

Guide technique

# Pollution d'origine routière

Conception des ouvrages de traitement des eaux





Guide technique

# Pollution d'origine routière

Conception des ouvrages de traitement des eaux



collection les outils



**Ce guide technique a été réalisé par un groupe de travail constitué de :**

- Marie Odile Cavaillès (Sétra)
- Serge Criscione (LRPC Melun)
- Marc Gigueux (CETE de l'Est)
- Jacques Hurtevent (CETE Méditerranée)
- Alexandre Servier (CETE Nord-Picardie)
- Marc Valin (CETE Nord-Picardie)
- Bruno Van-Hauwaert (CETE Nord-Picardie) pour la réalisation des schémas.

**Il a fait l'objet d'une validation sur l'aspect environnemental par Pierrick Esnault (Sétra).**

**L'équipe s'est notamment appuyée sur le travail approfondi réalisé en 2004 par Jacques Hurtevent (CETE Méditerranée) avec la participation de :**

- Pierre Azémard (LRPC Méditerranée)
- Marc Despréaux (Autoroutes du Sud de la France)
- Marc Livet (LRPC Clermont-Ferrand)
- Jean-François Serratrice (LRPC Méditerranée).

**Le thème pollution d'origine routière, objet du présent guide, constitue le dernier des volets après le drainage routier (cf. guide [42]) et l'assainissement routier (cf. guide [41]).**

---

Aide à la lecture du guide

- les abréviations et symboles rencontrés dans le texte sont explicités en annexe 9,
- le glossaire, en annexe 10, donne les définitions des principaux termes (repérés par \*) spécifiques utilisés,
- les renvois bibliographiques : dans le texte, les numéros entre crochets [ ] correspondent aux documents mentionnés dans la bibliographie en annexe 11.

# Sommaire

---

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>Chapitre 1 - Contexte</b>	<b>7</b>
1.1 - Cadre législatif et réglementaire	8
1.2 - Milieux concernés	9
1.3 - Impacts liés à l'infrastructure routière	9
<b>Chapitre 2 - Méthode d'évaluation de la vulnérabilité de la ressource en eau</b>	<b>11</b>
2.1 - Objectifs de la méthode d'évaluation	12
2.2 - Présentation de la méthode	12
2.3 - Commentaires	15
<b>Chapitre 3 - Caractéristiques des pollutions chronique, saisonnière et accidentelle</b>	<b>17</b>
3.1 - Pollution chronique	18
3.2 - Pollution saisonnière	18
3.3 - Pollution accidentelle	19
<b>Chapitre 4 - Description des ouvrages de protection et domaines d'emploi</b>	<b>21</b>
4.1 - Fossés	22
4.2 - Bassins routiers	28
4.3 - Ouvrage complémentaire : filtre à sable	34
4.4 - Synthèse	36
<b>Chapitre 5 - Choix des ouvrages de protection</b>	<b>37</b>
5.1 - Démarche	38
5.2 - Niveaux d'étanchéité des ouvrages	38
5.3 - Performances des ouvrages sur la pollution chronique	41
<b>Chapitre 6 - Entretien des ouvrages et gestion des boues</b>	<b>43</b>
6.1 - Entretien des ouvrages	44
6.2 - Gestion des boues des bassins routiers et fossés subhorizontaux	47
<b>Annexes</b>	<b>53</b>
1 - Articles extraits du Code de l'environnement (partie législative) concernant les atteintes aux milieux aquatiques	54
2 - Qualité de l'eau	56
3 - Détermination du temps de propagation d'une pollution dans les sols	58
4 - Calcul des charges polluantes	60
5 - Ouvrage de sortie et d'entrée pour bassin	66
6 - Déversoir sur berge de bassin routier	68
7 - Exemples de calcul	69
8 - Siccité	78
9 - Abréviations et symboles	79
10 - Glossaire	80
11 - Références bibliographiques	80



# Introduction

---

La protection de la ressource en eau et des écosystèmes, qui entre dans le cadre du développement durable, constitue aujourd'hui un enjeu majeur et exige la mise en œuvre de mesures appropriées vis-à-vis de la pollution d'origine routière.

La circulation automobile entraîne un dépôt direct de résidus sur les chaussées et les surfaces environnantes. Lors d'un événement pluvieux ou d'un déversement accidentel, tout ou partie de la pollution ruisselle ou s'infiltré vers les milieux récepteurs (milieux aquatiques, sols).

Les sept volumes « L'eau et la route » [21] qui traitent 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, ont porté à connaissance les enjeux, la réglementation et donné des pistes sur les mesures de protection de la ressource en eau. Ces volumes constituent un document de référence des connaissances générales alors que le présent guide est un document technique avant tout, centré sur les aspects conception et gestion des ouvrages de traitement de la pollution routière.

Le guide technique « Pollution d'origine routière » propose une doctrine intégrant :

- une méthode d'évaluation de la vulnérabilité de la ressource en eau ;
- la caractérisation des pollutions accidentelle, saisonnière et chronique ;
- la description et l'entretien des ouvrages de protection ;
- la gestion des boues.

L'ensemble de la démarche s'appuie sur un retour d'expériences en matière de conception et de gestion des ouvrages de traitement. Elle tient compte également des résultats de recherches engagées depuis une quinzaine d'années sur la pollution et l'impact des eaux de ruissellement de chaussées sur le milieu naturel.

La protection de la ressource en eau fait partie intégrante des projets routiers neufs, des études de remise à niveau pour les routes existantes et de la réalisation des chantiers, ce dernier point n'étant pas traité dans ce document.

Ce guide apporte aux concepteurs la possibilité d'unifier leurs pratiques, d'acquérir des méthodes communes d'approche des problèmes de pollution et d'appliquer les règles de calculs nécessaires au dimensionnement des ouvrages de traitement.

Ce document s'adresse également aux exploitants et aux services en charge de la police de l'eau.





# Chapitre 1

## Contexte

### 1.1 - Cadre législatif et réglementaire

- 1.1.1 - Code de l'environnement et directive cadre eau
- 1.1.2 - Code de la santé

8

8

9

### 1.2 - Milieux concernés

- 1.2.2 - Eaux souterraines
- 1.2.3 - Zones humides

9

9

9

### 1.3 - Impacts liés à l'infrastructure routière

9

#### **Avertissement**

*L'évolution rapide et permanente de la réglementation nécessite la prise en compte des derniers textes en vigueur.*

## **1.1 - Cadre législatif et réglementaire**

Les infrastructures routières sont assujetties en matière d'hydraulique et d'environnement aux réglementations suivantes, en vigueur au 1<sup>er</sup> mars 2007 :

### **1.1.1 - Code de l'environnement et directive cadre eau**

La réglementation sur l'eau et les milieux aquatiques constitue le titre I<sup>er</sup> du livre II du Code de l'environnement [10]. Dans ce titre, ont été intégrées les lois suivantes :

- la loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 [1] relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution, transcrite dans les articles L. 211-1 et suivants du Code de l'environnement [10]. Cette loi a prévu un mécanisme d'incitation pour la lutte contre la pollution des eaux qui repose d'une part sur la taxation des comportements portant atteinte à la ressource et, d'autre part, sur la mise en place d'aides au financement des travaux de dépollution. Elle est à l'origine des agences de bassin, aujourd'hui dénommées agences de l'eau ;
- la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau [2], transcrite dans le Code de l'environnement [10] aux articles L. 210-1 et suivants, a mis en place un nouveau cadre reposant sur deux principes : la gestion équilibrée de chaque bassin et la préservation de la ressource en eau et des milieux aquatiques. La loi soumet à autorisation ou à déclaration les installations, ouvrages, travaux et activités entraînant des prélèvements sur les eaux, une modification du niveau ou du mode d'écoulement ou des déversements, écoulements, rejets, chroniques ou épisodiques, même non polluants. Les décrets 2006-880 [3] et 2006-881 [4] du 17 juillet 2006 modifient les procédures et la nomenclature ;
- la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 [5] sur l'eau et les milieux aquatiques apporte des nouvelles modifications au Code de l'environnement et à un ensemble d'autres codes, lois, décrets et ordonnances. Elle vise à transposer les objectifs de la directive cadre eau dans la législation française.

Des outils de planification dotés d'une valeur juridique ont été créés : au niveau de chaque bassin, les orientations fondamentales sont définies dans

les SDAGE (Schémas Directeurs d'Aménagement des Eaux) ; au niveau des sous-bassins, les objectifs particuliers sont énoncés dans les SAGE (Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux). La révision des SDAGE en 2008-2009 permettra d'entériner l'utilisation du nouveau référentiel et des nouvelles grilles d'évaluation de qualité des eaux définies dans la circulaire DCE 2005-12 [6].

Une police de l'eau avec un renforcement des sanctions (articles L. 216-6, L. 216-8, L. 432-2 et L. 432-3 du Code de l'environnement, cf. annexe 1) réprimant l'atteinte à la ressource a été mise en place. Elle a pour objectifs de lutter contre la pollution des eaux des cours d'eau, lacs, plans d'eau ainsi que des eaux souterraines, de contrôler la construction d'ouvrages faisant obstacle à l'écoulement des eaux ou à la libre circulation de la faune piscicole, de prévenir les inondations et de protéger les milieux aquatiques.

La directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 transposée par la loi 2004-338 du 21 avril 2004 [7] a pour objectif d'établir un cadre général pour la protection des eaux continentales, souterraines et côtières.

Afin de retrouver un bon état écologique des eaux d'ici 2015, la directive fixe quatre grands principes :

- le principe de gestion par bassin versant : des réseaux de surveillance de la qualité des eaux de surface et souterraines, et des contrôles des rejets dans les eaux de surface doivent être mis en œuvre dans chaque bassin versant ;
- le principe de planification et la programmation des actions : des plans de gestion et des programmes de mesures doivent être établis afin de réaliser les objectifs environnementaux ;
- le principe de récupération des coûts : le coût global doit tenir compte des coûts pour l'environnement et les ressources. La contribution devra être appropriée selon les secteurs économiques ;
- le principe de participation du public : toutes les parties concernées doivent pouvoir participer activement : les plans de gestion devront être publiés et soumis au public.

La directive cadre eau modifie la manière dont est appréhendé le milieu aquatique (eaux de surface) dans les études routières. Les anciens objectifs de qualité disparaîtront au profit de nouvelles grilles de qualité faisant intervenir de nouveaux paramètres de prise en compte de la qualité des cours d'eau et une nouvelle typologie nationale des eaux de surface. Les circulaires DCE 2005-11 [8], DCE 2005-12 [6] et DCE 2006-17 [9] précisent les méthodes provisoires d'évaluation de la qualité des masses d'eau et l'objectif d'atteinte du bon état écologique.

## 1.1.2 - Code de la santé

Dans son livre III « Protection de la santé et environnement » titre 2, le Code de la santé publique fixe les règles concernant les eaux destinées à la consommation humaine. Il définit la qualité de ces eaux et leur contrôle, les modalités de gestion des zones de protection des captages, les règles de forage pour les puits de captage.

*Les différents textes réglementaires imposent aux gestionnaires des infrastructures routières de prendre les mesures nécessaires pour éviter de porter atteinte aux milieux aquatiques [21] et [38].*

## 1.2 - Milieux concernés

### 1.2.1 - Eaux de surface

Sont considérées comme eaux de surface les eaux superficielles courantes, les eaux superficielles stagnantes et les eaux littorales. Les eaux littorales ne sont pas traitées dans le présent guide.

Ces eaux ne doivent pas être considérées uniquement en tant que ressource en eau mais comme des écosystèmes. Les paramètres à prendre en compte ne sont pas simplement les paramètres physico-chimiques (pH, polluants, oxygène dissous, ...) et physiques (morphologie des cours d'eau, régime hydraulique, ...) mais également les paramètres biologiques (faune piscicole, plantes aquatiques, invertébrés aquatiques, ...).

### 1.2.2 - Eaux souterraines

Les eaux souterraines sont alimentées par infiltration des précipitations, par échange avec un cours d'eau ou drainage d'un autre aquifère\*. Ces eaux sont à considérer principalement selon leur qualité physico-chimique (minéralisation, teneurs en polluants, ...).

### 1.2.3 - Zones humides

Au sens juridique, la loi sur l'eau définit les zones humides comme « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Les zones humides participent à la biodiversité, à l'auto-épuration de l'eau et contribuent à l'atténuation de l'effet des crues et au soutien d'étiage.

## 1.3 - Impacts liés à l'infrastructure routière

Les perturbations engendrées par la réalisation du réseau routier puis son exploitation concernent les eaux de surface, les eaux souterraines et les zones humides. Elles peuvent altérer les caractéristiques physiques ou les qualités physico-chimiques et biologiques des milieux traversés.

D'une manière générale, les impacts potentiels concernant les milieux traversés peuvent être engendrés par la modification d'un bassin versant et la concentration des débits, la modification du lit mineur d'un cours d'eau, les rabattements de nappes et la pollution d'origine routière.

La pollution d'origine routière se manifeste sous les quatre aspects suivants :

- **la pollution chronique** (cf. chapitre 3§1 pour les caractéristiques de la pollution chronique). La pollution chronique est véhiculée par les eaux de ruissellement lessivant la chaussée. Les sources de pollution sont classiquement les carburants, les huiles, l'usure des freins, les pneus, la corrosion des véhicules, mais aussi l'usure de la chaussée et des équipements routiers ;
- **la pollution saisonnière** (cf. chapitre 3§2 pour les caractéristiques de la pollution saisonnière). Pour l'essentiel, il s'agit de la pollution générée par l'utilisation de fondants routiers en hiver ou de produits phytosanitaires d'entretien ;
- **la pollution accidentelle** (cf. chapitre 3§3 pour les caractéristiques de la pollution accidentelle). Ce type de pollution est consécutif à un accident de circulation avec déversement de matières polluantes voire dangereuses, avec des conséquences plus ou moins graves selon la nature et la quantité non seulement du produit déversé mais aussi du milieu susceptible d'être contaminé ;
- **la pollution en phase de travaux** (cf. guide « Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique » [40]). Les chantiers perturbent, parfois très fortement, les milieux, sous l'effet du décapage des sols, de leur érosion par les eaux de pluie, de la chenalisation temporaire ou définitive des cours d'eau, des dérivations temporaires opérées pour exécuter des ouvrages d'art, de l'utilisation de liants hydrauliques, de l'entretien des engins de travaux, de la présence de centrales de fabrication ou de la réalisation de déblais ou de trémies.

Les perturbations qui surviennent sont essentiellement des dépôts de fines et des transformations des qualités physico-chimiques des cours d'eau, des altérations des propriétés de la couverture géologique, des modifications des conditions d'écoulement et des

régimes hydrauliques, des migrations de substances dangereuses (hydrocarbures essentiellement), des variations de la piézométrie de la nappe, des problèmes suscités par le stockage, le réemploi et la forme (blocs, boues, ...) de certains matériaux extraits.

Le guide ne prend en compte que les trois premiers aspects de la pollution d'origine routière.





# Chapitre 2

## Méthode d'évaluation de la vulnérabilité de la ressource en eau

<b>2.1 - Objectifs de la méthode d'évaluation</b>	<b>12</b>
<b>2.2 - Présentation de la méthode</b>	<b>12</b>
2.2.1 - Eaux de surface	13
2.2.2 - Eaux souterraines	14
2.2.3 - Réalisation d'une cartographie	15
<b>2.3 - Commentaires</b>	<b>15</b>

La vulnérabilité de la ressource en eau est un paramètre à prendre en compte dès les études préliminaires et à adapter au fur et à mesure de l'avancement du projet (cf. chapitre 2 et 3 du guide [41]).

La vulnérabilité de la ressource en eau se définit par le temps mis par un polluant pour atteindre cette ressource : plus ce temps est faible, plus la ressource est vulnérable.

Une ressource en eau est sensible lorsque l'usage de cette ressource est affecté par la pollution. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées afin de déterminer la vulnérabilité de la ressource en eau.

Par exemple, la méthode développée par le **BRGM (2000)** [22] permet une approche détaillée de la vulnérabilité des eaux souterraines. Cette méthode s'appuie sur une analyse multicritères des différents paramètres caractérisant les aquifères\*.

La méthode qui est présentée dans ce guide, a été développée en 1991 par les **laboratoires régionaux des Ponts et Chaussées** et appliquée sur plus de 1 500 km d'infrastructures autoroutières et routières. Elle permet d'évaluer et de hiérarchiser le degré de vulnérabilité de l'ensemble de la ressource en eau qui regroupe les eaux souterraines et les eaux de surface.

Cette évaluation prend en compte la pollution accidentelle et permet de définir les types d'ouvrages adaptés aux enjeux. L'ouvrage de traitement et ses caractéristiques qui découlent de la méthode sont ensuite vérifiés pour les objectifs liés à la pollution chronique (cf. chapitres 3.1.1 et 5.3 du guide).

## 2.1 - Objectifs de la méthode d'évaluation

Pour les infrastructures routières, la méthode d'évaluation et de hiérarchisation de la vulnérabilité de la ressource en eau poursuit plusieurs objectifs :

- définition de la typologie et de la nature des ouvrages à prévoir pour une protection adaptée de la ressource en eau (infrastructures en projet et itinéraires existants) ;
- hiérarchisation des priorités pour les travaux de réhabilitation (prise en compte de la protection de la ressource en eau sur les itinéraires existants) ;
- conception et dimensionnement des ouvrages de protection de la ressource en eau en fonction des caractéristiques globales de cette ressource ;
- donner aux gestionnaires et aux services de secours une connaissance sur la hiérarchisation et la localisation géographique des différentes zones de vulnérabilité de la ressource en eau traversées par l'infrastructure.

## 2.2 - Présentation de la méthode

Cette méthode, basée sur un recueil d'informations disponibles auprès de divers organismes à l'exclusion de toute reconnaissance lourde spécifique, permet de hiérarchiser et d'adapter les ouvrages de protection de la ressource en eau en fonction de l'enjeu.

Elle constitue une analyse assez générale d'un territoire, qui passe par une globalisation et homogénéisation des données disponibles.

Plusieurs critères ont été retenus pour apprécier cette vulnérabilité d'un milieu aquatique :

- **présence d'une alimentation en eau potable (AEP) ;**
- **distance de l'infrastructure à l'usage de la ressource en eau ;**
- **nombre d'usages de la ressource en eau :**
  - localisation des captages, leur type (forage, prise en rivière), leurs périmètres de protection et les débits prélevés ;
  - destination de l'eau (AEP, adduction privée, irrigation, élevage, industrie, ...) ainsi que la population desservie ;
  - zones de baignades, de loisirs liés à l'eau (pêche, planche à voile, ...) ;
  - projets d'équipement ou de captage, les zones « réservées pour exploitations futures » ;
  - les eaux thermales ;
- **objectif de qualité de la ressource en eau<sup>(1)</sup> (cf. annexe 2) ;**
- **temps de propagation** dans les milieux non saturés couvrant les eaux souterraines ;
- **enjeux liés à la présence de milieux naturels remarquables** : arrêtés de biotopes, zones Natura 2000... [23] dépendant de la ressource en eau ;
- **milieux humides.**

*Le terme de vulnérabilité utilisé par la suite recouvre la notion de la vulnérabilité stricte (la ressource en eau peut-elle être atteinte par une pollution et en combien de temps) et la notion de sensibilité (usages affectés par cette pollution, ...).*

L'utilisation de ces critères et des seuils qui leur sont affectés aboutit à une classification en 4 types de zones pour les eaux de surface et les eaux souterraines :

- **zones peu ou pas vulnérables** : couleur verte ;
- **zones moyennement vulnérables** : couleur jaune ;
- **zones fortement vulnérables** : couleur rouge ;
- **zones très fortement vulnérables** : couleur noire.

<sup>1</sup> Les objectifs de qualité tels qu'ils sont établis lors de la rédaction de ce guide sont susceptibles d'être modifiés lors de la révision des SDAGE prévue en 2009 et l'application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000.

## 2.2.1 - Eaux de surface

Quatre types de zones sont distinguées :

- **les zones peu ou pas vulnérables (couleur verte) :**

ces zones concernent les eaux de surface non utilisées à des fins d'alimentation en eau potable, qui ont un objectif ou une classe de qualité 2 ou 3 avec moins de 2 usages à moins de 5 km de distance du point de rejet ;

- **les zones moyennement vulnérables (couleur jaune) :**

Ces zones concernent les eaux de surface avec présence possible d'alimentation en eau potable à plus de 10 km de distance du point de rejet, qui ont un objectif ou une classe de qualité 1A à 3 avec au plus 3 usages à moins de 5 km de distance du point de rejet ;

- **les zones fortement vulnérables (couleur rouge) :**

ces zones concernent les eaux de surface avec présence possible d'alimentation en eau potable de 1 à 10 km de distance du point de rejet, qui ont un objectif ou une classe de qualité 1A à 3 avec au moins 2 usages à moins de 5 km de distance du point de rejet.

Le tableau n°1 récapitule les critères de hiérarchisation pour les trois zones de vulnérabilité vertes, jaunes et rouges.

- **les zones très fortement vulnérables (couleur noire) :**

elles regroupent les zones de baignade autorisées, les zones d'élevage et de cultures aquatiques (piscicultures, cressonnières, etc.), les périmètres de protection rapprochée et prises d'eau potable situées à moins d'un kilomètre en aval du rejet potentiel.

### Remarque

Les zones suivantes nécessitent une attention particulière en vue d'un classement suivant les couleurs noires, rouges ou jaunes :

- étang, plan d'eau, zone humide, parc régional naturel ou parc national, réserve naturelle ;
- zone dans laquelle s'appliquent des mesures de conservation des biotopes aquatiques ;
- zone Natura 2000.

Objectifs de qualité ou qualité des eaux de surface <sup>(2)</sup>	Usages				
	Sans AEP <sup>(1)</sup>			AEP <sup>(1)</sup>	
	Nombre d'usages à moins de 5 km <sup>(3)</sup>			Distance <sup>(3)</sup>	
	< 2	2 - 3	> 3	1-10 km Rouge	> 10 km Jaune
1A - 1B	Jaune	Rouge	Rouge		
2 - 3	Vert	Jaune	Rouge		

Tableau n°1 : classe de vulnérabilité des eaux de surface

(1) AEP : Alimentation en Eau Potable (prise d'eau en rivière).

(2) Classes de qualité (cf. annexe 2).

(3) Les distances à retenir sont fonction du temps requis pour prendre les mesures de protection et d'intervention. Ces seuils de distance sont ici déterminés en considérant une vitesse d'écoulement de l'eau du milieu naturel inférieure ou égale à 1 m/s. Si la vitesse est supérieure à 1 m/s, ces seuils peuvent être adaptés en fonction des enjeux locaux.

## 2.2.2 - Eaux souterraines

Les classes de vulnérabilité sont déterminées en fonction de l'évaluation du temps de propagation d'une pollution accidentelle pour atteindre la nappe à partir de la surface du terrain naturel, ainsi que des potentialités et usages des aquifères\*.

En premier lieu, il convient de positionner des zones homogènes par estimation du temps de propagation jusqu'au toit de la nappe :

- supérieur à 1 an ;
- de 1 mois à 1 an ;
- inférieur à 1 mois.

Pour établir cette hiérarchisation, il est nécessaire de connaître la nature et les caractéristiques des terrains traversés à savoir : la perméabilité, la porosité (de fissure ou d'interstice), le degré de fissuration ou fracturation, la piézométrie (cf. annexe 3). Ces paramètres permettent de déterminer le temps de propagation entre le point de déversement dans le milieu naturel et la nappe. La perméabilité des terrains est connue d'après les données recueillies (cas des nappes exploitées) ou estimée selon des données générales fournies dans la littérature spécialisée.

Il est indispensable de s'adresser à un géologue/hydrogéologue pour déterminer ces paramètres.

Cette hiérarchisation « brute » estimée selon les temps de propagation au toit de la nappe est pondérée en fonction de la qualité, des potentialités et des usages des aquifères\*, de la distance des points de prélèvements par rapport à l'infrastructure routière.

La nature et l'importance des captages sont pris en compte : usage agricole, industriel, agroalimentaire, AEP privée ou publique, débits prélevés, nombre de personnes desservies, etc.

En fonction de ces divers éléments et du temps de propagation dans les différentes couches entre la surface du terrain naturel et le toit de la nappe à protéger, on retiendra les trois classes de vulnérabilité suivantes :

<b>Zones peu ou pas vulnérables</b>	Correspondent à des secteurs présentant très peu ou pas de risques pour les nappes.
<b>Zones moyennement vulnérables</b>	Il s'agit des zones où la propagation d'une pollution est suffisamment lente pour pouvoir être arrêtée et/ou des zones offrant des ressources limitées peu ou pas exploitées en particulier pour AEP.
<b>Zones fortement vulnérables</b>	Correspondent globalement aux traversées de terrains aquifères en zones perméables.

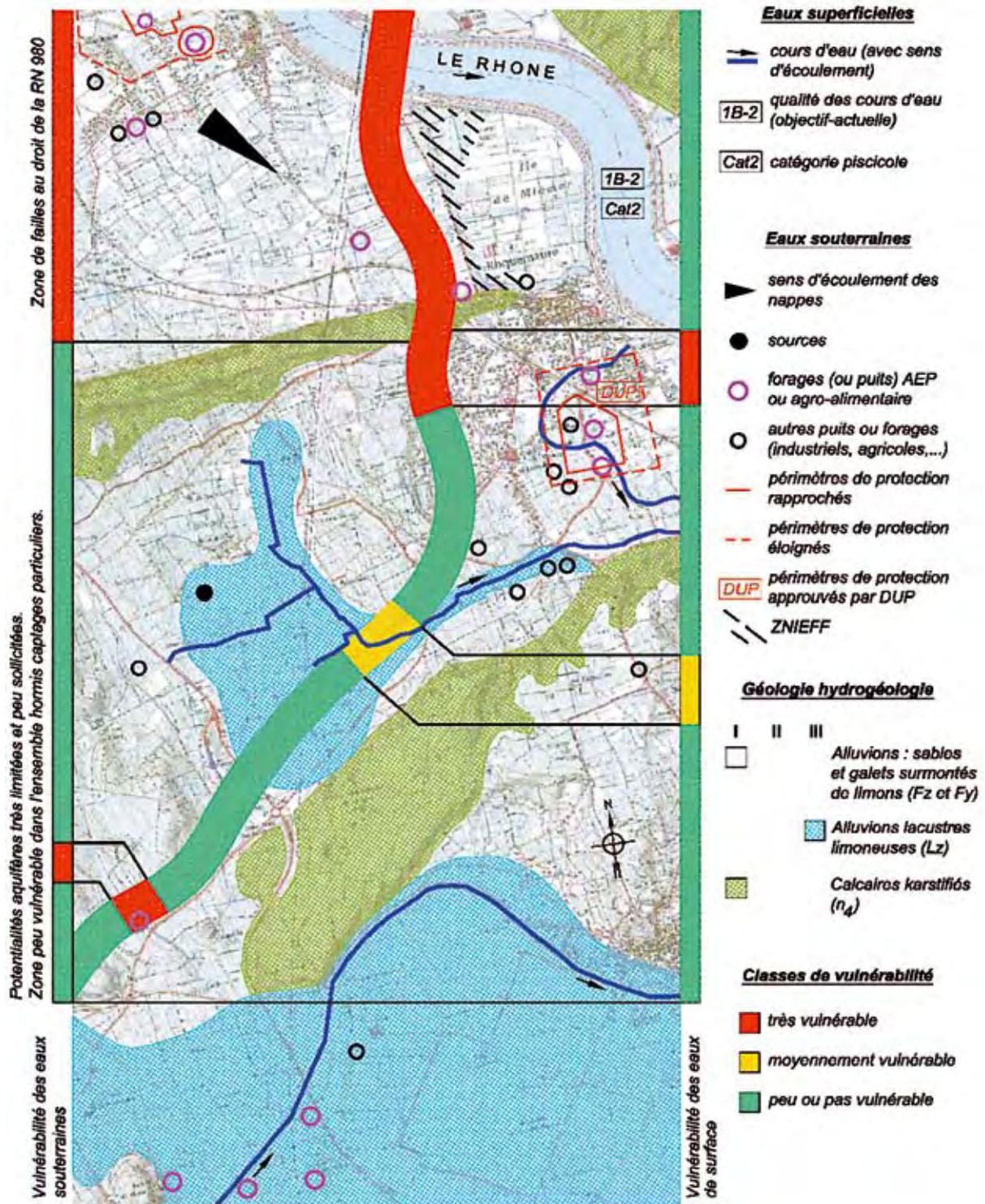
À ces 3 classes s'ajoute une classe liée à la réglementation dans les milieux sensibles correspondant aux périmètres de protection rapprochés des captages publics d'alimentation en eau potable (AEP) ou alimentaire :

<b>Zones très fortement vulnérables</b>	Traversées de périmètres de protection rapprochés
---	---

## 2.2.3 - Réalisation d'une cartographie

La représentation cartographique de la vulnérabilité sera faite sous la forme d'un ruban de couleur le long de l'infrastructure. Il est nécessaire de reporter sur chaque bord de la carte un ruban synoptique de la vulnérabilité des eaux souterraines et de la vulnérabilité des eaux de surface pour définir les niveaux d'étanchéité des ouvrages (cf. chapitre 5.1).

La carte n°1 illustre l'application de la méthode d'évaluation de la vulnérabilité de la ressource en eau sur un projet d'aménagement autoroutier. Les symboles et trames utilisées sur cette carte représentent les informations locales disponibles prises en compte pour la hiérarchisation de la vulnérabilité des eaux souterraines telles que périmètres de protection de captage, nature géologique des sols, ...



Carte n°1 : cartographie de la vulnérabilité de l'aire de Roquemaure à la RD4

## 2.3 - Commentaires

Les problèmes de pollutions impliquent le maître d'ouvrage vis-à-vis de nombreux intervenants, à la fois publics (administrations, collectivités locales), parapublics (gestionnaires des réseaux d'alimentation en eau potable, agences de l'eau), privés (industriels, particuliers) et associatifs (défense de l'environnement, pêche, ...).

Il est important d'expliquer et de présenter cette méthode à l'ensemble des intervenants concernés par l'étude, et de montrer qu'elle synthétise des informations exploitables par les gestionnaires de la ressource en eau et de l'infrastructure.

Cette information préalable à l'étude permet d'obtenir un consensus large qui ressort de l'analyse des données locales.

La méthode doit être considérée comme un outil d'aide :

- à la communication ;
- au choix différencié des ouvrages de protection de la ressource en eau.

Dans tous les cas de figure, les résultats obtenus par l'application de cette méthode de hiérarchisation de la vulnérabilité de la ressource en eau vis-à-vis de la pollution d'origine routière doivent respecter les orientations définies par la circulaire DCE 2005/12 [6] relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface.

Cette méthode s'adresse aux « enjeux courants » rencontrés le long des infrastructures. Pour les nappes phréatiques vulnérables, l'étude de la propagation d'un polluant dans la nappe par modélisation est le plus souvent à envisager.



# Chapitre 3

## Caractéristiques des pollutions chronique, saisonnière et accidentelle

<b>3.1 - Pollution chronique</b>	<b>18</b>
3.1.1 - Charges polluantes	18
3.1.2 - Mesures de protection	18
<b>3.2 - Pollution saisonnière</b>	<b>18</b>
3.2.1 - Charges polluantes	18
3.2.2 - Mesures de précaution	19
<b>3.3 - Pollution accidentelle</b>	<b>19</b>
3.3.1 - Charges polluantes	19
3.3.2 - Mesures de protection	19
3.3.3 - Gestion de la pollution accidentelle	19

Les eaux de ruissellement apportent essentiellement dans les milieux récepteurs des matières minérales de façon chronique (émissions générées par les véhicules, usure des pneus...), saisonnière (salage hivernal) ou accidentelle (lessivage de produits dangereux suite à un déversement accidentel).

## 3.1 - Pollution chronique

La pollution chronique est liée essentiellement au trafic (gaz d'échappement, fuites de fluides, usure de divers éléments) mais également à l'infrastructure routière (usure de la chaussée, corrosion des équipements de sécurité et de signalisation...).

De ce fait, la composition chimique des eaux de ruissellement est très variable. Elles contiennent aussi bien des éléments traces métalliques tels que le zinc, le cuivre, le cadmium que des carburants (hydrocarbures, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques : HAP), des huiles, du caoutchouc, des phénols... **Aujourd'hui, le plomb a pratiquement disparu des rejets de polluants** et ne fait plus partie des paramètres à prendre en compte pour caractériser la pollution chronique routière.

Une partie de ces polluants est soit projetée sur les bas-côtés de la chaussée, soit prise dans les mouvements de l'air et transportée au loin, tandis qu'une autre partie se dépose sur la chaussée et s'accumule en période sèche avant d'être lessivée par les eaux de ruissellement.

Dans les eaux de ruissellement routières, la majorité de la pollution émise se fixe sur les matières en suspension (MES) qui proviennent essentiellement de l'usure des pneumatiques, de la corrosion des véhicules et de l'usure des chaussées.

Les métaux lourds qui s'accumulent ainsi dans les milieux aquatiques (au niveau du compartiment sédimentaire) sont progressivement intégrés aux chaînes alimentaires par bioaccumulation pouvant entraîner une toxicité à long terme.

### 3.1.1 - Charges polluantes

Des études ont montré une relation entre les charges polluantes et divers paramètres tels que le trafic, la pluviométrie et les caractéristiques des sites [43]. Deux types de sites sont distingués : le site ouvert et le site restreint.

Le **site ouvert** correspond à une infrastructure dont les abords ne s'opposent pas à la dispersion de la charge polluante par voie aérienne.

Le **site restreint** correspond à une infrastructure dont les abords limitent la dispersion de la charge polluante par voie aérienne. Les obstacles qui limitent cette dispersion ont une longueur minimale de 100 m, une hauteur égale ou supérieure à 1,50 m et sont situés de chaque côté de l'infrastructure et face à face. Il s'agit des déblais, d'écrans phoniques, merlons, murs de soutènement, dispositifs de sécurité associés à l'infrastructure. Les plantations (haies, arbres) ne sont pas considérées comme des écrans.

L'annexe 4 présente la démarche méthodologique pour le calcul des charges polluantes annuelles. À partir de ces charges sont déterminées les concentrations de pointe et les concentrations moyennes en polluants des rejets routiers.

### 3.1.2 - Mesures de protection

La lutte contre cette pollution consiste donc à retenir les matières en suspension soit par décantation seule, soit par décantation et filtration. Différents ouvrages sont proposés pour traiter cette pollution, leurs performances respectives figurent au chapitre 5.3.

## 3.2 - Pollution saisonnière

La pollution saisonnière est surtout caractérisée par des rejets liés à la viabilité hivernale (fondants routiers) ou à l'utilisation de produits phytosanitaires d'entretien.

Les fondants routiers les plus couramment utilisés sont le chlorure de sodium et le chlorure de calcium. Les sels apportent un ajout en ions sodium et chlorure dépassant rarement les seuils de potabilité des eaux de nappes (sauf dans le cas de dépôts de sels non protégés). Ils peuvent cependant avoir un impact significatif sur les cours d'eau peu minéralisés ou d'une sensibilité spécifique ainsi que sur les eaux closes.

La présence de végétation aux abords des routes et autoroutes peut nécessiter l'emploi de produits phytosanitaires (désherbants, désherbants sélectifs, débroussaillants, ralentisseurs et inhibiteurs de croissance, ...) pour l'entretien et la gestion des dépendances vertes routières (cf. guide sur les traitements phytosanitaires en milieu routier [37]).

### 3.2.1 - Charges polluantes

Les quantités de produits phytosanitaires ou de déverglaçage répandues par les services d'exploitation varient selon les régions, la rigueur de l'hiver et le

niveau de service de l'infrastructure. La plus forte des consommations des cinq dernières années sur des infrastructures similaires à celles du projet fournira des valeurs significatives des quantités utilisées et des périodes d'utilisation.

Une méthode de calcul pour la concentration saline est proposée dans le guide « Nomenclature de la loi sur l'eau » [38].

### 3.2.2 - Mesures de précaution

L'utilisation raisonnée, des produits phytosanitaires et le développement des pratiques mécaniques contribuent à la diminution de l'impact sur le milieu aquatique (cf. « L'eau et la route », vol.3 [21] et [37]).

Les produits de déverglaçage ne peuvent pas être retenus par les ouvrages de protection de la ressource en eau car ces polluants sont dissous dans l'eau. Seule la dilution des eaux chargées en sel, par l'apport d'eaux de drainages et/ou la présence d'un volume mort\*, et la régulation des rejets permettent de limiter les impacts sur les milieux récepteurs. L'optimisation de la viabilité hivernale permet de réduire les quantités de fondants routiers répandues [39].

## 3.3 - Pollution accidentelle

La pollution accidentelle est consécutive à un accident de circulation au cours duquel sont déversées des matières polluantes voire dangereuses, avec des conséquences plus ou moins graves sur la ressource en eau, selon la nature et la quantité du produit déversé.

### 3.3.1 - Charges polluantes

Pour déterminer les caractéristiques géométriques des ouvrages (cf. chapitre 4), la quantité de polluant prise en compte est de 50 m<sup>3</sup>.

### 3.3.2 - Mesures de protection

Le bief de confinement retient 50 m<sup>3</sup> de polluant par **temps sec**.

Le fossé sub-horizontale et les bassins (avec ou sans volume mort) stockent 50 m<sup>3</sup> de polluant par **temps de pluie**.

Les caractéristiques géométriques et fonctionnelles des ouvrages permettent de retenir l'ensemble des polluants, quelle que soit leur densité et leur miscibilité.

### 3.3.3 - Gestion de la pollution accidentelle

Les ouvrages constituent des dispositifs préventifs qui doivent toujours être associés à des actions curatives mises en œuvre par les services de la protection civile.

Ces derniers doivent être informés des choix retenus par le maître d'ouvrage. Les conditions d'intervention de la protection civile diffèrent selon les localisations. La protection civile intervient sur tous les accidents impliquant un transport de matières dangereuses signalé par une plaque orange.

Les agents d'exploitation ne sont ni agréés ni formés pour intervenir dans le périmètre de sécurité défini par la protection civile. Par contre, ils interviennent sur des accidents impliquant une matière polluante mais non dangereuse (cas des liquides alimentaires).

Il convient d'effectuer des simulations de déversement accidentel afin de maintenir le caractère opérationnel des équipes et de vérifier l'efficacité des ouvrages. Pour réaliser ces essais, il pourra être utilisé des colorants sans incidence sur la ressource en eau comme la rhodamine, la fluorescéine, ... (cf. photo n° 1)

Les gestionnaires de la ressource en eau ainsi que le préfet et le maire doivent être informés de tout accident impliquant une matière polluante (et ce, quelle que soit la classe ou la zone de vulnérabilité envisagée) conformément :

- à l'article L. 211-5 du Code de l'environnement [10] ;
- au plan de secours spécialisé contre la pollution accidentelle des eaux intérieures et au Plan d'Intervention et de Sécurité (PIS) défini dans « L'eau et la route » [21].



Photo n°1 : simulation de déversement accidentel à la fluorescéine  
Source : CETE Méditerranée





# Chapitre 4

## Description des ouvrages de protection et domaines d'emploi

<b>4.1 - Fossés</b>	<b>22</b>
4.1.1 - Fossé enherbé	23
4.1.2 - Bief de confinement	24
4.1.3 - Fossé subhorizontal enherbé	26
<b>4.2 - Bassins routiers</b>	<b>28</b>
4.2.1 - Bassin routier avec volume mort	30
4.2.2 - Bassin routier de type sanitaire	32
<b>4.3 - Ouvrage complémentaire</b>	<b>34</b>
4.3.1 - Filtre à sable	34
<b>4.4 - Synthèse</b>	<b>36</b>

Les fossés, les bassins ainsi que le filtre à sable (ouvrage complémentaire) décrits ci-après sont utilisés comme ouvrages de protection. Ces ouvrages ont fait l'objet d'un retour d'expérience démontrant leur efficacité dans le traitement des pollutions routières.

D'une manière générale, tout ce qui favorise la simplicité de l'ouvrage et minimise l'entretien des différents organes est le plus souvent un gage d'efficacité.

Outre une bonne conception et réalisation, l'efficacité globale des ouvrages est dépendante :

- de l'intervention humaine, des moyens dont elle dispose et de son organisation qui lui permettent d'intervenir rapidement sur le site et de prendre les mesures appropriées ;
- de la bonne connaissance de leur fonctionnement qui s'appuie sur un dossier de récolement précis et exact, une notice d'entretien (cf. chapitre 6) et une synthèse des hypothèses retenues pour le calcul de leurs dimensions.

L'implantation de ces ouvrages doit être compatible avec les textes en vigueur traitant de la conception géométrique de la route et de la sécurité routière [34] [35] [36].

La conception des ouvrages doit être également compatible avec la législation en vigueur concernant la sécurité des personnels d'exploitation.

#### *Remarque*

*Les chaussées réservoirs et les ouvrages enterrés sont également des ouvrages de protection qui sont réservés aux sites urbains et péri-urbains voire aux sites de montagne lorsque les contraintes empêchent d'utiliser les fossés ou les bassins.*

*Les caractéristiques, les structures et le fonctionnement des chaussées réservoirs sont décrits dans les ouvrages suivants :*

- *techniques alternatives en assainissement pluvial [24] ;*
- *encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement [25].*

L'utilisation d'ouvrages d'assainissement enterrés tels que les tuyaux, dalots, cadres ou ovoïdes permet d'obtenir un volume utile important. Dans ce cas, il convient d'étudier précisément le comportement de l'ouvrage enterré vis-à-vis notamment des risques d'incendie, d'explosion et d'entretien.

## 4.1 - Fossés

Les ouvrages de collecte offrent une fonction hydraulique et une fonction de traitement.

Ceux qui assurent essentiellement une fonction hydraulique ne sont pas traités dans le présent guide.

Les différents types de fossés présentés par la suite ont en commun la géométrie et la structure suivante :

### géométrie

- fond plat et d'au moins 0,5 m de large ;
- pente des berges comprise entre 1 vertical/1 horizontal et 1 vertical/3 horizontal, à déterminer en fonction de la nature des sols et des berges.

### structure

Les fossés sont composés de bas en haut des structures suivantes :

- un revêtement peu perméable dont l'épaisseur sera mentionnée pour chacun des ouvrages et dont la perméabilité et la porosité efficace sont adaptées à la vulnérabilité des eaux souterraines et au délai d'enlèvement de la matière polluante ;
- un dispositif avertisseur pour éviter la dégradation du revêtement cité ci-dessus lors des opérations d'entretien ;
- de la terre végétale dont l'épaisseur est  $\geq 0,20$  m et qu'il convient d'ensemencer pour éviter son érosion et favoriser la lutte contre les pollutions chronique et accidentelle.

Les éléments géométriques complémentaires sont précisés pour chacun des fossés décrits ci-après.

### 4.1.1 - Fossé enherbé

Cet ouvrage est essentiellement dédié à la collecte et à l'évacuation des rejets des plates-formes. Il améliore le piégeage de la pollution chronique et ralentit la propagation des polluants. La capacité hydraulique de cet ouvrage doit être vérifiée en fonction du niveau de l'écoulement de l'exutoire (cf. guide sur l'assainissement routier [41]).

#### Description (cf. schéma n° 1)

- pente du fond nulle ;
- ouverture en gueule inférieure ou égale à 3 mètres ;
- profondeur (avec un maximum de 1,25 m) définie en fonction du débit à transiter et des règles de sécurité routière [34] [35] [36] ;
- pour piéger les particules de taille supérieure ou égale à 100 µm : section hydraulique (section mouillée en m<sup>2</sup>) ≥ à 5 fois le débit à traiter (m<sup>3</sup>/s), surface au miroir\* (m<sup>2</sup>) ≥ à 250 fois le débit à traiter (m<sup>3</sup>/s) et longueur 100 m au minimum ;
- épaisseur du revêtement peu perméable d'au moins 0,20 mètre.

#### Adéquation aux enjeux

Le tableau n° 2 indique les performances relatives du fossé enherbé vis-à-vis des différents types de pollution et de la régulation du débit.

Fossé enherbé				
Pollution				Régulation du débit
Accidentelle		Chronique	Saisonnnière	
Temps sec	Temps de pluie			
X	0	XX	0	0

Tableau n° 2 : performances du fossé enherbé

X peu performant

XX performance moyenne

XXX haute performance

XXXX très haute performance

0 pas d'effet

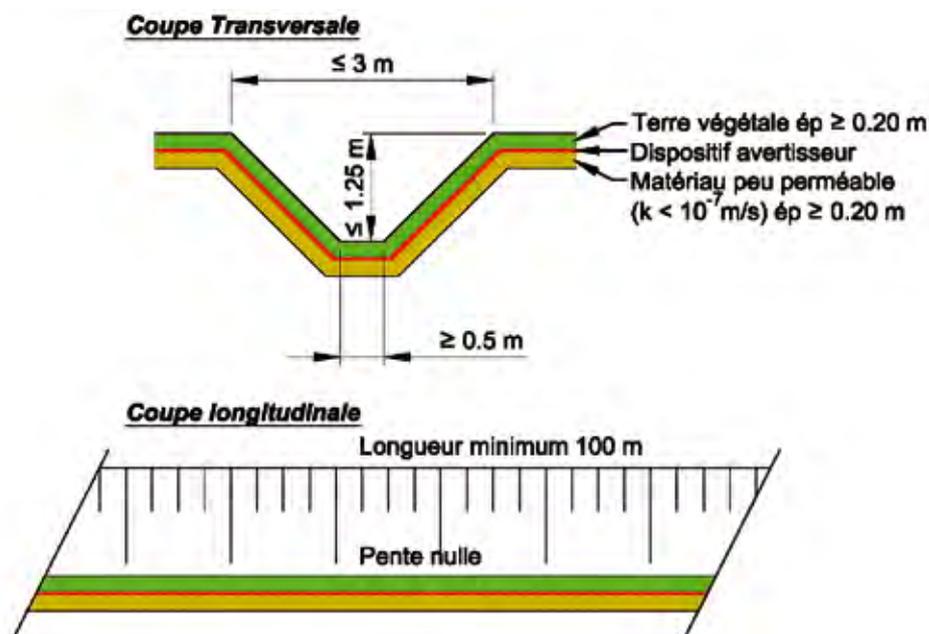


Schéma de principe n° 1: fossé enherbé

## 4.1.2 - Bief de confinement

Le bief de confinement est un fossé appelé à retarder, voire à retenir **une pollution accidentelle de 50 m<sup>3</sup> par temps sec**.

**Description** (cf. schéma n° 2)

- pente du fond nulle ;
- ouverture en gueule inférieure ou égale à 3 mètres ;
- longueur comprise entre 80 et 100 mètres ;
- largeur au fond de l'ordre de 1,20 mètre ;
- hauteur du volume mort de 0,50 mètre en-dessous du fil d'eau du déversoir ;
- ouvrage d'entrée : permet d'isoler le bief de confinement par temps de pluie, par un dispositif de fermeture et un bipasse, après piégeage de la pollution accidentelle ;
- ouvrage de sortie : déversoir muni d'une cloison siphonée. Il est approfondi par rapport au fond du bief de confinement. Le débit décennal doit s'évacuer par surverse au-dessus du seuil de déversement ;
- épaisseur du revêtement peu perméable d'au moins 0,30 mètre.

L'accès au bief de confinement doit être pratique depuis l'extérieur (voirie locale) avec des engins d'entretien. Les dimensions et les espaces libres doivent prendre en compte les manœuvres des engins.

## Adéquation aux enjeux

Le tableau n° 3 indique les performances relatives du bief de confinement vis-à-vis des différents types de pollution et de la régulation du débit.

Bief de confinement				
Pollution				Régulation du débit
Accidentelle		Chronique	Saisonniers	
Temps sec	Temps de pluie			
XXX	0	XX	X	X

Tableau n° 3 : performances du bief de confinement

*X* peu performant

*XX* performance moyenne

*XXX* haute performance

*XXXX* très haute performance

*0* pas d'effet

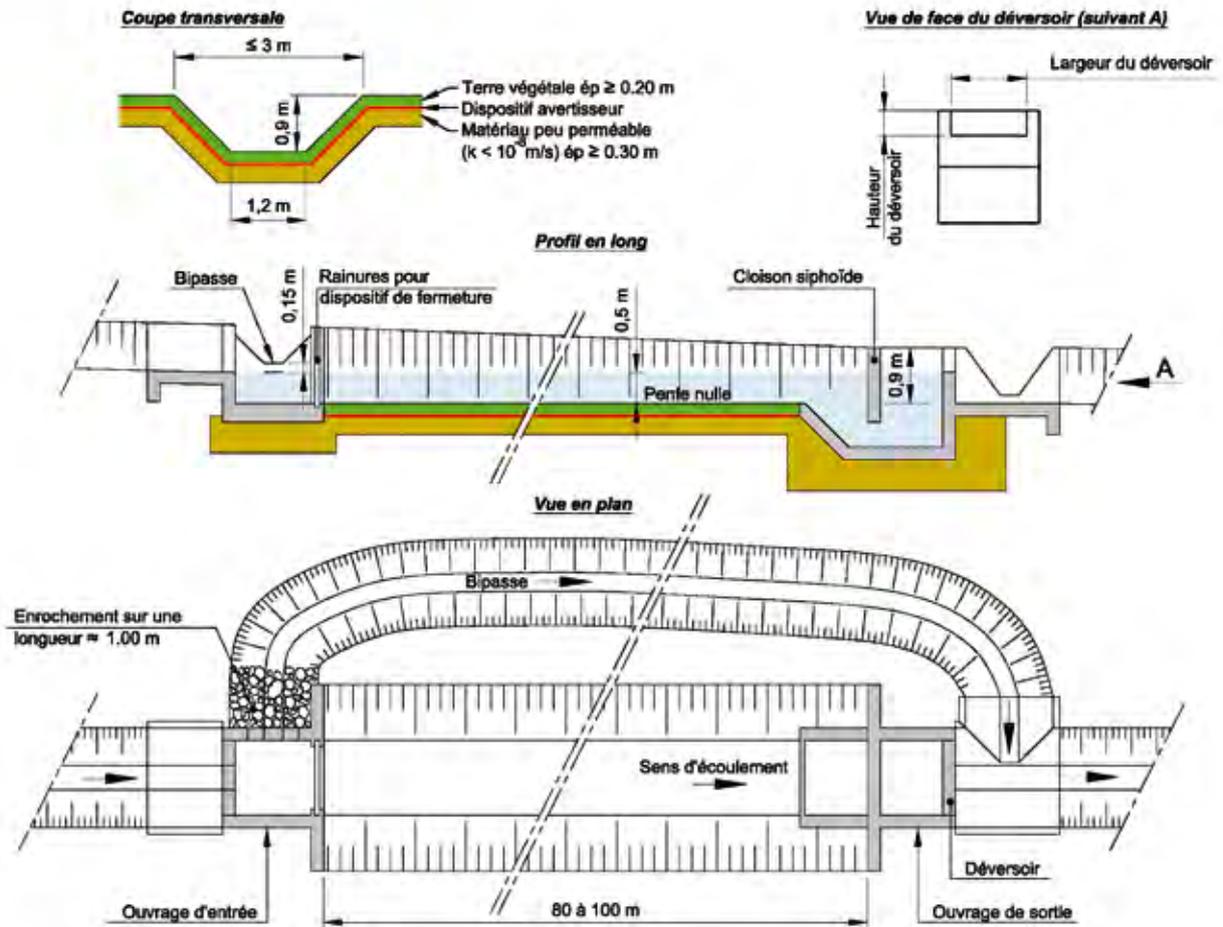


Schéma de principe n° 2 : bief de confinement

### 4.1.3 - Fossé subhorizontal enherbé

Le fossé subhorizontal enherbé permet de lutter contre les **pollutions accidentelles par temps de pluie de faible hauteur d'eau** limitée à une période de retour\* d'un an, durée 2 heures. Cette dernière sera obtenue à partir de la hauteur d'eau de période de retour\* de 10 ans, durée 2 heures en multipliant cette dernière hauteur d'eau par 0,4.

Cet ouvrage convient pour des impluviums\* routiers inférieurs ou égaux à 1 hectare et pour un délai d'intervention sur ouvrage inférieur ou égal à 1 heure.

Il intervient sur les débits de pointe mais n'a pas pour objet de les réguler.

#### Description (cf. schéma n° 3)

- pente du fond nulle ;
- ouverture en gueule étendue jusqu'à 5 mètres environ ;
- longueur de 80 à 100 mètres ;
- largeur au fond pouvant aller jusqu'à 1,50 mètre ;
- hauteur du volume mort de 0,50 mètre ;
- hauteur du volume utile comprise entre 0,50 et 1 mètre ;
- ouvrage d'entrée, équipé d'un dispositif de fermeture et d'un bypass, permet d'isoler le fossé subhorizontal enherbé par temps de pluie après piégeage de la pollution accidentelle ;
- ouvrage de sortie, précédé d'une grille relevable à barreaux (écartement de 0,05 m), obturable (clapet) et muni d'une cloison siphonide. Il est approfondi par rapport au fil d'eau du fossé subhorizontal enherbé. Le déversoir aval doit être calculé pour évacuer le débit décennal ;
- épaisseur de revêtement peu perméable comprise entre 0,30 et 0,40 mètre.

L'accès au fossé subhorizontal enherbé doit être pratique depuis l'extérieur (voirie locale) avec des engins d'entretien. Les dimensions et les espaces libres doivent prendre en compte les manœuvres des engins.

### Adéquation aux enjeux

Le tableau n° 4 indique les performances relatives du fossé subhorizontal enherbé vis-à-vis des différents types de pollution et de la régulation du débit.

Fossé subhorizontal enherbé				
Pollution				Régulation du débit
Accidentelle		Chronique	Saisonnnière	
Temps sec	Temps de pluie			
XX	XX	XX	XX	X

Tableau n° 4 : performances du fossé subhorizontal enherbé

*X* peu performant

*XX* performance moyenne

*XXX* haute performance

*XXXX* très haute performance

*0* pas d'effet

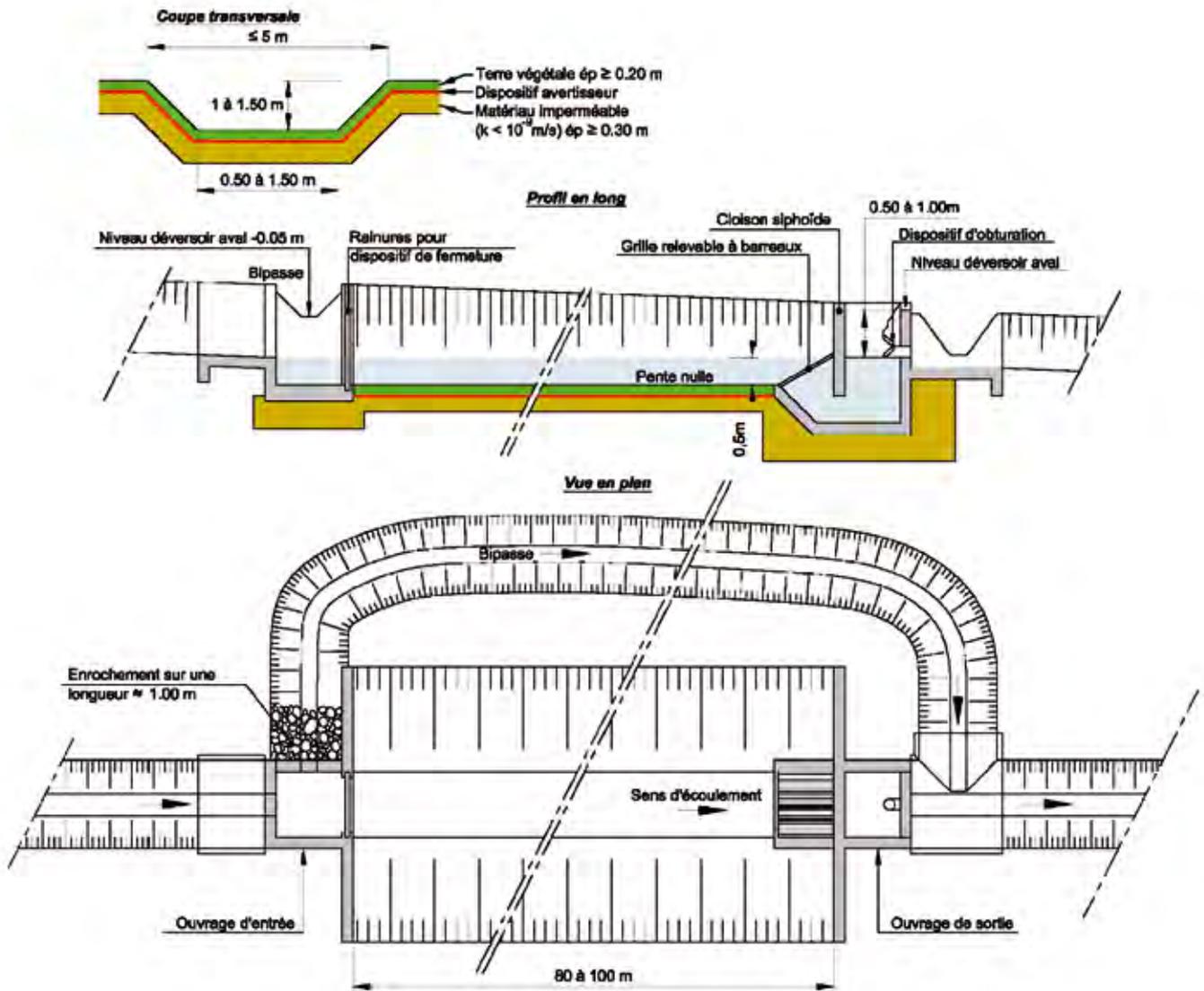


Schéma de principe n° 3 : fossé subhorizontal enherbé

## 4.2 - Bassins routiers

Les bassins routiers avec volume mort et les bassins routiers de type sanitaire présentent des caractéristiques et des équipements communs. Ces bassins doivent être rustiques et robustes.

L'intégration paysagère des bassins doit être étudiée en respectant les caractéristiques techniques précisées ci-après.

Ils sont dotés d'un **bipasse** en entrée qui permettra de court-circuiter le bassin soit après y avoir piégé préalablement la pollution accidentelle soit pour assurer les opérations d'entretien.

Un **fond horizontal** et porteur permet l'entretien mécanisé des bassins (curage des végétaux et des boues).

Un **ouvrage d'entrée** (cf. photos n° 2 et 3) aménagé pour ralentir l'écoulement et éviter l'érosion des berges.

Une **rampe d'accès** d'au moins 3,50 m de large, dont la pente est inférieure ou égale à 10 %, permet aux engins d'intervenir en fond de bassin.

Un **ouvrage de sortie** précédé d'une grille à barreaux facilement accessible et relevable. Il régule les débits de fuite (orifice calibré) et fixe la cote de débordement du bassin (déversoir). Cet ouvrage doit être obturable. Le dispositif d'obturation est constitué par un clapet étanche et démontable (joint à lèvres) positionné sur l'orifice de fuite (cf. annexe 5).

Le **diamètre** de l'orifice de fuite est  $\geq$  à 100 mm.

Le rapport **longueur sur largeur** du bassin doit être  $\geq$  à 6. En dernier recours, ce rapport peut être obtenu par l'adaptation géométrique du bassin (cloisonnement du bassin, chicanes, ...).

L'entrée avec le bipasse doit être installée le plus loin possible de l'ouvrage de sortie.

La **pente** des berges est compatible avec la tenue des terres végétalisées qui protègent le revêtement peu perméable. Sans étude spécifique, il convient de prévoir une pente  $\leq$  à 1 vertical / 3 horizontal et une épaisseur de terre végétale  $\geq$  à 0,30 m.

La **hauteur** utile pour la régulation des débits et qui permet de stocker le volume nécessaire à la régulation, est  $\leq$  à 1,50 m afin de limiter la charge hydraulique supportée par le dispositif d'étanchéité.

L'**épaisseur du revêtement** peu perméable est d'au moins 0,30 m sur les berges et le fond.

Un **chemin périphérique** porteur d'au moins 4 m de large, déversé vers l'extérieur, est nécessaire à l'entretien des berges du bassin.

Un **déversoir** pour évènement pluvieux exceptionnel doit être aménagé ; ce déversoir peut être intégré au système de bipasse amont ou à défaut dans le chemin périphérique. Sa conception dans le chemin périphérique (cf. annexe 6) permet le franchissement par un véhicule et sa longueur est compatible avec l'évacuation d'un débit équivalent au débit centennal de la plate-forme.

Une **clôture** de hauteur minimum 1,80 m et munie au moins d'une passe amovible évite les intrusions dans le bassin. L'**ouvrage de sortie et la rampe d'accès** se situent le plus près possible de l'ouverture prévue dans la clôture.

L'accès au bassin doit être pratique :

- depuis l'extérieur (voirie locale) avec des engins d'entretien ;
- depuis l'infrastructure à laquelle l'ouvrage est associé avec au minimum un accès piétons.

Les dimensions et les espaces libres mentionnés ci-dessus doivent prendre en compte les manœuvres des engins.

*La conception de cet ouvrage devra permettre aux animaux de pouvoir sortir aisément du bassin.*

**Le dimensionnement technique des bassins s'effectue pour répondre aux critères suivants :**

- capacité hydraulique (bassin d'orage) en fonction de l'impluvium\*;
- confinement d'une pollution accidentelle :
  - temps de transfert du panache de pollution (fonction du volume mort et du débit de fuite) ;
  - piégeage d'une pollution par temps de pluie (fonction de l'impluvium, de la pluie avec sa période de retour pour un temps donné et orifice fermé).
- abattement de la pollution chronique (fonction du débit d'entrée pour une période de retour donnée, du débit de fuite et de la surface en plan au niveau du volume mort).

Lorsque ces 3 aspects sont visés, il faut retenir le plus grand dimensionnement calculé.



*Photos n° 2 et 3 : deux exemples d'ouvrages d'entrée au bassin pour éviter l'érosion des berges – Source : CETE de l'Est*

## 4.2.1 - Bassin routier avec volume mort

(cf. annexe 7.1 pour l'exemple de calcul de dimensionnement d'un bassin routier avec volume mort)

Il s'agit d'un bassin en eau dont le volume, situé sous le fil d'eau de l'orifice de fuite, est non vidangé. Ce volume est appelé volume mort.

**Description** (cf. schéma n° 4)

Ce bassin est doté d'un volume mort situé entre le fond horizontal du bassin et la génératrice inférieure de l'orifice de fuite. La hauteur du volume mort est comprise entre 0,40 et 0,60 m. A 3 m environ en amont de l'ouvrage de sortie, le fond du bassin est approfondi afin de maintenir une lame d'eau d'au moins 0,30 m sous la partie inférieure de la cloison siphonide, soit 0,75 m sous le fil d'eau de l'orifice de fuite.

Ce volume :

- confère au bassin de l'inertie qui diminue la vitesse de propagation d'un polluant ;
- maintient en eau la cloison siphonide qui empêchera l'évacuation d'un polluant non miscible et moins dense que l'eau ;
- favorise le développement de la végétation qui accroît l'inertie de l'ouvrage ;
- permet le piégeage systématique d'un polluant non miscible et plus dense que l'eau ;
- favorise l'abattement des pollutions chroniques liées aux matières en suspension ;
- permet la dilution de la pollution saisonnière (sels de déverglaçage).

Les eaux de drainage de l'infrastructure qui se rejettent dans le bassin contribuent au renouvellement du volume mort. **Leur point d'injection est situé à l'amont du bipasse.**

Une zone d'étalement localisée à partir de 5 mètres (mesurée dans le fond d'un bassin) en aval de l'entrée dans le bassin sera plantée de roseaux ou plantes aquatiques similaires qui résistent aux périodes sèches. Ces roseaux ont pour fonction d'étaler la pollution accidentelle dans le bassin et ont une action bénéfique sur la pollution chronique.

Cette zone plantée présentera une **largeur d'environ 5 mètres** de l'amont vers l'aval du bassin et s'étendra sur les berges végétalisées. Les roseaux seront **plantés en quinconce à intervalle de 0,30 m** et une partie des roseaux doit rester émergée.

## Adéquation aux enjeux

Le tableau n° 5 indique les performances relatives du bassin routier avec volume mort vis-à-vis des différents types de pollution et de la régulation du débit.

Bassin routier avec volume mort				
Pollution				Régulation du débit
Accidentelle		Chronique	Saisonnnière	
Temps sec	Temps de pluie			
XXX	XXX	XXX	XXX	XXX

Tableau n° 5 : performances du bassin routier avec volume mort

*X* peu performant

*XX* performance moyenne

*XXX* haute performance

*XXXX* très haute performance

*0* pas d'effet

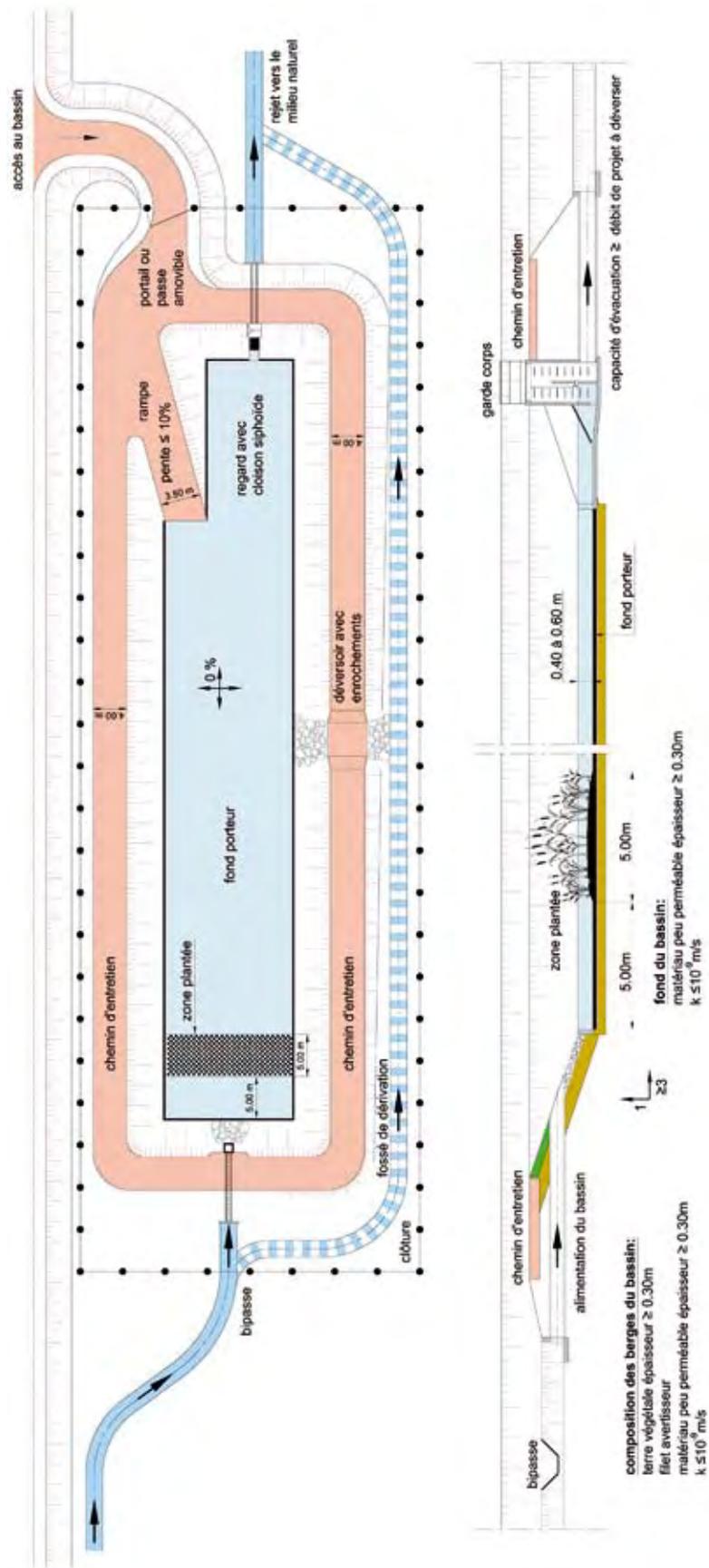


Schéma de principe n° 4 : bassin routier avec volume mort

**Nota**

Les schémas sont à adapter en fonction des enjeux paysagers, des contraintes liées au site et des pratiques d'entretien.

## 4.2.2 - Bassin routier de type sanitaire

Ce type de bassin, de conception récente, peut être envisagé lorsque les nuisances potentielles (odeurs, moustiques...) liées au volume mort ne peuvent pas être maîtrisées et que celles-ci constituent une gêne (zones péri-urbaines, régions tropicales...).

Sa mise en œuvre est exclusivement conditionnée par l'aspect sanitaire. Pour atteindre un haut niveau de rendement pour lutter contre la pollution chronique, un bassin routier avec volume mort suivi d'un filtre à sable est plus économique et performant qu'un bassin routier de type sanitaire.

### Description (cf. schéma n° 7)

Le bassin sanitaire fonctionne comme un bassin avec volume mort dont le fond est constitué par un massif filtrant (lit de sable) recouvrant des drains. L'épaisseur du massif, égale au minimum à 0,50 m, est adaptée à la résistance mécanique des drains.

Le bassin est planté de roseaux qui assurent son décolmatage grâce au développement des tiges et à leurs oscillations sous l'effet du vent. Dans les régions où la végétation peut servir de zone de reproduction aux moustiques, l'entretien du lit de sable sera uniquement mécanique.

Le sable est mis en place sur un matériau d'étanchéité compatible avec les moyens de réaction et d'intervention pour évacuer la pollution et les matériaux pollués.

Deux ouvrages de sortie contrôlent la régulation des débits et le vidage du bassin sanitaire.

### Principe de fonctionnement

L'ouvrage de sortie A (cf. schéma n° 5) assure la régulation des débits comme dans un bassin avec volume mort. L'ouvrage de sortie B assure le vidage final du volume mort et du massif filtrant vers une cuve (cf. schéma n° 6) pour empêcher la stagnation d'eau en fond de bassin. Le temps de vidage du volume mort situé au-dessus du sable, jusqu'à 0,10 m sous le sable, est fonction du temps d'éclosion des larves de moustiques. Ce temps est de l'ordre de 24 heures.

La cuve constitue un volume mort créant une inertie à la propagation d'une pollution passant par l'orifice B.

Cette cuve est recouverte pour empêcher la ponte des moustiques. Elle doit pouvoir être entretenue. Elle doit également être étudiée vis-à-vis des risques d'explosion engendrés par le piégeage d'une pollution accidentelle.

Les deux ouvrages de sortie A et B ainsi que la cuve sont munis de clapets de fermeture étanches.

Le dimensionnement des caractéristiques du lit de sable et des drains pour atteindre le temps de vidage souhaité nécessite l'intervention d'un spécialiste en hydraulique souterraine.

### Adéquation aux enjeux

Le tableau n° 6 indique les performances relatives du bassin routier de type sanitaire vis-à-vis des différents types de pollution et de la régulation du débit.

Bassin routier de type sanitaire				
Pollution				Régulation du débit
Accidentelle		Chronique	Saisonniers	
Temps sec	Temps de pluie			
XXX	XXX	XXX	XX	XXX

Tableau n° 6 : performances du bassin routier de type

X peu performant

XX performance moyenne

XXX haute performance

XXXX très haute performance

0 pas d'effet

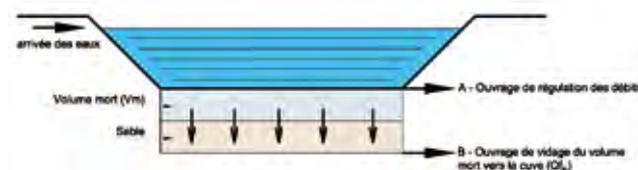


Schéma de principe n° 5 : coupe du bassin routier de type sanitaire

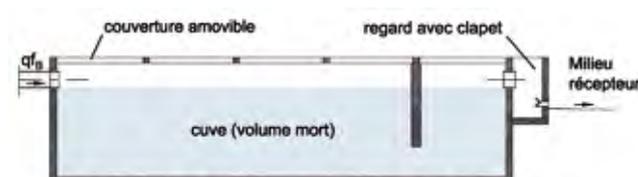


Schéma de principe n° 6 : coupe de la cuve du bassin sanitaire

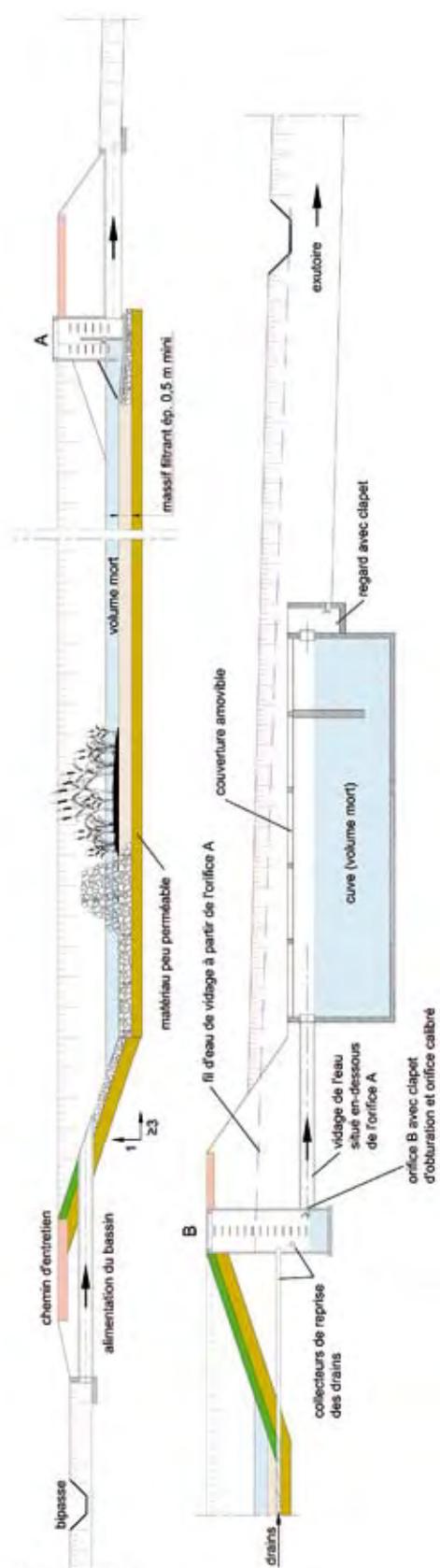
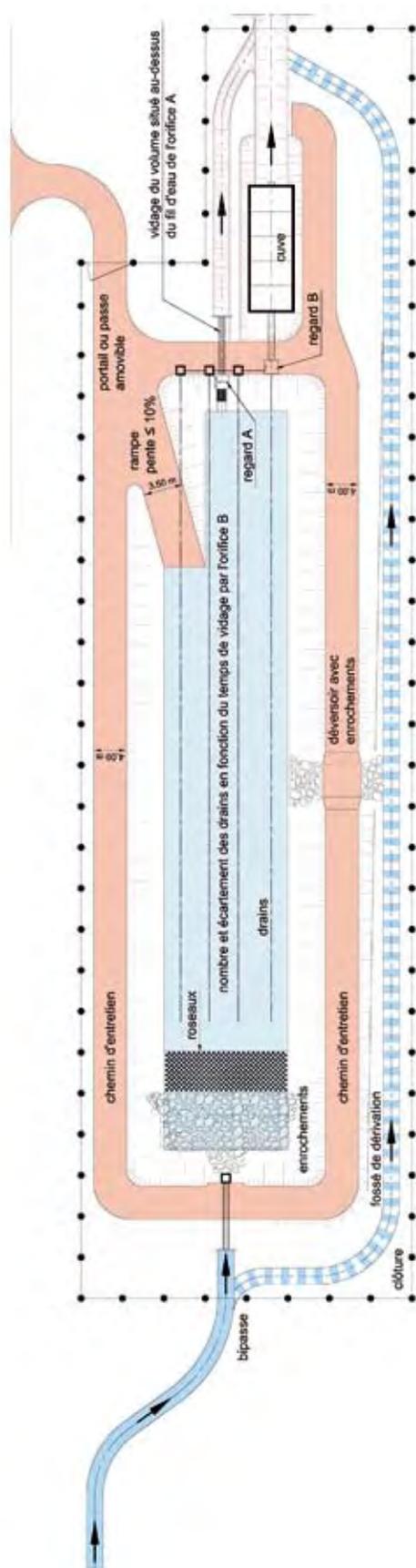


Schéma de principe n° 7 : bassin sanitaire

**Nota**

Les schémas sont à adapter en fonction des enjeux paysagers, des contraintes liées au site et à l'entretien

## 4.3 - Ouvrage complémentaire

### 4.3.1 - Filtre à sable

Le filtre à sable est un ouvrage **complémentaire de traitement de la pollution chronique**. Il améliore l'abattement déjà obtenu dans un bassin avec volume mort ou un fossé subhorizontal enherbé dont le débit de fuite régulé alimente le filtre à sable.

Il est installé lorsque l'accumulation des polluants liés aux matières en suspension est préjudiciable à la qualité du milieu récepteur (cours d'eau d'excellente qualité, lacs, étangs, zones humides, ...).

**Description** (cf. schéma n° 8)

Leur superficie est comprise entre 50 et 500 m<sup>2</sup> - plus de 50 m<sup>2</sup> pour un entretien aisé et moins de 500 m<sup>2</sup> pour des raisons économiques d'approvisionnement en sable - (cf. annexe 7.3 pour le calcul de la surface qui dépend du débit de fuite du bassin et de la perméabilité du sable qui est d'environ 10<sup>-4</sup> m/s).

L'épaisseur de sable est comprise entre 0,80 et 1 mètre. Si l'épaisseur est inférieure à 0,80 m, il y a un risque d'entraînement du matériau pouvant déstructurer le filtre.

Le sable mis en œuvre doit avoir une courbe granulométrique contenue dans le fuseau granulométrique de la norme XPP 16-603 [17].

Un drain installé à la base du filtre à sable pour évacuer l'eau filtrée permet aussi un échantillonnage des eaux filtrées. Le filtre est alimenté en surface par un déversoir linéaire de répartition des écoulements. Une revanche d'au moins 0,50 m est maintenue au-dessus de la surface du sable pour visualiser son bon fonctionnement.

L'accès aux filtres à sable doit être pratique depuis l'extérieur (voirie locale) avec des engins d'entretien. Les dimensions et les espaces libres doivent prendre en compte les manœuvres des engins.

### Adéquation aux enjeux

Le tableau n° 7 indique les performances relatives du filtre à sable vis-à-vis des différents types de pollution et de la régulation du débit.

Filtre à sable				
Pollution				Régulation du débit
Accidentelle		Chronique	Saisonniers	
Temps sec	Temps de pluie			
0	0	XXXX	0	0

Tableau n° 7 : performances du filtre à sable

*X* peu performant

*XX* performance moyenne

*XXX* haute performance

*XXXX* très haute performance

*0* pas d'effet

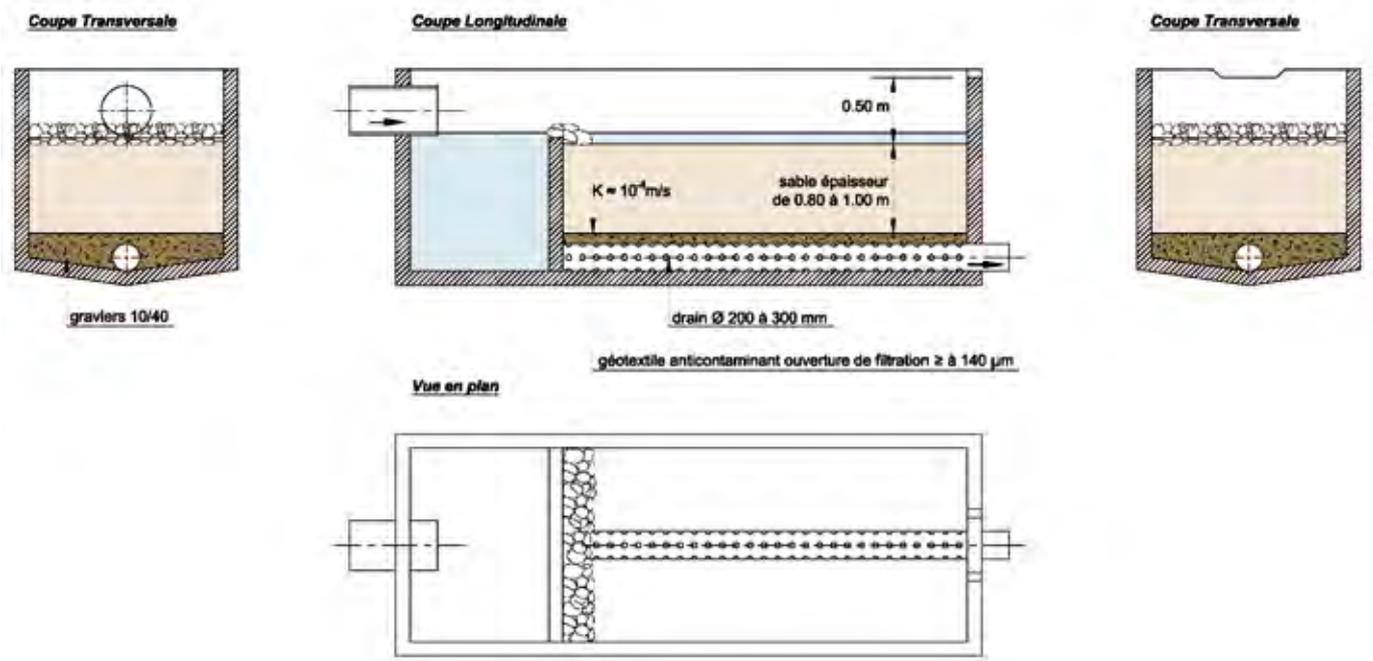


Schéma de principe n° 8 : filtre à sable

## 4.4 - Synthèse

Le tableau n° 8 récapitule l'ensemble des ouvrages présentés.

Ouvrages	Type de pollution				Régulation du débit	Economie du dispositif
	Accidentelle		Chronique	Saisonniers		
	Temps sec	Temps pluie				
Fossé enherbé	X	0	XX	0	0	(3)
Bief de confinement	XXX	0	XX	X	X	(3)
Fossé subhorizontal enherbé	XX	XX	XX	XX	X	(2)
Bassin routier avec volume mort	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	(2)
Bassin routier de type sanitaire	XXX	XXX	XXX	XX	XXX	(1)
Filtre à sable	0	0	XXXX	0	0	(2)

Tableau n° 8 : adéquation des ouvrages au type de pollution, à la régulation du débit et à l'économie du dispositif

*X* peu performant

*(1)* prix élevé

*XX* performance moyenne

*(2)* prix moyen

*XXX* haute performance

*(3)* prix bas

*XXXX* très haute performance

*0* pas d'effet





# Chapitre 5

## Choix des ouvrages de protection

<b>5.1 - Démarche</b>	<b>38</b>
<b>5.2 - Niveaux d'étanchéité des ouvrages</b>	<b>38</b>
5.2.1 - Utilisation des matériaux naturels pour ralentir la pollution accidentelle	38
5.2.2 - Choix des ouvrages en fonction du degré de vulnérabilité	39
<b>5.3 - Performances des ouvrages sur la pollution chronique</b>	<b>41</b>

Il convient de distinguer les ouvrages de collecte des eaux de plate-forme et les ouvrages de confinement de la pollution accidentelle. Ces derniers doivent être également compatibles avec les objectifs de qualité des milieux récepteurs, c'est-à-dire permettre, si nécessaire, les taux d'abattement requis pour la pollution chronique.

L'aspect hydraulique (volume de rétention) n'est pas abordé dans ce guide mais doit être pris en compte dans la conception et le dimensionnement des ouvrages lorsque la problématique se pose.

## 5.1 - Démarche

La cartographie de la hiérarchisation de la vulnérabilité résultante des eaux de surface et des eaux souterraines (*cf.* carte n°1) vis-à-vis de la pollution accidentelle sert de base au choix des ouvrages de collecte des eaux de plate-forme et de traitement avant rejet dans le milieu récepteur.

Le niveau d'étanchéité des ouvrages de collecte des eaux de plate-forme et des ouvrages de traitement est lié à la vulnérabilité/sensibilité des eaux souterraines.

Le choix des ouvrages de traitement de la pollution accidentelle et du niveau d'étanchéité à assurer s'effectue en deux étapes :

- choix de l'ouvrage en fonction de la plus haute vulnérabilité (eaux superficielles ou eaux souterraines) ;
- adaptation de l'étanchéité des ouvrages :
  - si l'ouvrage résulte de la vulnérabilité de la ressource en eau superficielle, il s'agit d'adapter son étanchéité à la classe de vulnérabilité/sensibilité de la ressource en eau souterraine ;
  - si l'ouvrage résulte de la vulnérabilité de la ressource en eau souterraine, il s'agit de l'adapter à la sensibilité de cette ressource (par exemple une nappe très polluée et non utilisable est moins sensible).

Le dimensionnement des ouvrages sera ensuite étudié afin de rendre les rejets compatibles avec les objectifs de qualité des milieux récepteurs (*cf.* chapitre 5.3 et annexe 7).

## 5.2 - Niveaux d'étanchéité des ouvrages

Dans chaque classe de vulnérabilité définie au chapitre 2.2, il est nécessaire d'apprécier ce qu'il convient

d'ajouter à la protection naturelle de la ressource en eau pour que l'impact d'une éventuelle pollution accidentelle reste gérable dans les délais et avec les moyens d'alerte et d'intervention disponibles.

### 5.2.1 - Utilisation des matériaux naturels pour ralentir la pollution accidentelle

Les sols naturels peuvent être utilisés pour retarder le passage des polluants en fond et en berges de bassin ou de fossé. L'épaisseur et la résistance au passage de l'eau des matériaux mis en place doivent être compatibles avec les délais d'intervention des équipes de dépollution et de remise en état des matériaux souillés.

Les sols naturels de type A4 à B6 (classification des matériaux selon la norme NF P 11-300 [19]) sont susceptibles de présenter des perméabilités de l'ordre de  $10^{-8}$  m/s pour une compacité proche de l'optimum proctor. Ces sols correspondent en général à des sols fins argileux ou limoneux.

La perméabilité peut être diminuée par le compactage des matériaux qui provoque un tassement se traduisant par une diminution de la porosité.

L'utilisation des matériaux naturels nécessite des essais de laboratoire pour mesurer leur inertie au passage de l'eau. Un essai de perméabilité s'impose (*cf.* norme PR NF X30-441 [18]) sur les échantillons issus des essais de compactage proctor normal et modifié, (*cf.* norme NF 94-093 [20]).

Les éléments de calcul relatifs au délai de transfert de la pollution à travers les matériaux naturels peu perméables (*cf.* annexe 7.2) qui sont mentionnés dans les zones jaunes, rouges et noires ci-après, permettent de déterminer les conditions d'utilisation de ces matériaux en fonction des contraintes d'exploitation.

Les délais sont donc calculés à titre indicatif à partir d'hypothèses communément admises. Si les délais obtenus par les calculs sont compatibles avec les conditions d'intervention sur le terrain, il convient de faire procéder à des mesures de laboratoire en vue de confirmer ou d'infirmer l'opportunité d'utiliser ces matériaux naturels.

Le choix d'utiliser des matériaux naturels dans les ouvrages de protection pour ralentir la pollution est conditionné par :

- la disponibilité des matériaux à moins de 30 km du lieu du chantier ;
- la capacité de pouvoir atteindre les spécifications requises lors de leur mise en œuvre ;
- la performance économique liée à l'usage de ces matériaux naturels.

Si ces trois conditions ne sont pas remplies, il convient d'appliquer un dispositif d'étanchéité par géomembrane (DEG) selon les prescriptions du guide technique [32].

## 5.2.2 - Choix des ouvrages en fonction du degré de vulnérabilité

Des mesures de protection « type » contre la pollution accidentelle sont présentées ci-après, pour les 4 zones de vulnérabilité des eaux (eaux de surface et eaux souterraines). **Dans tous les cas, ces mesures doivent être adaptées aux enjeux locaux.**

Pour les enjeux spécifiques liés aux eaux souterraines, une étude de la propagation d'un polluant dans la nappe par modélisation peut être envisagée. Les résultats de cette modélisation permettent de prévoir des mesures préventives et curatives appropriées pour la gestion d'une éventuelle pollution.

### Zone peu ou pas vulnérable (verte)

La pollution est traitée par des moyens curatifs par temps sec comme par temps de pluie.

#### Collecte des eaux de plate-forme

Dans ces zones, il convient de disperser (voir diffuser) au maximum les rejets. Si les contraintes topographiques ne le permettent pas, la collecte sera réalisée avec des fossés enherbés simplement taillés dans le terrain naturel.

#### Dispositif de retenue routier

Aucun dispositif de retenue routier des véhicules n'est requis en ce qui concerne l'aspect pollution.

#### Traitement de la pollution accidentelle

Il faut mettre en œuvre les moyens curatifs de dépollution (« L'eau et la route » vol. 6 [21] et BRGM [22]).

### Zone moyennement vulnérable (jaune)

Les ouvrages préventifs sont conçus pour éviter une pollution par temps sec du milieu récepteur. Les moyens curatifs de dépollution sont mis en œuvre pour une pollution par temps de pluie.

#### Collecte des eaux de plate-forme

Les fossés enherbés sont à privilégier pour le réseau de collecte qui dirige les polluants vers un ouvrage de traitement.

La perméabilité du matériau est inférieure ou égale à  $10^{-7}$  m/s ce qui permet d'obtenir un délai de transfert de l'eau de 36 heures pour traverser 0,20 m de matériau dont la porosité efficace\* est de 10 % et avec 0,10 m de polluant stocké dans le fossé.

Une porosité de 10 % pour des matériaux argileux tient compte à la fois de la faible porosité efficace\* (3 %) et de la tortuosité des cheminements hydrauliques dans ces matériaux de faible perméabilité (cf. annexe 7.2).

#### Dispositif de retenue routier

Aucun dispositif de retenue routier des véhicules n'est requis en ce qui concerne l'aspect pollution.

#### Traitement de la pollution accidentelle

L'ouvrage de traitement est le bief de confinement.

La perméabilité du fond et des parois des ouvrages est inférieure ou égale à  $10^{-8}$  m/s ce qui permet d'obtenir un délai de transfert de l'eau de 13 jours pour traverser les 0,30 m de matériaux dont la porosité efficace\* est de 10 % et avec 0,50 m de polluant stocké dans l'ouvrage. (cf. annexe 7.2).

Le polluant et les matériaux souillés sont enlevés avant que la totalité de ces matériaux ne soit traversée.

### Zone fortement vulnérable (rouge)

Les ouvrages préventifs sont conçus pour éviter une pollution du milieu récepteur par temps sec et lors d'une pluie de 2 heures et d'une période de retour d'un an. Le volume utile situé entre le fil d'eau de l'orifice de fuite et la cote de déversement correspond au moins au volume total de la pluie annuelle de 2 heures. Pour des hauteurs de pluie supérieures, les moyens curatifs de dépollution sont mis en œuvre.

#### Collecte des eaux de plate-forme

Les fossés enherbés qui collectent les polluants vers un ouvrage de traitement présentent un matériau peu perméable dont l'épaisseur est de 0,30 m et la perméabilité est inférieure ou égale à  $10^{-7}$  m/s.

Ils résistent au passage du polluant durant 2,5 jours si leur porosité efficace\* n'excède pas 10 % et avec 0,10 m de polluant stocké dans le fossé (cf. annexe 7.2).

#### Dispositif de retenue routier

Selon les enjeux et la réglementation en vigueur, des dispositifs de retenue routier adaptés à la retenue des véhicules lourds doivent être installés afin de limiter les sorties de plate-forme de véhicules transportant des matières polluantes [34] [35] [36].

#### Traitement de la pollution accidentelle

Le fossé subhorizontal enherbé, le bassin routier avec volume mort et le bassin routier de type sanitaire sont adaptés dans ces zones.

La perméabilité du fond et des parois des ouvrages est inférieure ou égale à  $10^{-9}$  m/s ce qui permet d'obtenir un délai de transfert de l'eau de 45 jours pour traverser 0,30 m de matériau dont la porosité efficace\* est de 10 % avec 2 m de polluant miscible à l'eau stocké dans l'ouvrage (cas d'un bassin) (cf. annexe 7.2).

### Zone très fortement vulnérable (noire)

Les ouvrages préventifs sont conçus pour éviter une pollution du milieu récepteur par temps sec et lors d'une pluie de 2 heures et de période de retour\* de 2 ans. Le volume utile situé entre le fil d'eau de l'orifice de fuite et la cote de déversement correspond au moins au volume total de la pluie biennale de 2 heures. Pour des hauteurs de pluie supérieures, les moyens curatifs de dépollution sont mis en œuvre.

### Collecte des eaux de plate-forme

Les fossés enherbés qui collectent les polluants vers un ouvrage de traitement présentent un matériau peu perméable dont l'épaisseur est de 0,30 m et la perméabilité est inférieure ou égale à  $10^{-8}$  m/s.

Ils résistent au passage du polluant durant 25 jours si leur porosité efficace n'excède pas 10 % et avec 0,10 m de polluant stocké dans le fossé (cf. annexe 7.2).

### Dispositif de retenue routier

Selon les enjeux et la réglementation en vigueur, des dispositifs de retenue routier adaptés à la retenue des véhicules lourds doivent être installés afin de limiter les sorties de plate-forme de véhicules transportant des matières polluantes [34] [35] [36].

### Traitement de la pollution accidentelle

Le bassin routier avec volume mort et le bassin routier de type sanitaire sont adaptés dans ces zones.

La perméabilité du fond et des parois des ouvrages est inférieure ou égale à  $10^{-9}$  m/s ce qui permet d'obtenir un délai de transfert de l'eau de 45 jours pour traverser 0,30 m de matériau dont la porosité efficace est de 10 % avec 2 m de polluant miscible à l'eau stocké dans l'ouvrage (cf. annexe 7.2).

Le tableau n° 9 récapitule les adéquations entre les zones de vulnérabilités et les ouvrages de traitement.

Zone Ouvrage	Verte	Jaune	Rouge	Noire
Bief de confinement		X		
Fossé subhorizontal enherbé			X	
Bassin routier avec volume mort			X	X
Bassin routier de type sanitaire			X	X

Tableau n° 9 : adéquations entre les zones de vulnérabilités et les ouvrages de traitement

## 5.3 - Performances des ouvrages sur la pollution chronique

Les ouvrages de protection de la ressource en eau conçus selon les préconisations de ce guide présentent, d'après les tendances exprimées dans les études effectuées depuis 1992 par le réseau scientifique et technique de l'Équipement et l'Asfa, les taux d'abattement (en %) suivants (cf. tableau n° 10).

Ces ouvrages ont donné des résultats probants sur le long terme vis-à-vis de la pollution pluviale routière.

Un exemple de calcul concernant le taux d'abattement est fourni dans le cadre d'un dimensionnement d'un bassin routier multifonction avec volume mort (cf. annexe 7.1).

### Association d'ouvrages

L'association d'ouvrages concerne exclusivement le filtre à sable qui peut être mis en place à la sortie d'un fossé subhorizontal enherbé ou d'un bassin routier avec volume mort. Le rendement des ouvrages associés est égal à la somme du rendement de l'ouvrage amont et du rendement du filtre à sable par rapport au rejet alimentant le filtre à sable. Une vitesse de sédimentation de 5 m/h dans le fossé subhorizontal enherbé ou le bassin est généralement suffisante.

Le rendement d'un ouvrage suivi d'un filtre est

$$R_t = R_{oa} + (1 - R_{oa}) \times R_f$$

$R_t$  : rendement total

$R_{oa}$  : rendement de l'ouvrage amont

$R_f$  : rendement du filtre

Ouvrages de traitement	Taux d'abattement en %			
	MES	DCO	Cu, Cd, Zn	Hc et HAP
Fossé enherbé (longueur minimale 100 m, sans infiltration et avec une pente nulle)	65	50	65	50
Bief de confinement enherbé	65	50	65	50
Fossé subhorizontal enherbé	65	50	65	50
Bassin routier de type sanitaire	85	70	85	90
Filtre à sable	90	75	90	95
Bassin routier avec volume mort Avec V horizontal < 0,15m/s Vs* en m/h				
1	85	75	80	65
3	70	65	70	45
5	60	55	60	40

\* Les vitesses  $V_s$  expriment le fait que les MES dont la vitesse de chute est supérieure ou égale à  $V_s$  seront décantées (cf. annexe 7.1.2 pour la formule de la vitesse)

Tableau n° 10 : taux d'abattement des ouvrages de traitement





# Chapitre 6

## Entretien des ouvrages et gestion des boues

### 6.1 - Entretien des ouvrages

6.1.1 - Fossé enherbé	44
6.1.2 - Bief de confinement	44
6.1.3 - Fossé subhorizontal enherbé	44
6.1.4 - Bassin routier avec volume mort	44
6.1.5 - Bassin routier de type sanitaire	46
6.1.6 - Filtre à sable	46

### 6.2 - Gestion des boues des bassins routiers et fossés subhorizontaux

6.2.1 - Quand prévoir le curage ?	47
6.2.2 - Comment organiser le curage ?	47
6.2.3 - Travaux préparatoires avant l'enlèvement des boues	50
6.2.4 - Que faire des boues ?	50

L'entretien et la gestion des ouvrages de traitement de la pollution routière sont essentiels. En effet, ils assurent le fonctionnement normal des ouvrages et jouent favorablement sur leur rendement épuratoire. Ils pérennisent les investissements importants consentis lors de leur construction.

Aussi, le relais entre les concepteurs et les exploitants des ouvrages doit impérativement être assuré par la transmission des caractéristiques générales des ouvrages conformes à l'arrêté de police des eaux et les consignes d'intervention à suivre en cas de pollution accidentelle.

*Il est rappelé que dans le cas d'une pollution du milieu naturel, un défaut d'entretien des ouvrages conçus pour préserver la ressource en eau peut engager la responsabilité pénale de l'exploitant de l'infrastructure routière.*

Sur la question du devenir des boues de bassins d'assainissement routiers, le guide explicite une démarche qui aboutit à l'analyse de ces boues. La méthodologie proposée est conforme au Code de l'environnement [10] (articles L. 541-1 et L. 541-2) et à la circulaire 2001-39 du 18 juin 2001 [11]. Il conviendra de l'adapter aux évolutions de la réglementation.

La bibliographie référencée dans ce chapitre ([26][27][28][29][30] et [31]) concerne la problématique générale de gestion des sédiments de l'assainissement routier.

## 6.1 - Entretien des ouvrages

Les fiches ci-après renseignent sur l'entretien des ouvrages. Les fréquences proposées doivent être adaptées suivant la zone climatique et les expériences déjà acquises en matière d'entretien par l'exploitant.

En complément à ces fréquences proposées, il est souhaitable d'effectuer une visite des ouvrages avant les orages d'été, ainsi qu'une visite après chaque gros orage afin de vérifier leur bon fonctionnement.

### 6.1.1 - Fossé enherbé

(cf. tableau n° 11)

### 6.1.2 - Bief de confinement

(cf. tableau n° 12)

### 6.1.3 - Fossé subhorizontal enherbé

(cf. tableau n° 13)

### 6.1.4 - Bassin routier avec volume mort

(cf. tableau n° 14)

Domaine d'action	Fossé enherbé
Végétation	Fauchage 1 à 2 fois par an
Nettoyage	Enlèvement des déchets 2 à 4 fois par an
Etanchéité	Contrôle de l'intégrité de l'ouvrage tous les 3 à 5 ans
Capacité hydraulique	Contrôle de ses caractéristiques après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service. Puis tous les 3 à 5 ans
Curage	Si la capacité hydraulique est insuffisante Après une pollution accidentelle

Tableau n° 11 : entretien courant du fossé enherbé

Domaine d'action	Bief	Équipements	
		Bipasse	Ouvrage de sortie
Végétation	Fauchage 1 à 2 fois par an Faucardage* tous les 2 à 3 ans		
Nettoyage	Enlèvement des déchets 2 à 4 fois par an	Enlèvement des déchets et des végétaux 2 fois par an	Enlèvement des déchets et des végétaux 2 fois par an
Entretien spécifique		Contrôle des cotes de débordement et de la capacité de l'exutoire tous les 3 ans	Contrôle de la capacité d'écoulement (cloison siphonide, fossé aval) tous les 3 ans
Étanchéité	Contrôle tous les 3 à 5 ans		
Capacité hydraulique	Contrôle des caractéristiques après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service puis tous les 3 à 5 ans		
Curage	Si la capacité hydraulique est insuffisante Après une pollution accidentelle	Du fossé si la capacité hydraulique est insuffisante	Du fossé aval si la capacité hydraulique est insuffisante

Tableau n° 12 : entretien courant du bief de confinement

Domaine d'action	Fossé	Équipements			
		Bipasse	Grille à barreaux	Dispositifs d'obturation	Ouvrage de sortie
Végétation	Fauchage 1 à 2 fois par an. Faucardage* tous les 2 à 3 ans				
Nettoyage	Enlèvement des déchets 2 à 4 fois par an	Enlèvement des déchets et des végétaux 2 fois/an	2 à 4 fois par an	2 à 4 fois par an	2 à 4 fois par an
Entretien spécifique		Tous les 3 ans		2 fois par an	
Étanchéité	Contrôle tous les 3 à 5 ans			1 fois par an	
Capacité hydraulique	Contrôle des caractéristiques après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service puis tous les 3 à 5 ans				
Curage	Si la capacité hydraulique est insuffisante Après une pollution accidentelle	Du fossé si la capacité hydraulique est insuffisante			Du fossé aval si la capacité hydraulique est insuffisante

Tableau n° 13 : entretien courant du fossé subhorizontal enherbé

Domaine d'action	Bassin	Équipements			
		Bipasse	Grille à barreaux	Dispositifs d'obturation	Ouvrage de sortie
Végétation	Fauchage 1 à 2 fois par an Faucardage* tous les 2 à 3 ans (1)				
Nettoyage	Enlèvement des déchets 2 à 4 fois par an	Enlèvement des déchets et des végétaux 2 fois/an	2 à 4 fois par an	2 à 4 fois par an	2 à 4 fois par an
Entretien spécifique		Tous les 3 ans		2 fois par an	
Étanchéité	Contrôle tous les 2 à 5 ans			1 fois par an	
Capacité hydraulique	Contrôle des caractéristiques après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service puis tous les 3 à 5 ans				
Curage	Si la capacité hydraulique est insuffisante Si le volume mort est insuffisant Après une pollution accidentelle	Du fossé si la capacité hydraulique est insuffisante			Du fossé aval si la capacité hydraulique est insuffisante

(1) conserver la végétation de la zone d'étalement (cf. § 4.2.1.) qui a pour fonction de répartir les écoulements sur la surface du bassin.

Tableau n° 14 : entretien courant du bassin routier avec volume mort

## 6.1.5 - Bassin routier de type sanitaire

(cf. tableau n° 15)

Domaine d'action	Bassin	Équipements						
		Bipasse	Grille à barreaux	Dispositifs d'obturation	Ouvrage de sortie	Filtre à sable		Cuve
						Avec roseaux	Sans roseaux	
Végétation	Fauchage des berges 1 à 2 fois par an					Fauchage tous les 2 à 3 ans	Enlèvement 1 à 2 fois par an	
Nettoyage	Enlèvement des déchets 2 fois par an	Enlèvement des déchets et des végétaux tous les 1 à 2 ans	2 fois par an	2 fois par an	2 fois par an	Enlèvement des déchets 2 fois par an	Enlèvement des déchets 2 fois par an Scarification 1 à 2 fois par an	Vidange tous les 2 ans
Entretien spécifique		Tous les 3 ans		2 fois par an				
Perméabilité et étanchéité	Contrôle de l'étanchéité tous les 2 à 5 ans			1 fois par an		Contrôle de la perméabilité tous les 2 à 5 ans	Contrôle de la perméabilité tous les 2 à 5 ans	Contrôle de l'étanchéité tous les 2 à 5 ans
Capacité hydraulique	Contrôle des caractéristiques après 1, 3, 6 et 10 ans de mise en service puis tous les 3 à 5 ans							
Curage	Si la capacité hydraulique est insuffisante Après une pollution accidentelle	Du fossé si la capacité hydraulique est insuffisante			Du fossé aval si la capacité hydraulique est insuffisante	Dès que le temps de vidange du volume mort dépasse le délai retenu dans le projet Scarification possible	Dès que le temps de vidange du volume mort dépasse le délai retenu dans le projet	

Tableau n° 15 : entretien courant du bassin routier de type sanitaire

## 6.1.6 - Filtre à sable

(cf. tableau n° 16)

Domaine d'action	Filtre
Végétation	Enlèvement 1 fois par an
Nettoyage	1 fois par an
Perméabilité	Contrôle tous les 5 ans
Curage ou scarification	Si la perméabilité est insuffisante

Tableau n° 16 : entretien courant du filtre à sable

## 6.2 - Gestion des boues des bassins routiers et fossés subhorizontaux

Les boues sont constituées par les sédiments qui se sont accumulés dans le fond des bassins routiers et les fossés subhorizontaux. Ces sédiments sont composés de matières minérales (en majorité) et organiques sur lesquelles se fixent la plupart des polluants.

L'exploitant de l'infrastructure routière doit intégrer la gestion des boues piégées dans les bassins de protection de la ressource en eau.

L'ensemble des étapes, décrites ci-dessous, regroupe les actions nécessaires pour répondre à l'ensemble des situations susceptibles d'être rencontrées.

### 6.2.1 - Quand prévoir le curage ?

Le curage doit être envisagé dès que :

- les quantités de boues stockées dans les bassins ou fossés sont susceptibles d'être mobilisées lors d'un événement pluvieux (eaux troubles en sortie de bassin, atterrissements\*) ;
- le volume mort disponible dans l'ouvrage ne correspond plus à celui indiqué dans le dossier de police de l'eau ou dans l'arrêté préfectoral au titre de cette police [2] [3] et [10].

Il convient donc de connaître :

- les attendus des arrêtés préfectoraux au titre de la police de l'eau ;
- le volume du bassin ;
- le volume mort initial ;
- le volume mort résiduel.



Photo n° 4 : drague à sédiments – Source : CETE de l'Est

### 6.2.2 - Comment organiser le curage ?

La phase préalable au curage consiste à déterminer la quantité et la qualité des boues à évacuer.

#### Estimation du volume des boues

Pour ce faire, des relevés topographiques permettront de mesurer les épaisseurs de boues à évacuer et la hauteur surnageante au-dessus des boues (mire classique et mire équipée à l'extrémité d'un disque permettant d'éviter son enfoncement).

Un relevé de points tous les 1 à 5 mètres peut être envisagé dans une première approche selon la taille des bassins.

Attention à préserver l'étanchéité de l'ouvrage de protection des eaux lors de cette mesure.

#### Identification de la qualité des boues

Il s'agit d'identifier la qualité des boues piégées afin de déterminer les différentes filières de valorisation ou d'élimination.

#### Prélèvements

Il convient d'envisager un prélèvement tous les 100 m<sup>2</sup> avec un minimum de quatre prélèvements par bassin. Deux prélèvements sont localisés dans la zone d'entrée du bassin et deux au moins sont prélevés dans la zone de sortie du bassin.

Les prélèvements doivent être d'égales quantités puis mélangés afin d'obtenir un échantillon moyen représentatif de l'ensemble des boues du bassin de traitement des eaux pluviales. Les analyses sont réalisées sur cet échantillon moyen. Le volume de l'échantillon moyen nécessaire à ces analyses est de l'ordre de deux litres.

Il convient toutefois de se rapprocher du laboratoire d'analyses agréé afin de connaître la quantité minimale nécessaire à l'analyse.

Une drague ou benne à sédiments (cf. photos n°4 et 5) peut être utilisée pour effectuer des prélèvements de boues.



Photo n° 5 : benne à sédiments – Source : CETE de l'Est

## Analyses

Les analyses de sédiment sont effectuées sur les paramètres déterminés par les arrêtés du 8 janvier 1998 [12] et du 3 juin 1998 [13], auxquels renvoie la circulaire 2001-39 du 18 juin 2001 [11].

*Le gestionnaire doit rester attentif à l'évolution de la législation relative à la gestion des déchets.*

La circulaire 2001-39 du 18 juin 2001 [11] précise : « En général, la teneur en toxique des boues de curage des bassins est faible (inférieure aux valeurs limites fixées par les arrêtés du 8 janvier 1998 [12] et du 3 juin 1998 [13], pris en application du décret 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif à leur épandage). Dans ce cas, elles peuvent être utilisées comme produits d'épandage dans les emprises routières mais également dans toute installation à vocation non agricole ».

Pour identifier la qualité moyenne des boues, 11 analyses quantitatives et 1 test de toxicité aiguë sont nécessaires :

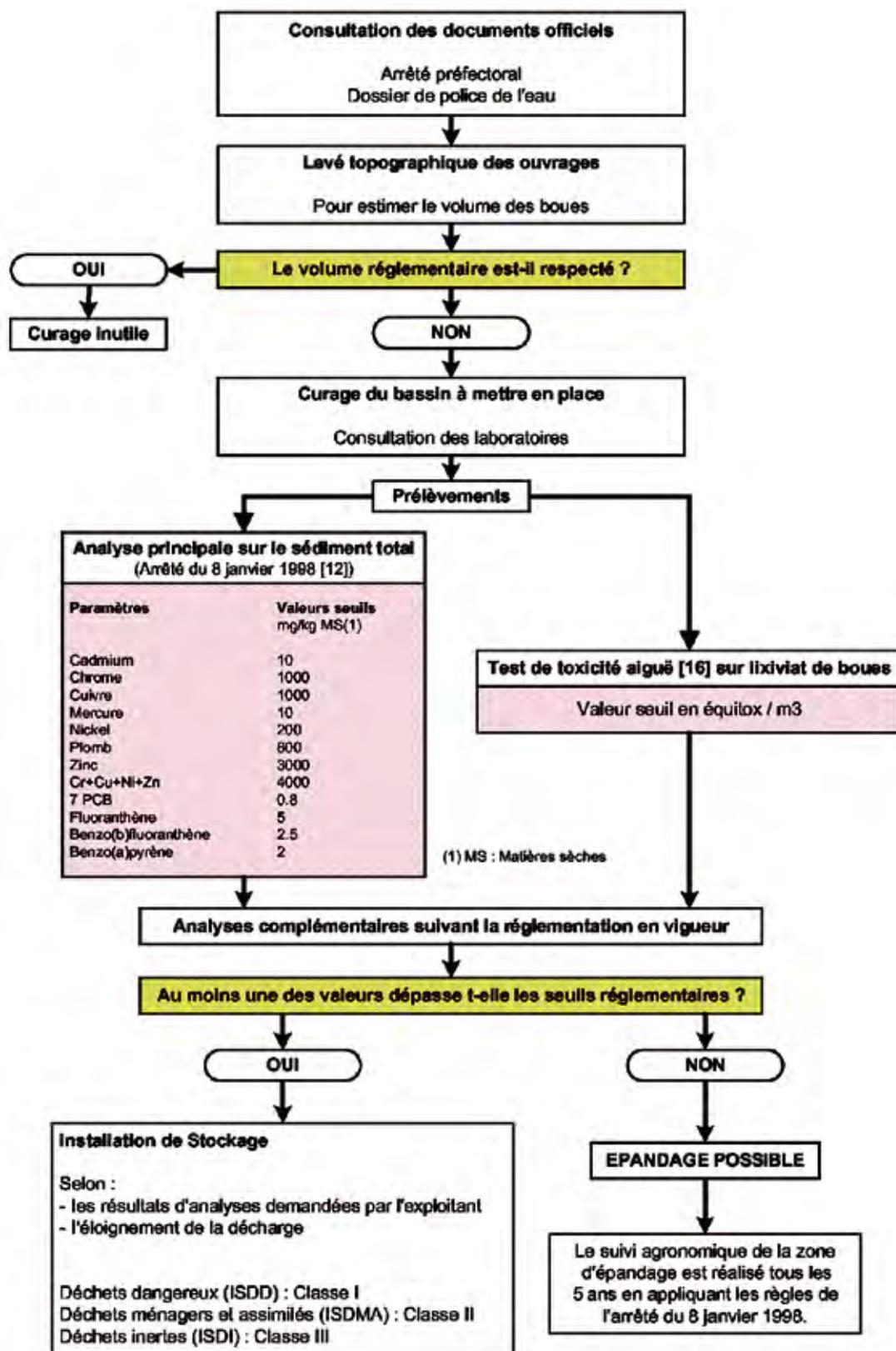
- les 11 analyses quantitatives concernent :
  - sept métaux lourds (7 analyses : cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc) ;
  - sept polychlorobiphényles (1 analyse globale pour les 7 PCB) ;
  - trois hydrocarbures aromatiques polycycliques (3 analyses : fluoranthène, benzo(b) fluoranthènes, benzo(a)pyrène) ;
- la réalisation du test de toxicité aiguë (norme NF EN ISO 6341 [16]) sur un lixiviat\* de boues effectué selon la norme NF EN 12 457-2 [15] permet de déterminer le caractère non nocif des boues.

Si les résultats des analyses quantitatives présentent des valeurs inférieures aux valeurs seuils fixées par l'arrêté du 8 janvier 1998 [12] et inférieures à un équitox\* par mètre cube (pour le test de toxicité), les boues pourront être épandues, après étude, dans les emprises routières suivant les prescriptions de l'arrêté du 8 janvier 1998 [12].

Si les valeurs seuils sont dépassées ou si la toxicité sur lixiviat\* dépasse un équitox par m<sup>3</sup>, il convient de prévoir la mise en décharge.

Le logigramme synthétise la démarche décrite dans le guide.





## 6.2.3 - Travaux préparatoires avant l'enlèvement des boues

Les travaux préparatoires avant l'enlèvement des boues sont le faucardage\* et l'évacuation de l'eau excédentaire.

### Le faucardage

Pour procéder à l'enlèvement des boues, un faucardage préalable peut être réalisé pour limiter la quantité de matériaux à traiter. Cette opération a pour objet de faucher les végétaux tels que roseaux et massettes qui ont pu se développer dans le bassin. La partie aérienne de ces végétaux est très faiblement polluée (à la limite de la détection) et peut être traitée séparément des boues de bassin.

Le faucardage peut être opéré soit à l'aide d'une embarcation, soit à pied si la hauteur d'eau et l'épaisseur de boue le permettent.

Les végétaux recueillis après faucardage doivent être évacués afin de les éliminer. Les trois filières principales sont le broyage (les résidus pouvant par exemple être épandus sur les dépendances routières), le compostage et le brûlage en centrale. Le brûlage à l'air libre est généralement interdit (*cf.* article 84 du règlement sanitaire départemental).

### Évacuation de l'eau excédentaire

Le pompage représente la solution la plus adaptée. Ces eaux peuvent être soit :

- stockées dans d'autres ouvrages de protection de la ressource en eau situés à proximité ;
- stockées dans les réseaux d'assainissement routier si la configuration du réseau s'y prête et si la durée de l'enlèvement des boues est limitée car à ce moment là le réseau d'assainissement est mobilisé ;
- utilisées pour l'arrosage si la qualité le permet (*cf.* annexe 2) ;
- rejetées dans le milieu naturel (cours d'eau) si la qualité est compatible avec celle du milieu naturel. S'enquérir des démarches administratives nécessaires.

Dans ces deux derniers cas, il convient de procéder préalablement à un test de toxicité selon la norme NF EN ISO 6341 [16] et pour un rejet en rivière, de mesurer la teneur en MES, DCO, Cd, Zn, Hc, HAP et Cl.

Les valeurs seuils fixées pour ces paramètres sont à rechercher dans les grilles d'objectifs de qualité fixées par chacune des agences de l'eau (*cf.* annexe 2) ou toute autre grille s'y substituant.

## 6.2.4 - Que faire des boues ?

### Évacuation des boues

Lorsque les boues sont accessibles, leur enlèvement doit être envisagé à l'aide d'une pompe à boues telle que celle utilisée par les vidangeurs mais aussi à l'aide de pelles, tractopelles à chenilles éventuellement. Il peut être envisagé d'utiliser une pelle à bras long dont la portée peut aller jusqu'à 15 mètres.

Étant donné la variation de la teneur en eau dans la boue entre les couches de surface et les couches de fond, les deux techniques doivent être systématiquement envisagées lorsque les marchés d'enlèvement des boues sont rédigés.

Lorsque l'accès au bassin et le fond de bassin sont suffisamment porteurs, l'entrée des engins dans le bassin peut être envisagée.

S'il n'existe pas de rampe d'accès ou si le fond n'est pas porteur ou fragile (avec une géomembrane\*) les opérations d'enlèvement de boues doivent être effectuées à partir du pourtour du bassin.

### Diminution de la teneur en eau

La première étape incontournable pour la gestion des boues est la diminution de leur teneur en eau pour limiter le volume à transporter.

Cet abaissement se traduit par une augmentation de la teneur en matière sèche ou siccité\*. La siccité peut être caractérisée simplement et en première approche à l'aide des indications fournies dans le tableau n° 25 (*cf.* annexe 8).

Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour arriver à augmenter la siccité de ces boues :

- un séchage à l'air libre sur lit de séchage des boues (*cf.* schéma n° 9) peut être envisagé. Le choix de l'emplacement du lit de séchage doit respecter la réglementation en vigueur et être éloigné des habitations pour leur éviter les éventuelles nuisances olfactives ;
- un brassage des boues en période sèche peut permettre leur séchage sur place dans le fond des ouvrages. Cette technique nécessite une intervention continue pendant plusieurs semaines et demande une période sèche suffisamment longue ;
- une technique de pressage peut être envisagée. L'utilisation d'agent floculants déterminés en laboratoire permet d'optimiser cette technique. Le mélange de boues et de floculant sera introduit dans un filtre à bandes mobiles disponible sur véhicule. Le filtre à bandes permettra d'éliminer l'eau et de produire une boue dont la siccité avoisinera 40 %.

Les granulométries hétérogènes des boues de bassin peuvent être un handicap vis-à-vis de cette technique.

L'eau d'égouttage collectée à la sortie des dispositifs de séchage doit être rejetée dans le bassin ou analysée avant rejet dans le milieu naturel. Les analyses retenues sont, dans ce cas, au minimum : MES, DCO, Cd, Cu, Zn, Hc, HAP et Cl.

### Réutilisation ou mise en décharge

Plusieurs filières peuvent être envisagées : la réutilisation, la mise en installation de stockage de déchets.

#### La réutilisation

Si la qualité de ces boues est compatible avec une utilisation comme des matériaux non nocifs, elles peuvent être utilisées sous forme de remblais non techniques dans des zones non vulnérables.

Elles peuvent aussi être utilisées sous forme de compost en mélangeant les boues sèches à des composts, ce qui améliore la teneur en eau de ces derniers.

Un épandage sur les sites entretenus par l'exploitant routier peut être envisagé après l'élaboration d'un plan d'épandage conformément à l'arrêté du 8 janvier 1998 [12].

#### La mise en décharge

Si au moins une des valeurs des analyses est supérieure aux valeurs seuils fixées par les textes, la seule filière d'élimination deviendra la mise en décharge. Il conviendra de s'assurer de leur élimination en conformité avec la législation en vigueur. L'utilisation d'un Bordereau de Suivi de Déchets Industriels (BSDI) - imprimé CERFA n° 070320 - garantit la connaissance de la filière d'élimination.

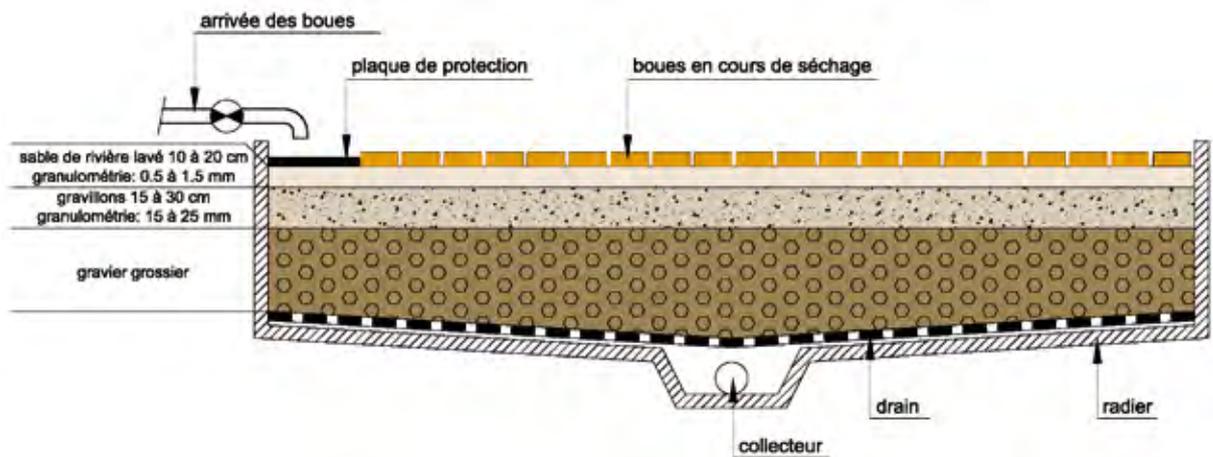


Schéma de principe n° 9 : coupe de lit de séchage des boues – Source : ministère de l'Agriculture et de la Forêt





# Annexes

<b>1 - Articles extraits du Code de l'environnement (partie législative) concernant les atteintes aux milieux aquatiques</b>	<b>54</b>
<b>2 - Qualité de l'eau</b>	<b>56</b>
<b>3 - Détermination du temps de propagation d'une pollution dans les sols</b>	<b>58</b>
<b>4 - Calcul des charges polluantes</b>	<b>60</b>
<b>5 - Ouvrage de sortie et d'entrée pour bassin</b>	<b>66</b>
<b>6 - Déversoir sur berge de bassin routier</b>	<b>68</b>
<b>7 - Exemples de calcul</b>	<b>69</b>
<b>8 - Siccité</b>	<b>78</b>
<b>9 - Abréviations et symboles</b>	<b>79</b>
<b>10 - Glossaire</b>	<b>80</b>
<b>11 - Références bibliographiques</b>	<b>80</b>

# 1 - Articles extraits du Code de l'environnement (partie législative) concernant les atteintes aux milieux aquatiques [10]

## LIVRE II : Milieux physiques

Titre I<sup>er</sup> : Eau et milieux aquatiques

Chapitre VI : Sanctions

Section 2 : Dispositions pénales

Sous-section 2 : Sanctions pénales

**Article L. 216-6 :** (*Ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000 art. 3 Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2002*)

Le fait de jeter, déverser ou laisser s'écouler dans les eaux superficielles, souterraines ou les eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales, directement ou indirectement, une ou des substances quelconques dont l'action ou les réactions entraînent, même provisoirement, des effets nuisibles sur la santé ou des dommages à la flore ou à la faune, à l'exception des dommages visés aux articles L. 218-73 et L. 432-2, ou des modifications significatives du régime normal d'alimentation en eau ou des limitations d'usage des zones de baignade, est puni de deux ans d'emprisonnement et de 75 000 € d'amende. Lorsque l'opération de rejet est autorisée par arrêté, les dispositions de cet alinéa ne s'appliquent que si les prescriptions de cet arrêté ne sont pas respectées.

Le tribunal peut également imposer au condamné de procéder à la restauration du milieu aquatique dans le cadre de la procédure prévue par l'article L. 216-9.

Ces mêmes peines et mesures sont applicables au fait de jeter ou abandonner des déchets en quantité importante dans les eaux superficielles ou souterraines ou dans les eaux de mer dans la limite des eaux territoriales, sur les plages ou sur les rivages de la mer. Ces dispositions ne s'appliquent pas aux rejets en mer effectués à partir des navires.

**Article L. 216-8 :** (*Ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000 art. 3 Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2002*)

I. - Est puni de deux ans d'emprisonnement et de 18 000 € d'amende le fait, sans l'autorisation requise pour un acte, une opération, une installation ou un ouvrage, de :

- 1<sup>o</sup> Commettre cet acte ;
- 2<sup>o</sup> Conduire ou effectuer cette opération ;
- 3<sup>o</sup> Exploiter cette installation ou cet ouvrage ;
- 4<sup>o</sup> Mettre en place ou participer à la mise en place d'une telle installation ou d'un tel ouvrage.

II. - En cas de récidive, l'amende est portée à 150 000 €.

III. - En cas de condamnation, le tribunal peut ordonner qu'il soit mis fin aux opérations, à l'utilisation de l'ouvrage ou de l'installation. L'exécution provisoire de cette décision peut être ordonnée.

IV. - Le tribunal peut également exiger les mesures prévues à l'alinéa précédent ainsi que la remise en état des lieux, dans le cadre de la procédure prévue par l'article L. 216-9.

V. - Le tribunal, saisi de poursuites pour infraction à une obligation de déclaration, peut ordonner l'arrêt de l'opération ou l'interdiction d'utiliser l'installation ou l'ouvrage, dans le cadre de la procédure prévue par l'article L. 216-9.

## LIVRE IV : Faune et flore

Titre III : Pêche en eau douce et gestion des ressources piscicoles

Chapitre II : Préservation des milieux aquatiques et protection du patrimoine piscicole

Section 2 : Protection de la faune piscicole et de son habitat

**Article L. 432-2 :** *(Ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000 art. 3 Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2002)*

Le fait de jeter, déverser ou laisser écouler dans les eaux mentionnées à l'article L. 431-3, directement ou indirectement, des substances quelconques dont l'action ou les réactions ont détruit le poisson ou nui à sa nutrition, à sa reproduction ou à sa valeur alimentaire, est puni de deux ans d'emprisonnement et de 18 000 € d'amende.

Le tribunal peut, en outre, ordonner la publication d'un extrait du jugement aux frais de l'auteur de l'infraction dans deux journaux ou plus.

**Article L. 432-3 :** *(Ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000 art. 3 Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2002)*

*(Ordonnance n° 2005-805 du 18 juillet 2005 art. 22 II Journal Officiel du 19 juillet 2005)*

*(inséré par Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 art. 13 I Journal Officiel du 31 décembre 2006)*

Le fait de détruire les frayères ou les zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole est puni de 20 000 € d'amende, à moins qu'il ne résulte d'une autorisation ou d'une déclaration dont les prescriptions ont été respectées ou de travaux d'urgence exécutés en vue de prévenir un danger grave et imminent.

Un décret en Conseil d'Etat fixe les critères de définition des frayères et des zones mentionnées au premier alinéa, les modalités de leur identification et de l'actualisation de celle-ci par l'autorité administrative, ainsi que les conditions dans lesquelles sont consultées les fédérations départementales ou interdépartementales des associations agréées de pêche et de protection du milieu aquatique.

Le tribunal peut en outre ordonner la publication d'un extrait du jugement aux frais de l'auteur de l'infraction dans deux journaux qu'il désigne.

## 2 - Qualité de l'eau

Les classes de qualité sont déterminées par des valeurs de référence attribuées à certains paramètres physico-chimiques, biologiques et bactériologiques. Ces classes déterminent la compatibilité des usages avec la qualité mesurée.

	1A	1B	2	3
Conductivité u S/cm à 20° C	≤ 400	400 à 750	750 à 1 500	1 500 à 3 000
Température	≤ 20	20 à 22	22 à 25	25 à 30
pH	6,5 à 8,5	6,5 à 8,5	6 à 9	5,5 à 9,5
MES (mg/l)	≤ 30	≤ 30	≤ 30	30 à 70
O2 dissous (mg/l)	> 7	5 à 7	3 à 5	milieu aérobie à maintenir en permanence
O2 dissous en % de saturation	> 90 %	70 à 90	50 à 70	
DBO5 (mg/l)	≤ 3	3 à 5	5 à 10	10 à 25
Oxydabilité (mg/l)	≤ 3	3 à 5	5 à 8	
DCO (mg/l)	≤ 20	20 à 25	25 à 40	40 à 80
NH4 (mg/l)	≤ 0,1	0,1 à 0,5	0,5 à 2	2 à 8
NO3 (mg/l)			> 44	44 à 100
N total (Kjeldahl)	≤ 1	1 à 2	2 à 3	
Fe (mg/l)	≤ 0,5	0,5 à 1	1 à 1,5	> 1,7
Mn (mg/l)	≤ 0,1	0,1 à 0,25	0,25 à 0,50	> 1
F (mg/l)	≤ 0,7	0,7 à 1,7	0,7 à 1,7	> 5
Cu (mg/l)	≤ 0,02	0,02 à 0,05	0,05 à 1	> 0,05
Zn (mg/l)	≤ 0,5	0,5 à 1	1 à 5	> 0,001
As (mg/l)	≤ 0,01	≤ 0,01	0,01 à 0,05	> 0,05
Cd (mg/l)	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0,001	> 0,05
Cr (mg/l)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	> 0,05
CN (mg/l)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	> 0,01
Pb (mg/l)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	> 0,0005
Se (mg/l)	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	0,05 à 0,5
Hg (mg/l)	≤ 0,0005	≤ 0,0005	≤ 0,0005	> 0,5
Phénos (mg/l)		≤ 0,001	0,001 à 0,05	> 1
Détergents (mg/l)	≤ 0,2	≤ 0,2	0,2 à 0,5	
SEC (mg/l)	< 0,2	0,2 à 0,5	0,5 à 1	
Coliformes (Num. 100 ml)	≤ 50	50 à 5 000	5 000 à 50 000	
Esch.Con (Num. 100 ml)	≤ 20	20 à 2 000	2 000 à 20 000	
Strop.féc. (Num. 100 ml)	< 20	20 à 1 000	1 000 à 10 000	
Écart de l'indice biotique par rapport à l'indice normal	1	2 ou 3	4 ou 5	6 ou 7

Tableau n° 17 : grille sur les critères d'appréciation de la qualité des eaux (cf. volume 4 [21])

Les limites des classes de qualités varient selon les agences de l'eau. Le concepteur doit également être attentif à l'évolution de la législation concernant l'appréciation de la qualité globale des cours d'eau.

		CLASSE DE QUALITE			
		1 A	1 B	2	3
CLASSE DE MINERALISATION	0		<b>EAU POTABLE</b> ( Traitement simple ou normal )		
	1		<b>INDUSTRIES ALIMENTAIRES</b>	<b>IRRIGATION</b>	
	2		<b>ABREUVAGE DES ANIMAUX</b>	<b>EAU INDUSTRIELLE</b> Eau potable (traitement poussé)	<b>Irrigation</b>
	3		<b>BAIGNADE LOISIRS POISSON</b> ( Vit et se reproduit normalement )	<b>Abreuvement des animaux</b>	<b>AUTOEPURATION NAVIGATION REFROIDISSEMENT</b>
	4		<b>Loisirs</b> ( contacts exceptionnels avec l'eau ) <b>Poisson</b> ( vie normale mais reproduction aléatoire )		<b>Autoépuration Poisson</b> ( sa survie peut être aléatoire dans certaines circonstances )

Tableau n° 18 : usage en fonction de la minéralisation et des classes de qualité des eaux

#### Commentaires

Qualité minimale selon la vocation du cours d'eau : seuls les principaux usages et vocations des cours d'eau ont été reportés dans la grille. Les usages et vocations sont rendus possibles pour certaines qualités et minéralisations. Leurs exigences sont portées dans le tableau n° 18 qui s'interprète comme suit :

- les deux flèches encadrant la vocation écrite en MAJUSCULES délimitent l'ensemble des qualités et minéralisations normales ;
- les deux flèches encadrant la vocation écrite en MINUSCULES délimitent des qualités et minéralisations limites tolérables permettant ces usages ou vocations.

Les eaux dont les teneurs dépassent les limites de la qualité 3 sont inaptes à la majorité des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et pour l'environnement. De ce fait, la qualité 3 constitue un objectif minimum même si certaines eaux du milieu naturel sont à l'heure actuelle de qualité inférieure.

## 3 - Détermination du temps de propagation d'une pollution dans les sols

Les éléments suivants sont donnés à titre pédagogique. Il est indispensable de s'adresser à un géologue/hydrogéologue pour déterminer la vulnérabilité de la ressource en eau. En effet, d'autres paramètres pris en compte (géologie locale, sondages, puits existants, ressource captée...) peuvent fortement influencer sur les résultats théoriques obtenus par application des relations données ci-après.

### 3.1 - Temps de propagation en zone non saturée

La valeur approchée de la vitesse d'infiltration, pour un écoulement vertical saturant le sol, est donnée par la relation ci dessous :

$$V = \frac{K}{n}$$

avec :

V : vitesse en m/s

K : perméabilité en m/s

n : porosité efficace\* (exprimée en décimal ; par exemple 0,05)

Le temps de propagation en zone non saturée :

$$T = e \times \frac{n}{K}$$

avec :

T : temps de propagation en seconde

e : épaisseur de la zone non saturée en mètre

Dans les terrains karstiques\*, il est généralement observé un transfert très rapide et à grande distance des eaux, avec des cheminements qui peuvent être totalement déconnectés de la morphologie superficielle. Les vitesses atteignent souvent 50 à 200 m/h (jusqu'à 1 000 m/h sur de courtes distances). Des diffusions souterraines ne sont pas rares, un traceur pouvant ressortir à plusieurs sources.

Seule une connaissance des traçages effectués permet d'estimer le bassin d'alimentation des sources et la vitesse de transfert.

### 3.2 - Temps de propagation en zone saturée

En zone saturée, la vitesse de propagation de l'eau est donnée par la loi de Darcy

$$V = \frac{K \times i}{n}$$

avec :

V : vitesse de propagation de l'eau en zone saturée en m/s

K : perméabilité en m/s

i : pente hydraulique de la nappe (ou gradient hydraulique) en m/m

n : porosité efficace\* (exprimée en décimal ; par exemple 0,05)

Le temps de propagation dans la nappe :

$$T = \frac{D \times n}{K \times i}$$

avec :

T : temps de propagation dans la nappe en seconde

D : distance parcourue dans la nappe en mètre

Les valeurs du gradient hydraulique (i) proviennent des cartes de piézométrie moyenne.

Ces cartes permettent :

- de connaître le sens d'écoulement de la nappe ;
- d'estimer les vitesses de propagation.

On considère que la vitesse de propagation du polluant est identique à celle de l'eau.

Le tableau n° 19 donne à titre d'exemple les ordres de grandeurs de la porosité efficace\* selon la nature des terrains (cf. [44]).

Le tableau n°20 indique à titre d'exemple la variabilité des perméabilités estimées pour différents terrains :

Type de réservoir	Porosité efficace n (%)
Graviers	20 à 40
Sables	10 à 30
Alluvions sablo-graveleuses	15 à 25
Alluvions sablo-limoneuses	5 à 15
Sable fin	5
Silt (limons)	2
Craie	2 à 5
Grès	2 à 15
Granite	0,1 à 2
Basalte	8 à 10
Schistes	0,1 à 2
Calcaires	2 à 10

Tableau n° 19 : porosité efficace selon la nature des terrains

	Perméabilité K en m/s
<b>Roches poreuses</b>	
Sable et gravier alluvionnaire	1.10 <sup>-2</sup> à 1.10 <sup>-4</sup>
Sable fin à moyen, limon	1.10 <sup>-3</sup> à 1.10 <sup>-6</sup>
Arènes granitiques, sable argileux	1.10 <sup>-5</sup> à 1.10 <sup>-8</sup>
Argile	1.10 <sup>-7</sup> à 1.10 <sup>-10</sup>
<b>Roches fissurées</b>	
Calcaires, dolomie	1.10 <sup>-2</sup> à 1.10 <sup>-6</sup>
Craie	1.10 <sup>-3</sup> à 1.10 <sup>-5</sup>
Grès, conglomérats	1.10 <sup>-2</sup> à 1.10 <sup>-6</sup>
Schistes	1.10 <sup>-7</sup> à 1.10 <sup>-10</sup>
Granites et roches cristallines	1.10 <sup>-5</sup> à 1.10 <sup>-10</sup>

Tableau 20 : exemples de valeurs de perméabilité pour les roches les plus courantes - Extrait [45]

### 3.3 - Analyse critique des résultats

Compte tenu de la rusticité des « modèles » de propagation des polluants utilisés pour cette analyse, il est indispensable de pondérer (en justifiant) les résultats bruts.

Par exemple, le passage sur une terrasse alluviale très perméable et mal protégée en surface devrait conduire à une vulnérabilité forte. Cela peut être modulé en vulnérabilité moyenne si cette terrasse est très urbanisée avec des eaux déjà fortement polluées.

Autre exemple, des formations d'altération argilo - limoneuses sur un substratum imperméable sont considérées comme faiblement vulnérables. Mais lorsqu'elles constituent le seul horizon de circulation potentiel d'un grand ensemble géographique, elles sont souvent à l'origine de petites sources qui peuvent être captées, auquel cas ces formations seront qualifiées de moyennement vulnérables.

## 4 - Calcul des charges polluantes

La méthode indique les valeurs de référence à prendre en compte pour le calcul des charges polluantes annuelles. Les concentrations de pointe et les concentrations moyennes en polluants des rejets routiers sont déterminées à partir de ces charges.

### 4.1 - Charges annuelles polluantes véhiculées par les eaux de ruissellement

Le calcul des charges polluantes annuelles doit prendre en compte l'ensemble de l'infrastructure routière et de ses équipements : section courante, gares de péage, échangeurs et aires de repos.

Ce calcul doit être effectué en retenant les trafics suivants :

- pour les infrastructures nouvelles : le trafic prévu 15 ans après la mise en service ;
- pour les infrastructures existantes : le trafic prévu 10 ans après les aménagements de protection de la ressource en eau.

#### 4.1.1 - Section courante

Les charges annuelles polluantes à prendre en compte, d'après les tendances exprimées dans les études effectuées depuis 1992 par le Sétra, l'Asfa et le LCPC, pour le trafic global (qui regroupe la somme des trafics de chacun des deux sens de circulation) sont, pour les chaussées non constituées d'enrobés drainants, indiquées dans le tableau n° 21.

Charges unitaires annuelles par ha applicables pour un trafic global  $\leq 10\ 000$  v/j :

Charges unitaires annuelles Cu à l'ha imperméabilisé pour 1 000 v/j	MES kg	DCO kg	Zn kg	Cu kg	Cd g	Hc Totaux g	HAP g
Site ouvert	40	40	0,4 <sup>(1)</sup>	0,02	2 <sup>(1)</sup>	600	0,08
Site restreint	60	60	0,2 <sup>(1)</sup>	0,02	1 <sup>(1)</sup>	900	0,15

(1) Les charges en Zn et Cd sont plus importantes en site ouvert qu'en site restreint car ces métaux sont aussi associés aux équipements de sécurité qui sont davantage utilisés en site ouvert.

Tableau n° 21 : charges unitaires annuelles par ha applicables pour un trafic global  $< 10\ 000$  v/j

Ces charges s'appliquent proportionnellement au trafic global et à la surface imperméabilisée qui correspond à toute surface de sol revêtue de béton bitumineux, de béton hydraulique ou de géomembrane. Il s'agit de la chaussée, des accotements ou trottoirs revêtus, du terre-plein central, des zones de stationnement et des refuges.

La charge annuelle est donnée par la formule suivante :

$$Ca = Cu \times \frac{T}{1\ 000} \times S$$

Équation 1 : charge annuelle en fonction du trafic et de la surface imperméabilisée jusqu'à 10 000 v/j

avec :

Ca : charge annuelle, en kg, de 0 à 10 000 v/j

Cu : charge unitaire annuelle en kg/ha pour 1 000 v/j

T : trafic global en v/j

S : surface imperméabilisée en ha

### Charge annuelle, pour un trafic global >10 000 v/j :

L'observation montre qu'au-delà de 10 000 v/j, l'accroissement de la charge polluante s'atténue.

La charge annuelle est donnée par l'expression suivante :

$$Ca = \left[ (10 \times Cu) + Cs \times \left( \frac{T - 10\,000}{1\,000} \right) \right] \times S$$

Équation 2 : charge annuelle en fonction du trafic et de la surface imperméabilisée au-delà de 10 000 v/j

avec :

Cs : charge annuelle supplémentaire à l'ha pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j

T : trafic global en v/j

Les valeurs de Cs sont mentionnées dans le tableau n° 22 :

Charges unitaires annuelles Cs à l'ha imperméabilisé pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j	MES kg	DCO kg	Zn kg	Cu kg	Cd g	Hc Totaux g	HAP g
Cs (en sites ouverts et restreints)	10	4	0,0125	0,011	0,3	400	0,05

Tableau n° 22 : charges supplémentaires annuelles par ha imperméabilisé pour 1 000 v/j au-delà de 10 000 v/j pour sites ouverts et restreints

#### 4.1.2 - Gares de péage

La charge polluante annuelle pour une gare de péage se calcule de la même manière qu'en section courante en prenant en compte la totalité de la surface imperméabilisée et le trafic de section courante, **mais les valeurs caractéristiques de pollution d'un site restreint sont retenues.**

#### 4.1.3 - Échangeurs

Les charges polluantes annuelles sur échangeur sont calculées à partir du trafic sur l'échangeur et de la surface imperméabilisée de l'échangeur.

#### 4.1.4 - Aires de service ou de repos

La charge polluante annuelle à prendre en compte pour une aire de repos ou de service dépend de sa surface imperméabilisée et du trafic de la section courante qui dessert l'aire.

Pour une aire bi-directionnelle, le trafic global est pris en compte ; pour une aire mono directionnelle, seul le trafic du sens de circulation qui alimente l'aire est pris en compte.

Si les données de trafic par sens de circulation ne sont pas disponibles, le trafic attribué à un sens est égal à la moitié du trafic global.

Pour les aires, les charges polluantes annuelles se calculent à partir des équations 1 et 2 établies pour la section courante, **en site restreint, en remplaçant S par le dixième de la surface imperméabilisée de l'aire.**

Les eaux usées et les eaux de lavage associées aux services offerts sur l'aire produisent une charge polluante qui n'entre pas dans le cadre du guide.

## 4.2 - Impact maximal des rejets d'eaux pluviales

L'expérience a montré que les impacts maximaux sont générés par une pluie d'été en période d'étiage. Les charges polluantes hivernales ne sont donc pas prises en compte.

Les mesures issues des sites expérimentaux montrent que l'événement de pointe est proportionnel à la charge annuelle et est directement lié à la hauteur de pluie générée par cet événement de pointe. La relation s'établit de la manière suivante :

$$Fr = 2,3 \times h$$

*Équation 3 : fraction maximale de la charge annuelle mobilisable par un événement pluvieux de pointe*

avec :

Fr : fraction maximale de la charge annuelle mobilisable

h : hauteur d'eau, en mètre, de l'événement pluvieux de pointe (limitée à 0,15 m)

L'impact du rejet est dû à sa concentration et à la capacité du milieu récepteur à supporter une augmentation de concentration qui n'altère ni son usage, ni sa vocation.

La qualité du rejet doit être compatible avec les objectifs et mesures définies dans l'étude d'impact, à savoir :

- les usages de la ressource en eau (alimentation en eau potable, piscicultures, ...)
- les objectifs de qualité du SDAGE et (ou) du SAGE ;
- la sensibilité du milieu naturel (présence d'une ZICO, d'une ZNIEFF, d'une ZPS, ...)
- les objectifs de la directive cadre eau [6] [7] [8].

### Calculs de concentration dans le milieu récepteur

#### *Paramètres :*

- Milieu récepteur :

- Ci : concentration initiale en mg/l,

- Qi : débit  $Q_{MNA5}$  en  $m^3/s$ ,

- Plate-forme :

- Ce : concentration émise en mg/l,

- Qe : débit émis en  $m^3/s$ .

-  $\tau$  : taux d'abattement des ouvrages (*Cf.* chapitre 4.3)

- Concentration résultante dans le milieu récepteur après le rejet de plate-forme :

- Cr : concentration résultante en mg/l,

- Qr : débit résultant en  $m^3/s$ ,

En l'absence d'ouvrage de régulation, le débit émis  $Q_e$  est égal au débit annuel  $Q_1$  de la plate-forme.  $Q_e$  est calculé par la relation suivante :  $Q_1 = 0,4 Q_{10}$  ( $Q_{10}$  = débit décennal de pointe au point de rejet de la plate-forme).

#### *Équations :*

$$C_e = \frac{Fr Ca (1 - \tau)}{10 S h} \quad \text{soit} \quad C_e = \frac{2,3 Ca (1 - \tau)}{10 S}$$

*Équation 4 : concentration émise par un événement pluvieux de pointe*

avec :

Ca : charge annuelle, en kg

Fr : fraction maximale de la charge annuelle mobilisable

h : hauteur d'eau, en mètre, de l'événement pluvieux de pointe (limitée à 0,15 m).

S : surface imperméabilisée en ha

$$Q_r = Q_i + Q_e$$

*Équation 5 : débit résultant*

$$C_r = \frac{C_i Q_i + C_e Q_e}{Q_r}$$

Équation 6 : concentration résultante

$$\frac{Q_e}{Q_i} = \frac{C_r - C_i}{C_e - C_r}$$

Équation 7 : relation entre les débits et les concentrations

### 4.3 - Concentration moyenne annuelle des rejets d'eau pluviale

A partir des charges annuelles de polluants, la concentration moyenne annuelle des effluents routiers émis vers le milieu naturel est définie. Cette concentration moyenne annuelle  $C_m$  est calculée de la manière suivante :

$$C_m = \frac{C_a \times (1 - \tau)}{9 \times S \times H}$$

Équation 8 : concentration moyenne annuelle

avec :

$C_m$  : concentration moyenne annuelle en mg/l

$C_a$  : charge annuelle en kg

$\tau$  : taux d'abattement des ouvrages

$S$  : surface imperméabilisée en ha

$H$  : hauteur de pluie moyenne annuelle en m.

Il est admis que 10 % de hauteur de pluie annuelle n'entraîne pas de ruissellement sur la plate-forme, ce qui explique le chiffre 9 au dénominateur.

Dans les régions pluviométriques spécifiques (précipitations moyennes annuelles < 500 mm), aucune observation n'a pu être réalisée. La valeur plancher de pluviométrie retenue pour le calcul des concentrations est alors de 500 mm.

### 4.4 - Exemples de calcul

Les exemples illustrent les résultats obtenus pour les Matières en Suspension (MES).

On cherche à calculer  $C_a$ , la charge polluante annuelle.

#### 4.4.1 - Première hypothèse : en site ouvert

Premier sens de circulation : trafic de 4 000 véhicules par jour et surface imperméabilisée de 0,8 ha.

Second sens de circulation : trafic de 5 000 véhicules par jour et surface imperméabilisée de 0,8 ha.

**Les chaussées sont en face l'une de l'autre par rapport à l'axe médian et les effluents sont réunis pour être traités dans un seul ouvrage.**

Le trafic global (trafic cumulé des deux sens) est inférieur à 10 000 véhicules/jours. Le calcul des charges annuelles est donc régi par l'équation 1 :

$$C_a = C_u \times \frac{T}{1\,000} \times S$$

$$C_a = 40 \times \frac{(4\,000 + 5\,000)}{1\,000} \times (0,8 + 0,8)$$

$$Ca = 576 \text{ Kg/an}$$

Les chaussées sont en face l'une de l'autre par rapport à l'axe médian et les effluents de chaque chaussée sont traités séparément.

$$Ca_{\text{sens1}} = 40 \times \frac{(4\,000 + 5\,000)}{1\,000} \times 0,8$$

$$Ca_{\text{sens1}} = 288 \text{ Kg/an}$$

$$Ca_{\text{sens2}} = 40 \times \frac{(4\,000 + 5\,000)}{1\,000} \times 0,8$$

$$Ca_{\text{sens2}} = 288 \text{ Kg/an}$$

#### 4.4.2 - Seconde hypothèse : en site restreint

Premier sens de circulation : trafic de 5 000 véhicules par jour et surface imperméabilisée de 0,9 ha.

Second sens de circulation : trafic de 6 000 véhicules par jour et surface imperméabilisée de 0,7 ha.

Ouvrage de traitement avec un taux d'abattement ( $\tau$ ) de 70% et un débit de fuite ( $Q_e$ ) de 30 l/s.

Hauteur d'eau annuelle (H) de 0,9 m.

Milieu récepteur avec un débit d'étiage ( $Q_i$ ) de 120 l/s et une concentration ( $C_i$ ) en MES de 15 mg/l.

Les chaussées sont décalées par rapport à l'axe médian et les effluents sont réunis pour être traités dans un seul ouvrage.

Le trafic global (trafic cumulé des deux sens) est de 11 000 véhicules par jour : le calcul des charges annuelles est donc régi par l'équation 2.

$$Ca = \left[ (10 \times Cu) + Cs \left( \frac{T - 10\,000}{1\,000} \right) \right] S$$

$$Ca = \left[ (10 \times 60) + 10 \left( \frac{11\,000 - 10\,000}{1\,000} \right) \right] \times (0,9 + 0,7)$$

$$Ca = 976 \text{ Kg/an}$$

Les chaussées sont décalées par rapport à l'axe médian et les effluents de chaque chaussée sont traités séparément et rejetés dans le même milieu récepteur.

$$Ca_{\text{sens1}} = \left[ (10 \times 60) + 10 \left( \frac{11\,000 - 10\,000}{1\,000} \right) \right] \times 0,9$$

$$Ca_{\text{sens2}} = \left[ (10 \times 60) + 10 \left( \frac{11\,000 - 10\,000}{1\,000} \right) \right] \times 0,7$$

$$Ca_{\text{sens1}} = 549 \text{ Kg/an et } Ca_{\text{sens2}} = 427 \text{ Kg/an}$$

- Calcul de la concentration moyenne des rejets d'eau pluviale  $C_m$

$$C_m = \frac{Ca \times (1 - \tau)}{9 \times S \times H} \quad (\text{équation 8})$$

$$C_{m_{\text{sens1}}} = \frac{549 \times (1 - 0,70)}{9 \times 0,9 \times 0,9}$$

$$C_{m_{\text{sens1}}} = C_{m_{\text{sens2}}} = 22,6 \text{ mg/l}$$

- Calcul de la concentration émise par un événement pluvieux de pointe  $C_e$  :

$$C_e = \frac{2,3 C_a (1 - \tau)}{10 S} \quad (\text{équation 4})$$

$$C_{e_{\text{sens } 1}} = \frac{2,3 \times 549 \times (1 - 0,70)}{10 \times 0,9}$$

$$C_{e_{\text{sens } 1}} = C_{e_{\text{sens } 2}} = 42,09 \text{ mg/l}$$

- Calcul de la concentration résultante  $C_r$  :

$$C_r = \frac{C_i Q_i + C_e Q_e}{Q_i + Q_e}$$

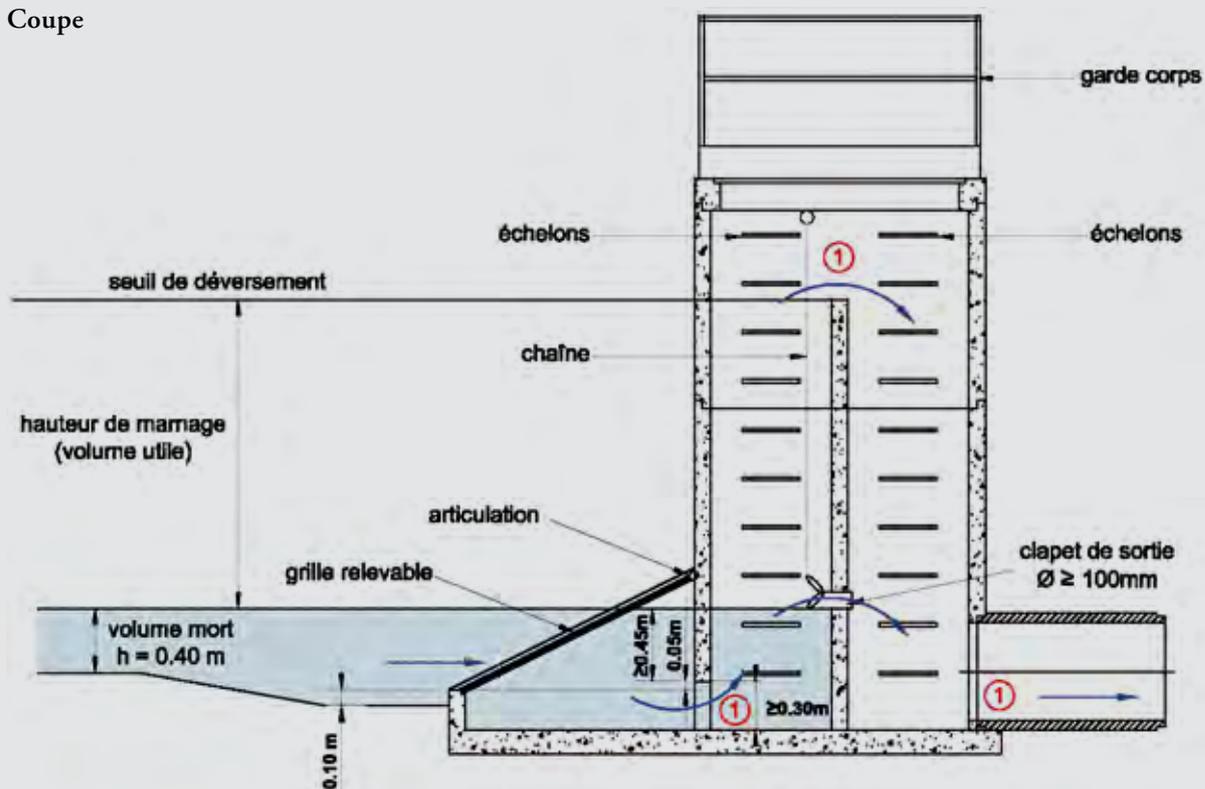
$$C_r = \frac{15 \times 120 + 2 \times 42,09 \times 30}{180}$$

$$C_r = 24,03 \text{ mg/l}$$

Dans cet exemple, où il a été pris comme hypothèse une possible dilution du rejet pour un épisode de pointe, la régulation par la mise en place de deux ouvrages de traitement adaptés (2 x 30 l/s) permet de respecter l'objectif de qualité du milieu pour un événement pluvieux de pointe.

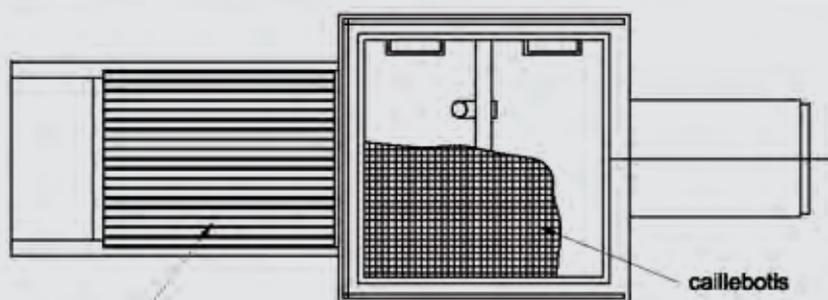
## 5 - Ouvrage de sortie et d'entrée pour bassin

Coupe



① ouvertures suffisantes pour évacuer le débit de référence Q10 (de la collecte)

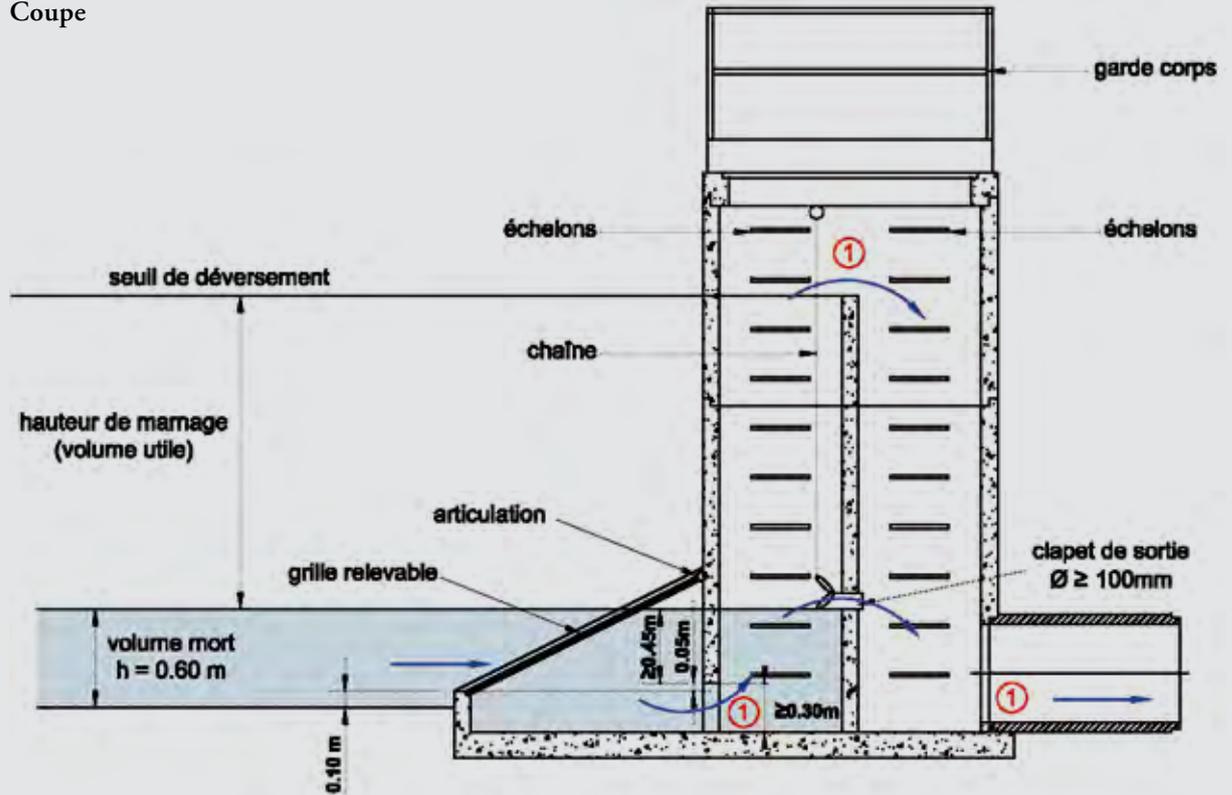
Vue en plan



écartement entre barreaux = 0.05 m

Schéma de principe n° 10 : ouvrage de sortie de bassin volume mort de 0,40 m de hauteur

## Coupe



① ouvertures suffisantes pour évacuer le débit de référence  $Q_{10}$  (de la collecte)

Schéma de principe n° 11 : ouvrage de sortie de bassin volume mort de 0,60 m de hauteur



Photo n° 6 : clapet de sortie pour bassin en position fermée – Source : ASF

## 6 - Déversoir sur berge de bassin routier

Un déversoir en enrochement est installé sur une berge du bassin routier afin d'offrir une capacité d'évacuation qui canaliserait le débordement possible du bassin. Il convient également de s'assurer de la capacité hydraulique et de la stabilité de l'exutoire (érosion, inondations, ...).

Le déversoir est dimensionné pour l'événement centennal.

Il est franchissable par les engins d'entretien. L'amont et l'aval du déversoir sont enrochés. Sa forme est la suivante :

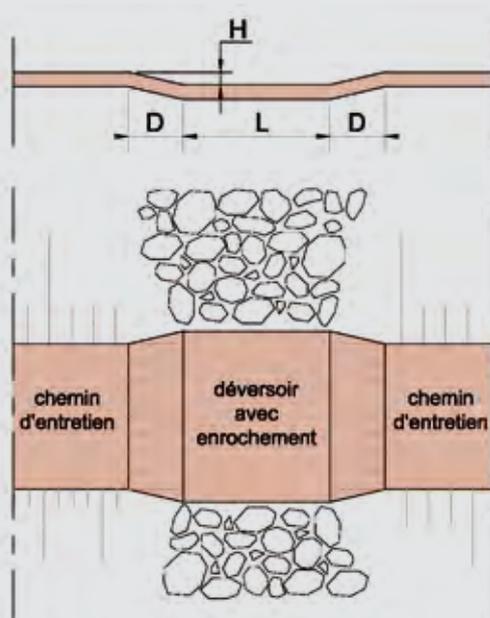


Schéma n° 12 : déversoir sur berge de bassin



Photo n° 7 : A51, déversoir sur berge de bassin (en construction)

Source : CETE Méditerranée

Capacité hydraulique du déversoir  $Q_{100}$

$$Q_{100} = 0,38 \times L \times H \times \sqrt{2 \times g \times H}$$

Équation 9 : capacité hydraulique du déversoir.

avec :

L : largeur du déversoir en m,

H : hauteur du déversoir en m,

g : accélération de la pesanteur en  $m/s^2$

$Q_{100}$  : débit capable du déversoir en  $m^3/s$

La longueur D est négligée dans cette formule.

**Franchissement du déversoir**

Le franchissement est lié à l'empattement (e en m) et à la garde au sol (G en m) des véhicules d'entretien.

$$H \leq D \times \tan \left( 2 \times \arctan \left( \frac{2 \times G}{e} \right) \right)$$

Équation 10 : dimensionnement du déversoir en fonction de l'empattement et de la garde au sol des véhicules.

avec :

D en m

Une échancrure dont  $D = 1,5$  m,  $H = 0,35$  m et  $L = 4$  m convient pour un grand nombre de véhicules.

## 7 - Exemples de calcul

### 7.1 - Dimensionnement d'un bassin routier avec volume mort

De par sa nature même, un bassin routier avec volume mort assure simultanément les trois fonctions suivantes :

- lutte contre la pollution accidentelle ;
- lutte contre la pollution chronique ;
- écrêtement des débits de pointe vers le milieu naturel (cette fonction hydraulique n'est pas prise en compte dans cet exemple).

Afin de garantir un niveau de performance suffisant vis-à-vis de l'une de ces trois fonctions, le dimensionnement du bassin doit être effectué pour la fonction désirée. Lorsque le bassin doit assurer plusieurs fonctions, il est dimensionné pour chacune de ces fonctions. Les dimensions les plus contraignantes sont alors retenues.

**Pour dimensionner l'ouvrage, il est nécessaire d'acquérir les données de base générales du projet et de respecter les dispositions constructives propres à ce type d'ouvrage (cf. chapitre 4.2).**

#### Données du projet à acquérir

- classe de vulnérabilité au point de rejet de plate-forme ;
- surface active de l'impluvium au point de rejet de plate-forme ;
- intensités de la pluie pour les périodes de retour retenues pour la protection du milieu ( $i = at^{-b}$  où a et b correspondent aux paramètres de Montana locaux) ;
- temps d'intervention en cas de pollution accidentelle fourni par le maître d'ouvrage ;
- débit du réseau de collecte des eaux pluviales au point de rejet de plate-forme ;
- débit de fuite maximum autorisé par le service de police des eaux ;
- volume de pollution accidentelle à retenir.

#### Rappel des dispositions constructives (cf. chapitre 4.2)

- hauteur d'eau utile dans le bassin (hauteur de marnage)  $\leq 1,5$  m ;
- profondeur du volume mort comprise entre 0,40 et 0,60 m ;
- diamètre de l'orifice de fuite  $\geq 100$  mm ;
- rapport longueur sur largeur du bassin au miroir du volume mort  $\geq 6$  ;
- pente des berges à 3H/1V sans étude de tenue des sols sur la zone du projet.

#### Exemple d'application

Mise en place d'un bassin routier en zone très fortement vulnérable (zone noire) dont l'objectif est :

- de contenir une pollution accidentelle par temps de pluie (pluie biennale de 2 heures) ;
- d'abattre 85% des MES pour un débit d'entrée de période de retour de 2 ans, soit une vitesse de sédimentation  $V_s \leq 1$  m/h (cf. tableau 10) ;
- de limiter le débit à l'exutoire à 60 l/s pour une pluie de période de retour de 2 ans.

Ce bassin doit donc être dimensionné pour chacune des trois fonctions recherchées, le dimensionnement le plus contraignant sera retenu.

### Données du projet

- le volume utile du bassin routier doit être au moins égal au volume total de la pluie biennale de 2 heures (orifice fermé) auquel s'ajoutent 50 m<sup>3</sup> de pollution accidentelle ;
- surface active de l'impluvium alimentant le bassin de 28 800 m<sup>2</sup> ;
- temps d'intervention à retenir pour fermer l'orifice de sortie du bassin de 1 h ;
- débit décennal alimentant le bassin : 0,980 m<sup>3</sup>/s ;
- rapport longueur sur largeur du bassin au miroir du volume mort égal à 10 ;
- hauteur du volume mort : 0,50 m ;
- berges du bassin inclinées à 3 de base pour 1 de haut ;
- intensité de la pluie biennale issue de la formule de Montana  $i = 426 t^{-0,62}$  avec  $i$  l'intensité de pluie en mm/h et  $t$  le temps de pluie en minutes (les coefficients de Montana de la zone d'études sont valables pour des pluies de 1 heure à 24 heures).

### Dimensionnement du bassin routier vis-à-vis de la pollution accidentelle

#### Notations :

$g$	Accélération de la pesanteur, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ,
$h_{(T,t)}$	Hauteur d'eau de la pluie de période de retour $T$ et de durée $t$ ,
$h_u$	Hauteur d'eau utile du bassin (hauteur de marnage), $h_u = 1,2 \text{ m}$ ,
$h_m$	Hauteur d'eau du volume mort, $h_m = 0,5 \text{ m}$ ,
$l$	Largeur du bassin au miroir du volume mort,
$L$	Longueur du bassin au miroir du volume mort,
$m$	Pente des berges du bassin, $m = 3$ ,
$\emptyset$	Diamètre de l'orifice de fuite du bassin,
$Q_f$	Débit de fuite du bassin, $Q_f = 60 \text{ l/s}$ au maximum,
$S$	Section de l'orifice de fuite du bassin,
$S_a$	Surface active de l'impluvium routier, $S_a = 28800 \text{ m}^2$ ,
$T_p$	Temps de propagation de la pollution, $T_p = 1 \text{ h}$ (correspond au temps d'intervention),
$V_m$	Volume mort du bassin,
$V_{PA}$	Volume de la pollution accidentelle, $V_{PA} = 50 \text{ m}^3$ ,
$V_u$	Volume utile du bassin pour contenir la pollution accidentelle pour la pluie $h_{(T,t)}$ ,
$x$	Rapport longueur sur largeur du bassin (au miroir du volume mort), $x = 10$ .

#### Volume utile du bassin pour la pollution accidentelle (orifice fermé)

Le volume est calculé orifice fermé car en cas de pollution accidentelle, il s'agit de fermer l'orifice de sortie. Dans ces conditions, le bassin doit pouvoir contenir le volume d'eau généré par une pluie d'occurrence biennale d'une durée de deux heures, auquel est ajouté le volume de la pollution accidentelle (50 m<sup>3</sup>).

Il vient :

$$V_u = S_a \times h_{(T,t)} + V_{PA}$$

Équation 11 : dimensionnement du volume du bassin orifice fermé

avec :

$V_u$  en m<sup>3</sup>

$S_a$  en m<sup>2</sup>

$h_{(T,t)}$  en m

$V_{PA}$  en m<sup>3</sup>

Calcul de la hauteur d'eau biennale de durée 2 h :

$$h_{(T=2 \text{ ans}, t=2 \text{ h})} = i_{(2 \text{ h})} \times t = (426 \times 120^{-0,62}) \times 2 = 43,79 \text{ mm soit } 0,044 \text{ m}$$

d'où :

$$V_u = 28\,800 \times 0,044 + 50 = 1\,317 \text{ m}^3$$

### Caractéristiques géométriques du bassin routier à partir de la connaissance du volume utile

Dans cet exemple, le bassin est rectangulaire (cf. schéma n° 13). Pour les autres formes de bassin, les formules doivent être adaptées à chaque cas particulier ; les volumes peuvent aussi être calculés au moyen de logiciels informatiques de dessin.

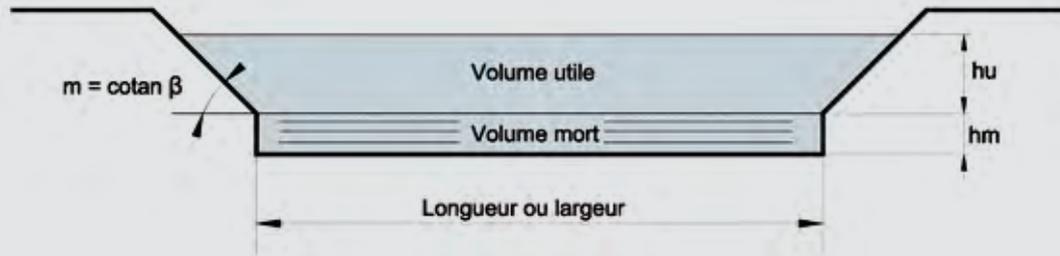


Schéma n° 13 : coupe du bassin de traitement

Pour un bassin rectangulaire, les paramètres géométriques définissant le bassin et son volume utile sont liés par la relation suivante :

$$V_u = L \times l \times h_u + (L + l) \times m \times h_u^2 + \frac{4}{3} \times m^2 \times h_u^3$$

avec :

$h_u$  en m

L en m

l en m

m sans unité

$V_u$  en  $m^3$

Or  $L = x \times l$ , d'où l'équation du second degré suivante :

$$(x \times h_u \times l^2) + [(1 + x) \times m \times h_u^2 \times l] + \left(\frac{4}{3} \times m^2 \times h_u^3\right) - V_u = 0$$

$$l = \frac{[-(1 + x) \times m \times h_u^2] + \sqrt{[(1 + x) \times m \times h_u^2]^2 - \left[4 \times x \times h_u \times \left(\frac{4}{3} \times m^2 \times h_u^3 - V_u\right)\right]}}{2 \times x \times h_u}$$

En retenant les entrants suivants :

$$V_u = 1\,317 \text{ m}^3$$

$$m = 3$$

$$x = 10$$

$$h_u = 1,20 \text{ m}$$

On obtient :

$$l = 8,60 \text{ m}$$

$$L = 86,0 \text{ m}$$

Le volume mort correspondant est fourni par la formule :

$$V_m = L \times l \times h_m$$

avec :

$$h_m = 0,5 \text{ m}, V_m = 369,8 \text{ m}^3$$

### Temps de propagation d'une pollution miscible

L'estimation du temps de propagation ( $T_p$ ) d'une pollution miscible dans un bassin est donnée par la relation empirique n° 12 :

$$T_p = \frac{V_m}{2 Q_f}$$

*Équation 12 : estimation du temps de propagation d'une pollution miscible dans un bassin*

avec :

$Q_f$  en  $m^3/s$

$T_p$  en s

$V_m$  en  $m^3$

La vitesse de propagation d'un panache de pollution dans un bassin est un phénomène complexe à appréhender. La relation proposée n'est issue que de quelques observations visuelles des modes de vidage des ouvrages de protection de la ressource en eau. Elle correspond à une vitesse égale à 2 fois celle calculée par l'effet piston (déplacement de l'eau sous l'effet du débit de fuite, relation encore trop souvent appliquée). Des études en cours ont pour objectif de déterminer la vitesse d'avancement d'un panache de pollution dans les bassins.

Cette relation peut aussi s'écrire :

$$Q_f = \frac{V_m}{7,2 T_p}$$

avec :

$Q_f$  en l/s

$T_p$  en h

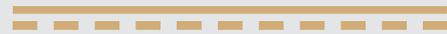
$V_m$  en  $m^3$

### Débit de fuite pour assurer le temps d'intervention

Connaissant le volume mort du bassin ( $369,8 m^3$ ) et le temps de propagation à obtenir d'au moins 1h (temps d'intervention afin de permettre la fermeture du bassin égal à 1h), il s'agit de définir le débit de fuite maximal :

$$Q_f = \frac{V_m}{7,2 T_p} = \frac{369,8}{7,2 \times 1} = 51,3 \text{ l/s soit } \sim 50 \text{ l/s}$$

Ce débit de fuite est à considérer à mi-hauteur utile ( $h_u = 1,20 \text{ m}$  soit  $h_u/2 = 0,60 \text{ m}$ ).



### Dimensionnement de l'orifice de sortie

La section de l'orifice de sortie doit vérifier les deux conditions suivantes :

- à hauteur utile de remplissage  $h_u$ , le débit de fuite doit être inférieur ou égal à 60 l/s ;
- à mi-hauteur utile de remplissage  $h_u/2$ , le débit de fuite doit être inférieur ou égal à 50 l/s pour assurer le temps d'intervention.

#### • À hauteur utile :

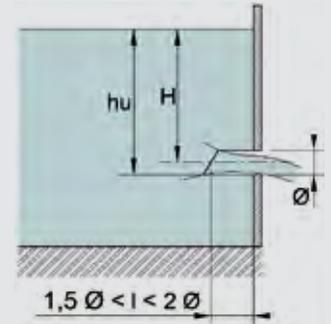
la section de l'ajutage circulaire de sortie (cf. schéma n° 14) est calculée par la relation suivante :

$$Q_f = 500 S \sqrt{2gH}$$

avec ici la hauteur de charge  $H = h_u - \frac{\varnothing}{2}$  et  $g$  en  $m/s^2$

H en m             $Q_f$  en l/s  
 $h_u$  en m        S en  $m^2$   
 $\varnothing$  en m

Schéma n° 14 : ajutage circulaire de sortie du bassin



Cette relation est applicable pour « un orifice entrant » (dénommé alors ajutage) dont la longueur entrante à l'intérieur de la cloison siphonide est d'environ 2 fois le diamètre de l'ajutage.

Par itérations, la formule  $Q_f = 500 S \sqrt{2gH}$  donne à hauteur utile ( $h_u = 1,2$  m) pour un diamètre de 180 mm un  $Q_f = 59,4$  l/s, ce qui respecte le débit maximal de sortie du bassin fixé à 60 l/s.

#### • À mi-hauteur utile :

avec la hauteur de charge,  $H = \frac{h_u}{2} - \frac{\varnothing}{2}$  l'application de la relation  $Q_f = 500 S \sqrt{2gH}$  donne un débit de fuite de 40,2 l/s, soit environ 40 l/s, pour un orifice de 180 mm de diamètre.

Cet orifice permet de respecter le délai d'intervention en cas de pollution accidentelle.

Le nouveau temps de propagation du panache de la pollution accidentelle est :

$$T_p = \frac{V_m}{7,2 Q_f} = \frac{369,8}{7,2 \times 40} = 1 \text{ h } 17 \text{ min}$$

Le dispositif de sortie à prévoir est un ajutage de 180 mm précédé d'un clapet de diamètre égal ou supérieur.

### Dimensionnement du bassin routier vis-à-vis de la pollution chronique

(cf. volume 7 [21])

Notations :

$h_m$       Hauteur d'eau du volume mort,  $h_m = 0,50$  m,  
 $l$         Largeur du bassin au miroir du volume mort,  $l = 8,60$  m,  
 $Q_f$       Débit de fuite du bassin à mi-hauteur utile,  $Q_f = 40$  l/s,  
 $Q_T$       Débit de pointe à l'entrée du bassin, pour une pluie de période de retour choisie T,  
 $Q_{10}$     Débit de pointe décennal à l'entrée du bassin,  $Q_{10} = 0,980$   $m^3/s$ ,  
 $S_b$       Surface du bassin au niveau de l'orifice de fuite (c'est à dire au miroir du volume mort),  
 $V_H$       Vitesse horizontale des écoulements,  $V_H < 0,15$  m/s,  
 $V_s$       Vitesse de sédimentation du bassin,  $V_s \leq 1$  m/h.

Le dimensionnement du bassin routier vis-à-vis de la pollution chronique dépend du choix de la période de retour de la pluie que le bassin doit pouvoir traiter avec un niveau de performance optimal (sans débordement du bassin). Dans le cadre de l'assainissement routier, il n'est pas nécessaire de traiter les pluies de fortes périodes de retour dont l'occurrence est très faible.

Dans le cadre de cet exemple, le choix d'une pluie de période de retour  $T = 2$  ans représente une exigence élevée. Pour cette période de retour, il faut s'assurer que la vitesse de sédimentation dans le bassin soit compatible avec l'objectif de dépollution fixé. Cette vitesse de sédimentation  $V_s$  correspond au fait que les MES dont la vitesse de chute est supérieure ou égale à  $V_s$  seront décantées. Pour abattre 85 % des MES (objectif visé), le tableau n° 10 indique que la vitesse de sédimentation doit être inférieure ou égale à 1 m/h.

La surface du bassin est donnée par la relation :

$$S_b = \left( \frac{0,8 \times Q_T - Q_f}{V_s \times Ln \left( \frac{0,8 \times Q_T}{Q_f} \right)} \right) \times 3600$$

Équation 13 : surface du bassin nécessaire à la décantation

avec :

$Q_f$  en  $m^3/s$

$Q_T$  en  $m^3/s$

$S_b$  en  $m^2$

$V_s$  en m/h

Dans le cadre de l'exemple,  $T = 2$  ans d'où  $Q_T = Q_2$ .

On admet que  $Q_2 = 0,6 Q_{10}$  (relation généralement admise pour évaluer  $Q_2$  à partir de  $Q_{10}$ ).

#### Calcul de la surface de bassin nécessaire afin de traiter la pollution chronique

$Q_2 = 0,6 Q_{10} = 0,6 \times 0,980 = 0,588 m^3/s$

$Q_f = 40 l/s = 0,040 m^3/s$

$V_s = 1 m/h$

$$S_b = \left( \frac{(0,8 \times 0,588) - 0,040}{1 \times Ln \frac{0,8 \times 0,588}{0,040}} \right) \times 3600 = 628,7 m^2$$

Le bassin doit présenter une surface d'au moins  $630 m^2$  au niveau du miroir du volume mort afin de traiter la pollution chronique véhiculée par les eaux de chaussées.

On constate que le dimensionnement du bassin pour la pollution accidentelle est plus contraignant car il impose une surface de bassin supérieure à celle de la lutte contre la pollution chronique :

$S_b = 8,60 \times 86,0 = 739,6 m^2 > 628,7 m^2$

Vérification de la vitesse horizontale dans l'ouvrage :

$$V_H \leq \frac{Q_f}{l \times h_m} = \frac{0,04}{8,6 \times 0,5} = 0,0093 m/s < 0,15 m/s$$

Les caractéristiques de bassin définies pour la pollution accidentelle répondent aussi à l'objectif de rendement pour le traitement des MES.

## Vérification du dimensionnement du bassin routier en tant que bassin de retenue

Le but de ce paragraphe est de vérifier que le bassin de traitement permet de stocker les pluies de période de retour au moins égale à 2 ans, en fonctionnement normal, orifice ouvert.

### Notations :

- $Q_f$  Débit de fuite du bassin,  $Q_f = 60$  l/s au maximum,  
 $Q_s$  Débit de fuite spécifique du bassin,  
 $S_a$  Surface active de l'impluvium routier,  $S_a = 2,88$  ha,  
 $V_r$  Volume de rétention du bassin.

Le volume à stocker est donné par la relation suivante (méthode des pluies), en supposant le débit de fuite du bassin constant :

$$V_r = \frac{Q_s \times S_a}{6} \left( \frac{b}{1-b} \right) \left( \frac{Q_s}{a(1-b)} \right)^{-1/b}$$

Équation 14 : volume de rétention du bassin

avec :

a, b coefficients de Montana de la zone d'étude de période de retour 2 ans ( $i = a t^{-b}$  avec i en mm/h et t en mn)

$Q_s$  en mm/h

$S_a$  en ha

$V_r$  en  $m^3$

$$Q_s = \frac{360 Q_f}{S_a} \text{ avec } Q_s \text{ en mm/h et } Q_f \text{ en } m^3/s$$

$$a = 426$$

$$b = 0,62$$

$$S_a = 2,88 \text{ ha}$$

$$Q_f = 0,060 \text{ } m^3/s$$

$$Q_s = \frac{360 \times 0,060}{2,88} = 7,5 \text{ mm/h}$$

Il vient :

$$V_r = \frac{7,5 \times 2,88}{6} \left( \frac{0,62}{1-0,62} \right) \left( \frac{7,5}{426(1-0,62)} \right)^{-1/0,62} = 833,18 \text{ } m^3$$

Mais le débit de fuite n'est pas constant, il augmente avec la hauteur d'eau dans le bassin (ajutage rentrant). Il convient donc de majorer ce volume de rétention afin de tenir compte d'un débit de fuite plus faible lors du remplissage du bassin.

Ce coefficient majorateur  $\Omega$  peut par exemple être calculé suivant la formule [24] :

$$\Omega = \left( \frac{1}{1+\alpha} \right)^{\frac{b-1}{b}}$$

avec :

$\alpha$  : coefficient caractéristique du dispositif de sortie du bassin, ici  $\alpha = 0,5$  pour un orifice circulaire sous charge variable

b : coefficient de Montana de période de retour 2 ans,  $b = 0,62$

Il vient  $\Omega = 1,28$

Le bassin de traitement doit présenter un volume de rétention corrigé  $V_r = 1,28 \times 834 \text{ } m^3$  afin de traiter les pluies de période de retour de 2 ans, soit un volume de  $1068 \text{ } m^3$ .

Le volume utile du bassin routier pour la pollution accidentelle, orifice fermé, ( $1\,317 \text{ } m^3$ ) permet au bassin de jouer son rôle de traitement des pluies de période de retour d'au moins 2 ans.

## Récapitulatif des caractéristiques retenues

Les caractéristiques retenues pour le bassin de traitement des eaux pluviales figurent dans le tableau n° 23.

Caractéristiques du bassin	Valeurs retenues
Longueur	86 m
Largeur	8,60 m
Pente des berges	3 H pour 1 V
Hauteur utile	1,20 m
Hauteur du volume mort	0,50 m
Volume utile	1317 m <sup>3</sup>
Volume mort	369,8 m <sup>3</sup>
Surface au miroir du volume mort	739,6 m <sup>2</sup>
Diamètre de l'orifice de fuite	180 mm
Débit de fuite maximal (sous hu)	60 l/s
Débit de fuite à mi hauteur utile	40 l/s
Temps de propagation de la pollution accidentelle	1 h 17 min
Rendement du bassin pour les MES	85 %

Tableau n° 23 : caractéristiques du bassin de traitement

## Remarques sur le dimensionnement du bassin routier

Dans le cadre de cet exemple (cf. tableau n° 24), le dimensionnement le plus contraignant est celui de la fonction de lutte contre la pollution accidentelle. Si l'une des fonctions n'avait pas été remplie, un calcul itératif aurait été nécessaire.

Fonction recherchée	Volume utile du bassin (m <sup>3</sup> )	Surface au miroir du volume mort (m <sup>2</sup> )	Volume mort (m <sup>3</sup> )
Pollution accidentelle	$V_u = 1\ 317$	739,6	369,8
Pollution chronique	$V_r = 1\ 068$	628,7	–

Tableau n° 24 : récapitulatif des résultats de calculs

Dans cet exemple, le volume utile à retenir est le volume  $V_u$  qui est supérieur au volume  $V_r$ . Par conséquent, il est possible de diminuer le débit de fuite jusqu'à obtenir  $V_r = V_u$ . La baisse du débit de fuite joue favorablement sur le temps de propagation d'une pollution accidentelle ainsi que sur le traitement de la pollution chronique.

Dans l'exemple donné, le diamètre de l'orifice peut être réduit à 150 mm, soit un débit de fuite à hauteur utile de 42,4 l/s et un gain de 30 min sur le temps de propagation de la pollution accidentelle.

A l'issue de l'ensemble des calculs, il convient si nécessaire de majorer le volume mort (surface en fond du bassin ou hauteur du volume mort) afin de pouvoir stocker les boues jusqu'au curage sans dégrader l'inertie de l'ouvrage et conserver au mieux le volume utile calculé qui sera plus ou moins réduit par la végétation.

Il est également nécessaire de prévoir une revanche d'au moins 0,20 m au-dessus du  $V_u$ . Cette revanche est comprise entre la partie supérieure du  $V_u$  et le fil d'eau du déversoir en enrochement installé sur une berge du bassin.

## 7.2 - Calcul du délai de transfert de la pollution à travers les matériaux en fond d'ouvrage

A partir de la formule  $T = \frac{D \times n}{K \times i}$  (cf. annexe 3), il vient  $T = \frac{e^2 \times n}{K (h + e)}$

L'épaisseur de terre végétale n'est pas prise en compte dans le calcul du délai de transfert de la pollution (cf. schéma n° 15).

avec :

T : délai de transfert, en seconde, à travers le matériau

D : distance parcourue dans le matériau en m

i : gradient hydraulique,  $i = (h + e)/e$  avec  $D = e$

e : épaisseur, en m, du matériau peu perméable

h : hauteur, en m, de liquide stocké sur le matériau

k : perméabilité, en m/s, du matériau

n : porosité efficace du matériau (sans unité)



Schéma n° 15 : dispositif d'étanchéité en matériau naturel

### Exemple :

avec :  $e = 0,3 \text{ m}$  ;  $h = 0,1 \text{ m}$  ;  $k = 10^{-8} \text{ m/s}$  ;  $n = 0,10$

$$T = \frac{0,3^2 \times 0,10}{10^{-8} \times (0,1 + 0,3)} = 22,5 \times 10^5 \text{ s soit } 26 \text{ jours}$$

### Nota

Pour un bassin, h est égale à la hauteur utile du bassin (hauteur de marnage) augmentée de la hauteur du volume mort.

## 7.3 - Calcul de la surface en plan d'un filtre

Le calcul de la surface en plan d'un filtre s'effectue en prenant comme hypothèse une charge hydraulique nulle au-dessus du sable.

$$S = \frac{Q}{K \times i}$$

Soit :

S : superficie en plan du filtre en  $\text{m}^2$

Q : débit, en  $\text{m}^3/\text{s}$ , alimentant le filtre

k : perméabilité, en m/s, du matériau constituant le filtre

i : gradient hydraulique de l'écoulement ( $i = 1$ )

### Exemple :

avec :

$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{s}$  ;  $k = 10^{-4} \text{ m/s}$  ;

$$S = \frac{0,02}{10^{-4}} = 200 \text{ m}^2$$

## 8 - Siccité\*

Siccité	État	
0 à 10 %	liquide	
12 à 25 %	pâteux	14 à 17 % : pelletable <sup>(1)</sup> >18 % : gerbable <sup>(2)</sup>
> 25 % > 35 %	solide	Solide avec retrait <sup>(3)</sup> Solide sans retrait

Tableau n° 25 : états physiques des boues - Source [46]

(1) pelletable : dont la reprise est possible à l'aide d'une fourche à cailloux

(2) gerbable : stockable en tas dont les pentes de talus sont de 45°

(3) avec retrait : dont la dessiccation ultérieure sur un support produit des fentes de retrait.



## 9 - Abréviations et symboles

### Abréviations

AEP	Alimentation en Eau Potable
ASF	Autoroutes du Sud de la France
ASFA	Association des Sociétés Françaises d'Autoroutes
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
FNDAE	Fonds National pour le Développement Des Adductions d'Eau
ISDD	Installation de Stockage de Déchets Dangereux
ISDI	Installation de Stockage de Déchets Inertes
ISDMA	Installation de Stockage de Déchets Ménagers et Assimilés
LRPC	Laboratoires Régionaux des Ponts et Chaussées
PPRI	Plan de Prévention des Risques Inondation
ZICO	Zone d'Intérêt pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique
ZPS	Zone de Protection Spéciale

### Symboles

Ca	Charge annuelle
Cd	Cadmium
Cl	Chlorure
Cr	Chrome
Cs	Charge annuelle supplémentaire
Cu	Cuivre
DCO	Demande chimique en oxygène
fe	Fil d'eau
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
Hc	Hydrocarbures totaux
MES	Matières en suspension
MS	Matières sèches
Ni	Nickel
NPHE	Niveau des plus hautes eaux
PCB	Polychlorobiphényles
pH	Degré d'acidité ou de basicité d'une solution.
Qf	Débit de fuite
QMNA5	Débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans
TP	Temps de Propagation
v/j	Véhicules jour
Vm	Volume mort
VoF	Volume utile, orifice fermé
Zn	Zinc



## 10 - Glossaire

*Les termes du glossaire sont repérés par \* dans ce guide.*

**Aquifère** : zone contenant de l'eau en partie mobilisable par gravité.

**Atterrissement** : amas de terre, de sable, de limon, formé par les cours d'eau ou par la mer → alluvion, sédiment.

**Equitox** : immobilisation de 50 % des daphnies en 24 heures/m<sup>3</sup> d'effluent brut.

**Faucardage** : coupe de la végétation aquatique.

**Géomembrane** : produit adapté au génie civil, mince, souple, continu, étanche au liquide même sous les sollicitations en service.

**Impluvium** : surface recevant la pluie, synonyme de bassin versant.

**Karstique** : Les phénomènes karstiques résultent de la dissolution des calcaires par les eaux d'infiltrations. Ces phénomènes se manifestent en surface et en souterrain en créant des réseaux de cavités plus ou moins continus et plus ou moins importants.

**Lixiviat ou éluat** : liquide filtrant par percolation des déchets mis en décharge et s'écoulant d'une décharge ou contenu dans celle-ci.

**Surface au miroir** : surface de l'eau à l'air libre.

**Période de retour** : intervalle de temps moyen séparant deux occurrences d'un événement caractérisé.

**Porosité efficace** : la porosité efficace est le rapport du volume d'eau gravitaire qu'un milieu poreux peut contenir en état de saturation puis libérer sous l'effet d'un drainage complet (égouttage en laboratoire sur échantillon), à son volume total.

**Siccité** : teneur en matière sèche d'une boue mesurée par le rapport du poids de la matière sèche au poids de la matière brute. Elle est exprimée en pourcentage.

**Volume mort** : volume non vidangé situé sous le fil d'eau de l'orifice de fuite.

## 11 - Références bibliographiques

### Textes réglementaires

[1] Loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution

[2] Loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992.

[3] Décret n°2006-880 du 17 juillet 2006 relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues par les articles L. 214-1 à L.214-3 du Code de l'environnement pour la protection de l'eau et des milieux aquatiques

[4] Décret n° 2006-881 du 17 juillet 2006 modifiant le décret n° 93-743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et le décret n° 94-354 du 29 avril 1994 relatif aux zones de répartition des eaux.

[5] Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques

[6] Circulaire DCE 2005/12 relative à la définition du « bon état » et à la constitution des référentiels pour les eaux douces de surface (cours d'eau, plans d'eau), en application de la directive européenne 2000/60/DCE du 23 octobre 2000, ainsi qu'à la démarche à adopter pendant la phase transitoire (2005-2007).

[7] Loi n° 2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

[8] Circulaire DCE n° 2005-11 du 29 avril 2005 relative à la typologie nationale des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eau de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

[9] Circulaire DCE 2006/17 relative à l'élaboration, au contenu et à la portée des programmes de mesures.

[10] Code de l'environnement (partie législative) :

- Livre II - Milieux physiques - Titre I<sup>er</sup> - Eaux et milieux aquatiques (article L. 210-1)

Chapitre I<sup>er</sup> : régime général et gestion de la ressource (L. 211-1 à L. 211-13),

Chapitre VI : Sanctions - section 2 : dispositions pénales - sous-section 2 : sanctions pénales

[articles L. 216-6 (ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000, art. 3, Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1er janvier 2002) et L. 216-8 (ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000, art. 3, Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1er janvier 2002)].

- Livre IV - Faune et flore - Titre III - Pêche en eau douce et gestion des ressources piscicoles

Chapitre II : Préservation des milieux aquatiques et protection du patrimoine piscicole – section 2 : protection de la faune piscicole et de son habitat

L. 432-2 : ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000, art. 3, Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1er janvier 2002

L. 432-3 : ordonnance n° 2000-916 du 19 septembre 2000, art. 3, Journal Officiel du 22 septembre 2000 en vigueur le 1er janvier 2002

ordonnance n° 2005-805 du 18 juillet 2005 art. 22 II, Journal Officiel du 19 juillet 2005

inséré par loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006, art. 13, I Journal Officiel du 31 décembre 2006

- Livre V - Prévention des pollutions, des risques et des nuisances - Titre IV - Déchets

Chapitre I<sup>er</sup> : élimination des déchets et récupération des matériaux – section 1 : dispositions générales (articles L. 541-1 et L. 541-2).

[11] Circulaire n° 2001-39 du 18 juin 2001 relative à la gestion des déchets du réseau routier national.

[12] Arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret 97-1133 du 8 décembre 1997 relative à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées.

[13] Arrêté du 3 juin 1998 modifiant l'arrêté du 8 janvier 1998 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 8 décembre 1997 relatif l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées.

[14] Directive européenne n° 1999/31/CE du Conseil du 26 avril 1999 concernant la mise en décharge des déchets- JOCE n° L 182 du 16/7/1999.

## Normes

[15] NF EN 12 457-2 : Caractérisation des déchets - Lixiviation - Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues - Partie 2 : essai en bûchée unique avec un rapport liquide-solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction de la granularité) - Décembre 2002.

[16] NF EN ISO 6341 : Qualité de l'eau - Détermination de l'inhibition de la mobilité de {Daphnia} Magna Straus (cladocera, crustacea) - Essai de toxicité aigüe - Mai 1996.

[17] XPP 16-603 : DTU 64.1. Mise en oeuvre des dispositifs d'assainissement autonome - Maisons d'habitation individuelle. Août 1998.

[18] PR NF X 30-441 (p 47) Déchets - Détermination en laboratoire du coefficient de perméabilité à saturation d'un matériau, au perméamètre à paroi rigide à gradient hydraulique constant. Octobre 2002.

[19] NF P 11 300 : Exécution des terrassements. Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches d'infrastructures routières. AFNOR, septembre 1992.

[20] NF P 94 093 : Détermination des références de compactage d'un matériau – essai proctor normal – essai proctor modifié. Octobre 1999.

## Documents techniques

[21] L'eau et la route - guide Sétra (1994 à 1999) - volume 1 : problématique des milieux aquatiques - volume 2 : l'élaboration du projet - volume 3 : la gestion de la route - volume 4 : les atteintes aux milieux aquatiques - volume 5 : lois et réglementation sur les ressources en eau - volume 6 : la pollution accidentelle sur les grandes infrastructures - volume 7 : dispositifs de traitement des eaux pluviales. Document en cours de refonte.

[22] Pollutions accidentelles routières et autoroutières, Manuels et méthodes n° 36, Méthodes et moyens de prévention et d'intervention pour la protection des eaux souterraines. Ed. BRGM.2000.

[23] Outils de protection des espaces naturels en France. Aspects juridiques liés aux opérations routières - guide technique Sétra - octobre 2004 - Réf. 0416.

[24] Techniques alternatives en assainissement pluvial, Graie, Y.Azzout, S.Barraud, F.N. Cres, E. Alfakih. 1994 - Lavoisier.

[25] Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement, B. Chocat Coordinateur - 1997- Lavoisier.

[26] L'entretien courant de l'assainissement de la route - guide pratique Sétra - 1998 - Réf. D9841.

[27] Caractérisation et réemploi des terres issues de l'entretien routier - rapport Sétra - décembre 1998.

[28] Entretien des réseaux d'assainissement routiers et pollution des sols - note d'information Sétra n° 49 - août 1995.

[29] Gestion des déchets de construction et d'exploitation liés à la route - note d'information Sétra n° 63 - avril 2000.

[30] Les déchets - Enquête 2000 - Direction des routes - Observatoire national de la route.

[31] Recommandations pratiques pour la gestion des produits de l'assainissement pluvial - guide technique LCPC - avril 2006 - Réf. GESPROPLU.

[32] Étanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier - guide technique Sétra/LCPC - novembre 2000 - Réf. D0035.

[33] Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géosynthétique bentonitique - Comité Français des Géosynthétiques - 1998.

[34] Aménagement des Routes Principales - guide technique Sétra – 1994 - Réf. B9668.

[35] Instruction sur les conditions Techniques d'Aménagement des Autoroutes de Liaison (ICTAAL) - guide technique Sétra - décembre 2000 - Réf. B0103.

[36] Traitement des obstacles latéraux - guide technique Sétra - 2002 - Réf. E0233.

[37] Traitements phytosanitaires en milieu routier – guide technique Sétra - novembre 2000 - Réf. B0041.

[38] Nomenclature de la loi sur l'eau - Application aux infrastructures routières - guide technique Sétra - juin 2004 - Réf. 0412.

[39] Je sale moins, je sale mieux : le pense-bête du parfait saleur - note d'information Sétra n° 53 - décembre 1989.

[40] Chantiers routiers et préservation du milieu aquatique - management environnemental et solutions techniques - guide édité par le Sétra et réalisé par le Comité Français des Techniques Routières (CFTR) - juillet 2007 - Réf. 0713.

[41] Assainissement routier - guide technique Sétra - octobre 2006 - Réf. 0632.

[42] Drainage routier - guide technique Sétra - mars 2006 - Réf. 0605.

[43] Calcul des charges de pollution chroniques des eaux de ruissellement issues des plates-formes routières - Note d'information Sétra n° 75 - juillet 2006.

[44] Principes et méthodes de l'hydrologie - G. Castany - février 1993 - Bordas.

[45] L'eau souterraine en France - J. Bodelle et J. Margat - 1980 - éditions Masson.

[46] Les systèmes de traitement des boues des stations d'épuration des petites collectivités - 86 p - document technique FNDAE N° 9 (1990) - ministère de l'Agriculture et de la Forêt.

## En complément

La pollution des eaux et le régime de l'eau - note d'information Sétra n° 41 - décembre 1993.





46 avenue  
Aristide Briand  
BP 100  
92225 Bagneux Cedex  
France  
téléphone :  
33 (0)1 46 11 31 31  
télécopie :  
33 (0)1 46 11 31 69  
internet : [www.setra.equipement.gouv.fr](http://www.setra.equipement.gouv.fr)

Ce guide technique « Pollution d'origine routière » est le dernier d'un tryptique comprenant les guides « Drainage routier » et « Assainissement routier » édités en 2006.

Ce document propose une méthode intégrant la hiérarchisation de la vulnérabilité de la ressource en eau, la conception et le dimensionnement des ouvrages ainsi qu'une stratégie de lutte contre la pollution accidentelle ; sont traités également l'entretien des ouvrages et la gestion des boues.

Il s'adresse plus particulièrement aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, exploitants et aux services en charge de la police de l'eau.



Document disponible au bureau de vente du Sétra  
46 avenue Aristide Briand - BP 100 - 92225 Bagneux Cedex - France  
téléphone : 33 (0)1 46 11 31 53 - télécopie : 33 (0)1 46 11 33 55  
Référence : **0738** - Prix de vente : **17 €**

*Couverture - crédit photos : CETE de l'Est (Marc Gigleux) ; DREIF (Daniel Guiho)  
Conception graphique - mise en page : Eric Rillardon (Sétra)  
Impression : Caractère - 2, rue Monge - BP 224 - 15002 Aurillac Cedex  
L'autorisation du Sétra est indispensable pour la reproduction, même partielle, de ce document  
© 2007 Sétra - Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 2007 - ISBN : 978-2-11-094626-3*



Ce document participe à la protection de l'environnement.  
Il est imprimé avec des encres à base végétale sur du papier écolabélisé PEFC.  
CTBA/06-00743

Le Sétra appartient  
au Réseau Scientifique  
et Technique  
de l'Équipement

