vérification de l'épaisseur des boues accumulées dans les ouvrages peut se faire après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service, puis tous les 5 ans. Une extraction des décantats tous les 5 ans semble suffisante pour la fosse de décantation. Si le bassin est compartimenté, la partie de dessablage doit être curée 1 an après la mise en service puis tous les 3 ans. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassment en déblais	m <sup>3</sup>	b
modelage en remblais	m <sup>2</sup>	b
revêtement en terre végétale	m <sup>2</sup>	a
mise en herbe	m <sup>2</sup>	a
végétalisation	m <sup>2</sup>	b
curage de bassin	m <sup>3</sup>	b

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## BASSIN TEMPORAIRE REVETU

### Bassin sec

Décembre 1997

Il s'agit de bassin dimensionné pour n'être rempli qu'en période pluvieuse. Ce type de dispositif ne s'envisage que si le milieu récepteur peut accepter un débit suffisamment fort pour que la vidange de l'ouvrage soit réalisée en quelques heures ou jours.

Par voie de conséquence, le rôle épuratoire par décantation est limité.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement est celui de la régulation hydraulique (*fiches 6 et 9*), incluant :

- le choix de la pluie de référence ;
- le choix du débit de sortie, constant ou variable ;
- la vérification qualitative au point de rejet.

Il conviendra de réaliser une étude hydrogéologique préalablement à l'implantation d'un bassin, notamment pour préciser les battements de la nappe. A défaut, un mauvais calage en altimétrie, par rapport au toit de la nappe en période de crue, oblige la mise en oeuvre de clapets de décharge en fond de bassin (en béton ou en géomembrane). La cote de l'exutoire correspond à celle du fond du bassin.

Du fait du temps de stockage limité, la géométrie est importante pour maintenir un minimum de rôle épuratoire. Il faut en particulier favoriser :

- le mélange dans le bassin, de façon à éviter un parcours trop rapide, avec mise en place de murets brise énergie ou d'un labyrinthe, sans pour autant créer des zones d'eaux mortes ;
- l'éloignement maximum de la sortie par rapport à l'entrée ;
- la maîtrise des basses vitesses horizontales jusqu'à l'exutoire ;
- la création d'une fosse de décantation avant la sortie pour limiter la reprise des MES en début de ruissellement et en fin de vidange ;
- une pente de fond marquée, mais pas trop forte (maximum 5 %), de façon à assainir en fin de vidange ;
- le choix d'un revêtement du fond et des talus durable et permettant l'entretien courant.

### COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Ce type de dispositif a essentiellement pour rôle de réguler les débits de pointe. On aura donc intérêt à le combiner avec un réseau amont présentant en lui-même déjà un rôle épuratoire pour les pluies courantes.

Deux combinaisons peuvent être envisagées :

- la réalisation d'un bassin sec compartimenté, permettant de retenir dans le premier bassin les sables et de piéger un déversement accidentel par temps sec ;
- le couplage d'un bassin sec avec une unité de traitement en aval. Cette solution permet d'améliorer le traitement de la pollution chronique avec un débit régulé et également de fiabiliser la rétention d'un déversement accidentel même par temps de pluie. La filière de traitement sera dans ce cas munie d'une dérivation.

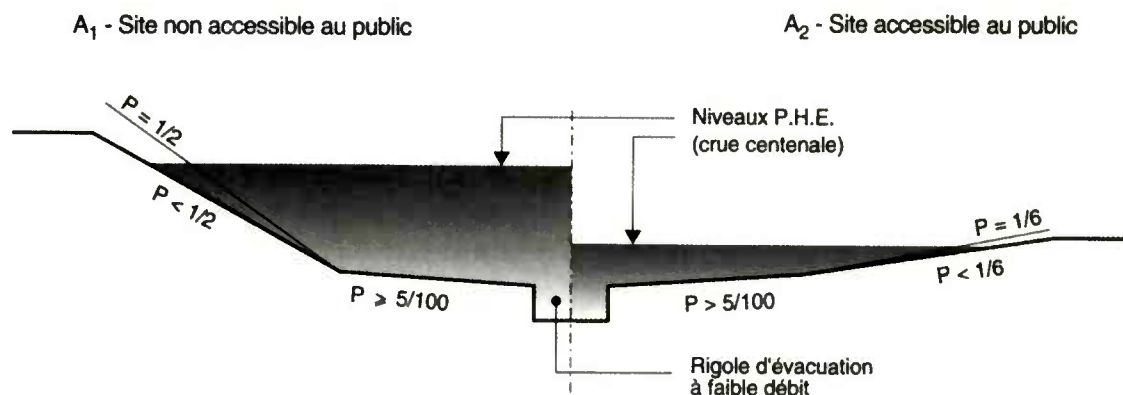


fig. 1 : Profils en travers types.

## EFFICACITE

L'efficacité globale est fonction du temps de séjour (tab. I). Par contre on constate qu'il peut y avoir reprise des MES du fait d'une mauvaise géométrie, en particulier à proximité de la sortie du bassin. Il faut donc veiller particulièrement à maîtriser la vitesse horizontale sur les 5 derniers mètres pour éviter leur entraînement en fin de vidange par :

- la création d'une fosse en surprofondeur ;
- la sortie par lame déversante de grande largeur.

Le rôle épuratoire est limité à la décantation des particules les plus grossières (> 300 µm). Ces ouvrages se rapprochent donc plus des dessableurs.

tab. I : Rendement épuratoire en fonction du temps de séjour (en %).

TEMPS DE SÉJOUR	MES	MÉTAUX	HYDROCARBURES	DBO5	DCO
12 heures	20-40	10-20	20-30	20-40	20-40
48 heures	50-70	50-60	50-60	30-50	30-50

### • Options possibles

Le traitement du fond et des talus est important pour la tenue du bassin, ainsi que pour l'aspect visuel (tab. II).

tab. II : Techniques de traitement du fond et des talus.

TECHNIQUES	INTÉRÊTS
béton	esthétique parfois douteuse (béton projeté), problème d'étanchéité (fissuration)
géomembrane	esthétique discutable, sujétions de mise en oeuvre (drainage des gaz, protection contre le poinçonnement, température de pose, etc.) et d'entretien
treillis (géogrille ou assimilé)	limite l'érosion, aspect esthétique discutable
enrochement (blocs 30-50 cm, épaisseur 1 m avec géotextile)	à réserver aux cas très particuliers, aspect esthétique discutable
murs béton	constitution de quais pour promenade
palplanches	idem
perrés ou maçonneries	privilégient l'esthétique

## ENTRETIEN

L'entretien des bassins temporaires comprend :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.) ;
- le nettoyage des berges ;
- la vérification de la stabilité et de l'étanchéité des berges ;
- éventuellement une lutte contre les rongeurs ;
- le nettoyage des abords du bassin (végétation, macrodéchets, etc.) ;
- le curage de la fosse de décantation (surprofondeur près de l'exutoire) ;
- le nettoyage des grilles amont et aval ;
- la vérification du régulateur de débit ;
- la vérification des vannes, s'il y a lieu.

Le dégrilleur en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique sera vérifié au-moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orangeuses et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.

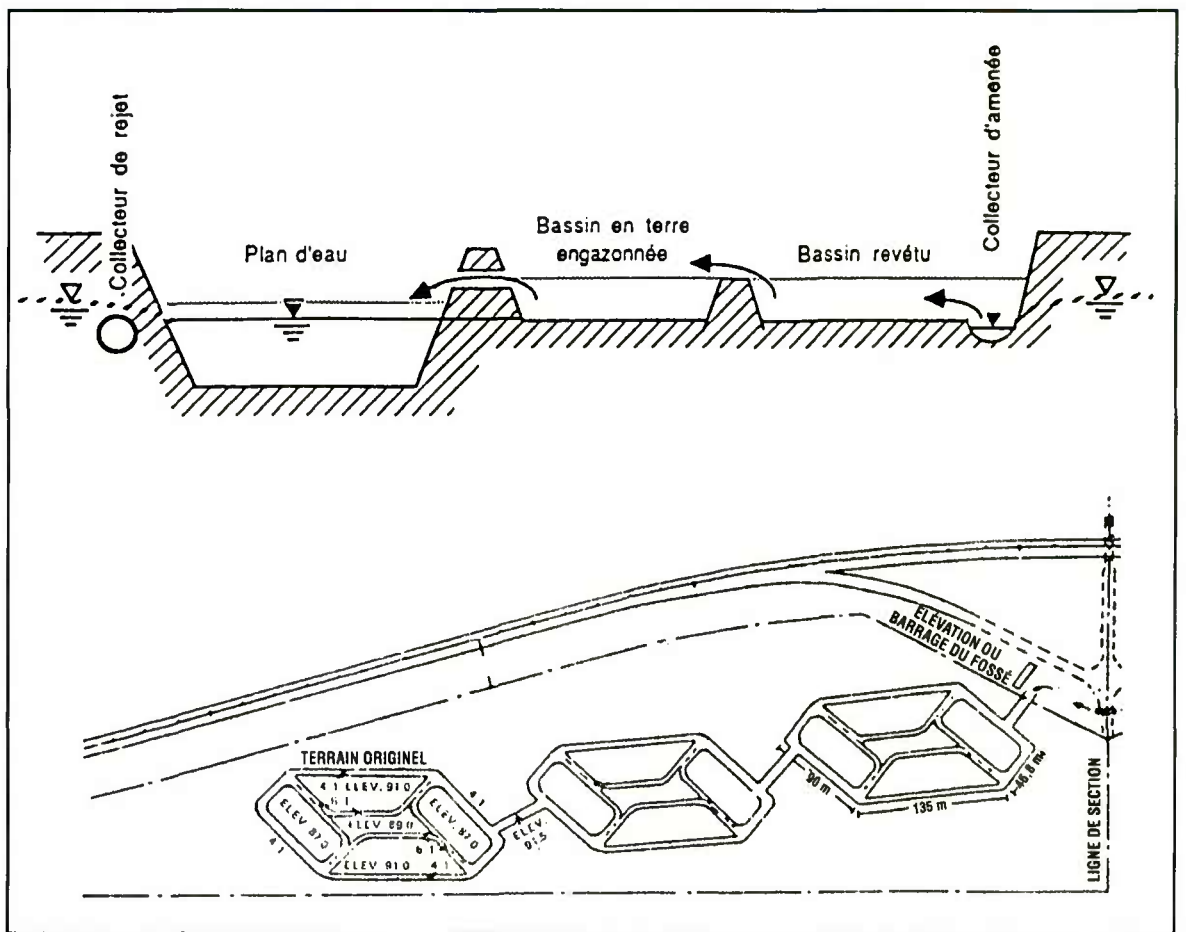
Les éléments du régulateur de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement (présence de flottants dans le mécanisme ou dans l'orifice de fuite, etc.). L'entretien des vannes, s'il y en a, (graissage, vérification de l'étanchéité, remplacement des pièces défectueuses, etc.) doit avoir lieu au moins 2 fois par an. Il est également important de vérifier 2 fois par an l'état des buses d'entrée.

Les travaux d'entretien sont très limités. Ils comprennent une inspection de routine tous les ans, un entretien des abords et du bassin (éventuellement faucardage de la végétation excessive dans les fossés d'entrée, de sortie) et une vérification de la stabilité et de l'étanchéité des talus.

La vérification de l'épaisseur des boues accumulées dans les ouvrages peut se faire après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service, puis tous les 5 ans. Une extraction des décantats tous les 5 ans semble suffisante pour la fosse de décantation. Si le bassin est compartimenté, la partie de dessablage doit être curée 1 an après la mise en service puis tous les 3 ans. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassement en déblais	m <sup>3</sup>	b
modelage en remblais	m <sup>2</sup>	b
réalisation d'un bassin en béton (30 m <sup>3</sup> ) à la place d'un bassin en terre	m <sup>3</sup>	A
géomembrane	m <sup>2</sup>	c
géotextile	m <sup>2</sup>	b
curage de bassin	m <sup>3</sup>	b

EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
 Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## BASSIN PERMANENT

### Bassin en eau

Décembre 1997

Le bassin en eau est dimensionné pour être rempli en période pluvieuse, avec un volume d'eau permanent. Ce type de bassin est rendu nécessaire quand le débit à l'exutoire est limité et lorsqu'on veut favoriser le traitement qualitatif.

Le rôle de régulation permet donc :

- une décantation poussée, y compris des faibles pluies et des particules fines, du fait du temps de séjour augmenté du volume mort ;
- une aération importante ;
- de disposer d'une possibilité de piégeage passif en cas d'accident hors période pluvieuse.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le principe de dimensionnement est celui de la régulation hydraulique, incluant :

- le choix de la pluie de référence et de sa récurrence ;
- le choix du débit de sortie, constant ou variable ;
- la vérification qualitative au point de rejet.

On peut retenir les mêmes principes que pour les bassins temporaires (*fiches 9 et 14*) à savoir :

- le mélange dans le bassin, de façon à éviter un parcours trop rapide, avec mise en place de merlons ou murets brise énergie ou d'un labyrinthe en évitant de créer des zones d'eaux mortes ;
- l'éloignement maximum de la sortie par rapport à l'entrée ;
- la maîtrise des basses vitesses horizontales jusqu'à l'exutoire ;
- une pente de fond faible (1 à 2 %) ;
- une fosse de décantation avant la sortie du bassin pour éviter l'aspiration des décantats lors de la vidange ;
- la réalisation de berges avec un fort coefficient de rugosité de façon à retenir les flottants (*fig. 1*).

Par contre le temps de séjour important permet d'attacher un peu moins d'importance à la géométrie du bassin et des rives.

Pour maintenir l'eau dans le dispositif, il faut soit un bassin étanche, naturellement ou artificiellement, soit un terrain perméable avec une nappe phréatique permanente. Dans ce cas, il convient de veiller à caler le niveau habituel de l'eau dans le bassin au niveau du toit de la nappe en période d'étiage. Cette précaution évite la contamination de la nappe par l'eau du bassin.

Il convient donc de réaliser une étude hydrogéologique préalablement à l'implantation d'un bassin, notamment pour préciser les battements de la nappe, le sens d'écoulement et le débit de la nappe, son taux d'exploitation (surtout en aval du bassin). Ceci permet d'estimer les risques de contamination de la nappe par les contaminants accumulés en fond de bassin et lors d'un déversement accidentel de matières polluantes.

L'absence d'une alimentation phréatique oblige à créer une imperméabilisation, parfois coûteuse, du fond et des parois jusqu'au niveau souhaité dans le bassin.

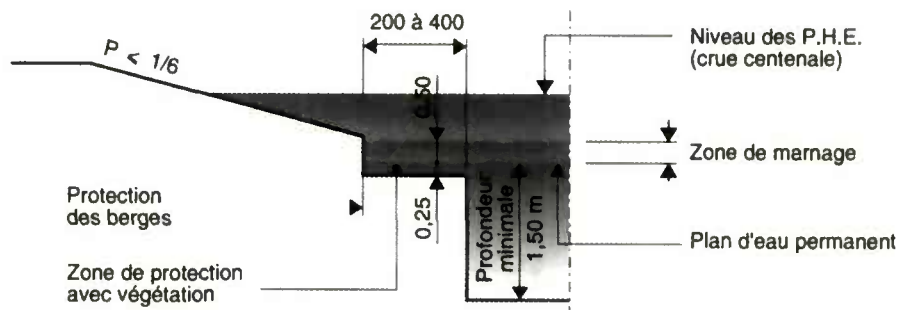


fig. 1 : Profils en travers types.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Ce type de dispositif a pour rôle de réguler les débits et peut, par cet intermédiaire, épurer les eaux pluviales. Il peut être envisagé seul à l'aval du réseau d'assainissement, ou combiné avec d'autres dispositifs.

Le bassin écrêteur permanent peut être combiné avec un module de déshuilage en sortie qui permet de récupérer et de confiner une pollution accidentelle. Un régulateur à débit constant est alors indispensable entre les deux dispositifs.

Le bassin écrêteur peut être compartimenté pour concentrer les dépôts sablonneux dans la première partie. Ceci permet de réduire les frais d'entretien du bassin.

## EFFICACITE

### • Temps de séjour

L'efficacité globale est fonction du temps de séjour (tab. I).

tab. I : Rendement épuratoire de bassins permanents (%).

TEMPS DE SÉJOUR	MES	PHOSPHORE TOTAL	AZOTE TOTAL	DCO	MÉTAUX
6 à 12 heures	60-80	20-40	20-40	20-40	40-60
24 heures	80-100	60-80	40-60	40-60	60-80
48 heures	90-100	80-90	60-70	60-80	80-90

Le rendement est donc élevé pour la récupération de la charge en MES. Un intérêt complémentaire est de pouvoir écrêter également les concentrations pour la pollution soluble (par exemple pour le sel de déverglage).

Comme pour le bassin sec, il peut y avoir reprise des MES du fait d'une mauvaise géométrie, en particulier à proximité de la sortie du bassin. Il faut donc veiller particulièrement à maîtriser la vitesse horizontale sur les 5 derniers mètres pour éviter leur entraînement en phase de vidange. Une fosse en surprofondeur peut être efficace.



### • Options possibles

Le traitement des berges peut être du même type que pour les bassins à sec sur la partie supérieure (*fiche 10*). Pour le fond, les dispositifs peuvent être simples ou plus complexes s'il faut une étanchéité par exemple (*tab. II*).

*tab. II : Réalisation d'une étanchéité pour les bassins enherbés ou revêtus.*

TYPE DE BASSIN		REVÊTEMENT POSSIBLE
Enherbé	fond	argile TYPE A2-A3 argile sous terre végétale géomembrane sous terre végétale
	bords	digue argileuse noyau argileux argile sans retrait A1-B5 argile sous terre végétale géocomposite bentonitique sous terre végétale géomembrane sous terre végétale
Revêtu		béton + joints étanches géomembrane PEHD-BUTYLE-PVC, etc. enrobé fermé enrobé+résine perrés maçonnés

Dans tous les cas le choix des techniques devrait tenir compte des paramètres suivants :

- adéquation pente de talus-stabilité du revêtement ;
- adéquation matériau-vitesse à la vidange ;
- comportement (vieillesse) à la lumière ;
- comportement (déformations) aux écarts de température ;
- possibilité d'entretien ;
- en cas d'étanchéité, facilité de pose et de contrôle ;
- présence de sous-pression (sols organiques ou variation de niveau de nappe) ;
- des possibilités d'insertion paysagère.

## ENTRETIEN

L'entretien des bassins permanents comprend :

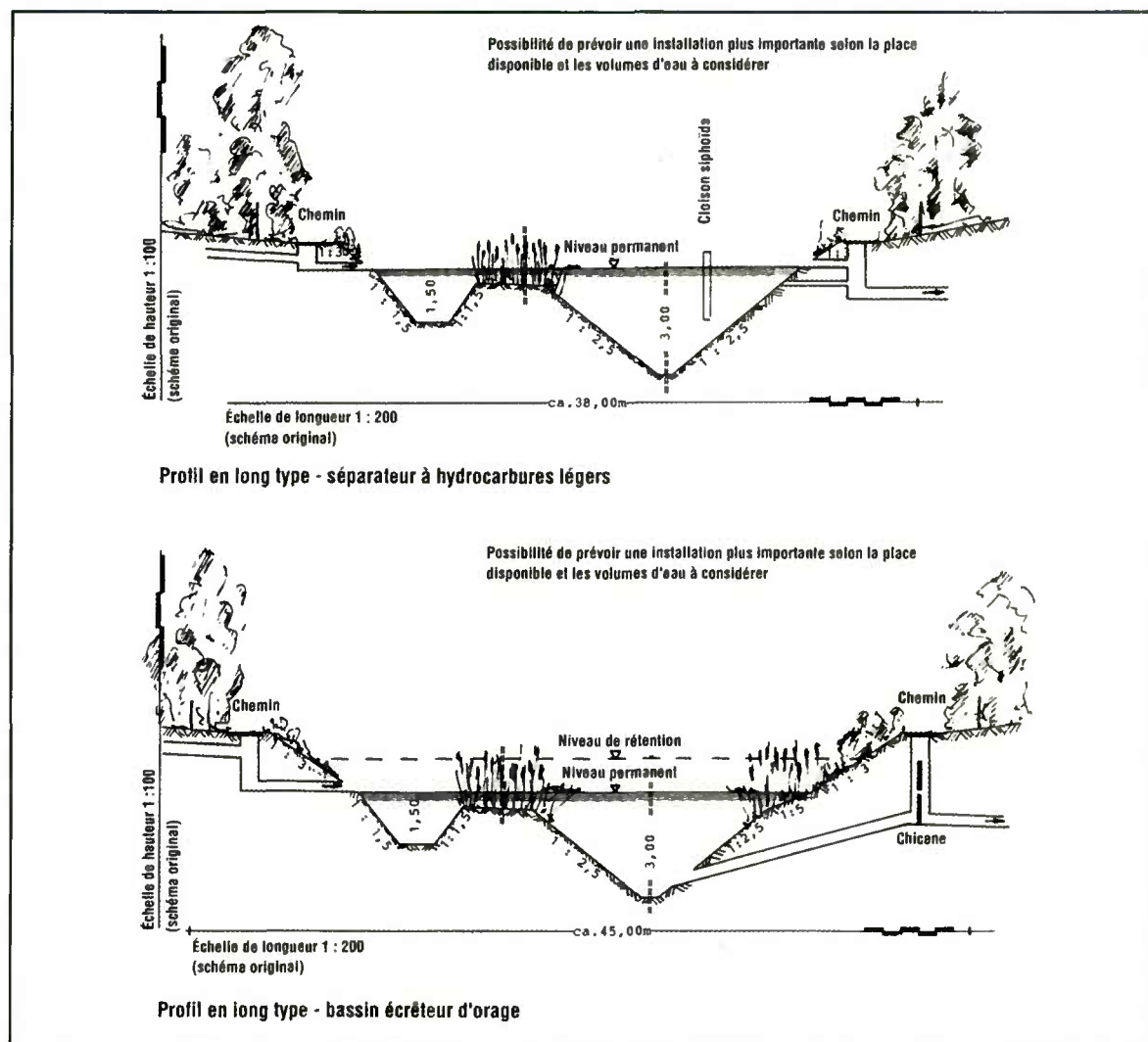
- l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.) ;
- le nettoyage des berges, avec faucardage annuel de la végétation aquatique s'il y a lieu ;
- la vérification de la stabilité ou de l'étanchéité des berges ;
- éventuellement une lutte contre les rongeurs, notamment si une étanchéité artificielle par géomembrane a été mise en place ;
- le curage de la fosse de décantation (surprofondeur près de l'exutoire) ;
- l'entretien de la végétation du bassin s'il y a lieu ;
- le nettoyage des grilles amont et aval ;
- la vérification du régulateur de débit ;
- la vérification des vannes, s'il y a lieu.

L'entretien des équipements et la périodicité des curages sont identiques à ceux des bassins écrêteurs permanents (fiche 10).

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassement en déblais	m <sup>3</sup>	b
modelage en remblais	m <sup>2</sup>	b
revêtement en terre végétale	m <sup>2</sup>	a
mise en herbe	m <sup>2</sup>	a
végétalisation	m <sup>2</sup>	b
réalisation d'un bassin en béton (30 m <sup>3</sup> ) à la place d'un bassin en terre	m <sup>3</sup>	A
géomembrane	m <sup>2</sup>	c
géotextile	m <sup>2</sup>	b
curage de bassin	m <sup>3</sup>	b

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : 200 F © 1997 SETRA



## DECANTEUR PARTICULIER

### Décanteur industriel et coagulateur

Décembre 1997

Les dispositifs industrialisés ont été développés pour faciliter le choix et la réalisation de la décantation. L'intérêt réside dans le fait que les constructeurs connaissent les performances théoriques de ces ouvrages. Malheureusement, il s'avère que dans beaucoup de cas, ils ont été dimensionnés et testés sur des eaux plus concentrées que celles du ruissellement routier et avec un débit constant. Il convient d'être excessivement prudent en demandant aux fournisseurs des caractéristiques démontrées (études techniques, suivis, etc.) de leurs ouvrages dans des applications similaires.

Leur utilisation s'avère intéressante en complément d'un bassin écrêteur temporaire où les temps de séjour sont relativement courts. Pour des ouvrages écrêteurs permanents, la décantation primaire se fait directement dans le bassin et la contribution à l'épuration du module préfabriqué de régulation reste très faible.

Si ces dispositifs font suite à un bassin écrêteur, il convient de privilégier la fonction de déshuilage, qui permettra de piéger une pollution accidentelle par hydrocarbures. Dans les autres cas, il faut privilégier la fonction de débouage. Cependant, la faible capacité de stockage de décantats de ces dispositifs impose des opérations de curage régulières.

Tous ces dispositifs nécessitent beaucoup de précautions, des contrôles à la pose et aux branchements. Enfin, ces ouvrages étant le plus fréquemment enterrés, il faut établir un cahier d'entretien précisant l'emplacement des tampons d'accès, la nature et la périodicité des interventions.

## PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

### • Décanteur lamellaire

Pour les particules grenues, l'efficacité d'un décanteur ne dépend pas de la hauteur. On peut donc concevoir un décanteur à plusieurs lamelles, constituant ainsi un module lamellaire (fig. 1). On augmente ainsi la surface horizontale totale et donc le pouvoir séparateur pour un même débit :

$$u = 100 \cdot \frac{Q}{n \cdot S}$$

avec : u = vitesse en cm/s  
Q = débit traversier en m<sup>3</sup>/s  
S = surface horizontale m<sup>2</sup>  
n = nombre de lamelles

L'intérêt majeur est de disposer d'un dispositif beaucoup plus compact pour une surface développée identique. De plus, l'écoulement se fait, en théorie, en régime laminaire évitant la remise en suspension des fractions les plus fines. Pour maintenir un tel régime d'écoulement dans le dispositif, il faut d'une part, une régulation très précise du débit traversier, d'autre part, surdimensionner l'ouvrage lamellaire d'un rapport voisin de 10.

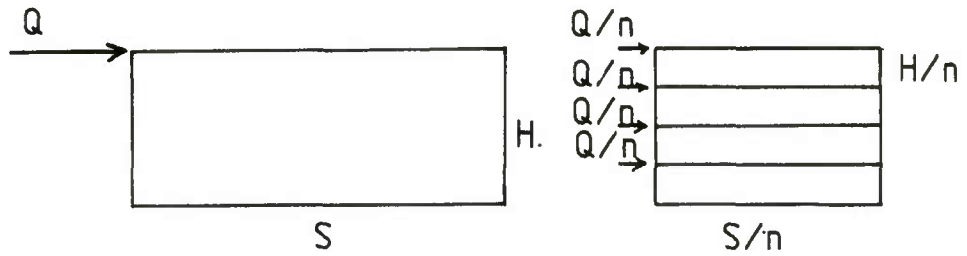


fig. 1 : Principe théorique de la décantation lamellaire.

Les plaques sont inclinées d'un angle proche de  $60^\circ$  pour faciliter l'évacuation des boues vers le fond de l'ouvrage. On distingue trois principes de décanteur lamellaire (fig. 2) se différenciant par les sens d'écoulement de l'eau et des boues :

- les décanteurs à contre-courant où la boue et l'eau circulent en sens inverse ;
- les décanteurs à co-courant où la boue et l'eau circulent de haut en bas ;
- les décanteurs à courants croisés où la boue et l'eau circulent perpendiculairement.

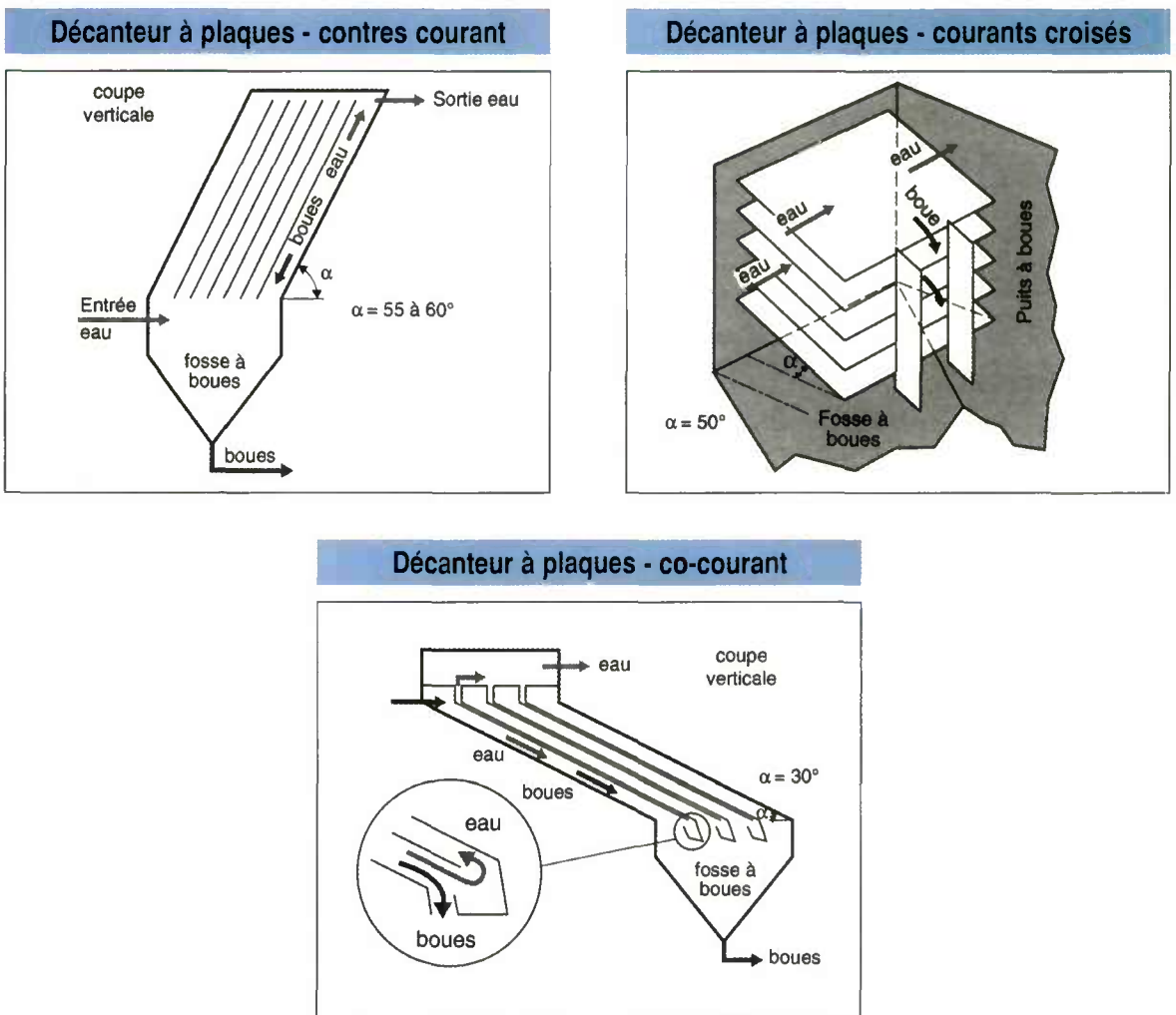


fig. 2 : Principes de la décantation lamellaire.

### • Décanteur à coalescence

Il s'agit de matériel dérivé du précédent, mais dont le traitement des parois inclinées est fait par alvéolage de forme adaptée pour faciliter le piégeage des hydrocarbures et le recueil des fines (fig. 3). Un coefficient complémentaire peut être éventuellement appliqué du fait de la présence de cloisons verticales.

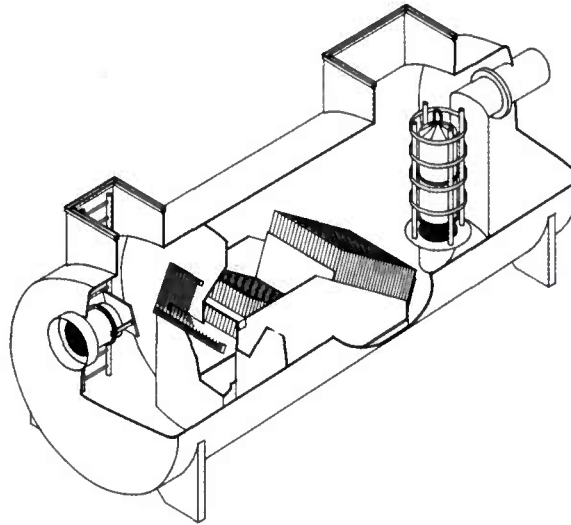


fig. 3 : Principe de décantation par coalescence.

### • Coagulateur

Cette technique vise à favoriser la sédimentation de la fraction de particules la plus fine par ajout de coagulants dans les eaux brutes. Elle permet d'augmenter le rendement épuratoire des dispositifs de traitement sans pénaliser le temps de séjour et la surface utile. Les premiers dispositifs routiers sont apparus aux Etats-Unis il y a 5 ans environ. Les coagulants chimiques (du chlorure ferrique  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ou des composés inorganiques cationiques) permettent en effet d'améliorer les rendements des bassins permanents de 10 à 30 % (selon le métal considéré, la vitesse horizontale et le temps de contact avec le coagulant). Cette technique, bien que prometteuse, semble pour l'instant encore mal adaptée aux conditions d'exploitation des ouvrages routiers français. Son utilisation peut s'envisager dans les milieux urbains et pour le traitement des eaux de lavage de tunnel, pour lesquels un fonctionnement intermittent est envisageable (optimisation des dépenses d'énergie et de réactifs en fonction des flux polluants entrant).



## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

### IL FAUT MAITRISER LES DEBITS.

Tous les **décanteurs particuliers nécessitent une régulation des débits entrant** et un dégrillage amont. Ces deux équipements sont indispensables pour maintenir un rendement optimum des modules de décantation.

L'absence de bassin écrêteur peut être partiellement compensée en modifiant le réseau d'assainissement pour qu'il puisse servir de stockage, soit par mise en herbe en amont, soit par surdimensionnement, soit compartimentage. L'inconvénient majeur est de créer une zone de décantation longitudinale dans le réseau. Lors des épisodes pluvieux, un peu exceptionnels, les matières décantées seront remises en suspension et créeront un flux important de polluants.

Tous ces dispositifs doivent être munis d'une dérivation.

Les rendements mesurés (*tab. 1*) sur des dispositifs lamellaires positionnés après un bassin écrêteur permanent (bassin en eau) sont très faibles. Les pouvoirs de coupure des deux dispositifs sont en effet équivalents. En revanche, le décanteur particulier assure un déshuilage complémentaire très intéressant dans le cas d'une pollution accidentelle.

*tab. 1 : Intérêt et rendement comparés des dispositifs.*

	INTÉRÊT	RENDEMENT OBSERVÉ <sup>(1)</sup> (%)
Décanteur lamellaire	décantation	0 - 85
Décanteur à coalescence	déshuilage	0 - 90

[1] Cette variation considérable dans les rendements s'explique essentiellement par la mauvaise régulation des débits entrants et par un sous-dimensionnement du module décanteur.

L'entretien des décanteurs particuliers doit toujours être effectuée par une société spécialisée. Plusieurs techniques sont applicables :

- soit la totalité du contenu est aspirée et évacuée ;
- soit seules les boues en fond d'ouvrage sont aspirées et évacuées. Les eaux quant à elles sont réinjectées en tête de filière de traitement.

Dans les deux cas les boues liquides ou semi-solides doivent être égouttées avant leur mise en décharge. La destination finale des produits de curage est fonction du résultat des analyses.

Les décanteurs particuliers nécessitent une vidange dans les 6 mois après la mise en service puis tous les ans. Cette opération permet d'évacuer les boues et de vérifier les pièces mécaniques constitutives de l'ouvrage et son étanchéité.

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	DÉBIT DE TRAITEMENT ( l/s )	NIVEAU PRIX MOYEN
Décanteur particulaire	20	C
	80	E
	150	E
	300	F



## DESHUILAGE - PRINCIPES

### Séparation des hydrocarbures

Décembre 1997

Le déshuilage a pour but de séparer les particules à faible densité et l'eau. Le principe est, comme pour la décantation, de favoriser la vitesse ascensionnelle au détriment de la vitesse horizontale. Dans ce cas, on permet la flottaison naturelle des hydrocarbures. On parlera alors de déshuilages gravitaires.

Il suffit donc de maîtriser les vitesses et de disposer d'un volume de stockage isolé par des lames de déshuilage.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Les huiles ou les hydrocarbures sont présents dans les eaux de ruissellement de chaussées soit à l'état libre, soit à l'état d'émulsions. Ces dernières sont générées par les turbulences lors de l'écoulement dans le réseau d'assainissement et sont malheureusement plus difficiles à piéger.

#### • Principes

Il faut rappeler que les concentrations en hydrocarbures des eaux pluviales routières, hors cas accidentel, sont de quelques milligrammes maximum par litre (0,01 à 15 mg/l). Pour obtenir des résultats, il convient de :

- se fixer une vitesse ascensionnelle comprise entre 1 m/h et 9 m/h. Ceci permet de piéger des hydrocarbures d'une densité proche de 0,9 pour des débits traversiers de 50 l/s. Le calcul s'appuie sur la loi de Hazen ;
- tranquilliser les eaux pour faciliter la séparation des deux phases liquides ;
- créer un séparateur de forme allongée, avec un rapport longueur sur largeur supérieur à 3 ;
- limiter la vitesse d'écoulement horizontal sous la cloison de séparation entre 0,05 et 0,1 m/s ;
- faire plonger la lame de déshuilage d'au-moins 25 cm pour éviter le passage des émulsions ;
- créer une pente régulière (2 à 5 %) pour favoriser le stockage des boues ;
- veiller à maintenir une distance (d), entre le radier de l'ouvrage et la crête inférieure de la lame de déshuilage, inférieure au tiers de la largeur de l'ouvrage ou inférieure à 2 m ;
- maintenir une distance entre la lame de déshuilage et la reprise d'eau de l'ouvrage au-moins égale à d (fig. 1).

#### • Dimensionnement

La condition de déshuilage est donc :

$$s > \frac{Q}{V_s}$$

avec : S = surface du dispositif en m<sup>2</sup>

Q = débit traversier en m<sup>3</sup>/s

V<sub>s</sub> = vitesse ascensionnelle des hydrocarbures dans le piègeage est souhaité en m/s

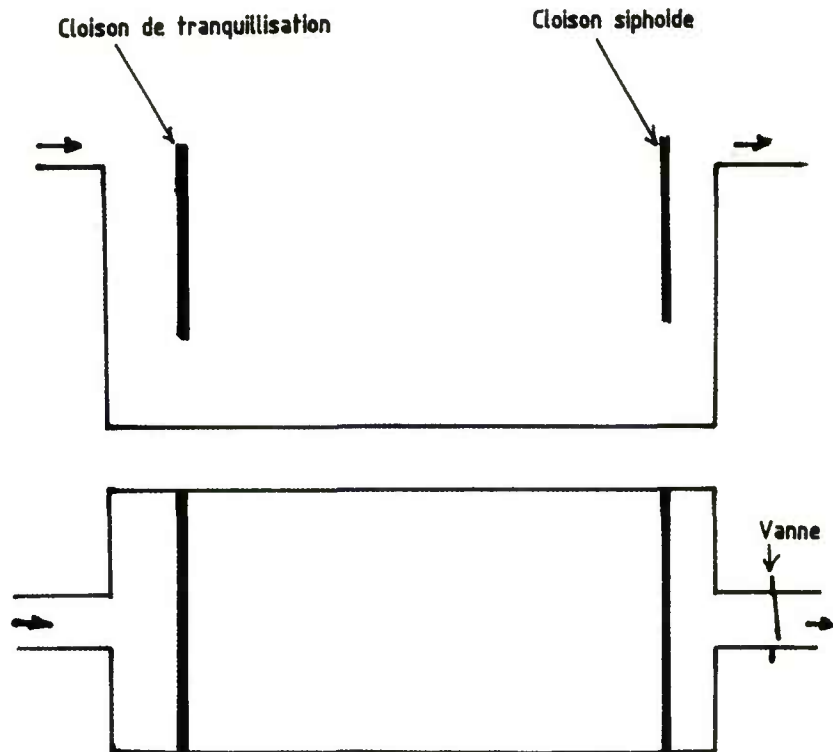


fig. 1 : Principe d'un déshuileur gravitaire.

Une fois ces dimensions choisies, il faut les ajuster en calculant le volume d'hydrocarbures à stocker qui est donné par la relation :

$$p > \frac{V_h}{S}$$

avec : S = surface du dispositif en m<sup>2</sup>

p = profondeur de la lame de déshuilage sous le niveau permanent en m

V<sub>h</sub> = volume d'hydrocarbures flottants à retenir en m<sup>3</sup>

Dans la pratique on prendra une garde systématique de 25 cm :

$$p = \frac{V_h}{S} + 0,25$$

Deux options de dimensionnement peuvent être retenues :

- traitement de la pollution chronique : pour S = 15 m<sup>2</sup> et environ 0,33 m<sup>3</sup> d'hydrocarbures par an (soit environ 1 km de chaussée), ce qui correspond à un plongement de p > 2,2 cm. Il n'y a donc pas de dimensionnement à faire ;

- piègeage d'une pollution accidentelle : dans ce cas, le volume à retenir est celui d'une citerne de camion. Pour S = 15 m<sup>2</sup> et 35 m<sup>3</sup> d'hydrocarbures :

$$p = 2,33 + 0,25 = 2,58 \text{ m}$$

Dans ce cas on a plutôt intérêt à augmenter la surface pour réduire la profondeur de la lame de déshuilage.



Il faut dans la mesure du possible, faire précéder un ouvrage de déshuilage d'un bassin écrêteur. Dans ce cas, le débit d'entrée du déshuileur doit être limité à quelques dizaines de litres par seconde (10 à 100). Un régulateur de débit est pratiquement indispensable dans ce cas.

Dans tous les cas il faut prévoir une dérivation pour les débits supérieurs au débit capable du dispositif.

EFFICACITE

L'efficacité constatée des déshuileurs apparaît fréquemment limitée pour la pollution chronique. On peut expliquer cela par, d'une part, les faibles concentrations d'hydrocarbures dans les eaux de ruissellement de chaussées, d'autre part, la présence d'ouvrage d'écrêtement en amont des déshuileurs permettant un abattement des charges. On note une réduction en fonction :

- du temps de séjour dans les ouvrages ouverts, grâce à la photo-oxydation ;
- de la décantation, car une fraction d'hydrocarbures est intimement associée aux matières en suspension (tab. 1).

tab. 1 : Association des hydrocarbures aux matières en suspension, sur eaux brutes, (Site expérimental A 11).

FRACTION GRANULOMÉTRIQUE (µm)	HYDROCARBURES mg/kgMES (%)	MATIÈRES VOLATILES (%)	GRANULOMÉTRIE (%)
2000-5000	658 (18,7)	5,1	14,7
1000-2000	396 (15,7)	3,8	20,6
500-1000	339 (16,1)	2,3	24,7
250-500	238 (10)	1,7	22
125-250	163 (2,6)	2,4	8,2
80-125	65 (0,2)	4,7	2
<80	2455 (36,7)	21,7	7,8

En revanche, dans les cas de pollution accidentelle par des matières moins denses que l'eau, les déshuileurs présentent une bonne efficacité de piégeage. IL FAUT POUR CELA QUE LA LAME DE DESHUILAGE SOIT IMMERGEE EN PERMANENCE. Si le rôle de piégeage est primordial, il faut doubler la lame de déshuilage, avec une lame en entrée de prédéshuilage et une seconde avant la sortie pour piéger les émulsions.

ENTRETIEN

L'entretien d'un dispositif de déshuilage, selon la technique retenue (fiche 19), correspond soit à celui des bassins temporaires ou permanents (cas des simples lames de déshuilage) (fiches 9, 10), soit à celui des décanteurs particuliers (fiche 17).

• Lame de déshuilage

En traitement de la pollution chronique et en section courante, l'entretien des bassins munis d'une lame de déshuilage comprend :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.) ;
- le nettoyage des parois et de la lame au-moins tous les 5 ans ;
- le nettoyage des berges, avec faucardage annuel de la végétation aquatique s'il y a lieu ;
- la vérification de la stabilité ou de l'étanchéité des berges ;

- éventuellement une lutte contre les rongeurs, notamment si une étanchéité artificielle par géomembrane a été mise en place ;
- le curage de la fosse de décantation (surprofondeur près de l'exutoire) ;
- l'entretien de la végétation du bassin s'il y a lieu ;
- le nettoyage des grilles amont et aval ;
- la vérification du régulateur de débit ;
- la vérification des vannes, s'il y a lieu.

#### • Séparateur préfabriqué

L'entretien des séparateurs à hydrocarbures à module préfabriqué doit toujours être effectuée par une société spécialisée. Plusieurs techniques sont applicables :

- soit la totalité du contenu est aspirée et évacuée ;
- soit seuls les boues et les surnageants sont aspirés et évacués. Les eaux quant à elles sont réinjectées en tête de filière de traitement.

Les débourbeurs-déshuileurs nécessitent une vidange dans les 6 mois après la mise en service puis tous les ans. Cette opération permet d'évacuer les boues et de vérifier les pièces mécaniques constitutives de l'ouvrage et son étanchéité.

Pour les déshuileurs installés sur les aires de services, et plus particulièrement celles situées à proximité des frontières, il faut prévoir une intervention de nettoyage, de curage et d'évacuation des boues et des huiles tous les 6 mois.



## SEPARATEUR A HYDROCARBURES

### Modules préfabriqués et lame de déshuilage

Décembre 1997

Le principe des déshuileurs lamellaires est similaire à celui des décanteurs (*fiche 17*). Il s'agit d'une succession de lamelles, disposées à 45° permettant d'obtenir une vitesse de transit de l'eau très régulière. Chaque lamelle sert de surface de référence, d'où une efficacité améliorée par rapport à un déshuileur simple (parallélépipède). Pour augmenter encore l'efficacité, certains constructeurs mettent en place des lamelles cloisonnées ou alvéolées (déshuilage par coalescence).

En traitement de la pollution chronique, il faut savoir que le rendement intrinsèque du dispositif n'a pas de sens car, en règle générale, le réseau amont et le bassin écrêteur peuvent avoir un rôle épuratoire. Le rendement correspond donc aux rendements successifs des dispositifs composant la filière de traitement.

Lors d'une pollution accidentelle les déshuileurs présentent l'avantage de pouvoir piéger automatiquement les hydrocarbures plus légers que l'eau. De plus, la plupart des dispositifs modulaires peuvent être munis d'un obturateur automatique en sortie évitant toute intervention manuelle préventive. Le dimensionnement correspondra donc surtout au choix du volume à stocker en cas d'accident (*fiche 30*).

## PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

### • Lame de déshuilage

C'est le procédé le plus simple pour piéger les particules moins denses que l'eau. Il consiste à mettre en place dans les bassins écrêteurs, les bassins permanents, des décanteurs possédant une ou plusieurs lames de déshuilage. Les huiles et objets flottants sont retenus par la lame.

Pour obtenir des résultats, il convient de :

- tranquilliser les eaux pour faciliter la séparation des deux phases liquides ;
- limiter la vitesse d'écoulement horizontal sous la lame de séparation entre 0,05 et 0,1 m/s ;
- faire plonger la lame de déshuilage d'au-moins 25 cm pour éviter le passage des émulsions ;
- créer une pente régulière (2 à 5 %) pour favoriser le stockage des boues ;
- veiller à maintenir une distance (d), entre le radier de l'ouvrage et la crête inférieure de la lame de déshuilage, inférieure au tiers de la largeur de l'ouvrage ou inférieure à 2 m ;
- maintenir une distance entre la lame de déshuilage et la reprise d'eau de l'ouvrage au-moins égale à d (*fiche 18*).

### • Module lamellaire

L'intérêt majeur est de disposer d'un dispositif beaucoup plus compact pour une surface développée identique (fig. 1). De plus, l'écoulement se fait en théorie en régime laminaire. Pour maintenir un tel régime d'écoulement dans le dispositif, il faut d'une part, une régulation très précise du débit traversier, d'autre part, surdimensionner l'ouvrage lamellaire d'un rapport voisin de 10.

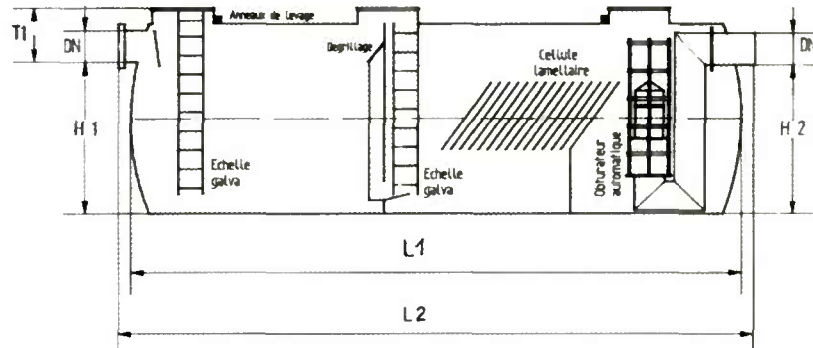


fig. 1 : Séparateur à hydrocarbures à cellule lamellaire.

Les plaques sont inclinées d'un angle proche de  $60^\circ$  pour faciliter la séparation des huiles et des boues. La séparation des huiles est dite à co-courant, celle des boues à contre-courant (fig. 2). Ces ouvrages peuvent être complétés par un débourbeur en entrée (augmentation de la capacité de stockage des boues) et d'une surverse siphonide (pour évacuer les débits de pointe supérieurs à la capacité de l'ouvrage, notamment en l'absence d'un régulateur de débit).

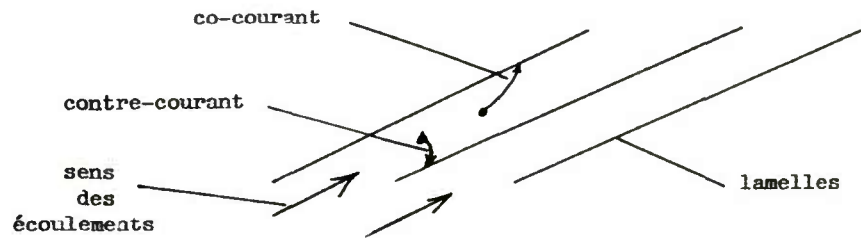


fig. 2 : Séparations à co-courant (liquide-liquide) et contre-courant (liquide-solide).

### • Module à coalescence

Il s'agit de matériel dérivé du précédent, mais dont le traitement des parois inclinées est fait par alvéolage de forme adaptée pour faciliter le piégeage des hydrocarbures et le recueil des fines (fig. 3).

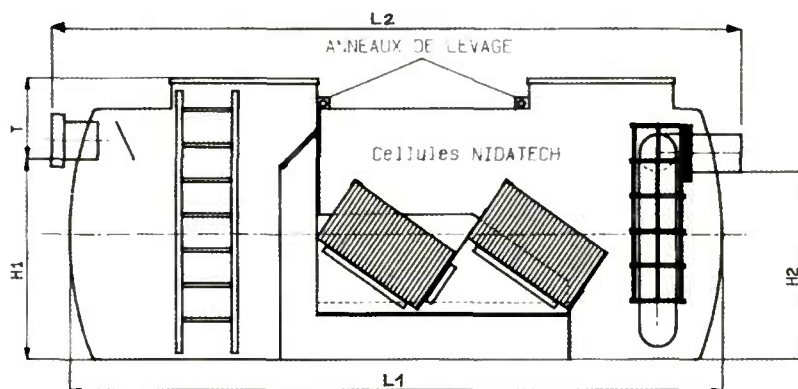


fig. 3 : Séparateur à hydrocarbures à module en nid d'abeille.

Dans tous les cas, il faut arriver à tranquilliser les flots en amont de l'ouvrage pour faciliter la séparation des phases liquides. L'utilisation de séparateurs à hydrocarbures à module lamellaire ou en nid d'abeille nécessite la mise en oeuvre :

- soit d'un bassin écrêteur permettant une dissipation de l'énergie et une certaine décantation des MES. Un régulateur de débit, de type écrêteur de surface, en sortie de bassin optimise le fonctionnement du séparateur en maintenant le débit nominal de l'appareil et en entraînant la lame d'eau la plus chargée en hydrocarbures ;
- soit d'un module débourbeur afin de limiter l'encrassement des lamelles. Cette option est obligatoire, si le séparateur à hydrocarbures est le seul dispositif entre le réseau d'assainissement et le milieu récepteur.

Pour limiter les risques de colmatage par des flottants (bouteilles PVC, branchages, feuilles, etc.) il est recommandé de leur associer à l'amont un dégrillage (soit en entrée de bassin, soit juste à l'amont de l'ouvrage). Le dégrillage est indispensable en cas de régulation active du débit.

Pour fiabiliser la fonction de piégeage d'une pollution accidentelle, ces ouvrages doivent être munis :

- d'un obturateur automatique (évitant toute intervention préventive) qui ferme l'orifice de sortie lorsque le séparateur est plein d'hydrocarbures ;
- d'une vanne en amont pour isoler le produit polluant ;
- d'une dérivation.

Les rendements mesurés sur ces dispositifs pour la pollution chronique des eaux de ruissellement sont faibles. On peut l'expliquer par la faible concentration en hydrocarbures libres des eaux de ruissellement de chaussées (< 10 mg/l). Toutefois, ces ouvrages sont intéressants pour traiter les eaux provenant d'une aire de service, d'un parking ou pour lutter contre la pollution accidentelle.

### • Lame de déshuilage

Ce dispositif équipe des ouvrages écrêteurs ou décanteurs pour piéger les particules moins denses que l'eau et lutter ainsi contre une partie de la pollution chronique. La lame de déshuilage peut également faire jouer à ces ouvrages un rôle de piégeage d'une pollution accidentelle par temps sec. Cette fonction est suffisante au droit des secteurs présentant peu de vulnérabilité ou ayant une faible valeur patrimoniale. En effet, ces ouvrages assurent uniquement un prédéshuilage permettant d'abaisser les concentrations en hydrocarbures à 25 ou 50 mg/l. Il faut que le volume utile minimum de ces ouvrages soit de 35 m<sup>3</sup>.

### • Module lamellaire

Les séparateurs à module lamellaire permettent d'atteindre en théorie des concentrations inférieures à 20 mg/l en cas de pollution accidentelle par hydrocarbures. Comme pour les décanteurs lamellaires ou à coalescence, les rendements sont éminemment variables, de 0 à 90 %. Ceci s'explique essentiellement par une régulation insuffisante des débits traversiers et par un sous-dimensionnement du déshuileur.

Pour les déshuileurs installés sur les aires de services, et plus particulièrement celles situées à proximité des frontières, il faut prévoir une intervention de nettoyage, de curage et d'évacuation des boues et des huiles tous les 6 mois.

#### • Lame de déshuilage

En traitement de la pollution chronique et en section courante, l'entretien de la lame de déshuilage comprend :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles PVC, papiers, branchages, etc.) ;
- le nettoyage des parois et de la lame au moins tous les 5 ans ;
- le curage de la fosse (surprofondeur près de l'exutoire) ;
- le nettoyage des grilles ;
- la vérification du régulateur de débit ;
- la vérification des vannes, s'il y a lieu.

#### • Séparateur préfabriqué

L'entretien des séparateurs à hydrocarbures à module préfabriqué doit toujours être effectué par une société spécialisée. Plusieurs techniques sont applicables :

- soit la totalité du contenu est aspirée et évacuée ;
- soit seuls les boues et les surnageants sont aspirés et évacués. Les eaux quant à elles sont réinjectées en tête de filière de traitement.

Les débourbeurs-déshuileurs nécessitent une vidange dans les 6 mois après la mise en service puis tous les ans. Cette opération permet d'évacuer les boues et de vérifier les pièces mécaniques constitutives de l'ouvrage et son étanchéité.



## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	DÉBIT DE TRAITEMENT (l/s)	NIVEAU PRIX MOYEN
déshuileur à cellule lamellaire avec nid d'abeille	20	C
	125	D
déshuileur avec compartiment siphoné	20	C
	125	D
déshuileur à cellule lamellaire	20	C
	80	D
	150	E



## FILTRATION - PRINCIPES

### Mise en œuvre

Décembre 1997

L'objectif de la filtration est de retenir les matières en suspension les plus fines. Ce procédé est utilisé couramment dans le traitement des eaux destinées à l'alimentation en eau potable. Pour les eaux de ruissellement de chaussées, le principe vise prioritairement la récupération des particules les plus fines, qui échappent aux autres procédés. De plus, la filtration ralentissant la vitesse de l'eau permet d'écrêter les débits de pointe lors des averses. En règle générale, on l'utilise en traitement complémentaire (après un bassin écrêteur, ou un bassin décanteur) lorsque :

- la qualité intrinsèque du milieu naturel le nécessite, notamment s'il existe des usages particuliers des eaux superficielles à proximité du point de rejet (alimentation en eau potable, baignade, pompes, etc.) ;
- la géométrie du projet, ou le trafic, favorise une pollution chronique fine à très fine (trafic intense, zone en trémie ou encadrée par des écrans antibruit, etc.) ;
- la place est insuffisante pour obtenir un temps de séjour suffisant dans un bassin décanteur ou écrêteur.

## PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Le principe de fonctionnement est basé sur le pouvoir filtrant d'un matériau fin. Les matières de dimensions supérieures à la taille des pores sont arrêtées par le filtre. L'eau percolée est récupérée en fond d'ouvrage soit par des drains, soit par un canal, puis déversée dans le milieu récepteur superficiel.

### • Filtre granulaire

#### Taille des particules les plus fines à retenir

Il existe une relation entre la granulométrie des particules à bloquer et celle du matériau filtrant (tab. I).

tab. I : Relation entre granulométrie des particules et du filtre.

MATÉRIAU FILTRANT	RELATION
sable, gravier	$F_{85} < S_{15}$ $F_{85}$ = diamètre correspondant à 85 % de passant du matériau filtrant $S_{15}$ = diamètre correspondant à 15 % de passant des particules à retenir

Cette formulation peut être adaptée lorsque la gamme granulométrique des fines à piéger est suffisamment étendue. Dans ce cas, le filtre se constitue de lui-même, en fonction du temps, par piégeage pro-

gressif des éléments les plus grossiers aux plus fins sur une tranche de matériau filtrant de un mètre d'épaisseur.  $F_{50} < S_{15}$  est un consensus courant.

### **La quantité de fines à retenir**

Cet aspect est important, car la capacité de filtration est plafonnée lorsque tous les interstices ont été occupés par les particules à retenir (colmatage). Dans ce cas, le débit traversier est directement lié à la granulométrie des fines piégées. A titre d'illustration, pour des particules de 50  $\mu\text{m}$  la perméabilité résiduelle est d'environ  $2,7 \cdot 10^{-7}$  m/s. Pour un filtre sableux, d'une perméabilité de  $10^{-5}$  m/s, le débit admissible après colmatage représente seulement 3 % du débit initial.

Il faut donc, lors de la conception du massif filtrant, allier la capacité du filtre de retenir les particules les plus fines et la rapidité du colmatage du matériau poreux (*tab. II*). Pour y parvenir, on privilégie un filtre épais avec une granulométrie proche des grains les plus grossiers à retenir. La filtration se fait alors sur une épaisseur de matériau importante (1 à 1,5 mètres) ;

*tab. II : Paramètres de dimensionnement d'un massif filtrant.*

DIAMÈTRE MÉDIAN À BLOQUER	GRANULOMÉTRIE FILTRE	CAPACITÉ DE FIXATION DU FILTRE PAR TRANCHE DE 10 cm D'ÉPAISSEUR
$S_{50} = 50 \mu\text{m}$ $S_{15} = 20 \mu\text{m}$	$F_{50} = 20 \mu\text{m}$ $k_{\text{lim}} = 5 \cdot 10^{-8}$ m/s	$\approx 50 \text{ kg}_{\text{MES}}/\text{m}^2$
$S_{50} = 100 \mu\text{m}$ $S_{15} = 50 \mu\text{m}$	$F_{50} = 50 \mu\text{m}$ $k_{\text{lim}} = 2,5 \cdot 10^{-7}$ m/s	$\approx 50 \text{ kg}_{\text{MES}}/\text{m}^2$
$S_{50} = 5 \text{ mm}$ $S_{15} = 2 \text{ mm}$	$F_{50} = 2 \text{ mm}$ $k_{\text{lim}} = 1 \cdot 10^{-4}$ m/s	$\approx 75 \text{ kg}_{\text{MES}}/\text{m}^2$

Il semble préférable d'accroître la surface des filtres plutôt que leur épaisseur. En effet, les observations faites sur les chaussées poreuses montrent que l'essentiel de la filtration se fait dans la partie superficielle du filtre. Le mécanisme du colmatage peut être accentué en particulier par un colmatage biologique favorisé par la présence d'une charge organique et par la saturation intermittente du filtre. **Dans tous les cas, il faut retenir le maximum de particules dans un dispositif à l'amont.**

### **La nature du matériau filtrant**

Le matériau filtrant doit bien sûr respecter la granulométrie choisie précédemment, mais également les critères suivants :

- une granulométrie non étalée, pour éviter le compactage du filtre, ce qui nuirait à sa capacité de piégeage ;
- des matériaux roulés (ou éventuellement concassés sur sol d'usure) permettant une meilleure homogénéité de mise en place. Les concassés ne sont pas à exclure, mais leur mise en oeuvre doit être plus contrôlée (pas de passage privilégié lié à un blocage des grains en particulier) ;
- éviter l'utilisation de matériaux évolutifs (calcaires friables) ou partiellement solubles.

### **La mise en oeuvre**

La mise en oeuvre d'un matériau filtre doit être considérée comme un ouvrage à part entière et non comme un travail accessoire. Les points suivants sont en particulier à examiner :

- avoir une homogénéité des caractéristiques du matériau ;
- mettre en oeuvre par couches si possible obliques ou perpendiculaires au courant hydraulique ;
- ne pas avoir de mise en oeuvre trop tôt en phase chantier, sauf si on protège le filtre par un dispositif provisoire amont (voiles de géotextile, bottes de paille, etc.) ;
- éviter le colmatage de surface lors des finitions ;
- penser aux accès : il faudra ôter le matériau un jour.



### • Filtre mince en géotextile

#### **La taille des particules les plus fines à retenir**

Il existe une relation entre la granulométrie des particules à bloquer et celle du matériau filtrant (*tab. III*).

*tab. III : Relation entre granulométrie des particules et du filtre.*

MATÉRIAU FILTRANT	RELATION
géotextile	$O_f < S_{15}$ $O_f$ = ouverture de filtration (85 % des pores) $S_{15}$ = diamètre correspondant à 15 % de passant des particules à retenir

Dans le cas de géotextiles on parlera de transmissivité, c'est-à-dire de la perméabilité transversale divisée par l'épaisseur. Elle est donnée automatiquement par le choix d'une classe de géotextile.

#### **La quantité de fines à retenir**

Le mécanisme de piégeage est un peu différent de celui d'un filtre épais. En effet, le filtre retient au début toutes les particules supérieures au diamètre nominal des pores du géotextile, puis progressivement retient des particules de plus en plus fines par colmatage. Le rendement est composite :

- nominal, pour les particules de taille supérieure à  $O_f$  ;
- progressif, pour les particules de taille inférieure, au fur et à mesure que les dépôts se produisent.

#### **La nature du matériau filtrant**

Les géotextiles sont certifiés. Pour faire son choix, il peut suffire de vérifier la classe :

- préférer un géotextile de type non tissé (ouverture de filtration plus étalée) ;
- choisir un produit résistant à la chimie normale de l'eau de ruissellement ;
- vérifier sa tenue aux ultraviolets (s'il reste en surface) ;
- vérifier sa tenue mécanique (s'il est tendu).

#### **La mise en oeuvre**

On peut envisager soit la mise en place d'un géotextile en surface d'un matériau poreux (filtre granulaire). Dans ce cas, il faut :

- le positionner sur profil en pente (talus < 30°) ;
- vérifier l'accrochage en tête ;
- avoir une fixation en pied (les courants peuvent facilement déplacer ce matériau léger) ;
- fixer ou agraffer tous les bords tous les mètres ;
- superposer des bandes (ou lés) avec un débord minimum de 30 cm ;
- déborder systématiquement au fond et sur les côtés par rapport au matériau poreux de 50 cm.

On peut également envisager une mise en place tendue dans un bassin temporaire (écrêteur/décanteur). Dans ce cas, le dimensionnement correspond à celui du bassin. Pour la pose, les précautions sont identiques à celles du cas précédent.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Les massifs filtrants constituent des ouvrages complémentaires pour traiter la pollution chronique au droit de secteurs à haute valeur patrimoniale ou très vulnérables. Ils peuvent donc faire suite à tous les dispositifs favorisant la décantation, comme les fossés gazonnés, les bassins plantés, les bassins permanents, etc.

Pour optimiser leur fonctionnement, il convient de répartir le débit traversier sur toute la surface, par l'intermédiaire d'un canal perforé. Enfin, il faut installer une surverse qui permet de pallier à la défaillance hydraulique du massif filtrant en cas de colmatage.

## EFFICACITE

L'efficacité de la filtration porte sur les particules de dimensions inférieures à celles récupérables par simple décantation. Elle est considérée comme très bonne pendant toute la durée de fonctionnement du filtre. Le problème est que :

- pour un filtre mince, le rendement n'est obtenu qu'après blocage des éléments grossiers, qui constituent le filtre, soit plusieurs mois ;
- dès que le colmatage commence à être significatif, il peut aller très vite à la saturation du filtre, d'où un débit final réduit (et passage du débit par la dérivation). Ceci milite pour un entretien périodique à caractère préventif.

Hors ces périodes, le rendement est de l'ordre de 100 % pour les particules correspondant au dimensionnement de base du filtre (soit 85 %). Le rendement de 100 % est approché par l'option d'une surépaisseur de filtre, permettant un piégeage des particules les plus fines. Il est atteint pour une épaisseur qui dépasse l'infinie.

Le rendement est important pour les éléments liés aux matières en suspension fines (métaux : 30-95 %, DCO/DBO<sub>5</sub> : 40-70 %, azote total : 25-55 %, hydrocarbures : 40-60 %), mais est faible ou nul sur les éléments solubles (Cl<sup>-</sup> : 0-30 %).

## ENTRETIEN

L'entretien d'un filtre ne doit pas intervenir trop tardivement par rapport à la capacité nominale, car le colmatage peut se produire très rapidement lorsqu'il devient significatif. Il est difficile de donner une périodicité d'entretien préventif, car chaque itinéraire peut présenter des différences dans la répartition des MES fines (tab. IV).

tab. IV : Durée de vie d'un massif filtrant granulaire ou mince en fonction de la granulométrie des MES.

DIAMÈTRE MÉDIAN À BLOQUER	DUREE DE VIE DU FILTRE GRANULAIRE POUR 1 ha DE VOIRIE (FILTRE MINCE)	CAPACITÉ DE FIXATION DU FILTRE PAR TRANCHE DE 10 cm (GRANULAIRE) OU SUR 2 cm (FILTRE MINCE) D'ÉPAISSEUR
S <sub>50</sub> = 50 µm - S <sub>15</sub> = 20 µm	10 cm = 2 ans (2 ans)	≈ 50 kg <sub>MES</sub> /m <sup>2</sup>
S <sub>50</sub> = 100 µm - S <sub>15</sub> = 50 µm	10 cm = 2 ans (2 ans)	≈ 50 kg <sub>MES</sub> /m <sup>2</sup>
S <sub>50</sub> = 5 mm - S <sub>15</sub> = 2 mm	50 cm = 5-7 ans (3 ans)	≈ 75 kg <sub>MES</sub> /m <sup>2</sup>

L'entretien régulier des massifs filtrants consiste à enlever la végétation arbustive qui peut altérer le fonctionnement de l'ouvrage (réseau racinaire trop développé), et à régénérer par scarification la surface du filtre (filtre granulaire uniquement). Enfin, une analyse de la teneur en polluants du matériau filtrant doit être effectuée tous les 2 ans à diverses profondeurs (0-10 cm et 20-50 cm).



## FILTRE HORIZONTAL

Décembre 1997

Pour les eaux de ruissellement de chaussées, le principe vise prioritairement la récupération des particules les plus fines, qui échappent aux autres procédés. De plus, la filtration ralentissant la vitesse de l'eau, permet d'écarter les débits de pointe lors des averses. En règle générale, on l'utilise en traitement complémentaire (après un bassin écarteur ou un bassin décanteur) lorsque :

- la qualité intrinsèque du milieu naturel le nécessite, notamment s'il existe des usages particuliers des eaux superficielles à proximité du point de rejet (alimentation en eau potable, baignade, pompes, etc.) ;
- la géométrie du projet, ou le trafic, favorise une pollution chronique fine à très fine (trafic intense, zone en trémie ou encadrée par des écrans antibruit, etc.) ;
- la place est insuffisante pour obtenir un temps de séjour suffisant dans un bassin décanteur ou écarteur.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

La filtration horizontale conduit à un dimensionnement hydraulique assez simple en fonction de la perméabilité du filtre (*tab. 1*), en utilisant la formulation de Darcy (*fig. 1*) :

$$u = k.j.3600$$

avec :  $u$  = vitesse de l'écoulement en m/h

$k$  = conductivité hydraulique (ou perméabilité) du matériau en m/s

$j$  = gradient hydraulique en m/m

En régime hydraulique établi, le gradient hydraulique ( $j$ ) peut être pris égal à la charge hydraulique ( $\Delta h$ ) sur la longueur de filtre ( $\Delta l$ ).

*tab. 1 : Valeurs de perméabilité.*

MATÉRIAU	PERMÉABILITÉ (m/s)
graviers	$10^{-3}$ à $10^{-1}$
sables	$10^{-5}$ à $10^{-4}$
silts	$10^{-9}$ à $10^{-5}$
argiles	$< 10^{-9}$

Le choix du matériau filtrant est important, car il conditionne la capacité hydraulique du filtre et son efficacité. Il convient de noter qu'un substrat insuffisamment poreux risque de se colmater rapidement par accumulation excessive de MES. Une perméabilité comprise entre  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  m/s semble indispensable.

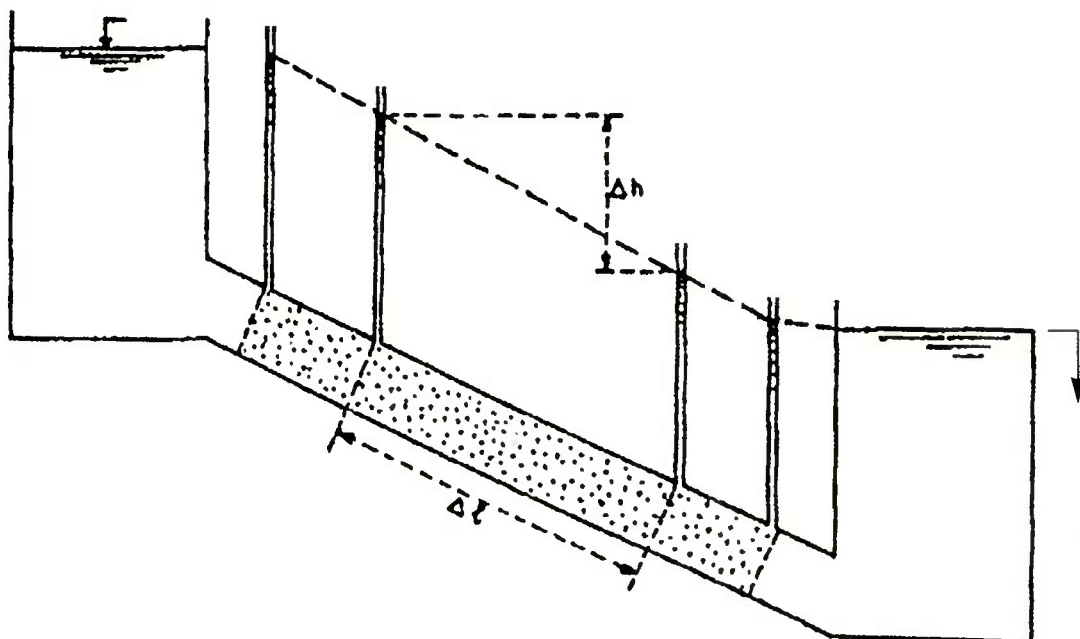


fig. 1 : Loi de Darcy.

#### • Filtre granulaire

L'épaisseur du massif filtrant est comprise entre 0,5 et 0,8 m avec une pente en fond d'ouvrage comprise entre 1 et 2 %. Le lit est constitué d'une seule couche de matériau. Le débit traversier des filtres granulaires reste faible. Un dispositif de régulation en amont est donc obligatoire pour compenser la perte de charge.

$$Q = S.u$$

avec : Q = débit traversier en m<sup>3</sup>/h  
 S = section du filtre en m<sup>2</sup>  
 u = vitesse d'écoulement en m/h

Ainsi, pour un filtre en sable ( $k = 10^{-4}$  m/s) de 10 m<sup>2</sup>, le débit traversier varie entre 3,6 m<sup>3</sup>/h, avec un gradient hydraulique de 1, et 7,2 m<sup>3</sup>/h avec un gradient de 2.

Pour augmenter la capacité hydraulique, on retiendra un matériau filtrant plus grossier (granulométrie égale ou légèrement supérieure aux grains les plus grossiers à piéger) associé à un matériau plus fin dans la partie amont du massif.

#### • Filtre en géotextile

Le principe de calcul est similaire au précédent, mais en utilisant la permittivité.

$$Q = \frac{k}{e} \cdot S \cdot \Delta h \cdot 0,36 \cdot 10^6$$

avec : Q = débit en m<sup>3</sup>/h  
 k = perméabilité en m/s  
 e = épaisseur du géotextile en cm  
 S = section du dispositif en m<sup>2</sup>  
 Δh = différence de niveau entre l'amont et l'aval en m

A paramètres équivalents, le débit traversier des filtres minces est inférieur à celui des filtres granulaires. En outre, les calculs se font pour un fonctionnement nominal du filtre. Ils doivent être complétés par une évaluation de la perte de charge occasionnée par le colmatage progressif du support.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Les filtres horizontaux constituent des ouvrages complémentaires pour traiter la pollution chronique au droit des secteurs à haute valeur patrimoniale ou très vulnérables. Ils peuvent donc faire suite à tous les dispositifs favorisant la décantation, comme les fossés gazonnés, les bassins plantés, les bassins permanents, etc. Toutefois, leur faible capacité hydraulique doit être compensée par la présence en amont d'un ouvrage d'écrêtement.

En outre, pour optimiser leur fonctionnement, il faut les équiper :

- d'un tranquillisateur en entrée (cloison perforée, gabions, etc.) pour favoriser l'équipartition des eaux sur la largeur du filtre ;
- d'une surverse permettant de pallier à la défaillance hydraulique du filtre en cas de colmatage brutal.

## EFFICACITE

L'efficacité du filtre horizontal est considérée comme régulière, du fait que les particules ont tendance à décanter en fond d'ouvrage (*tab. II*). Il y a donc une homogénéité des caractéristiques de filtration, car au fur et à mesure qu'il y a colmatage en partie basse, le débit s'écoule dans les parties supérieures. Le colmatage du filtre est donc assez progressif.

*tab. II : Rendement épuratoire des filtres horizontaux (en %).*

TYPES DE FILTRE	MES	AZOTE TOTAL	MÉTAUX
Sable	80-90	30-40	35-45
Sable + tourbe (60/40)	85-95	45-55	85-95
Géotextile	75-85	25-35	30-40

## ENTRETIEN

L'entretien est fonction de l'évolution du colmatage sur la partie supérieure. Il peut être diagnostiqué en fonction de l'évolution du niveau de base dans le bassin (le bassin ne se "vide" plus comme au début). Il convient de le vérifier visuellement au-moins 4 fois par an. Il faut, pour les filtres granulaires, racler le matériau (sur une épaisseur de 10 à 15 cm) ayant joué le rôle de filtre et en remettre une épaisseur identique, et pour les filtres minces, changer le géotextile. Le changement total du filtre a lieu avec une périodicité d'une dizaine d'années.

L'entretien d'un filtre ne doit pas intervenir trop tardivement par rapport à la capacité hydraulique nominale, car le colmatage définitif peut se produire très rapidement lorsqu'il devient significatif. Il est difficile de donner une périodicité d'entretien préventif, car chaque itinéraire peut présenter des différences dans la répartition des MES fines (*tab. III*).

*tab. III : Durée de vie d'un massif filtrant granulaire ou mince en fonction de la granulométrie des MES.*

DIAMÈTRE MÉDIAN À BLOQUER	DUREE DE VIE DU FILTRE GRANULAIRE POUR 1 ha DE VOIRIE (MINCE)	CAPACITÉ DE FIXATION DU FILTRE PAR TRANCHE DE 10 cm (GRANULAIRE) OU DE 2 cm (MINCE) D'ÉPAISSEUR
$S_{50} = 50 \mu\text{m} - S_{15} = 20 \mu\text{m}$	10 cm = 2 ans (2 ans)	$\approx 50 \text{ kg}_{\text{MES}}/\text{m}^2$
$S_{50} = 100 \mu\text{m} - S_{15} = 50 \mu\text{m}$	10 cm = 2 ans (2 ans)	$\approx 50 \text{ kg}_{\text{MES}}/\text{m}^2$
$S_{50} = 5 \text{ mm} - S_{15} = 2 \text{ mm}$	50 cm = 5-7 ans (3 ans)	$\approx 75 \text{ kg}_{\text{MES}}/\text{m}^2$

L'entretien régulier des massifs filtrants consiste à enlever la végétation qui peut altérer le fonctionnement de l'ouvrage (réseau racinaire trop développé), et à régénérer par scarification la surface du filtre (filtre granulaire uniquement). Enfin, une analyse de la teneur en polluants du matériau filtrant doit être effectuée tous les 2 ans à diverses profondeurs (0-10 cm et 20-50 cm).

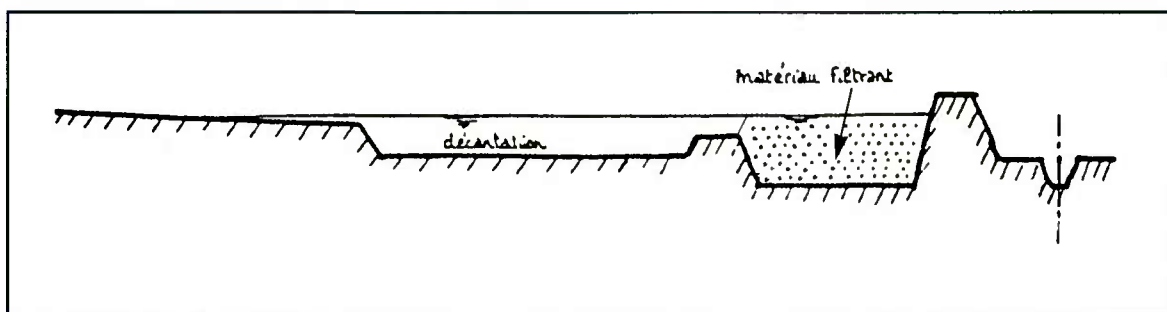


## COUTS

Le coût global d'un bassin d'infiltration est dans la gamme de prix E, comprenant les fournitures et leur mise en oeuvre. La ventilation du prix global par poste de réalisation d'un tel bassin est très difficile. Concernant les mouvements de terre et l'utilisation de matériaux spéciaux, on peut considérer que le coût est équivalent à celui présenté dans les autres fiches techniques (*fiche 4, fiche 25*).



## EXEMPLE





## FILTRE VERTICAL

Décembre 1997

Pour les eaux de ruissellement de chaussées, le principe vise prioritairement la récupération des particules les plus fines, qui échappent aux autres procédés. De plus la filtration, ralentissant la vitesse de l'eau, permet d'écrêter les débits de pointe lors des averses. En règle générale, on l'utilise en traitement complémentaire (après un bassin écrêteur ou un bassin décanteur) lorsque :

- la qualité intrinsèque du milieu naturel le nécessite, notamment s'il existe des usages particuliers des eaux superficielles à proximité du point de rejet (alimentation en eau potable, baignade, pompes, etc.) ;
- la géométrie du projet, ou le trafic, favorise une pollution chronique fine à très fine (trafic intense, zone en trémie ou encadrée par des écrans antibruit, etc.) ;
- la place est insuffisante pour obtenir un temps de séjour suffisant dans un bassin décanteur ou écrêteur.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

La filtration verticale est obtenue par mise en place d'un filtre granulaire, ou mince, sur un support bien drainé (concassé ou graviers classés). Elle conduit à un dimensionnement hydraulique assez simple en fonction de la perméabilité du filtre (*tab. I*), en utilisant la formulation de Darcy :

$$u = k.j.3600$$

avec :  $u$  = vitesse de l'écoulement en m/h  
 $k$  = perméabilité du matériau en m/s  
 $j$  = gradient hydraulique en m/m

En infiltration saturante, le gradient hydraulique ( $j$ ) peut être pris égal à 1. En régime hydraulique établi, il est égal à la charge hydraulique sur la hauteur de filtre.

*tab. I : Valeurs de perméabilité.*

MATÉRIAU	PERMÉABILITÉ (m/s)
graviers	$10^{-3}$ à $10^{-1}$
sables	$10^{-5}$ à $10^{-4}$

Une faible perméabilité favorise les écoulements de surface avec des chemins préférentiels réduisant l'efficacité du système. De plus, un substrat insuffisamment poreux risque de se colmater dans sa partie superficielle par les MES. Une perméabilité comprise entre  $10^{-3}$  et  $10^{-4}$  m/s semble indispensable.

### • Filtre granulaire

Le massif filtrant a une épaisseur comprise entre 0,7 et 1 m, avec une pente en fond d'ouvrage inférieure à 1 %. Il est constitué de deux couches superposées, l'une de grave 10/20, sur 0,2 à 0,4 m d'épaisseur, l'autre de sable 0/6, sur 0,5 à 0,6 m d'épaisseur. Un réseau de drains au niveau de la couche inférieure collecte les eaux percolées pour les déverser dans le milieu récepteur (fig. 1 et 2).

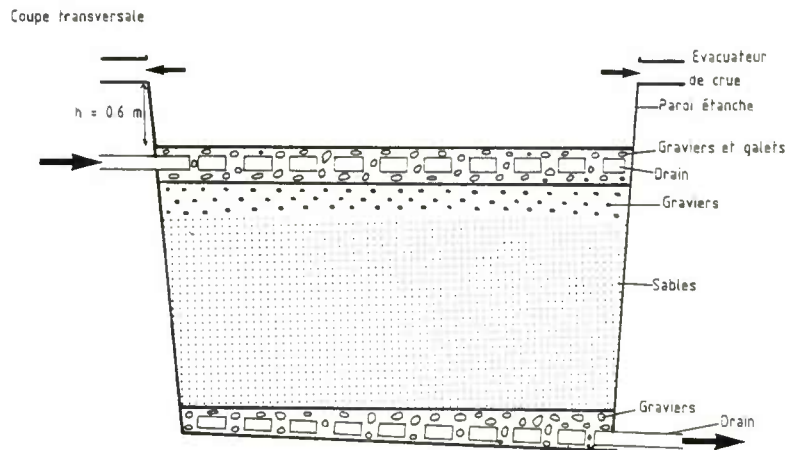


fig. 1 : Filtre vertical granulaire, avec son réseau de drains répartiteurs et collecteurs.

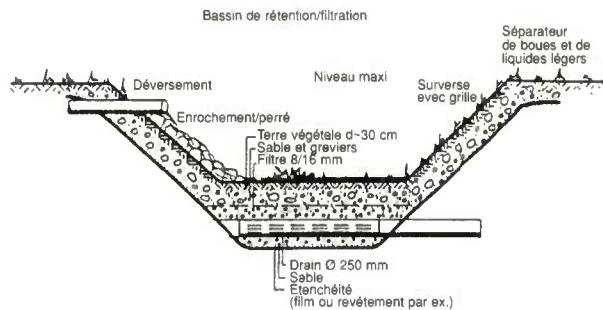


fig. 2 : Filtre vertical granulaire avec son drain collecteur.

Le massif filtrant constitue le fond du bassin écrêteur et occupe au plus les 2/3 de la surface développée par l'ouvrage. Il est situé à l'opposé de l'arrivée des eaux de ruissellement, pour éviter un colmatage trop rapide et un entraînement du matériau filtrant. Le débit traversier des filtres granulaires reste malgré tout faible.

$$Q = S.u$$

avec : Q = débit traversier en m<sup>3</sup>/h  
 S = surface du filtre en m<sup>2</sup>  
 u = vitesse d'écoulement en m/h

### • Filtre en géotextile

Le principe de calcul est similaire au précédent, mais en utilisant la perméabilité.

$$Q = \frac{k}{e} \cdot S \cdot \Delta h \cdot 0,36 \cdot 10^6$$

avec : Q = débit m<sup>3</sup>/h  
 k = perméabilité en m/s  
 e = épaisseur du géotextile en cm  
 S = surface du dispositif m<sup>2</sup>  
 Δh = différence de niveau entre l'amont et l'aval en m



A paramètres équivalents, le débit traversier des filtres minces est inférieur à celui des filtres granulaires. En outre, les calculs se font pour un fonctionnement nominal du filtre. Ils doivent être complétés par une évaluation de la perte de charge occasionnée par le colmatage progressif du support.

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Les filtres verticaux constituent des ouvrages complémentaires pour traiter la pollution chronique au droit des secteurs à haute valeur patrimoniale ou très vulnérables. Ils peuvent donc faire suite à tous les dispositifs favorisant la décantation, comme les fossés gazonnés, les bassins plantés, les bassins permanents, etc. Toutefois, leur faible capacité hydraulique doit être compensée par la présence en amont d'un ouvrage d'écrêtement.

En outre, pour optimiser leur fonctionnement, il faut les équiper :

- d'un tranquillisateur en entrée pour briser l'énergie du flot, ou d'un réseau de drains répartiteurs (fig. 1) ;
- d'une surverse permettant de pallier à la défaillance hydraulique du filtre en cas de colmatage brutal.

## EFFICACITE

L'efficacité du filtre vertical est considérée comme immédiate, du fait que les particules ont tendance à décanter en fond d'ouvrage (tab. II). L'inconvénient est un colmatage rapide du massif réduisant fortement la perméabilité de surface.

tab. II : Rendement épuratoire des filtres verticaux (en %).

TYPES DE FILTRE	MES	DCO	DBO5	AZOTE TOTAL	MÉTAUX
Sable	80-90	50-60	60-70	30-40	35-45
Géotextile	75-85	40-50	45-55	25-35	30-40

## ENTRETIEN

L'entretien est fonction de l'évolution du colmatage sur la partie supérieure. Il peut être diagnostiqué en fonction de l'évolution du niveau de base dans le bassin (le bassin ne se "vide" plus comme au début). Il convient de le vérifier visuellement au moins 4 fois par an. Il faut, pour les filtres granulaires, racler le matériau (sur une épaisseur de 10 à 15 cm) ayant joué le rôle de filtre et en remettre une épaisseur identique, et pour les filtres minces, changer le géotextile. Le changement total du filtre a lieu avec une périodicité d'une dizaine d'années.

L'entretien d'un filtre ne doit pas intervenir trop tardivement par rapport à la capacité hydraulique nominale, car le colmatage définitif peut se produire très rapidement. Il est difficile de donner une périodicité d'entretien préventif, car chaque itinéraire peut présenter des différences dans la répartition des MES fines, de même l'alternance de phases de filtration et de minéralisation peut accroître la durée de vie du massif (tab. III).

tab. III : Durée de vie d'un massif filtrant granulaire ou mince en fonction de la granulométrie des MES.

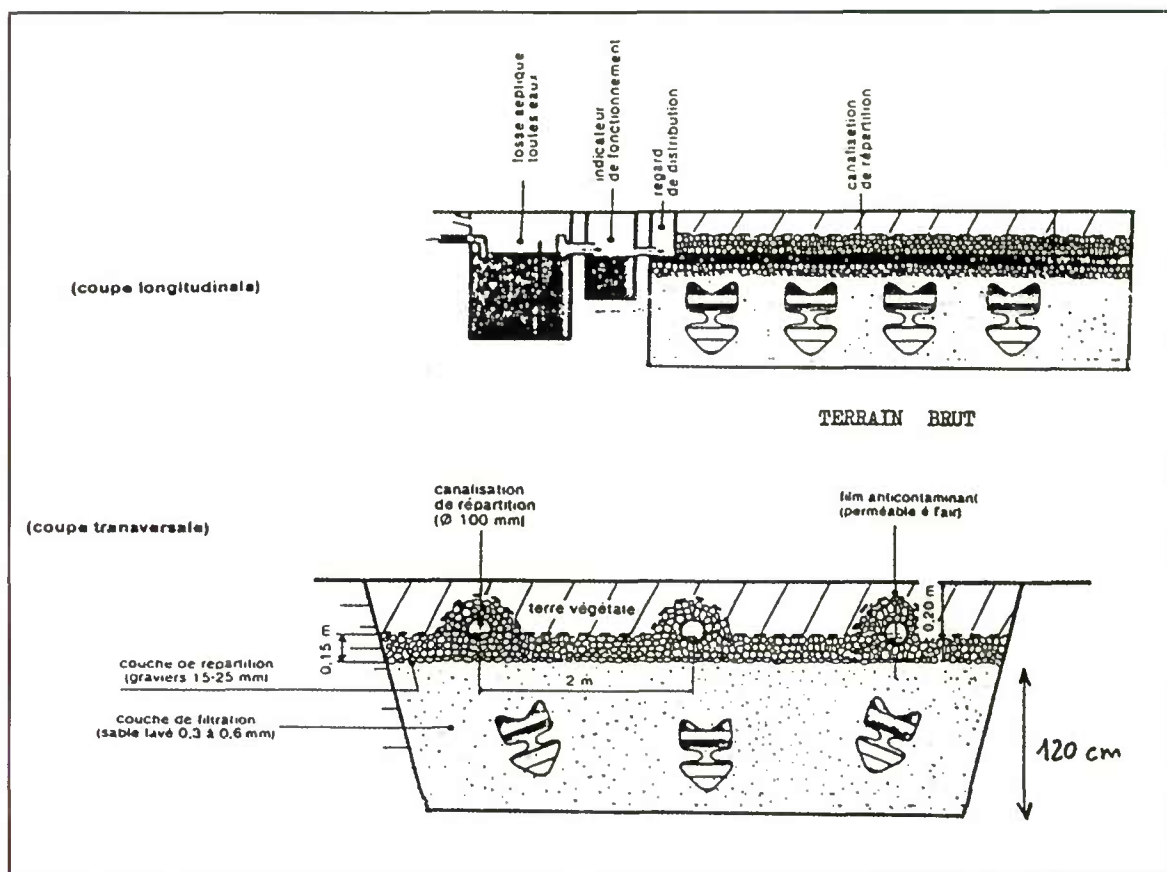
DIAMÈTRE MÉDIAN À BLOQUER	DUREE DE VIE DU FILTRE GRANULAIRE POUR 1 ha DE VOIRIE (FILTRE MINCE)	CAPACITÉ DE FIXATION DU FILTRE PAR TRANCHE DE 10 cm (GRANULAIRE) OU SUR 2 cm (FILTRE MINCE) D'ÉPAISSEUR
$S_{50} = 50 \mu\text{m} - S_{15} = 20 \mu\text{m}$	10 cm = 2 ans (2 ans)	≈ 50 kg/m <sup>2</sup>
$S_{50} = 100 \mu\text{m} - S_{15} = 50 \mu\text{m}$	10 cm = 2 ans (2 ans)	≈ 50 kg/m <sup>2</sup>
$S_{50} = 5 \text{ mm} - S_{15} = 2 \text{ mm}$	50 cm = 5-7 ans (3 ans)	≈ 75 kg/m <sup>2</sup>

L'entretien régulier des massifs filtrants consiste à enlever la végétation qui peut altérer le fonctionnement de l'ouvrage (réseau racinaire trop développé), et à régénérer par scarification la surface du filtre (filtre granulaire uniquement). Enfin, une analyse de la teneur en polluants du matériau filtrant doit être effectuée tous les 2 ans à diverses profondeurs (0-10 cm et 20-50 cm).

## COUTS

Le coût global d'un bassin d'infiltration est dans la gamme de prix E, comprenant les fournitures et leur mise en oeuvre. La ventilation du prix global par poste de réalisation d'un tel bassin est très difficile. Concernant les mouvements de terre et l'utilisation de matériaux spéciaux, on peut considérer que le coût est équivalent à celui présenté dans les autres fiches techniques (*fiche 4, fiche 25*).

## EXEMPLE





## DISPOSITIF D'INFILTRATION

### Bassin d'absorption, puits d'infiltration

Décembre 1997

L'objectif de l'infiltration est double :

- favoriser une meilleure diffusion des rejets, sans augmenter les débits de pointe du milieu récepteur. Cette technique s'envisage uniquement dans les secteurs favorables du point de vue hydrogéologique et si l'étude met en évidence un temps d'intervention suffisant en cas d'accident pour traiter le sol ;
- favoriser une filtration des particules fines.

Les principes sont donc similaires à ceux de la filtration, mais en tenant compte des caractéristiques de perméabilité du terrain naturel.

## PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

### • Principes

Plusieurs paramètres influent sur le choix de l'emplacement d'un bassin d'infiltration :

- la profondeur de la nappe souterraine ou du substratum qui doit être à moins de 1,2 m sous la couche d'infiltration ;
- la couche d'infiltration est constituée de matériaux rapportés à moins que l'encaissant soit constitué de sables ou de graviers propres ;
- la présence de roches solubles dans l'encaissant ;
- la perméabilité des couches d'infiltration en milieu saturé doit être supérieure à  $2 \cdot 10^{-5}$  m/s.

L'infiltration est obtenue par mise en place d'un filtre granulaire composite sur un encaissant perméable. Elle conduit à un dimensionnement hydraulique assez simple en fonction de la perméabilité du filtre (*tab. 1*), en utilisant la formule de Darcy (*fiche 22*). En infiltration saturante, le gradient hydraulique ( $i$ ) peut être pris égal à 1.

La perméabilité des sols en place doit être testée pour chaque site en plusieurs points. En outre, il faut tenir compte du colmatage progressif des matériaux en diminuant les valeurs obtenues par un facteur dix.

*tab. 1 : Valeurs de perméabilité.*

MATÉRIAU	PERMÉABILITÉ (m/s)
graviers	$10^{-3}$ à $10^{-1}$
sables	$10^{-5}$ à $10^{-4}$

Pour des raisons de sécurité, le bassin d'absorption doit être réalisé par excavation (bassin creux sans digue). Le colmatage du massif d'infiltration n'entraînera qu'un débordement du bassin et non pas un risque de rupture de digue avec un déferlement du volume d'eau stocké.

• **Massif filtrant**

Le massif filtrant, d'une épaisseur comprise entre 2 et 2,5 m, est constitué de trois couches superposées, une de grave 20/40 sur une épaisseur de 0,4 à 0,5 m, une autre de grave 10/20 sur une épaisseur de 0,8 à 1 m et une dernière de sable 0/6 sur une épaisseur de 0,8 à 1 m (fig. 1). Dans le cas du traitement de la pollution chronique les eaux percolées rejoignent directement l'encaissant et la nappe souterraine. En revanche, si l'on souhaite piéger en plus une pollution accidentelle, le massif sera isolé de l'encaissant par une couche étanche et les eaux percolées seront collectées par un réseau de drains (muni d'une vanne d'arrêt), puis infiltrées.

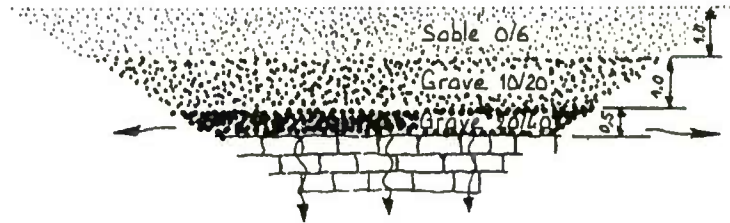


fig. 1 : Massif filtrant pour traiter la pollution chronique.

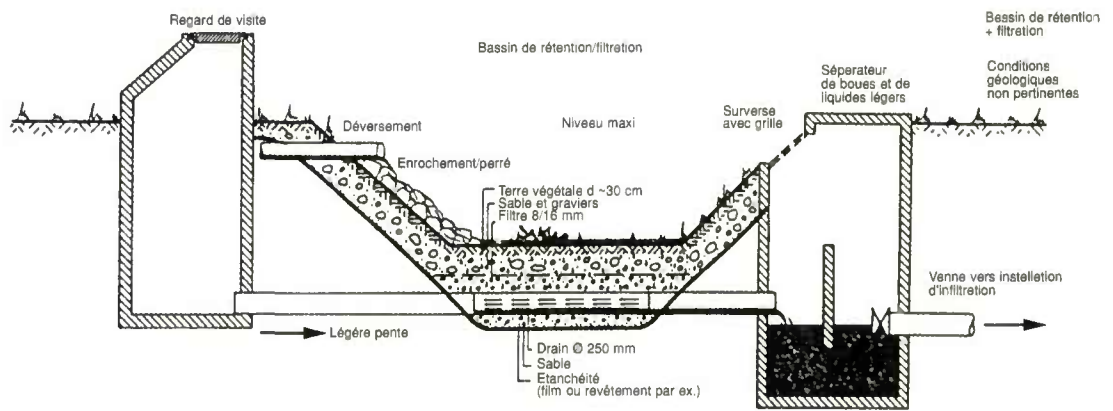


fig. 2 : Massif filtrant conçu pour piéger une pollution routière même accidentelle.

• **Volume tampon**

La méthode des pluies peut être employée pour calculer le volume du bassin (fiche 6). On peut également utiliser la loi de Darcy. La hauteur d'eau dans le bassin est, par approximation, fixée à la moitié de la profondeur maximale de l'ouvrage. La surface d'infiltration est donc équivalente à la moitié de la surface développée des côtés du bassin.

$$V_i = k.j. \frac{B}{2} .3600.t \quad [1]$$

- avec :  $V_i$  = volume infiltré en  $m^3$
- $k$  = perméabilité en  $m/s$
- $j$  = gradient hydraulique, pris égal à 1  $m/m$
- $B$  = surface développée des côtés du bassin en  $m^2$
- $t$  = temps de percolation en  $h$

Le volume d'eau à stocker ( $V$ ) est donc la différence entre le volume entrant  $V_e$  et le volume infiltré  $V_i$  :

$$V = \max [V_e(t) - V_i(t)] \quad [2]$$

$$V_e(t) = 3,6.t.C.i.A.\alpha \quad [3]$$

- avec :  $i$  = intensité de la pluie d'une durée  $t$  en  $l$  par  $s$ .ha
- $A$  = surface de l'impluvium en ha
- $C$  = coefficient de ruissellement pondéré de l'impluvium
- $t$  = temps de concentration en  $h$
- $\alpha$  = coefficient introduit pour tenir compte de la variabilité du volume ruisselé du bassin versant ( $\alpha$  varie de 1.25 à 2), on prend  $\alpha = 1.25$ .

A partir des équations [1] et [3], l'expression [2] devient :

$$V = \max \left[ (3,6.t.C.i.A.1,25) - (k.j. \frac{B}{2}.3600.t) \right] \quad [4]$$

$$\frac{V}{C.A} = \max \left[ 4,5.i.t - k.j. \frac{B}{2.C.A}.3600.t \right] \quad [5]$$

En posant :

$$V_{is} = \frac{V}{C.A} \quad [6]$$

et

$$Q_s = 10^3.k.j. \frac{B}{2.C.A} \quad [7]$$

$V_{is}$  représentant le volume d'infiltration spécifique, c'est-à-dire le volume d'emménagement en  $m^3/ha$  de surfaces imperméabilisées ;

$Q_s$  représentant le débit spécifique du bassin en l par s.hectare de surfaces imperméabilisées.

L'expression [4] devient :

$$V_{is} = \max [4,5.i.t - 3,6.Q_s.t] \quad [8]$$

Après avoir tracé la courbe intensité-durée-fréquence (IDF) de la pluviométrie typique d'une région, on reporte la droite de volume de sortie ( $V_i$ ). On obtient alors graphiquement  $V_{is}$ .

#### • Puits d'infiltration

Les puits d'infiltration peuvent servir à injecter de l'eau dans les couches plus profondes présentant une perméabilité suffisante. La réalisation de ces ouvrages demande un grand soin. Les eaux s'infiltrent à travers une couche de sable et de géosynthétique pour rejoindre la grave 10/25 constituant le puits. La couche d'infiltration de surface doit être régulièrement changée pour limiter le risque de colmatage définitif de la tête de puits.

Ces ouvrages peuvent être munis d'un tube de PVC permettant la surveillance du niveau piézométrique et de la qualité des eaux de la nappe.

---

## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Les massifs d'infiltration constituent des ouvrages complémentaires pour traiter la pollution chronique au droit des secteurs à haute valeur patrimoniale ou très vulnérables. Ils peuvent donc faire suite à tous les dispositifs favorisant la décantation, comme les fossés gazonnés, les bassins plantés, les bassins permanents, etc. Toutefois, leur capacité hydraulique réduite doit être compensée par un stockage en amont.

En outre, pour optimiser leur fonctionnement, il faut les équiper :

- d'un tranquillisateur en entrée pour briser l'énergie du flot ;
- d'une surverse permettant de pallier à la défaillance hydraulique du filtre en cas de colmatage brutal.

---

## EFFICACITE

L'efficacité d'un massif d'infiltration est immédiate, du fait que les particules ont tendance à décanter en fond d'ouvrage (tab. II). L'inconvénient est un colmatage rapide du massif pouvant réduire fortement la perméabilité de surface.

tab. II : Rendement épuratoire du massif d'infiltration.

TYPE DE FILTRE	MES	DCO	DBO <sub>5</sub>	AZOTE TOTAL	MÉTAUX
Sable	80-90	50-60	60-70	30-40	35-45

## ENTRETIEN

L'entretien du massif d'infiltration ne doit pas intervenir trop tardivement par rapport à la capacité hydraulique nominale, car le colmatage définitif peut se produire très rapidement. Il est difficile de donner une périodicité d'entretien préventif, car chaque itinéraire peut présenter des différences dans la répartition des MES fines, de même l'alternance de phases de filtration et de minéralisation peut accroître la durée de vie du massif.

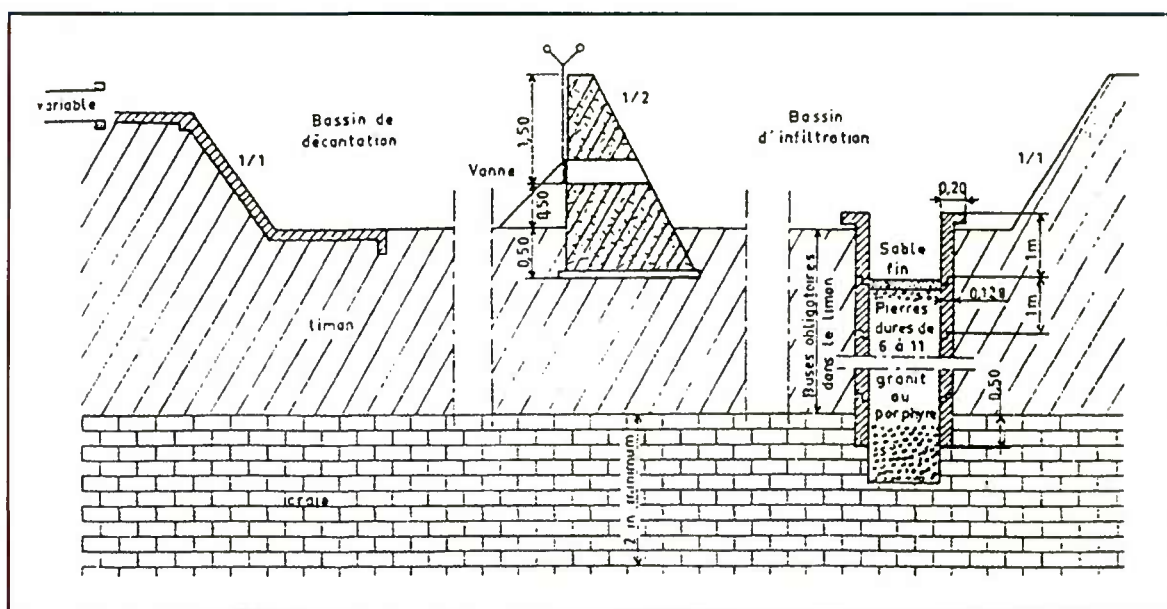
Il faut retenir que :

- l'évolution du colmatage sur la partie supérieure du massif est diagnostiquée par une modification du temps de vidange. Il convient de le vérifier visuellement au-moins 4 fois par an ;
- la scarification de la surface du massif, sur une profondeur de 10 cm environ, tous les 3 mois permet de limiter le risque de colmatage définitif ;
- l'entretien régulier des massifs d'infiltration consiste à enlever la végétation qui peut altérer le fonctionnement de l'ouvrage (réseau racinaire trop développé) ;
- des analyses de la teneur en contaminants doivent être effectuées tous les 2 ans à diverses profondeurs (0-10 cm et 20-50 cm) ;
- le remplacement de la couche supérieure (fig. 1) a lieu avec une périodicité d'une dizaine d'années, sauf en cas de pollution accidentelle et de colmatage excessif.

## COÛTS

Le coût global d'un bassin d'infiltration est dans la gamme de prix E, comprenant les fournitures et leur mise en oeuvre. La ventilation du prix global par poste de réalisation d'un tel bassin est très difficile. Concernant les mouvements de terre et l'utilisation de matériaux spéciaux, on peut considérer que le coût est équivalent à celui présenté dans les autres fiches techniques (fiche 4, fiche 25).

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence B 9741 au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : 200 F © 1997 SETRA



## PIEGEAGE AMONT - PRINCIPES

Décembre 1997

Le piégeage constitue une option pouvant être ajoutée au dispositif d'assainissement, si le contexte le justifie. L'objectif est de permettre la récupération d'un produit polluant et d'éviter ainsi une pollution des eaux superficielles ou souterraines.

Pour cela, la règle est de concevoir un réseau d'assainissement et de profiter d'un environnement immédiat de la route qui permette de disposer d'un temps suffisant pour intervenir en cas d'accident. La récupération du produit doit se faire le plus rapidement possible pour limiter l'étendue de la zone contaminée et éviter la perturbation d'un usage de l'eau (captage, puits, etc.). Le plan d'intervention, activé en cas d'accident de matières polluantes, constitue un moyen d'optimiser le temps et les moyens opérationnels. Il est établi au niveau de chaque département, sous l'autorité du Préfet, mis en oeuvre par les Centres Opérationnels de la Direction de la Sécurité Civile (CODISC).

Le choix de l'option de piégeage dépend des caractéristiques de l'itinéraire et de sa vulnérabilité vis-à-vis des utilisations de l'eau. Seule, cette analyse permet d'identifier la nécessité de protection amont ou d'un stockage aval (*fiche 28*).

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Principes

L'option de piégeage amont est indispensable lorsque le temps disponible, lors d'un accident, est insuffisant pour prendre les mesures nécessaires de sauvegarde de la population et de l'alimentation en eau potable. Les dispositifs de piégeage sont mis à la disposition des services d'intervention. Pour maintenir leur efficacité, il est indispensable d'adapter et de maîtriser les moyens d'entretien et de gestion tant en termes du matériel que du personnel.

Ce point est fondamental. Depuis plusieurs années, on voit apparaître de nombreux dispositifs de protection des ressources en eau sans que soient nécessairement mis en place durablement les moyens d'entretien. Pour pallier à cette défaillance, on différencie plusieurs dispositifs de piégeage amont :

- les fossés de piégeage ;
- les dispositifs de retenue des véhicules ;
- l'étanchéification du réseau d'assainissement ;
- le piégeage linéaire.

### • Le temps d'intervention

Le temps d'intervention peut être indiqué par les services départementaux et pondéré selon l'éloignement des centres de secours. Il correspond au cumul du temps nécessaire pour donner l'alerte, arriver sur les lieux, diagnostiquer le problème, et mettre en oeuvre une technique de sauvegarde et de récupération de la matière polluante (*tab. I*).

*tab. I : Temps d'intervention en cas de pollution accidentelle sur route.*

TEMPS	TYPE D'ACTION	MOYEN DE RÉDUCTION	DURÉE COURANTE
t1	transmission de l'alerte	bornes d'appel d'urgence, télésurveillance, radio, etc.	< 3/4 heure
t2	délai d'arrivée des services de secours	organisation CODISC, centres d'entretien locaux, astreinte	< 1/4 heure à 1 heure sur autoroute
t3	diagnostic des moyens d'interventions spécifiques	fichier matières dangereuses, logiciel embarqué, etc.	< 1/4 heure à 1 heure selon le département
t4	délai de mise en oeuvre (matériel de piégeage à disposition : sciure, sable, produits absorbants, etc.)	organisation des CODISC, centres d'entretien locaux, astreinte, amélioration de la résistance des citernes, etc.	< 4 heures
t5	délai de récupération de la lame infiltrée (pelle mécanique, pompage, dispositifs spécifiques, etc.)	bâchage si pluie, colmatage fuite, transvasement du produit, etc.	variable de un à plus de 10 jours

### • Type de produit déversé

L'analyse du trafic poids lourds et des accidents de matières dangereuses a permis de révéler les points suivants :

- le transport de matières dangereuses correspond à un trafic qui doit desservir tous les points du territoire ce qui fait que les parcours susceptibles d'être effectués sur autoroute sont certainement inférieurs à ceux nécessairement effectués sur le réseau secondaire de toutes les catégories ;
- sur la plupart des itinéraires, le trafic prépondérant est celui des carburants (essence, gasoil, fuel, etc.) destinés aux centres de distribution, aux industries et aux particuliers. Ce trafic est proportionnellement plus fort à proximité immédiate des réservoirs et des raffineries ;
- sur certains axes, il existe un trafic spécifique de matières dangereuses desservant des complexes chimiques ;
- il y a un fort développement du trafic de matières dangereuses, en particulier liquides (*tab. II*).

*tab. II : Parc de véhicules citernes en 1993.*

CATÉGORIE DE MATIÈRES	NOMBRE DE CITERNES
Produits pétroliers (en vrac)	19 600
GPL	1 200
Produits chimiques	4 500
Autres gaz	600

Parmi les matières dangereuses, on peut noter les catégories suivantes, qui sont acheminées notamment par la route :

- les produits non miscibles légers ;
- les produits non miscibles lourds ;
- les produits miscibles à l'eau ;
- les produits conditionnés en petites quantités ;
- les produits gazeux liquéfiés.

### • Quantité épandue

La majeure partie des accidents de matières dangereuses surviennent à des véhicules isolés, contrairement à ce qui se passe pour les autres poids lourds. On remarque également que la proportion d'accidents avec



déversement sur le réseau routier national est inférieure à la proportion d'accidents avec déversement sur le réseau autoroutier.

L'analyse de ces accidents révèle que dans la majorité des cas le volume épandu de matières polluantes ne représente qu'une partie du chargement (*tab. III*).

*tab. III : Répartition des volumes déversés.*

VOLUME ÉPANDU	% DES DÉVERSEMENTS
totalité du chargement	25
milliers de litres	25
centaines de litres	40
quelques litres	10

## EVALUATION DU RISQUE

### • La ressource en eau

Les eaux souterraines sont généralement aptes à tous les usages et notamment à la distribution d'eau potable. En France, on peut estimer à plus de 7 milliards de m<sup>3</sup> le volume pompé pour couvrir 60 % des besoins en eau potable, les 40 autres % étant couverts par des pompages en eaux de surface. Il ne faut pas oublier également les besoins spécifiques des industries, notamment dans le domaine de l'agro-alimentaire et de l'agriculture pour l'alimentation du bétail.

En outre, si les effets d'une pollution par des produits chimiques ne sont pas visibles -comme pour les hydrocarbures- ils n'en sont pas moins dangereux pour l'environnement du fait de leur toxicité et/ou de leur persistance. Alors qu'un déversement d'hydrocarbures n'aura qu'un impact limité sur les ressources vivantes, le déversement d'une même quantité de produit chimique pourra conduire à des mortalités massives avec un impact écologique durable.

Parmi les pollutions accidentelles par des substances, nous pouvons distinguer : les pollutions organiques (substances d'origine industrielle ou agricole), les pollutions par hydrocarbures, les pollutions chimiques (métaux lourds, phytosanitaires, toxiques divers).

### • L'analyse du risque

L'analyse du risque est un volet complexe et ne dépendant pas uniquement des données scientifiques (contexte hydrogéologique, références toxicologiques des produits, etc.), mais aussi des facteurs socio-économiques et politiques. L'évaluation du risque est la résultante d'une analyse des matières polluantes incriminées, de la vulnérabilité du milieu récepteur (nappes d'eau souterraine ou milieux aquatiques) et enfin des usages de l'eau.

#### **Les fondements**

Les polluants sont caractérisés par leur type (liquide, solide, densité, etc.), leur toxicologie, leurs capacités migratoires dans un milieu aqueux et la quantité.

La vulnérabilité est définie en fonction des critères du milieu naturel, des caractéristiques hydrodynamiques, du type d'écosystème, etc.

Les usages, étant définis par les activités humaines exploitant la ressource (voir le fascicule 2 de L'eau et la route), permettent de définir un niveau de protection du site.

#### **Les compléments**

Une évaluation du risque de pollution accidentelle peut se réaliser à partir de l'exploitation des données locales sur le trafic de matières dangereuses (bien que celui-ci soit toujours difficile à apprécier) et des statistiques établies sur les déversements à la suite d'un accident.

Les données de références sont le nombre moyen annuel d'accidents de matières dangereuses (environ 180 à 200 par an), le trafic pondéré national de matières dangereuses (7 à 8 % du tonnage de fret transporté) et la proportion d'épandage (1 accident sur 2 donne lieu à épandage).

Les caractéristiques d'une bonne intervention sont les suivantes :

- rapidité d'action ;
- efficacité ;
- compétence ;
- fiabilité de l'expertise ;
- approche intégrée du problème ;
- gestion du risque.

Il faut éviter la précipitation, les actions minimales à moindre coût et la proposition de solutions avant une connaissance suffisamment précise de la situation.

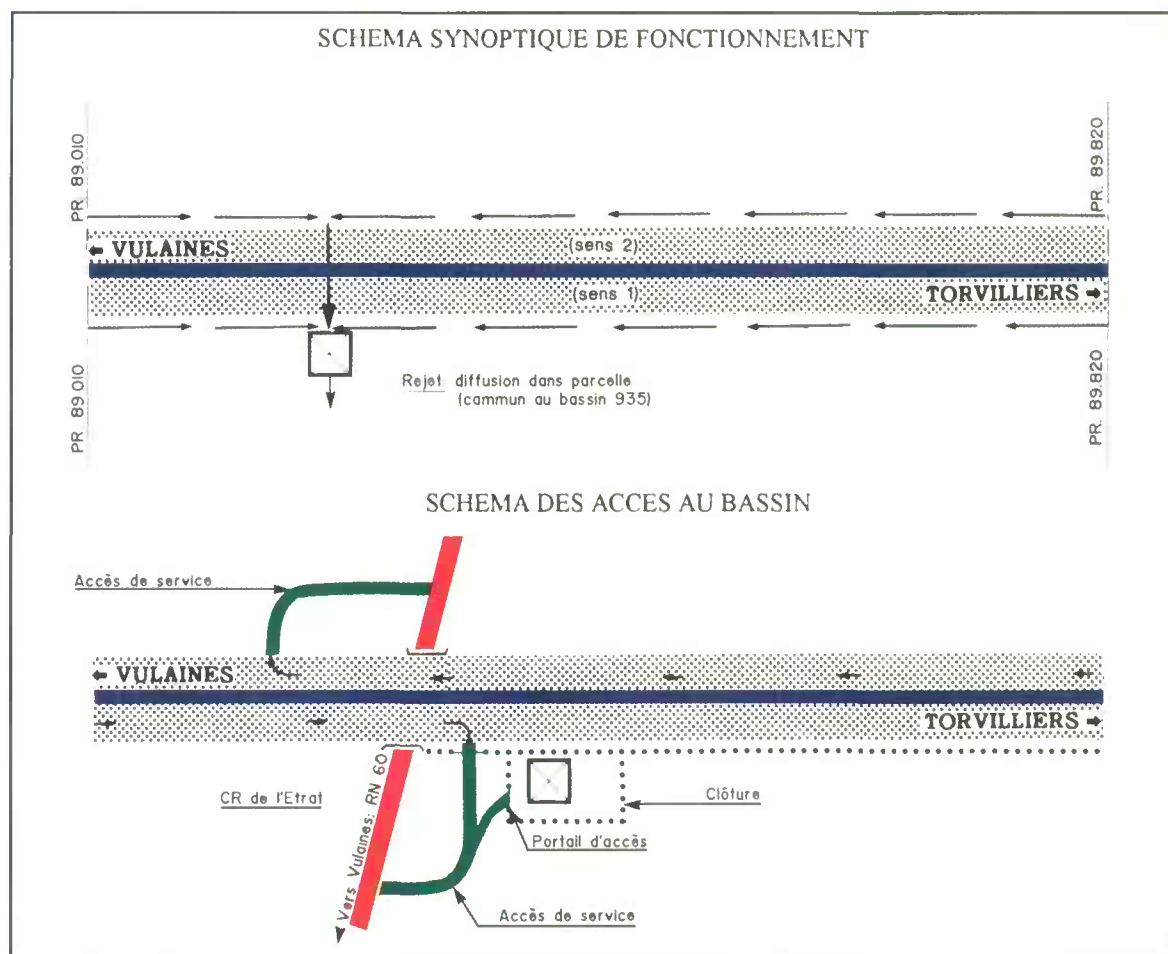
L'efficacité de tous les dispositifs dépend pour partie des actions d'information ou de formation des agents appelés à les faire fonctionner et à les entretenir. Ils doivent connaître le mode d'action des dispositifs et savoir agir judicieusement en cas de pollution accidentelle (réalisation d'exercices d'intervention).

Il convient donc de fournir au gestionnaire du domaine routier, pour chaque dispositif, une fiche :

- décrivant le principe de leur fonctionnement ;
- fixant les visites d'inspection (périodicité et actions) ;
- fixant les opérations d'entretien (périodicité et actions) ;
- fixant les consignes d'intervention en cas de pollution accidentelle.

La position des dispositifs et la délimitation des impluviums drainés doivent figurer sur un synoptique.

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## FOSSE DE RETENTION

Décembre 1997

La principale fonction des fossés est d'évacuer l'eau. Selon leur configuration l'intérêt des fossés sera très variable :

- les fossés enherbés (ou les cunettes enherbées) présentent un rôle significatif pour le traitement de la pollution chronique ;
- les fossés en terre présentent peu d'intérêt épuratoire, sauf si la végétation s'y implante. Ils peuvent avoir une efficacité complémentaire par un surdimensionnement volontaire pour leur faire jouer un rôle d'écrêteur par diminution des débits de pointe en sortie ;
- les fossés de rétention présentent un rôle pour le piégeage d'une pollution accidentelle. Ils sont constitués d'un matériau semi-perméable. Son efficacité se trouve réduite par temps de pluie.

Les avantages de ce dispositif sont donc multiples :

- par temps sec, le produit s'écoule de la chaussée vers l'accotement, puis s'infiltre dans le matériau du fossé. Ce dernier doit être drainé à la base pour limiter la teneur en eau ;
- par temps de pluie, seule une partie du polluant peut être stockée ;
- hors épisode accidentel, le fossé de rétention fixe une partie de la pollution chronique par filtration, et ce, pour les pluies faibles à moyennes.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Principes

Le dimensionnement hydraulique est celui de la formulation de Manning-Strickler, prenant en compte le rayon hydraulique et la rugosité :

$$Q = S.V$$

$$V = K.R^{2/3}.p^{1/2}$$

avec : Q = débit en m<sup>3</sup>/s

S = surface mouillée en m<sup>2</sup>

V = vitesse de l'écoulement en m/s

K = coefficient de rugosité de l'ouvrage en m<sup>1/3</sup>/s

R = rayon hydraulique en m

p = pente du fil d'eau en m/m

Pour les pentes faibles, présentant donc un volume de régulation par stockage, la formulation suivante peut être préférable :

$$V = C \cdot S^{2/3} \cdot P_m^{-2/3}$$

avec : C = constante =  $K \cdot p^{1/2}$

S = la section en  $m^2$

$P_m$  = périmètre mouillé en m

L'application de cette formulation revient à choisir un dimensionnement avec des **vitesse faibles** favorisant l'infiltration. Ceci revient à privilégier, un rayon hydraulique faible, une pente faible et une rugosité élevée.

Ce dispositif peut être difficile à adapter dans les régions à climat sec où le risque d'érosion du sol par ravinement est élevé. Dans ce cas, il faut, en premier lieu, apprécier la possibilité de diminuer la pente du fil d'eau en aménageant des chutes ou, en dernier ressort, préférer des fossés revêtus, avec mise en place de volumes de stockage (*fiche 26*).

### • Les critères

Le matériau filtrant est constitué d'un sable ou d'une grave légèrement argileux (< 10 % de fines) mis en place sans compactage excessif et disposé sur une épaisseur comprise entre 0,5 et 1 mètre. La surface est enherbée naturellement ou artificiellement. La conductivité hydraulique résultante doit être voisine de  $10^{-5}$  m/s.

La largeur minimale du fossé de rétention est de 3 mètres, avec une pente longitudinale maximale de 1 à 2 % (*fig. 1 et 2*).

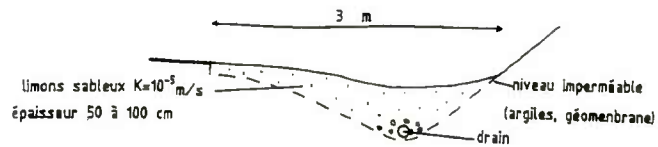


fig. 1 : Profil d'un fossé de rétention en pied de talus de déblai.

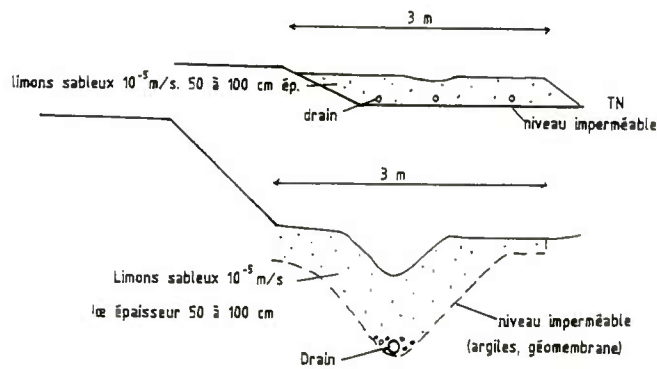


fig. 2 : Profil d'un fossé de rétention en pied de talus de remblai.

La longueur du dispositif est fonction, de la porosité du matériau filtrant, de la pente (la vitesse privilégiée l'écoulement de surface) et de la capacité de piégeage souhaitée.

$$V_p = l \cdot e \cdot P \cdot L$$

avec :  $V_p$  = volume de piégeage en  $m^3$

l = largeur du fossé en m

e = épaisseur du matériau filtrant en m

P = porosité du matériau filtrant choisi

L = longueur du fossé en m

### • Compléments

Pour maintenir l'efficacité du matériau filtrant, il faut diminuer sa teneur en eau par drainage. Un ou plusieurs drains longitudinaux, d'un diamètre au-moins égal à 60 mm, disposés à la base du matériau filtrant permettent l'évacuation des eaux. L'extrémité aval du drain doit être équipée d'un système d'obturation pour interrompre l'écoulement si nécessaire, ou bien rejoindre un bassin de confinement.

Selon la nature du sol support, il faut prévoir ou non une étanchéité de base. La règle est la suivante :

- si la perméabilité du sol support est  $\leq 10^{-7}$  m/s, soit un différentiel de 100 par rapport à celle du matériau filtrant, un simple surfaçage avec un compactage suffit avant la mise en place du matériau rapporté. Il faut noter qu'un compactage soigné du fond de forme permet souvent d'obtenir cette imperméabilité relative avec des matériaux de type limon, argile, sable argileux et limoneux ;

- dans les autres cas, où la perméabilité est  $> 10^{-7}$  m/s, il est indispensable de mettre en oeuvre une étanchéité de base. Celle-ci peut être constituée par une couche d'argile rapportée et compactée (sur une épaisseur de 0,3 m), ou par une épaisseur d'un géocomposite bentonitique préfabriqué, ou encore par une géomembrane en PVC ou mieux encore PEHD.

## EFFICACITE

### • Pollution chronique

Le fossé de rétention peut avoir un rôle non négligeable dans le traitement de la pollution chronique, en obtenant des vitesses d'écoulement faibles (*tab. I*). Pour que l'effet épurateur soit correct, il faut que le fossé puisse être enherbé. Plus la végétation herbacée sera maintenue haute (10 à 15 centimètres minimum), plus le dispositif sera efficace. Il faut trouver un compromis entre l'entretien et l'assainissement.

*tab. I : Rendement sur les flux annuels.*

ÉLÉMENT	ABATTEMENT DE LA CHARGE (%)
MES	50-60
Hydrocarbures totaux	50-70
DBO5, DCO	40-60

### • Pollution accidentelle

Plus le matériau filtrant est perméable (limites comprises entre  $10^{-4}$  et  $10^{-6}$  m/s), plus l'efficacité sera importante, du fait d'une infiltration directe par temps sec et pour les pluies faibles (*tab. II*). Pour les pluies fortes, par contre on a un rendement nul.

*tab. II : Délais complémentaires d'intervention par section de 100 m de fossé.*

CONDITIONS CLIMATIQUES	DÉLAI AVANT REJET
temps sec	7 heures
pluie annuelle	1 heure
pluie décennale	pas de rôle

Les fossés de rétention ont un rôle limité sur le temps d'écoulement nécessaire à une intervention, malgré une augmentation du temps de transfert par temps sec. Celle-ci est suffisante pour les secteurs les moins vulnérables et peu éloignés des centres d'intervention (*tab. III - note (1)*).

Pour ce motif, **le fossé de rétention ne doit être retenu qu'en complément d'un dispositif de piégeage aval passif**. L'ensemble constitue une solution de protection des secteurs faiblement ou moyennement

vulnérables, pour lesquels un accident par temps sec peut servir de référentiel pour les calculs (*tab. III - note (2)*).

*tab. III : Domaine d'application.*

PLUIE	VULNÉRABILITÉ FAIBLE	VULNÉRABILITÉ MOYENNE	VULNÉRABILITÉ FORTE	EN COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS
non	(1)	(2)		non / oui
annuelle				
décennale				

## ENTRETIEN

L'entretien des fossés est une opération relativement courante sur la plupart des itinéraires. Pour tenir compte de l'aspect environnemental, il faut essayer de mettre en place les pratiques suivantes :

- fauchage : 1 à 2 tontes annuelles seulement suffisent à maintenir la végétation tout en favorisant la diversité floristique (en tenir compte éventuellement dans le dimensionnement). L'utilisation de produits phytosanitaires et de limiteurs de croissance est à réserver aux cas impératifs (sécurité des usagers par exemple). Il n'est pas recommandé d'en faire un usage systématique ;
- nettoyage des grilles : les grilles et avaloirs permettent une rétention des gros objets et flottants abandonnés en bordure de voie. Si on les récupère, le fonctionnement hydraulique est préservé, et ils n'iront pas rejoindre l'exutoire final. Dans le midi méditerranéen, le nettoyage des grilles peut s'avérer nécessaire préventivement aux orages.

Un suivi épisodique (tous les 3 ans) de la contamination du massif filtrant, à 0,10 et 0,50 m de profondeur, permet de s'assurer de la pérennité de l'efficacité de l'ouvrage.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN	
fossé en terre	création	ml	c
	reprofilage	ml	b
revêtement en terre végétale		m <sup>2</sup>	a
mise en herbe		m <sup>2</sup>	a
étanchéification par une géomembrane PVC 10/10		m <sup>2</sup>	c
étanchéification par un revêtement en argile		m <sup>2</sup>	c
étanchéification par un géocomposite bentonitique		m <sup>2</sup>	c



## SYSTEME DE RETENUE ET ETANCHEIFICATION

Décembre 1997

La mise en place de systèmes de retenue des véhicules ou d'une étanchéification des réseaux d'assainissement de la plate-forme correspond à une protection amont, en ce sens qu'elle empêche le déversement de matières polluantes en-dehors de l'emprise routière.

S'il existe un doute sur la sécurité du contexte hydrogéologique au voisinage de l'infrastructure, on retiendra ce principe de protection amont de la ressource en eau. Il sera complété par un dispositif de piégeage actif ou passif (fiches 29 et 30).

Si la mise en place de systèmes de retenue est envisagée du strict point de vue de la sécurité des véhicules, l'étanchéification des réseaux n'est pas alors indispensable.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Systèmes de retenue

Les systèmes de retenue ont pour fonction de maintenir le véhicule accidenté et sa remorque sur l'emprise routière. Ils doivent être sélectionnés en fonction de la géométrie routière (vitesse de référence des véhicules), des moyens d'entretien et des modalités d'intervention ultérieure. Les paramètres à retenir sont la distance latérale par rapport au bord de chaussée, la hauteur et la rigidité du système, la largeur disponible (surtout pour les itinéraires existants) et le profil en long (déblai ou remblai).

Les principaux systèmes utilisables sont les barrières en béton adhérent (GBA d'une hauteur minimale de 1 m), les barrières de sécurité métalliques surmontées d'un écran antidéversement et les merlons végétalisés (d'une hauteur minimale de 3 m avec des pentes de talus 3/2) (fig. 1a et 1b).

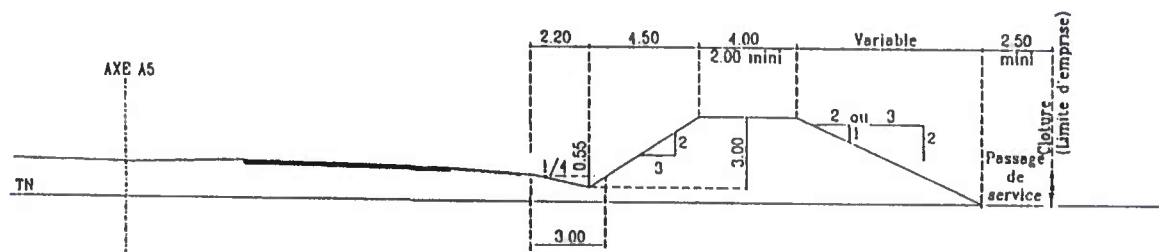


fig. 1a : Système de retenue par merlon de terre avec une servitude de passage.

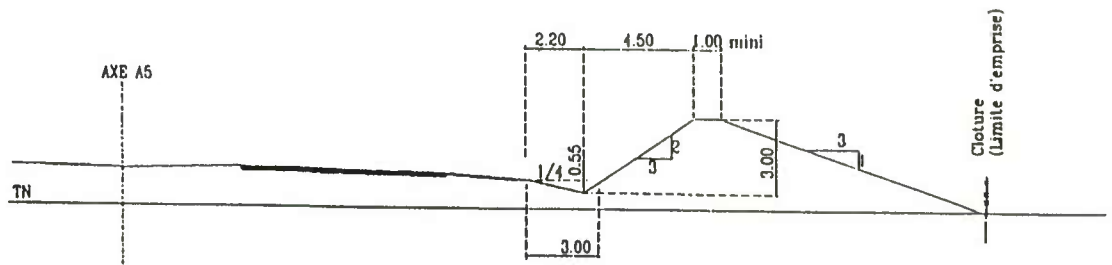


fig. 1b : Système de retenue par merlon de terre sans servitude.

#### • Étanchéification des réseaux

Le principe est de mettre en place une étanchéité artificielle pour éviter qu'un polluant rejoigne directement le milieu naturel. Les dispositions et le niveau d'étanchéité varient selon l'ouvrage concerné.

##### **Pour les chaussées classiques**

L'infiltration directe dans une chaussée, durant quelques heures, d'un produit déversé est minime (perméabilité de  $10^{-6}$  à  $10^{-9}$  m/s selon le type de revêtement). Il n'est donc pas nécessaire de mettre en place une étanchéité sous la chaussée ou le remblai sous-jacent.

##### **Pour les chaussées réservoirs**

L'infiltration est très rapide dans le corps de chaussée. Il faut donc prévoir une étanchéité en fond et équiper le réseau aval (drain collecteur ou émissaire) d'un système de piégeage.

##### **Pour les accotements**

Il faut créer une continuité entre la chaussée et le réseau d'assainissement latéral soit par des accotements revêtus, soit par interposition d'une étanchéité artificielle dans la structure de l'accotement et avec une ligne de pente vers le réseau latéral.

##### **Pour le réseau d'assainissement proche**

Pour le réseau d'assainissement superficiel proche (cunettes, caniveaux, fossés, etc.), il faut mettre en place une étanchéité artificielle. Elle doit avoir une perméabilité inférieure à  $10^{-7}$  m/s, s'il n'y a pas de stockage dans le réseau, ou supérieure à  $10^{-7}$  m/s dans le cas contraire.

La nature du produit d'étanchéité n'est pas un paramètre déterminant, en particulier sa résistance au produit déversé. Il suffit que l'étanchéité résiste au-moins pour permettre l'intervention et la récupération dudit produit (dizaine de jours).

Les types d'étanchéité sont les suivants :

- la cunette ou le caniveau en béton. Il faut privilégier les dispositifs coulés en place sur assise stable. En cas d'utilisation d'éléments préfabriqués, il faut imposer dans le cahier des charges la réalisation d'une assise stable et un jointoiement avec un produit aussi pérenne que possible (fig. 2) ;

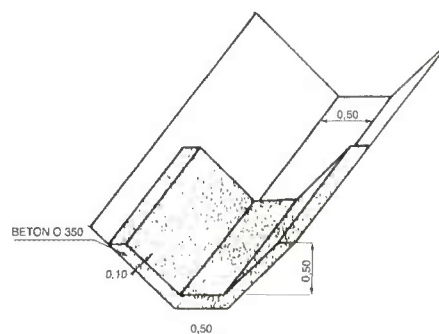


fig. 2 : Mise en oeuvre d'un caniveau béton.



- les matériaux argileux compactés. La mise en oeuvre se fera en deux couches de 0,2 m d'épaisseur chacune. Il faut contrôler la perméabilité en place sur des planches d'essai ;
- la géomembrane ou le géocomposite (fig. 3). Ces dispositifs industriels sont minces et souples. La maîtrise de pose conditionne leur efficacité. Ils doivent être posés sur un support exempt de toute aspérité, faire l'objet de soudures ou de recouvrement des bandes (lés). Ils doivent également être recouverts d'une couche de terre de 0,5 m d'épaisseur minimum, servant de protection antipoinçonnement. Le raccordement aux ouvrages et regards constitue les points critiques et doit faire l'objet d'un traitement particulier. Enfin, le choix du dispositif dépend des conditions de pose et du contexte du chantier.

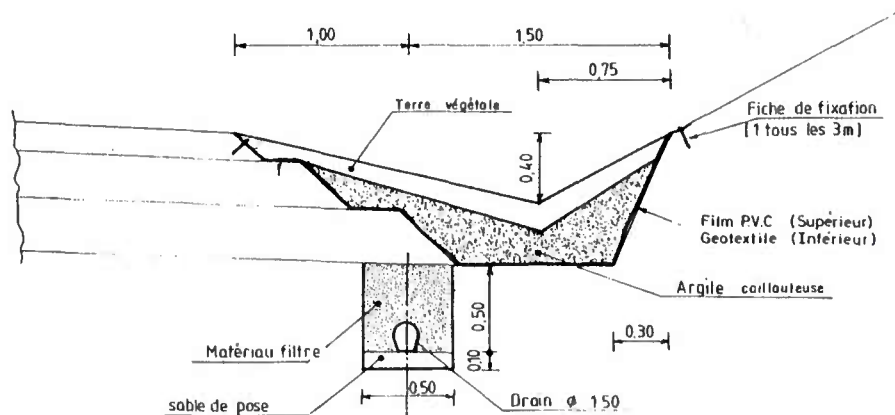


fig. 3 : Mise en oeuvre d'une étanchéité par géomembrane.

#### **Pour le réseau d'assainissement lointain**

Il s'agit du raccordement entre le réseau d'assainissement proche et l'exutoire terminal. Il est généralement constitué par un ou des collecteurs enterrés étanchés par la mise en oeuvre de joints. Pour cette partie du réseau, un essai d'étanchéité est indispensable.

#### **Pour le bassin de stockage**

L'étanchéité peut être conçue comme dans les cas précédents. Il convient de réaliser une étude hydrogéologique préalablement à l'implantation d'un bassin, notamment pour préciser les battements de la nappe. A défaut, un mauvais calage en altimétrie, par rapport au toit de la nappe en période de crue, oblige la mise en oeuvre de clapets de décharge en fond de bassin (en béton ou en géomembrane).

Une attention particulière est indispensable pour l'insertion paysagère de ces dispositifs développant souvent de grande surface en géomembrane et munis d'une clôture interdisant l'accès au public.

## **EFFICACITE**

L'efficacité doit correspondre à l'objectif, c'est-à-dire permettre la rétention d'un polluant liquide pendant toute la durée d'intervention, soit une dizaine de jours. La nature du produit épandu n'est pas primordiale dans le choix du dispositif. En revanche, il faut que l'étanchéité résiste à l'agression des eaux de ruissellement de plate-forme et au soleil.

L'efficacité d'une étanchéification dépend pour l'essentiel des conditions de mise en oeuvre lors du chantier. Elle nécessite un soin particulier, une organisation du contrôle des produits et du dispositif, notamment au droit des raccords et des joints. Une réception des ouvrages, avec des test d'étanchéité, est indispensable. Il faut penser à conserver un plan de récollement.

Les systèmes de retenue et l'étanchéification des réseaux d'assainissement constituent des solutions efficaces mais pas absolues (tab. I). Leur mise en oeuvre dans les secteurs les plus vulnérables doit être accompagnée par des actions complémentaires visant, notamment, à informer les chauffeurs de poids lourds des risques.

tab. I : Domaine d'application.

PLUIE	VULNÉRABILITÉ FAIBLE	VULNÉRABILITÉ MOYENNE	VULNÉRABILITÉ FORTE	EN COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS
non				oui
annuelle				oui
décennale				oui

## ENTRETIEN

L'entretien des systèmes de retenue et d'étanchéification des réseaux reste relativement simple. Il consiste :

- à vérifier visuellement et régulièrement l'état général des barrières, murs et merlons ;
- à vérifier annuellement l'état des joints et des soudures ;
- à observer tous les 6 mois l'apparition de fissures ou de brisures ponctuelles de l'étanchéité ;
- à nettoyer les réseaux en évacuant les décantats et les débris divers (déchets de tonte, feuilles mortes, détritiques, etc.) au-moins tous les 4 mois ;
- à consigner sur un bordereau toutes les interventions, vérifications et travaux.

## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN	
écran réfléchissant / absorbant	m <sup>2</sup>	A	
merlon de terre	ml	f	
revêtement en terre végétale	m <sup>2</sup>	a	
mise en herbe	m <sup>2</sup>	a	
plantations	m <sup>2</sup>	b	
barrière en béton adhérent (GBA)	ml	e	
fossé en terre	création reprofilage	ml ml	c b
fossé bétonné / cunette bétonnée	ml	d	
étanchéification par une géomembrane PVC 10/10	m <sup>2</sup>	c	
étanchéification par un revêtement en argile	m <sup>2</sup>	c	
étanchéification par un géocomposite bentonitique	m <sup>2</sup>	c	



## ALLONGEMENT DU RESEAU

Décembre 1997

La principale fonction des fossés est d'évacuer l'eau. Selon leur configuration l'intérêt des fossés varie. Par temps sec, le produit s'écoule de la chaussée vers l'accotement où il rejoint le réseau d'assainissement longitudinal. La vitesse d'écoulement dans l'ouvrage dépend en particulier de la pente. L'allongement de parcours permet de disposer d'un laps de temps supplémentaire pour intervenir même en cas de déversement proche de l'exutoire.

Par temps de pluie, l'allongement du temps de parcours subsiste. En revanche, le principe ne possède aucun rôle de régulation hydraulique ni d'épuration, sauf s'il dispose d'aménagements complémentaires (fossé non revêtu, pertuis, etc.).

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Principes

Le dimensionnement hydraulique est celui de la formulation de Manning-Strickler, prenant en compte le rayon hydraulique et la rugosité :

$$Q = S.V$$

$$V = K.R^{2/3}.p^{1/2}$$

avec : Q = débit en m<sup>3</sup>/s  
S = surface mouillée en m<sup>2</sup>  
V = vitesse de l'écoulement en m/s  
K = coefficient de rugosité de l'ouvrage en m<sup>1/3</sup>/s  
R = rayon hydraulique en m  
p = pente du fil d'eau en m/m

Pour les pentes faibles, présentant donc un volume de régulation par stockage, la formulation suivante peut être préférable :

$$V = C.S^{2/3}.P_m^{-2/3}$$

avec : C = constante = K.p<sup>1/2</sup>  
S = la section en m<sup>2</sup>  
P<sub>m</sub> = périmètre mouillé en m

### • Temps d'écoulement

Le gain de temps se limite à 4 ou 5 minutes maximum pour des fossés enherbés, par section de 100 m de longueur et avec une pente de 0,1 % (tab. 1). Ce gain est calculé pour un écoulement sur un sol humide, ayant donc une capacité de rétention complémentaire négligeable. En cas de déversement accidentel hors épisode pluvieux ou en saison sèche, le gain de temps est nettement plus conséquent, avec environ 40 minutes par section de 100 m, car il y a une rétention par imprégnation du sol.

tab. 1 : Temps gagné pour 100 m de réseau, sur sol humide et sur sol sec.

	TYPE DE RÉSEAU	PENTE 5 %	PENTE 0,5 %	PENTE 0,1 %
R = 0,5	revêtu	-	8" - 1'	17" - 2'
	en herbe	6" - 1'	20" - 3'	1'30" - 16'
R = 2	revêtu	15" - 2'	45" - 7'	1'30" - 16'
	en herbe	36" - 6'	2' - 18'	4' - 41'

La longueur minimale d'allongement du réseau doit être de 100 m. A défaut, le rôle souhaité ne peut être rempli.

Selon la nature du sol support, il faut prévoir ou non une étanchéité de base. La règle est la suivante :

- si la perméabilité du sol support est  $\leq 10^{-7}$  m/s, un simple surfacage avec un compactage suffit avant la mise en place du matériau rapporté. Il faut noter qu'un compactage soigné du fond de forme permet souvent d'obtenir cette imperméabilité relative avec des matériaux de type limon, argile, sable argileux et limoneux ;
- dans les autres cas, où la perméabilité est  $> 10^{-7}$  m/s, il est indispensable de mettre en oeuvre une étanchéité de base. Celle-ci peut être constituée par une couche d'argile rapportée et compactée (sur une épaisseur de 0,3 m), ou par une épaisseur d'un géocomposite bentonitique préfabriqué, ou encore par une géomembrane en PVC ou mieux encore PEHD.



## COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

Ce principe peut être retenu en complément d'un dispositif de piégeage aval passif (fiche 29). Pour accroître son efficacité, on adoptera la technique de réalisation des fossés de rétention, composés d'un matériau filtrant à base de sable ou de grave faiblement argileux (fig. 1), avec une conductivité hydraulique voisine de  $10^{-5}$  m/s (fiche 25).

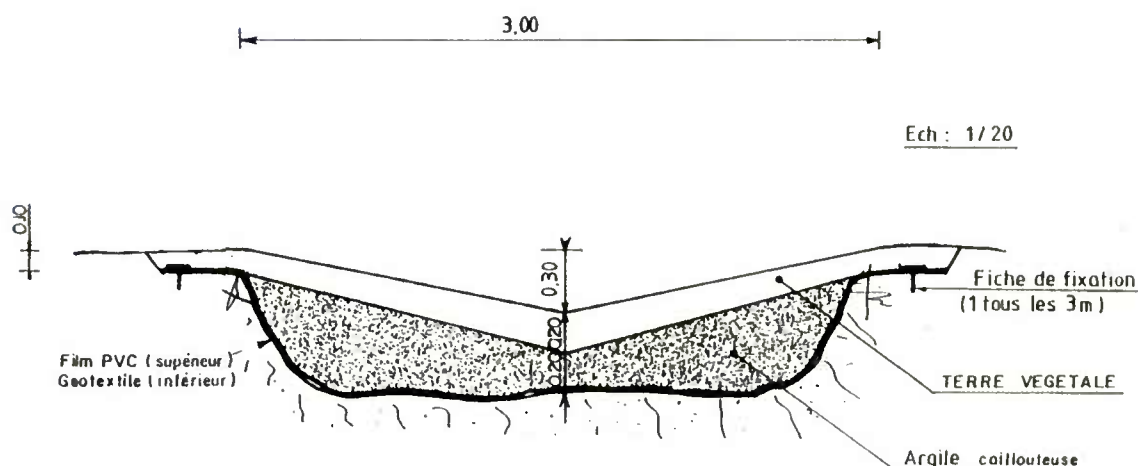


fig. 1 : Principe d'un fossé de rétention d'une pollution accidentelle.

Une alternative est de compartimenter le réseau en bridant le débit par un pertuis tous les 30 à 50 mètres (fig. 2).

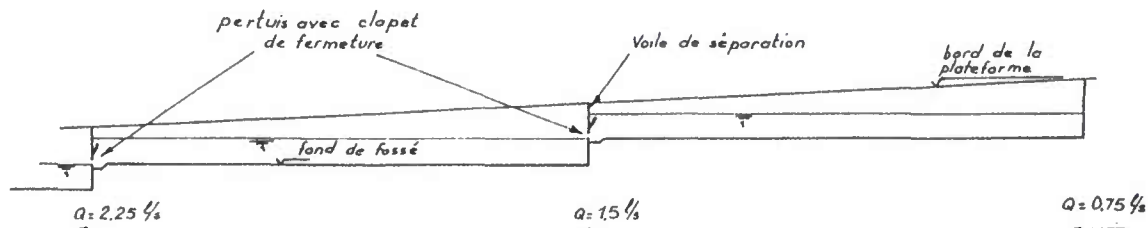


fig. 2 : Création de biefs dans le réseau d'assainissement.

## EFFICACITE

### • Pollution chronique

Le principe d'allongement du temps d'écoulement ne présente pas d'intérêt pour le traitement de la pollution chronique. Seul le caractère de fossé non revêtu peut donner une fonction complémentaire. En effet, le fossé non revêtu (type enherbé, voir *fiche 2*, ou type rétention, voir *fiche 25*) peut avoir un rôle non négligeable dans le traitement de la pollution chronique, en obtenant des vitesses d'écoulement plus faibles (tab. II). Pour que l'effet épurateur soit correct, il faut que le fossé puisse être enherbé. Plus la végétation herbacée sera maintenue haute (10 à 15 centimètres minimum), plus le dispositif sera efficace.

tab. II : Rendement sur les flux annuels.

ÉLÉMENT	ABATTEMENT DE LA CHARGE (%)
MES	50-60
Hydrocarbures totaux	50-70
DBO <sub>5</sub> , DCO	40-60

### • Pollution accidentelle

Le principe seul reste globalement peu efficace, si le fossé est revêtu ou simplement enherbé, pour augmenter le temps d'écoulement avant une intervention des secours (maximum de 40' par section de 100 m de longueur par temps sec). L'augmentation du temps de transfert reste insuffisante pour les secteurs les plus vulnérables ou trop éloignés des centres d'intervention.

Pour ces raisons, **le seul principe d'allongement du réseau ne doit être retenu qu'en complément d'un dispositif de piégeage aval passif** (tab. III - *note (1)*). L'ensemble constitue une solution de protection des secteurs faiblement vulnérables, pour lesquels un accident par temps sec peut servir de référentiel pour les calculs.

**L'adoption des techniques de fossé de rétention permet d'accroître sensiblement le temps d'écoulement**, pour atteindre 7 heures par section de 100 m et par temps sec. Dans ce cas, la solution constitue une protection des secteurs faiblement à moyennement vulnérables, pour lesquels un accident par temps sec peut servir de référentiel de calcul (tab. III - *note (2)*).

tab. III : Domaine d'application.

PLUIE	VULNÉRABILITÉ FAIBLE	VULNÉRABILITÉ MOYENNE	VULNÉRABILITÉ FORTE	EN COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS
non	(1)	(2)		oui
annuelle				
décennale				

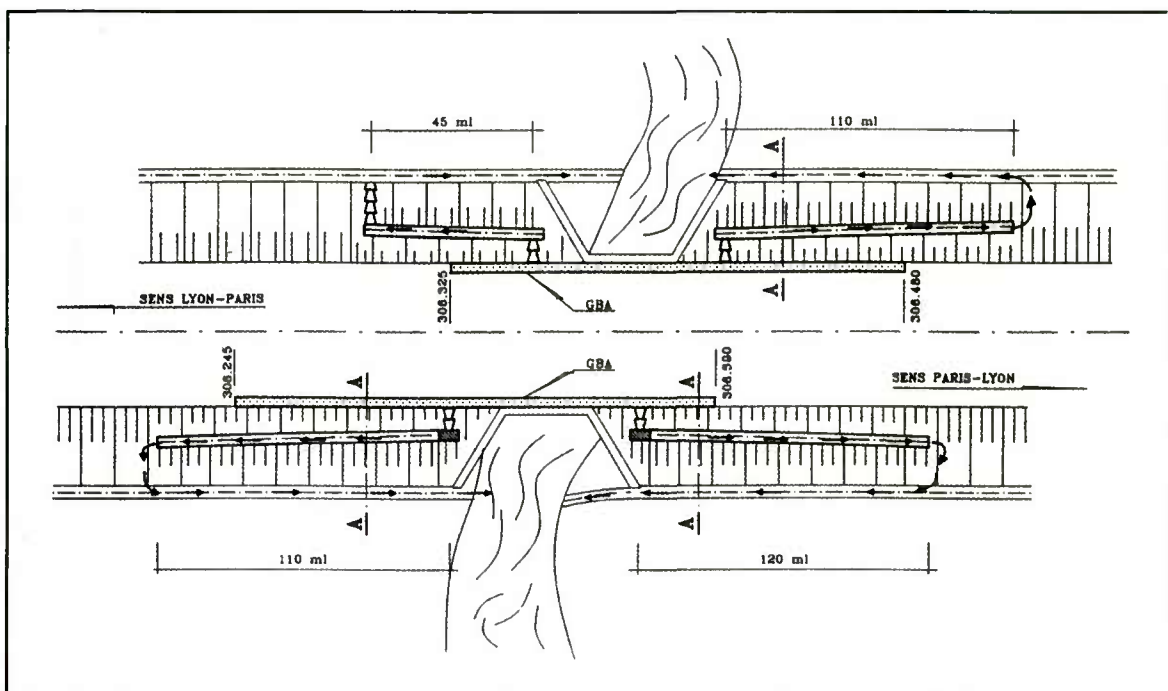
L'entretien des fossés est une opération relativement courante sur la plupart des itinéraires. Pour tenir compte de l'aspect environnemental, il faut essayer de mettre en place les pratiques suivantes :

- fauchage s'il y a lieu : 1 à 2 tontes annuelles seulement suffisent à maintenir la végétation tout en favorisant la diversité floristique (en tenir compte éventuellement dans le dimensionnement). L'utilisation de produits phytosanitaires et de limiteurs de croissance est à réserver aux cas impératifs (sécurité des usagers par exemple). Il n'est pas recommandé d'en faire un usage systématique ;
- nettoyage des grilles : les grilles et avaloirs permettent une rétention des gros objets et flottants abandonnés en bordure de voie. Si on les récupère, le fonctionnement hydraulique est préservé, et ils n'iront pas rejoindre l'exutoire final. Dans le midi méditerranéen, le nettoyage des grilles peut s'avérer nécessaire préventivement aux orages.

COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES		UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
fossé en terre	création	ml	c
	reprofilage	ml	b
revêtement en terre végétale		m <sup>2</sup>	a
mise en herbe		m <sup>2</sup>	a
curage de fossé en terre		ml	b
fossé bétonné / cunette bétonnée		ml	d
étanchéification par une géomembrane PVC 10/10		m <sup>2</sup>	c
étanchéification par un revêtement en argile		m <sup>2</sup>	c
étanchéification par un géocomposite bentonitique		m <sup>2</sup>	c

EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
 Prix de vente de l'ensemble : **200 F** © 1997 SETRA



## PIEGEAGE AVAL - PRINCIPES

Décembre 1997

Le piégeage constitue une option pouvant être ajoutée au dispositif d'assainissement, si le contexte le justifie. L'objectif est de permettre la récupération d'un produit polluant et d'éviter ainsi une pollution des eaux superficielles ou souterraines.

Pour cela, la règle est de concevoir un réseau d'assainissement et de profiter d'un ouvrage de stockage aval qui permette de disposer d'un temps suffisant pour intervenir en cas d'accident. La récupération du produit s'effectue après dérivation du bassin de stockage. Le plan d'intervention, activé en cas d'accident de matières polluantes, constitue un moyen d'optimiser le temps et les moyens opérationnels. Il est établi au niveau de chaque département, sous l'autorité du Préfet, mis en oeuvre par les centres opérationnels de la direction de la sécurité civile (CODISC).

Le choix de l'option de piégeage dépend des caractéristiques de l'itinéraire et de sa vulnérabilité vis-à-vis des utilisations de l'eau. Seule, cette analyse permet d'identifier la nécessité d'un stockage aval ou d'un piégeage amont (*fiche 24*).

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Principes

L'option de stockage aval est indispensable lorsque le temps disponible, lors d'un accident, est insuffisant pour prendre les mesures nécessaires de sauvegarde de la population et de l'alimentation en eau potable. Le volume de stockage est mis à la disposition des services d'intervention. Pour maintenir son efficacité, il est indispensable d'adapter et de maîtriser les moyens d'entretien et de gestion tant en termes de matériel que de personnels.

Ce point est fondamental. Depuis plusieurs années, on voit apparaître de nombreux dispositifs de protection des ressources en eau sans que soient nécessairement mis en place durablement les moyens d'entretien.

On peut distinguer les systèmes de piégeage passif et les dispositifs de piégeage actif.

#### • Le temps d'intervention

Le temps d'intervention peut être indiqué par les services départementaux et pondéré selon l'éloignement des centres de secours. Il correspond au cumul du temps nécessaire pour donner l'alerte, arriver sur les lieux, diagnostiquer le problème, et mettre en oeuvre une technique de sauvegarde et de récupération de la matière polluante (*tab. 1*).

tab. I : Temps d'intervention en cas de pollution accidentelle sur route.

TEMPS	TYPE D'ACTION	MOYEN DE RÉDUCTION	DURÉE COURANTE
t1	transmission de l'alerte	bornes d'appel d'urgence, télésurveillance, radio, etc.	< 3/4 heure
t2	délai d'arrivée des services de secours	organisation CODISC, centres d'entretien locaux, astreinte	< 1/4 heure à 1 heure sur autoroute
t3	diagnostic des moyens d'interventions spécifiques	fichier matières dangereuses, logiciel embarqué, etc.	< 1/4 heure à 1 heure selon le département
t4	délai de mise en oeuvre (matériel de piégeage à disposition : sciure, sable, produits absorbants, etc.)	organisation des CODISC, centres d'entretien locaux, astreinte, amélioration de la résistance des citernes, etc.	< 4 heures
t5	délai de récupération de la lame infiltrée (pelle mécanique, pompage, dispositifs spécifiques, etc.)	bâchage si pluie, colmatage fuite, transvasement du produit, etc.	variable de un à plus de 10 jours

#### • Type de produit déversé

L'analyse du trafic poids lourds et des accidents de matières dangereuses a permis de révéler les points suivants :

- le transport de matières dangereuses correspond à un trafic qui doit desservir tous les points du territoire ce qui fait que les parcours susceptibles d'être effectués sur autoroute sont certainement inférieurs à ceux nécessairement effectués sur le réseau secondaire de toutes les catégories ;
- sur la plupart des itinéraires, le trafic prépondérant est celui des carburants (essence, gasoil, fuel, etc.) destinés aux centres de distribution, aux industries et aux particuliers. Ce trafic est proportionnellement plus fort à proximité immédiate des réservoirs et des raffineries ;
- sur certains axes, il existe un trafic spécifique de matières dangereuses desservant des complexes chimiques ;
- il y a un fort développement du trafic de matières dangereuses, en particulier liquides (tab. II).

tab. II : Parc de véhicules citernes en 1993.

CATÉGORIE DE MATIÈRES	NOMBRE DE CITERNES
Produits pétroliers (en vrac)	19 600
GPL	1 200
Produits chimiques	4 500
Autres gaz	600

Parmi les matières dangereuses, on peut noter les catégories suivantes, qui sont acheminées notamment par la route :

- les produits non miscibles légers ;
- les produits non miscibles lourds ;
- les produits miscibles à l'eau ;
- les produits conditionnés en petites quantités ;
- les produits gazeux liquéfiés

#### • Quantité épandue

La majeure partie des accidents de matières dangereuses implique des véhicules isolés, contrairement à ce qui se passe pour les autres poids lourds. On remarque également que la proportion d'accidents avec déversement sur le réseau routier national est inférieure à la proportion d'accidents avec déversement sur le réseau autoroutier.



L'analyse de ces accidents révèle que dans la majorité des cas le volume épandu de matières polluantes ne représente qu'une partie du chargement (*tab. III*).

*tab. III : Répartition des volumes épandus.*

VOLUME ÉPANDU	% DES DÉVERSEMENTS
totalité du chargement	25
milliers de litres	25
centaines de litres	40
quelques litres	10

## EVALUATION DES RISQUES

### • La ressource en eau

Les eaux souterraines sont généralement aptes à tous les usages et notamment à la distribution d'eau potable. En France, on peut estimer à plus de 7 milliards de m<sup>3</sup> le volume pompé pour couvrir 60 % des besoins en eau potable, les 40 autres % étant couverts par des pompages en eaux de surface. Il ne faut pas oublier également les besoins spécifiques des industries, notamment dans le domaine de l'agro-alimentaire et de l'agriculture pour l'alimentation du bétail.

En outre, si les effets d'une pollution par des produits chimiques ne sont pas visibles -comme pour les hydrocarbures- ils n'en sont pas moins dangereux pour l'environnement du fait de leur toxicité et/ou de leur persistance. Alors qu'un déversement d'hydrocarbures n'aura qu'un impact limité sur les ressources vivantes, le déversement d'une même quantité de produit chimique pourra conduire à des mortalités massives avec un impact écologique durable.

Parmi les pollutions accidentelles par des substances, nous pouvons distinguer : les pollutions organiques (substances d'origine industrielle ou agricole), les pollutions par hydrocarbures, les pollutions chimiques (métaux lourds, phytosanitaires, toxiques divers).

### • L'analyse du risque

L'analyse du risque est un volet complexe et ne dépendant pas uniquement des données scientifiques (contexte hydrogéologique, références toxicologiques des produits, etc.), mais aussi des facteurs socio-économiques et politiques. L'évaluation du risque est la résultante d'une analyse des matières polluantes incriminées, de la vulnérabilité du milieu récepteur (nappe d'eau souterraine ou milieux aquatiques) et enfin des usages de l'eau.

#### **Les fondements**

Les polluants sont caractérisés par leur type (liquide, solide, densité, etc.), leur toxicologie, leurs capacités migratoires dans un milieu aqueux et la quantité.

La vulnérabilité est définie en fonction des critères du milieu naturel, des caractéristiques hydrodynamiques, du type d'écosystème, etc.

Les usages, étant définis par les activités humaines exploitant la ressource (voir le fascicule 2 de L'eau et la route), permettent de définir un niveau de protection du site.

#### **Les compléments**

Une évaluation du risque de pollution accidentelle peut se réaliser à partir de l'exploitation des données locales sur le trafic de matières dangereuses (bien que celui-ci soit toujours difficile à apprécier) et des statistiques établies sur les déversements à la suite d'un accident.

Les données de référence sont le nombre moyen annuel d'accidents de matières dangereuses (environ 180 à 200 par an), le trafic pondéré national de matières dangereuses (7 à 8 % du tonnage de fret transporté) et la proportion d'épandage (1 accident sur 2 donne lieu à épandage).

Les caractéristiques d'une bonne intervention sont les suivantes :

- rapidité d'action ;
- efficacité ;
- compétence ;
- fiabilité de l'expertise ;
- approche intégrée du problème ;
- gestion du risque.

Il faut éviter la précipitation, les actions minimales à moindre coût et la proposition de solutions avant une connaissance suffisamment précise de la situation.

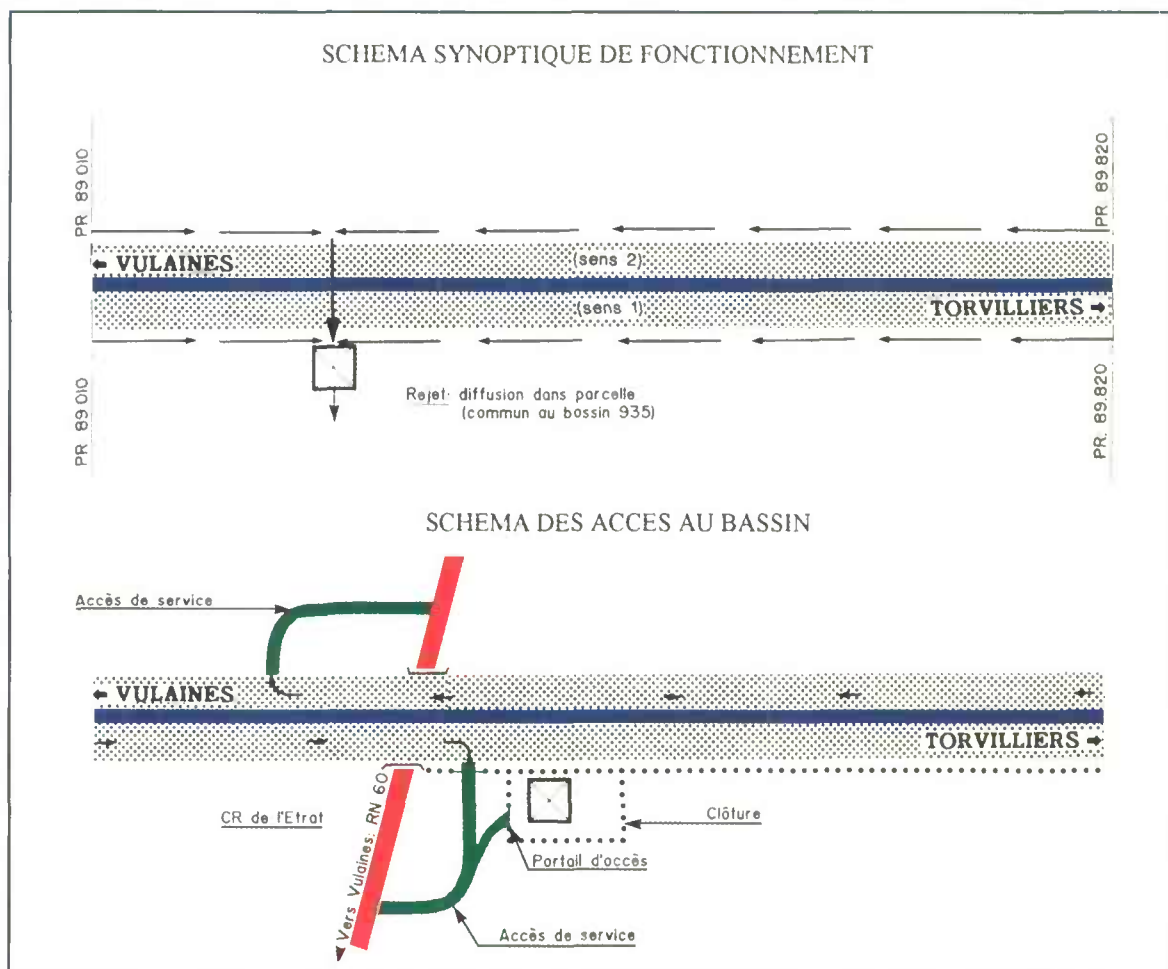
L'efficacité de tous les dispositifs dépend pour partie des actions d'information ou de formation des agents appelés à les faire fonctionner et à les entretenir. Ils doivent connaître le mode d'action des dispositifs et savoir agir judicieusement en cas de pollution accidentelle (réalisation d'exercices d'intervention).

Il convient donc de fournir au gestionnaire du domaine routier, pour chaque dispositif, une fiche :

- décrivant le principe de leur fonctionnement ;
- fixant les visites d'inspection (périodicité et actions) ;
- fixant les opérations d'entretien (périodicité et actions) ;
- fixant les consignes d'intervention en cas de pollution accidentelle.

La position des dispositifs et la délimitation des impluviums drainés doivent figurer sur un synoptique.

## EXEMPLE



Cette fiche fait partie d'un ensemble disponible sous la référence **B 9741** au bureau de vente des publications du SETRA.  
Prix de vente de l'ensemble : 200 F © 1997 SETRA



## PIEGEAGE PASSIF

Décembre 1997

Le piégeage passif doit permettre d'isoler une pollution sans aucune intervention humaine. Il constitue une solution possible de protection des secteurs à vulnérabilité moyenne sur les réseaux routiers et autoroutiers. Il est plus particulièrement adapté au réseau routier national et départemental qui ne fait pas l'objet d'une surveillance aussi soutenue que celle pratiquée sur le réseau autoroutier.

Le principe de piégeage passif concerne en priorité la rétention de molécules non miscibles à l'eau. Dans ce cas, l'efficacité du dispositif peut être considérée comme constante même en période pluvieuse.

*En revanche, le piégeage passif est inopérant pour retenir par temps de pluie des molécules miscibles à l'eau.*

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

Tous les ouvrages de confinement de la pollution accidentelle (bassins temporaires ou permanents, système de déshuilage) doivent présenter une perméabilité inférieure à  $10^{-7}$  m/s.

#### • Produits non miscibles à l'eau

Ces produits correspondent à des molécules à faible solubilité dans l'eau. Cette catégorie rassemble la majorité des hydrocarbures transportés par route. Ils peuvent être isolés par flottation pour les plus légers ou par décantation pour les plus lourds. Cette faculté permet de mettre en place des systèmes de piégeage passif fonctionnant par temps sec et par temps de pluie (*fig. 1*).

#### • Produits miscibles à l'eau

Le piégeage passif d'une pollution miscible n'est envisageable que par temps sec. Il suffit pour cela de disposer d'une capacité de stockage d'au-moins  $35 \text{ m}^3$  qui pourra être obtenue par l'interposition d'un bassin permanent (*fiche 16*). Sa conception permettra d'éviter les courants préférentiels en assurant un stockage du produit et par effet de piston une évacuation de l'eau située initialement dans le bassin. Un léger surdimensionnement du bassin ( $50 \text{ m}^3$  pour un risque maximal de  $35 \text{ m}^3$  déversé) apporte un gain de sécurité et permet au dispositif de fonctionner même avec un petit débit permanent dans le réseau d'évacuation des eaux pluviales (cas de raccordements de drains). Une dérivation située en tête du bassin, permet de dévier les eaux pluviales afin d'éviter qu'une pluie, consécutive au déversement, ne vienne entraîner le produit piégé.

**La récupération d'une pollution miscible se produisant par temps de pluie ne peut être obtenue par un piégeage purement passif.** Seule l'interposition, en sortie d'ouvrage, d'une vanne motorisée asservie à une sonde constitue une solution pseudo-passive.

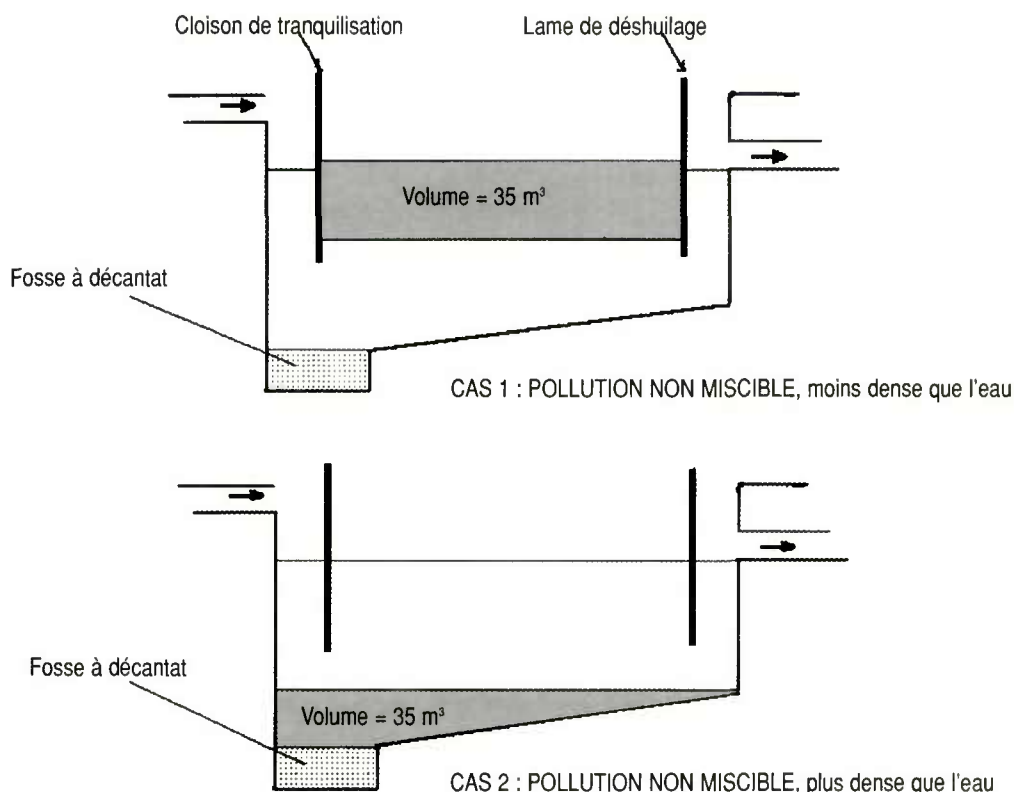


fig. 1 : Piégeage passif d'une pollution non miscible à l'eau.

## COMBINAISONS AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

### • Bassin permanent avec une lame de déshuilage

La récupération d'une pollution accidentelle non miscible ou miscible est assurée par une capacité de rétention supérieure à 35 m<sup>3</sup> (fig. 1) et des vitesses horizontales faibles (tab. 1 - **note (1)**).

### • Bassin temporaire avec un module lamellaire

La récupération d'une pollution accidentelle non miscible peut être obtenue par l'adjonction d'un bassin temporaire placé en amont du module lamellaire. L'ensemble représente un volume de rétention d'au moins 35 m<sup>3</sup>. Pour ce type de filière, le piégeage est principalement assuré par la mise en place d'un obturateur automatique (cloche flottant sur l'eau mais pas sur les hydrocarbures) interdisant tout rejet au milieu naturel lorsque la capacité de rétention est atteinte (tab. 1 - **note (2)**).

Cette combinaison peut avoir pour conséquence de mettre en charge le module lamellaire. Il est donc indispensable d'avoir une bonne étanchéité de la canalisation de liaison, des rehausses du séparateur et éventuellement des tampons de visite. Un essai de réception bassin plein obturateur fermé permet de vérifier cette étanchéité.

### • Bassin permanent avec un module lamellaire

Dans ce schéma d'installation, le séparateur est dimensionné pour un débit limité (20 à 200 l/s par exemple). Le bassin permanent est lui dimensionné pour une période de retour de 10 à 20 ans, s'il a également une fonction d'écrêteur du débit, et pour une période de retour de 1 à 2 ans, s'il n'a qu'une fonction liée au traitement de la pollution des eaux (tab. 1 - **note (3)**).

La fermeture de l'obturateur automatique provoque un stockage de la pollution dans le module lamellaire puis dans le bassin de retenue. Il suffit de faire précéder la surverse du bassin de retenue d'une cloison

siphonide pour que le dispositif puisse fonctionner par temps de pluie et quelle que soit la fréquence de l'épisode pluvieux. Une dérivation installée en tête de bassin, permet de dériver les eaux de pluie pendant les opérations de récupération de la pollution et de nettoyage de la filière.

Ce dispositif peut avoir pour conséquence de mettre en charge le module lamellaire. Il est donc indispensable d'avoir une bonne étanchéité de la canalisation de liaison, des rehausses du séparateur et éventuellement des tampons de visite. Un essai de réception bassin plein, obturateur fermé, permet de vérifier cette étanchéité.

#### • Module lamellaire seul

Il est généralement dimensionné pour la même période de retour d'insuffisance que le réseau de collecte. La fermeture de l'obturateur automatique provoque un stockage de la pollution dans l'ouvrage puis dans le réseau. Ce dispositif est satisfaisant par temps sec, par temps de pluie il peut également fonctionner à condition que le réseau soit relativement plat et qu'il dispose d'une capacité de stockage importante, il faut alors vérifier quel sera le point de débordement du réseau en cas de remplissage afin que le déversement ne présente pas un risque accidentel supplémentaire (tab. 1 - note (4)).

tab. 1 : Domaine d'application.

PLUIE	VULNÉRABILITÉ FAIBLE	VULNÉRABILITÉ MOYENNE	VULNÉRABILITÉ FORTE	EN COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS
non	(2), (4)	(1), (3)		oui
annuelle		(2), (4)	(1), (3)	oui
décennale		(1)	(3)	oui

Pollution miscible	Pollution non miscible
--------------------	------------------------

## ENTRETIEN

L'entretien d'un dispositif de déshuilage, selon la technique retenue (fiche 19), correspond soit à celui des bassins temporaires ou permanents (cas des simples lames de déshuilage) (fiches 9, 10), soit à celui des décanteurs particuliers (fiche 17).

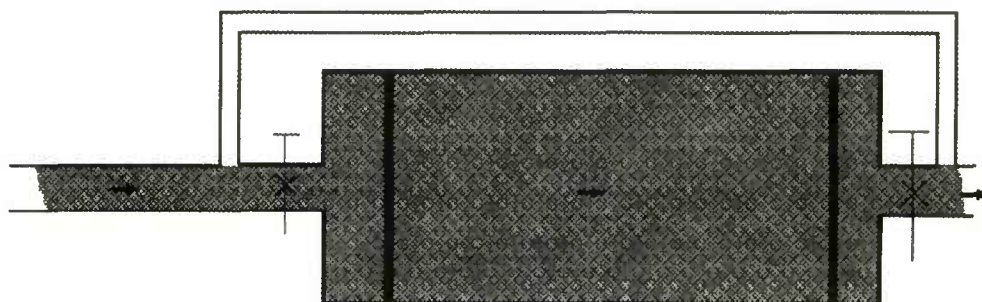
## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES	UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
terrassment en déblais	m <sup>3</sup>	b
étanchéification par une géomembrane PVC 10/10	m <sup>2</sup>	c
étanchéification par un revêtement en argile	m <sup>2</sup>	c
étanchéification par un géocomposite bentonitique	m <sup>2</sup>	c
vanne manuelle	u	B
	<b>DÉBIT DE TRAITEMENT (l/s)</b>	
déshuileur avec compartiment siphonide	20	C
	125	D
déshuileur à cellule lamellaire	20	C
	80	D
	150	E

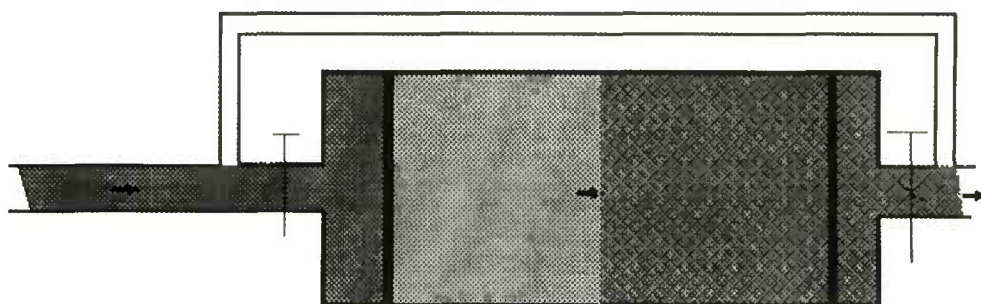
## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le principe présenté correspond au fonctionnement :

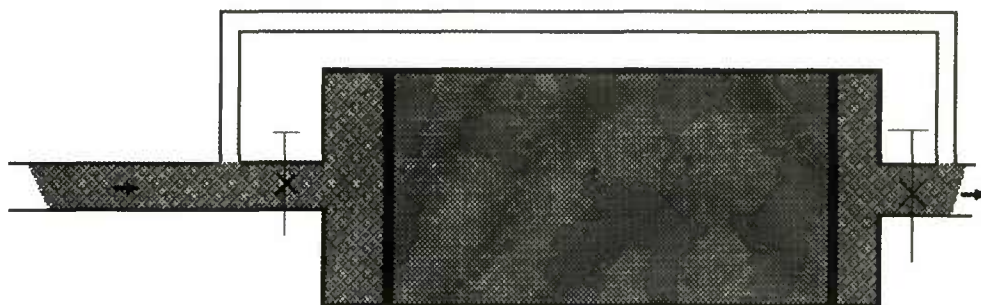
- d'un système de déshuilage, module préfabriqué ou déshuileur coulé en place, précédé ou non par un bassin,
- d'un bassin permanent muni d'une lame de déshuilage,
- par temps de pluie,
- avec une pollution non miscible à l'eau.



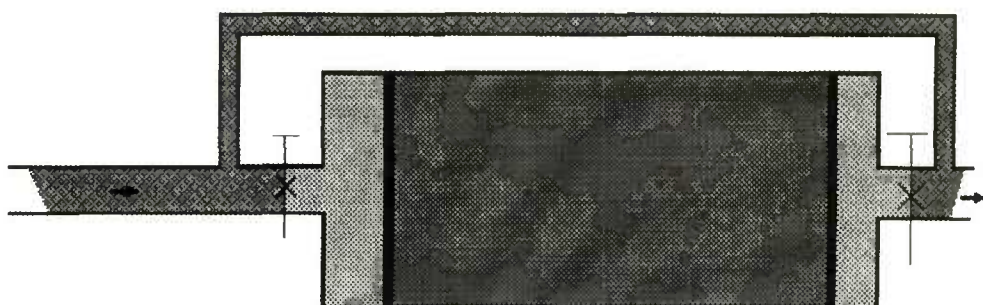
$t_0$  : fonctionnement normal [1]



$t_1$  : arrivée du polluant, séparation des phases liquides [1]



$t_2$  : rétention passive du polluant [1]



$t_3$  : intervention pour isoler l'ouvrage en dérivant les eaux claires [1]

[1] Pour une pollution miscible à l'eau, le principe reste valable mais par temps sec (suppression des zones en bleu).



## PIEGEAGE ACTIF

Décembre 1997

Le principe de piégeage actif doit répondre à la mise en sécurité d'une ressource en eau contre une pollution accidentelle, miscible à l'eau ou non, concomitante avec un épisode pluvieux. La mise en oeuvre d'un tel principe influence la conception, la combinaison et l'entretien des ouvrages de rétention.

Le principe de piégeage actif nécessite l'intervention humaine que ce soit pour la surveillance de la section concernée ou pour l'intervention sur les dispositifs. Il est, par conséquent, dépendant du délai de réponse du service gestionnaire de l'infrastructure. Toute amélioration du piégeage actif reposera sur une limitation de ce délai d'intervention.

### PARAMETRES DE DIMENSIONNEMENT

#### • Ecrêteur de surface

Cet appareil assure l'évacuation à débit peu variable quel que soit le niveau d'eau dans le bassin de régulation (< 2,5 m). Il consiste en une prise d'eau en surface par des avaloirs maintenus par des flotteurs. La gamme des débits traités est comprise entre 10 et 150 l/s. La hauteur d'eau maximale admissible dans le bassin est inférieure à 2,5 mètres.

#### • Vanne

Le débit de fuite est contrôlé par une vanne ou un ajutage. Le débit de fuite s'exprime en fonction de la charge hydraulique selon l'expression générale suivante :

$$Q = m \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad [1]$$

avec : Q = débit évacué en m<sup>3</sup>/s

m = coefficient de débit lié à la forme de l'orifice (0,6 ≤ m ≤ 0,9)

S = la section de l'orifice en m<sup>2</sup>,  $\frac{\pi \cdot d^2}{4}$  pour un orifice circulaire (d = diamètre)

g = accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

H = charge hydraulique amont en m

Pour un ajutage, par vanne  
rectangulaire de fond  
l'expression [1] devient :

$$Q = m \cdot L \cdot e \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h}{1 + \frac{m \cdot e}{h}}}$$

avec :  $Q$  = débit évacué en  $m^3/s$   
 $m$  = coefficient de débit (0,6)  
 $e$  = levée de la vanne en m  
 $L$  = largeur de l'ouverture en m  
 $g$  = accélération de la pesanteur ( $9,81 m/s^2$ )  
 $h$  = profondeur en amont en m

---

## COMBINAISONS AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS

### • Ecrêteur de surface

L'intérêt de ce régulateur réside dans le fait que la prise d'eau se fait toujours en surface. Le dispositif permet donc de retenir les polluants plus denses que l'eau sans intervention. En revanche, l'avaloir attire les flottants en un seul endroit et permet soit de les retenir par des grilles, soit de les traiter par un dispositif complémentaire en sortie de bassin, par exemple un déshuileur.

La mise en place d'un treuil manuel ou motorisé, permettant de relever le régulateur au-dessus du niveau des plus hautes eaux du bassin, suffit pour interdire tout rejet dans le milieu récepteur.

### • Vanne

Disposée en aval d'un bassin de retenue, elle permet d'isoler la pollution dans l'ouvrage. Les vannes à crémaillère ont une fermeture beaucoup plus rapide que les vannes à volant. Le volant ou la manivelle doivent être solidaires de la tige de manoeuvre afin que l'on n'ait pas à rechercher ce matériel en cas d'alerte.

Les vannes motorisées sont de type vanne murale ou vanne papillon. Elles sont commandées localement à partir d'un coffret électrique situé à proximité, ou télécommandées à partir d'un Centre de Sécurité ou d'un Centre d'Entretien.

Après le piégeage du flux polluant dans le bassin de rétention, la mise en service d'une dérivation permettra de rejeter directement les eaux claires au milieu naturel. La difficulté principale réside dans l'appréciation du piégeage complet d'une pollution véhiculée par de l'eau de pluie en particulier lorsque le produit est incolore.

En cas d'incertitude, on laissera se remplir le bassin jusqu'à sa limite de capacité ou jusqu'à mise en route d'une surverse. On préférera ainsi diluer davantage la pollution plutôt que de prendre le risque de mettre en service la dérivation avant récupération complète.

---

## EFFICACITE

Pour pérenniser le fonctionnement des dispositifs de piégeage, il convient de les entretenir et de les maintenir en bon état. Il faut obligatoirement faciliter l'accessibilité aux organes clés (les vannes par exemple) et indiquer les manoeuvres à effectuer (sens de rotation par exemple). Un portail de type "passe américaine", demandant peu d'entretien, présente l'avantage de réduire les difficultés d'intervention. De même, une rampe d'accès en fond d'ouvrage facilite les opérations de curage. Lorsque les éléments dimensionnants sont correctement choisis et la mise en oeuvre bien réalisée, l'entretien des ouvrages de collecte et de traitement des eaux de ruissellement est facilité.

Enfin, l'efficacité de tous ces ouvrages dépend pour partie des actions d'information ou de formation des agents appelés à les faire fonctionner et à les entretenir. Ils doivent connaître le mode d'action des dispositifs et savoir agir judicieusement en cas de pollution accidentelle (réalisation d'exercices d'intervention) (tab. I). Il convient donc de fournir au gestionnaire du domaine routier, pour chaque dispositif de traitement, une fiche :

- décrivant le principe de leur fonctionnement et leur rôle ;
- fixant les visites d'inspection (périodicité et actions) ;
- fixant les opérations d'entretien (périodicité et actions) ;
- fixant les consignes d'intervention en cas de pollution accidentelle.



La position des dispositifs et la délimitation des impluviums drainés doivent figurer sur un synoptique.

tab. I : Domaine d'application.

PLUIE	VULNÉRABILITÉ FAIBLE	VULNÉRABILITÉ MOYENNE	VULNÉRABILITÉ FORTE	EN COMBINAISON AVEC D'AUTRES DISPOSITIFS
non				
annuelle				oui
décennale				oui

## ENTRETIEN

### • Ecrêteur de surface

Les éléments du régulateur de débit devront être vérifiés 4 fois par an afin de s'assurer de leur bon fonctionnement (présence de flottants dans le mécanisme ou dans l'orifice de fuite, niveau du déversoir, déformation du dispositif, etc.). L'entretien des vannes, clapets, pièces mobiles et tringleries (graissage, vérification de l'étanchéité, remplacement des pièces défectueuses, tarage des flotteurs, tension des câbles, etc.) doit avoir lieu au-moins 2 fois par an.

### • Vanne

Ces types de dispositifs ne nécessitent pas d'entretien particulier, si ce n'est 4 fois par an de vérifier qu'ils ne sont pas obstrués ou gênés par des dépôts ou des flottants (branchages, bouteilles PVC, etc.).

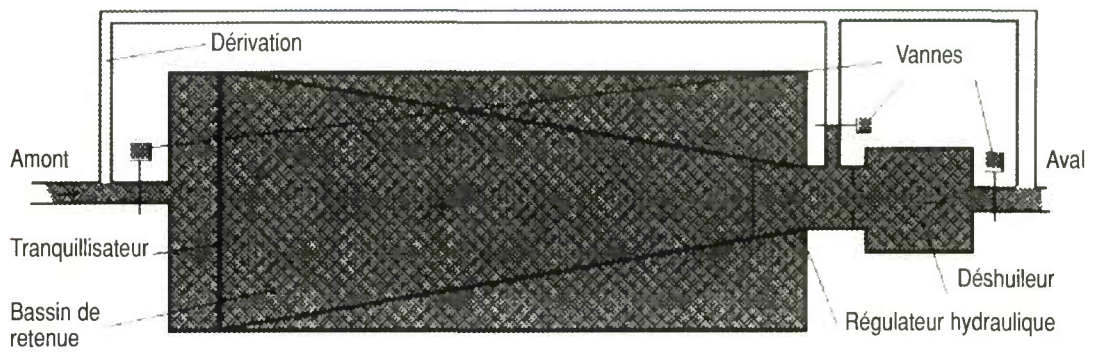
### • Dégrilleur

Le dégrilleur, en entrée de bassin ou en amont du dispositif de régulation hydraulique, sera vérifié au-moins 4 fois par an. Dans les régions méditerranéennes, il est fortement conseillé de vérifier la propreté des dégrilleurs avant l'arrivée de cellules orangeuses et après leur passage. Dans les autres régions climatiques, une vérification après chaque épisode un peu exceptionnel permettra de maintenir les capacités hydrauliques du dispositif.

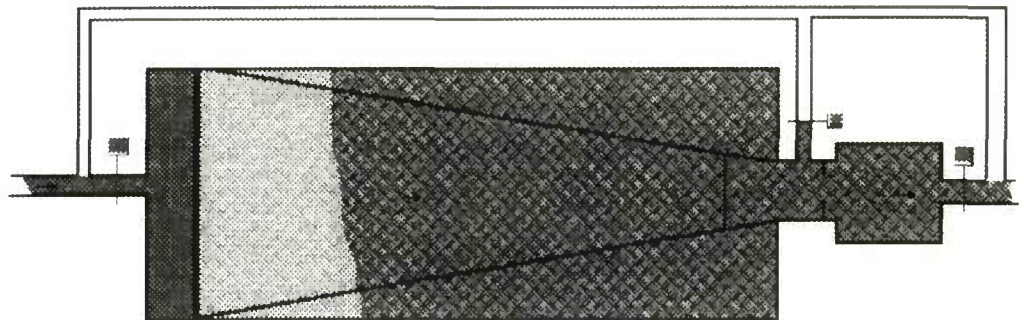
## COUTS

DÉSIGNATION DES OUVRAGES		UNITÉ	NIVEAU PRIX MOYEN
écrêteur de surface (l/s)	10	u	B
	50	u	B
	80	u	C
	120	u	C
	150	u	C
vanne manuelle		u	B

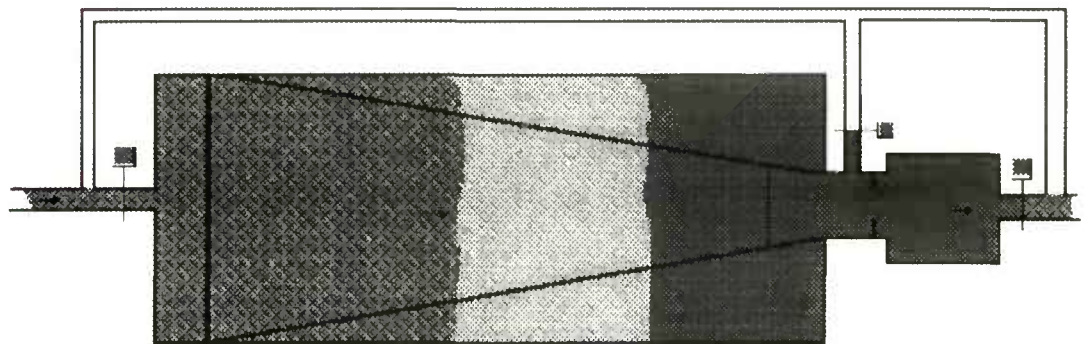
## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT



**t<sub>1</sub> : fonctionnement normal par temps de pluie**



**t<sub>2</sub> : arrivée d'un polluant**



**t<sub>3</sub> : propagation du flux polluant dans l'ouvrage**



**t<sub>4</sub> : Isolation manuelle ou automatique puis dérivation des eaux claires**

**Page laissée blanche intentionnellement**

Le document *L'eau et la route* traite des problèmes de la qualité des eaux, du traitement des pollutions, et plus particulièrement des impacts de toute modification des écoulements superficiels ou souterrains des eaux. Sont également étudiés les problèmes spécifiques de la gestion des chantiers générateurs de perturbations, et ceux posés par l'exploitation des axes routiers tant en situation normale qu'accidentelle.

Ce document s'adresse à tous ceux qui doivent appliquer les prescriptions de protection des ressources en eau et des milieux aquatiques, en matière d'infrastructures routières, dans le cadre des avantprojets, des études d'impact, de la construction et de l'exploitation des voies.

Ce septième volume présente une démarche de conception des dispositifs de traitement des eaux pluviales routières. Il est organisé en deux parties, l'une présentant les principes élémentaires, l'autre fournissant, sous forme de fiche, pour chaque dispositif les critères de dimensionnement, d'efficacité et de coût.

*The document, Water and the Road, deals with problems of water quality, pollution control and more particularly, the impact of any change in surface or ground water flow. It also studies specific problems encountered in managing jobsites that cause disturbance or in operating major roads both in normal and accidental situations.*

*This document is intended for those who have to apply regulations on the protection of water resources and aquatic environments with respect to road infrastructures, within the framework of draft projects, impact studies or road construction and operation.*

*This 7th volume presents a method for designing systems to treat road water runoff. It is in two parts, one of which describes the basic principles and the other gives the designing, efficiency and cost criteria for each system, in the form of data sheets.*

**Le guide, les fiches et le boîtier ne peuvent être vendus séparément.**

Ensemble disponible sous la référence **B 9741**  
au bureau de vente des publications du SETRA  
46, avenue Aristide Briand - BP 100  
92225 Bagneux Cedex - France  
Tél. : 01 46 11 31 53 et 01 46 11 31 55  
Télécopie : 01 46 11 33 55

Prix de vente de l'ensemble : **200 F**