



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Strassen ASTRA

DIRECTIVE

TRAITEMENT DES EAUX DE CHAUSSÉE DES ROUTES NATIONALES

*Édition 2023 V1.31
ASTRA 18005*

Impressum

Auteurs

Trocmé Maillard Marguerite
Brodmann René
Gutmann Martin
Boivin Pascal
Kaufmann Peter

OFROU N-SSI, présidence
Holinger AG, Liestal
SWR, Zurich
Hepia, Genève
Illustrations : Aquawet, Berne

Groupe de travail (2013/2023)

Havlicek Elena
Fischer Patrick
Meylan Benjamin
Ochsenbein Ueli

OFEV, Section Sol
OFEV, Section Qualité des eaux de surface
OFEV, Section Protection des eaux souterraines
Canton de Berne, Protection des eaux et gestion des déchets
Canton de Berne, Exploitation des routes nationales
Canton de Fribourg, Protection des eaux
Canton de St-Gall, Eaux usées et qualité des eaux
Canton de St-Gall, Eaux usées et qualité des eaux
Canton de Zurich, Entretien des routes nationales
OFROU Zofingue, Planification de l'entretien

Scheiwiller Elmar

Mennel Eric
Eugster Michael
Gschwend Walter
Krismer Christian
Paul Burch

Groupe d'accompagnement

Clément Elisabeth
Gogniat Bernard
Gloor Adrian
Würmli Sabine
Vogt Benoît
Hasler Stefan
Sieber Ueli
Frei Felix
Rudin Max
Lang Thomas

ARE, Plan sectoriel des surfaces d'assèchement
OFROU N-SSI
OFROU I-ES
OFROU N-SSI
OFROU I-B
OED, Berne
OFEV, Protection des eaux
Canton d'Argovie, Épuration des eaux
Canton de Berne, Protection de l'environnement
Canton de Bâle-Campagne, Évacuation des eaux urbaines
Canton de Fribourg, Environnement
Canton de Zurich, Service du génie civil
Canton de Zurich, Protection des eaux
DETEC, Service juridique
VSS CNR 2.7, Zurich
VSA, Zurich

Chardonens Marc
Göbbels Dirk
Häusermann Hans
Zuber Claudia
Michele Steiner
Battaglia Reto

Traduction

Services linguistiques OFROU, la version originale en allemand fait foi.

Éditeur

Office fédéral des routes OFROU
Division Réseaux routiers N
Standards et sécurité de l'infrastructure SSI
3003 Berne

Diffusion

Le document est téléchargeable gratuitement sur le site www.astra.admin.ch.

© OFROU 2023

Reproduction à usage non commercial autorisée avec indication de la source.

Avant-propos

Les eaux de chaussée des routes à fort trafic sont chargées des substances polluantes provenant de l'usure des freins, de la chaussée et surtout des pneus. Pour protéger les eaux naturelles des métaux lourds, microplastiques et autres polluants contenus dans les eaux de chaussée, celles-ci doivent être éliminées correctement. Du point de vue de l'environnement, de l'aménagement du territoire et des coûts, une évacuation avec infiltration par les bas-côtés est la meilleure solution là où le tracé le permet. Si cela n'est pas possible, et après leur collecte, des installations de traitement des eaux de chaussée polluées (SETEC) sont à prévoir. Ces installations sont souvent construites en dehors du tracé et se trouvent ainsi de plus en plus fréquemment en conflit avec d'autres intérêts, comme la protection des surfaces cultivables (notamment les surfaces d'assolement [SDA]), de la forêt, ainsi que de la nature et du paysage. Il est donc toujours plus difficile de trouver des sites adaptés. La présente directive a pour but de définir des processus de planification optimisés.

Cette directive concrétise les exigences concernant l'infiltration et le traitement des eaux de chaussée en se fondant sur la directive de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », module B [39]. Il convient de relever les points suivants :

- Les exigences pour le traitement sont différenciées selon la typologie du cours d'eau récepteur.
- Les caractéristiques du sol sont actualisées selon l'état des connaissances.
- Lors de la planification des traitements des eaux de chaussée, il s'agit de rechercher des solutions durables qui permettent une exploitation simple demandant peu d'entretien et garantissent une efficacité à long terme.
- On favorisera les solutions économes en surface.
- Pour se conformer aux objectifs d'efficacité énergétique, les installations de traitement doivent être économes en énergie.

Cette version révisée de la directive de 2013 présente les procédés de traitements connus actuellement qui se fondent sur la mise à jour de 2021 de la documentation ASTRA 88002 « Traitement des eaux de chaussée – État de la technique » [18].

Office fédéral des routes

Jürg Röthlisberger
Directeur

Table des matières

	Impressum	2
	Avant-propos	3
1	Introduction	7
1.1	But de la directive	7
1.2	Domaine de validité	7
1.3	Destinataires	7
1.4	Entrée en vigueur et modifications	7
2	Principes	8
2.1	Évacuation des eaux de chaussée	8
2.2	Rétention de l'eau de chaussée	10
2.3	Pollution des eaux de chaussée	10
3	Exigences pour la rétention, le traitement et l'infiltration des eaux de chaussée ...	13
3.1	Définition du degré d'efficacité	13
3.2	Exigences pour la rétention des eaux de chaussée	14
3.3	Exigences pour l'infiltration et le traitement des eaux de chaussée	15
3.4	Contrôle des exigences	18
4	Détermination des modes d'évacuation et de traitement	20
4.1	Processus de décision	20
4.2	Collecte des données de bases	20
4.3	Analyse des conditions cadres des projets	21
4.4	Fonction des installations	29
4.5	Comparaison des procédés pour l'infiltration et le traitement	30
4.6	Combinaison des types de traitement	34
4.7	Choix du procédé	35
5	Examen de la proportionnalité	36
5.1	Analyse coût/utilité	36
5.2	Indicateurs d'utilité	36
5.3	Coûts	37
5.4	Conséquences négatives pour l'environnement	38
5.5	Attribution de points	38
5.6	Appréciation de la proportionnalité	38
6	Planification par phases	40
6.1	Répartition des compétences lors du processus d'approbation	40
6.2	Construction et aménagement	41
6.3	Entretien (UPlaNS)	43
7	Entretien d'exploitation	46
7.1	Compétences	46
7.2	Contenu du manuel d'exploitation et d'entretien, plans d'intervention	46
7.3	Élimination	47
	Annexes	49
	Glossaire	75
	Bibliographie	83
	Liste des modifications	87

1 Introduction

1.1 But de la directive

La présente directive fixe les exigences pour l'évacuation des eaux de chaussée conformément aux dispositions légales et en fonction des conditions locales. Elle concrétise, en accord avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), les indications contenues dans la directive du VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » [39]. Elle précise les exigences relatives à la rétention, au traitement et à l'infiltration des eaux de chaussée, ainsi qu'au processus d'évaluation de la proportionnalité. Elle vise une pratique uniforme.

La directive montre les processus de décision déterminants. Elle fixe les processus de choix d'une évacuation optimale en relation avec le type de traitement, montre les étapes de projet les plus importantes et donne des indications pour l'exploitation et l'entretien des installations nécessaires.

1.2 Domaine de validité

La directive est valable aussi bien pour la planification et la réalisation de nouveaux ouvrages d'évacuation et de traitement des eaux de chaussée polluées que pour le renouvellement des installations de traitement pour l'ensemble du réseau des routes nationales.

Pour simplifier, on entend dans cette directive sous la notion « traitement des eaux de chaussée », toutes les mesures d'épuration des eaux de chaussée conforme à la loi, soit avec une infiltration dans le sol, soit avec un déversement dans des eaux superficielles.

La directive fait partie intégrante des standards de construction et d'entretien des routes nationales.

En ce qui concerne le positionnement de la directive par rapport à la législation et aux publications en vigueur, on se référera à la figure B1 de la directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » [39]. Voir aussi l'annexe « Classement de la directive ».

1.3 Destinataires

La directive s'adresse aux maîtres d'ouvrages et aux exploitants des routes nationales (Office fédéral des routes [OFROU] et cantons dans le cadre de l'achèvement des réseaux de routes nationales) ainsi qu'aux ingénieurs projeteurs et responsables chargés de la construction, de l'entretien et de l'exploitation des routes nationales.

1.4 Entrée en vigueur et modifications

La présente directive est entrée en vigueur le 20.06.2013. La « liste des modifications » se trouve à la page 87.

2 Principes

2.1 Évacuation des eaux de chaussée

La sécurité du trafic exige que les eaux de pluie soient évacuées de la chaussée aussi rapidement que possible. Pour cela, les routes ont besoin de systèmes d'évacuation performants.

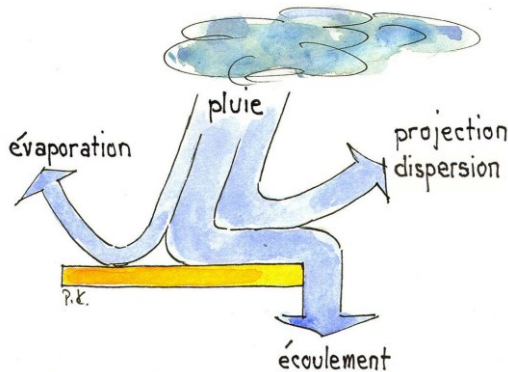


Fig. 2.1 Évaporation, projection et dispersion de la pluie sur une route.

Sur les routes, seule une partie de la pluie parvient au système d'évacuation et s'y écoule. Une partie de la pluie s'évapore, une autre se disperse ou est projetée.

Cette directive ne traite que de la partie de l'eau de chaussée qui s'écoule sur l'accotement, ou qui est récoltée et déversée.

Les eaux de chaussées seront évacuées selon les méthodes et dans l'ordre de priorité suivant :

1. Infiltration ;
2. Déversement dans des eaux superficielles ;
3. Déversement dans une canalisation publique vers une station d'épuration des eaux (STEP).

Deux modes d'évacuation principaux sont à distinguer :

2.1.1 Évacuation par l'accotement

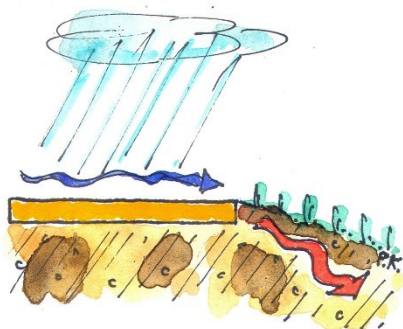


Fig. 2.2 Infiltration décentralisée par les bas-côtés avec un sol engazonné.

L'eau de chaussée s'écoule en bordure de route. De là, elle s'écoule sur l'accotement et s'infiltré, par les bas-côtés, dans le sous-sol à travers une couche de sol engazonnée et filtrante (Fig. 2.2). L'infiltration par les bas-côtés constitue la meilleure solution pour la protection des eaux, car la couche de sol assure une épuration et une retenue suffisante des substances polluantes (voir chapitre 3.3.1).

2.1.2 Collecte et écoulement par infiltration ou déversement dans des eaux superficielles

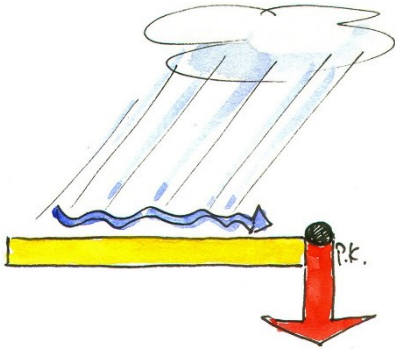


Fig. 2.3 Écoulement vers un traitement central ou infiltration.

L'eau de chaussée s'écoule vers le bord de la route et, de là, par une canalisation ou une rigole (voir Fig. 2.3) jusqu'à un endroit approprié pour le traitement de l'eau avec un raccordement à une infiltration ou un déversement dans des eaux superficielles.

De manière générale, les eaux de chaussée des voies de communication ne peuvent être raccordées à une canalisation publique en système mixte que si d'autres types d'évacuation ne sont ni réalisables techniquement, ni admissibles, ni réalisables économiquement. Des raccordements aux canalisations publiques et un traitement dans une STEP après rétention dans un bassin de sécurité ou d'accumulation peuvent se révéler opportuns pour certains tronçons des routes nationales pour des raisons économiques.

Les deux systèmes d'évacuation, infiltration par les bas-côtés et évacuation centrale peuvent aussi être combinés. La combinaison apporte des avantages notamment lorsqu'il n'y a pas suffisamment de place pour garantir une infiltration complète.

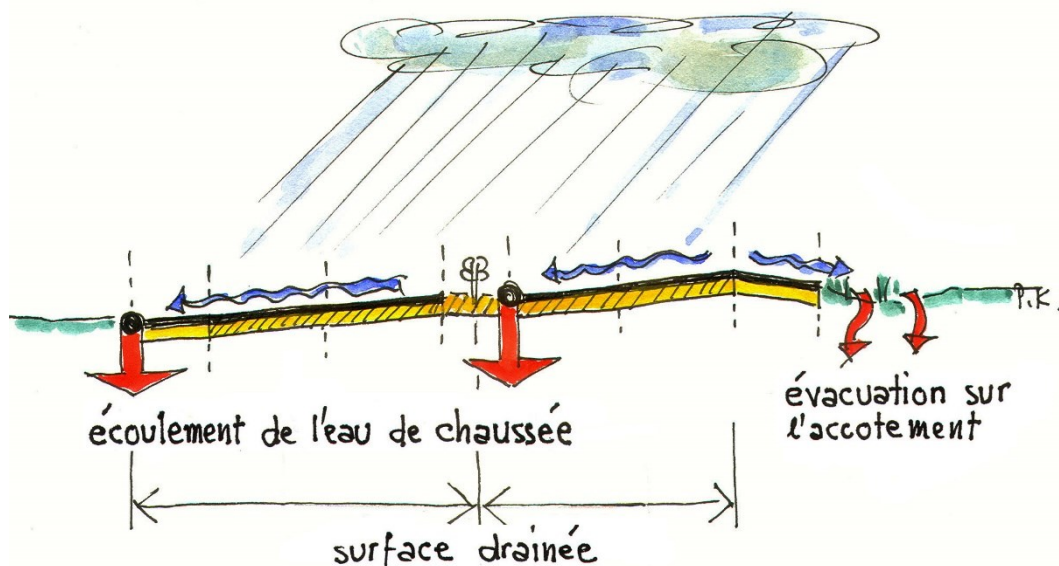


Fig. 2.4 Une partie de l'eau de pluie d'une autoroute à quatre voies est collectée et évacuée. L'autre partie s'écoule sur les bas-côtés avec infiltration.

2.2 Rétention de l'eau de chaussée

La rétention de l'eau de chaussée poursuit les buts principaux suivants :

- L'eau de chaussée s'écoule transversalement sur la chaussée vers le **bord de la route** où elle est collectée et déversée. En raison de la capacité d'écoulement limitée de la conduite de déversement, l'eau de chaussée s'accumulera, par très fortes averses, jusque sur les bandes d'arrêt d'urgence (voir la norme VSS 40 356 [24]). Cette rétention fait partie du dimensionnement économique de l'évacuation des eaux de chaussée.
- La rétention des eaux de chaussée avant le déversement dans un **petit cours d'eau** permet d'éviter des dégâts aux rives lors de grands débits. La rétention permet de diminuer l'impact sur la faune et la flore dans les cours d'eau lorsque, à l'étiage, le débit varie brusquement. Cette rétention protège le cours d'eau.
- La retenue des **liquides pouvant polluer les eaux** dans des bassins prévus à cet effet sert aussi bien à la protection des eaux superficielles qu'à la protection des eaux souterraines (nappes phréatiques).
- La rétention des eaux de chaussée avant leur **traitement** ou leur **infiltration** est nécessaire lorsque la capacité d'infiltration ou de percolation des matériaux filtrants a une limite supérieure définie. Si le débit arrivant pour le traitement est supérieur à cette valeur, l'eau de chaussée sera accumulée dans des rétentions intermédiaires.

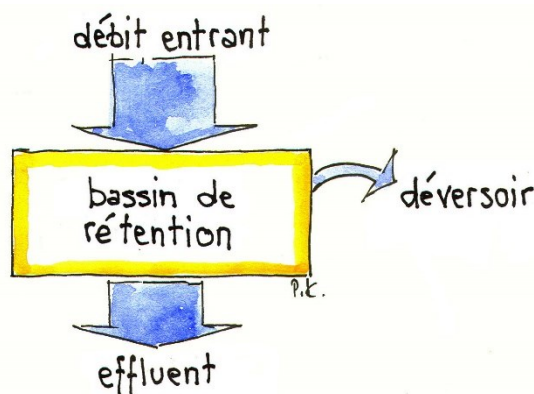


Fig. 2.5 Débits d'entrée et de sortie d'un bassin de rétention.

La surface de la chaussée raccordée au système d'évacuation des eaux est déterminante pour le dimensionnement du système d'évacuation des eaux, de la rétention et des installations de traitement nécessaires.

2.3 Pollution des eaux de chaussée

Les eaux de chaussée des routes très fréquentées sont chargées de métaux lourds et de substances organiques comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ainsi que de micropolluants. D'autres substances polluantes proviennent de l'usure des freins (cuivre, antimoine, et autres métaux lourds), de l'usure de pneus (zinc, cadmium, HAP, microplastique, aniline, etc.), des gaz d'échappement (HAP, suie), de l'usure de la chaussée et des pertes de chargement. La plus grande partie de la pollution des eaux de chaussée se présente sous forme particulaire (matières en suspension – MES). Les substances polluantes susmentionnées sont principalement contenues dans ces particules (voir la norme VSS 40 347, Évacuation des eaux de chaussée, Pollution des eaux de chaussée, [25]).

Une charge correspondante de pollution est déterminée en fonction de l'intensité du trafic, de la vitesse, du profil en long de la route et des ouvrages latéraux. La pollution des eaux de chaussée est classée à l'aide des points de pollution déterminés selon la directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » (voir chapitre 3.2 VSA, Tableau B8, [39]). On en déduit que dès que le trafic journalier moyen (TJM) est supérieur à 5000 véhicules/jour, l'eau de chaussée est polluée (pollution moyenne) et lorsque le TJM est > 14 000 véhicules/jour, l'eau est fortement polluée (pollution élevée).

Classification	Somme des points	Classe de pollution
Pour les routes, le nombre de points de pollution est traduit par les classes de pollution suivantes	<5 points	faible
	5–14 points	moyenne
	>14 points	élevée
Pollution des eaux de ruissellement de chaussées		
Se compose des éléments suivants	Pollution de base + \sum (PP critères)	Points de pollution [PP]
1. Pollution de base	Points de pollution (PP)	Remarques
Fréquence du trafic	Pollution de base = DTV/1000	Pour l'horizon de planification (TJM = trafic journalier moyen)
2. Critères	Points de pollution (PP)	Remarques
Part de trafic lourd	1 pour part 4–8 % 2 pour part >8 %	Pour l'horizon de planification
Pente	1, si pente > 8 %	Pour l'horizon de planification
Tronçon de route à l'intérieur d'une localité	1	
Nettoyage des routes	Nombre de nettoyages mécaniques par mois	

Tableau B8
Évaluation de la pollution des eaux de ruissellement de chaussées.

Fig. 2.6 Évaluation de la pollution des eaux de précipitation des surfaces routières.
Source : Directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie » [39].

Les constructions longitudinales comme les parois antibruit ou les tronçons en tranchée réduisent l'effet de dispersion vers l'extérieur de sorte que les substances polluantes se déposent de façon plus concentrée dans l'espace routier.

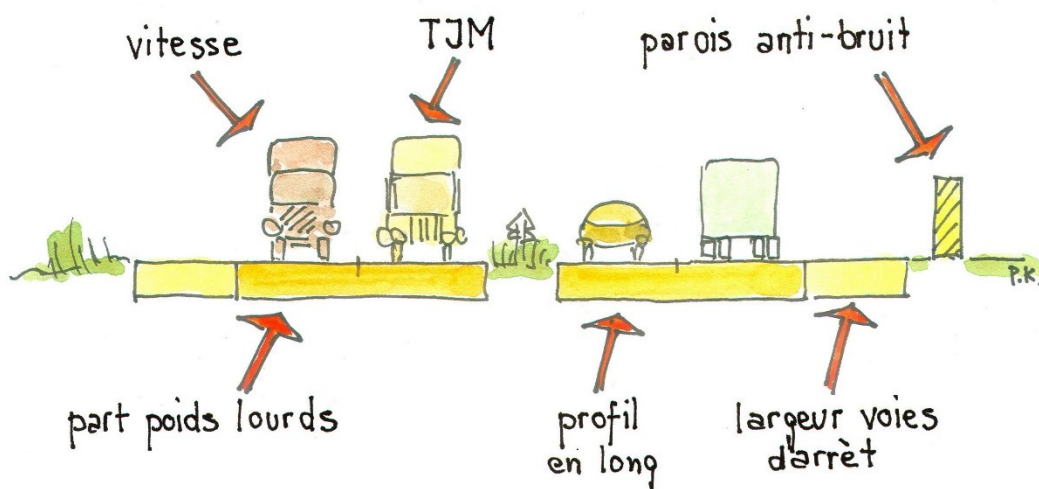


Fig. 2.7 Paramètres influençant la pollution des eaux de la chaussée.

Selon le rapport « Traitement des eaux de chaussée : État de la technique » [18], le paramètre MES est, dans l'application des procédés de traitement actuels, le plus représentatif de la pollution totale des eaux de chaussée. Pour la définition de l'influence des substances solides sur le traitement des eaux de chaussée, seul le paramètre MES sera utilisé (voir chapitre 3).

Des informations plus approfondies sont disponibles dans le rapport « Traitement des eaux de chaussée : État de la technique » [18].

2.3.1 Répartition des substances polluantes

Si une route n'est pas limitée (bordée) latéralement par des parois antibruit, des murs de soutènement, des parapets ou d'autres éléments similaires, une grande partie des substances polluantes – jusqu'à 50 % – se déposera dans les environs par dispersion et par projection, la plupart du temps, sur les bas-côtés végétalisés.

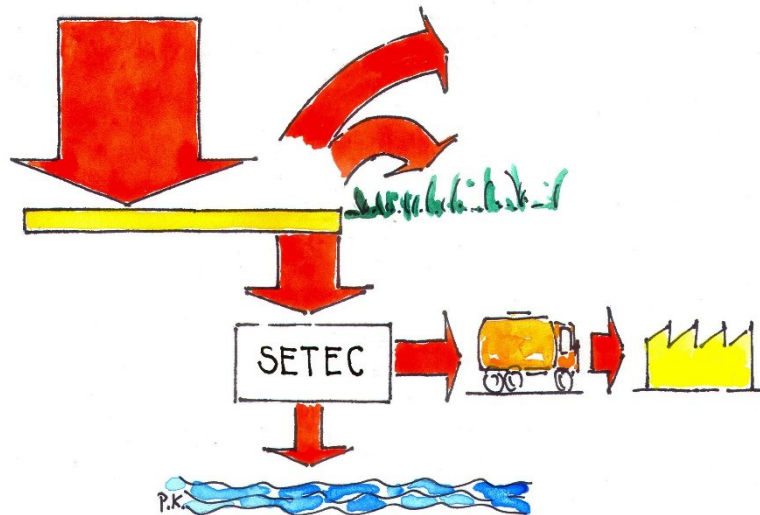


Fig. 2.8 Exemple de répartition des substances polluantes.

2.3.2 Influences sur les eaux

Pollution de durée moyenne :

Les quantités de matières en suspension (MES, cuivre et zinc) ont des incidences significatives sur les cours d'eau. Elles conduisent à une turbidité de l'eau, à une accumulation de substances polluantes dans les sédiments des cours d'eau et à un colmatage du lit des cours d'eau.

Pour les eaux souterraines, en revanche, c'est l'apport de substances dissoutes qui joue le rôle le plus important.

Dynamique de la pollution :

Mis à part la pollution moyenne, le stress aigu dû aux pics hydrauliques et aux flux de substances polluantes perturbe l'écologie des cours d'eau. Lors de l'infiltration dans la nappe phréatique, il faut s'assurer en tout temps que la rétention des substances polluantes dans le sol ou le traitement de l'eau de chaussée polluée soient suffisants, et cela même lors des pics hydrauliques et des pics de pollution.

2.3.3 Influences sur les sols

Les MES et les substances polluées qui leur sont liées ont des incidences sur les sols. Ils s'accumulent à la surface et pénètrent dans l'horizon A où leur concentration augmente. En plus de l'augmentation de la concentration dans les surfaces polluées, on observe aussi un colmatage du sol par les particules fines, ce qui exerce une influence défavorable sur la porosité du sol et sur ses propriétés d'infiltration.

La grande partie des sols pollués par ces substances se trouve à côté de la chaussée. Il s'agit notamment des talus et des bas-côtés végétalisés qui font partie de la route. Il ne s'agit donc pas de sols au sens de l'ordonnance sur la pollution du sol (voir Fig. V.1 et l'ordonnance sur les atteintes portées aux sols [OSol] [9]). Les talus et les bas-côtés végétalisés sont déjà fortement pollués par la projection et la dispersion des substances polluantes. L'infiltration des eaux de chaussée par les bas-côtés ne pollue ainsi pas de surfaces de sol supplémentaires mais augmente la concentration des polluants des zones déjà polluées en bordure des routes.

3 Exigences pour la rétention, le traitement et l'infiltration des eaux de chaussée

La directive du VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », module B [39], donne des indications claires permettant de savoir quand un traitement et une rétention de l'eau de chaussée sont nécessaires sur la base des dispositions légales. Les exigences décrites dans le présent chapitre reprennent en grande partie le contenu de cette directive.

Les exigences sont définies ci-après selon le degré d'efficacité relevé. Elles se réfèrent toujours aux **quantités annuelles**.

3.1 Définition du degré d'efficacité

Les exigences pour la rétention et le traitement sont définies en comparant les eaux récoltées de la route avec les eaux traitées. La partie des pluies qui s'évapore ou qui est dispersée ou projetée par les véhicules et ne s'écoule donc pas par le système d'évacuation des eaux n'est pas prise en compte.

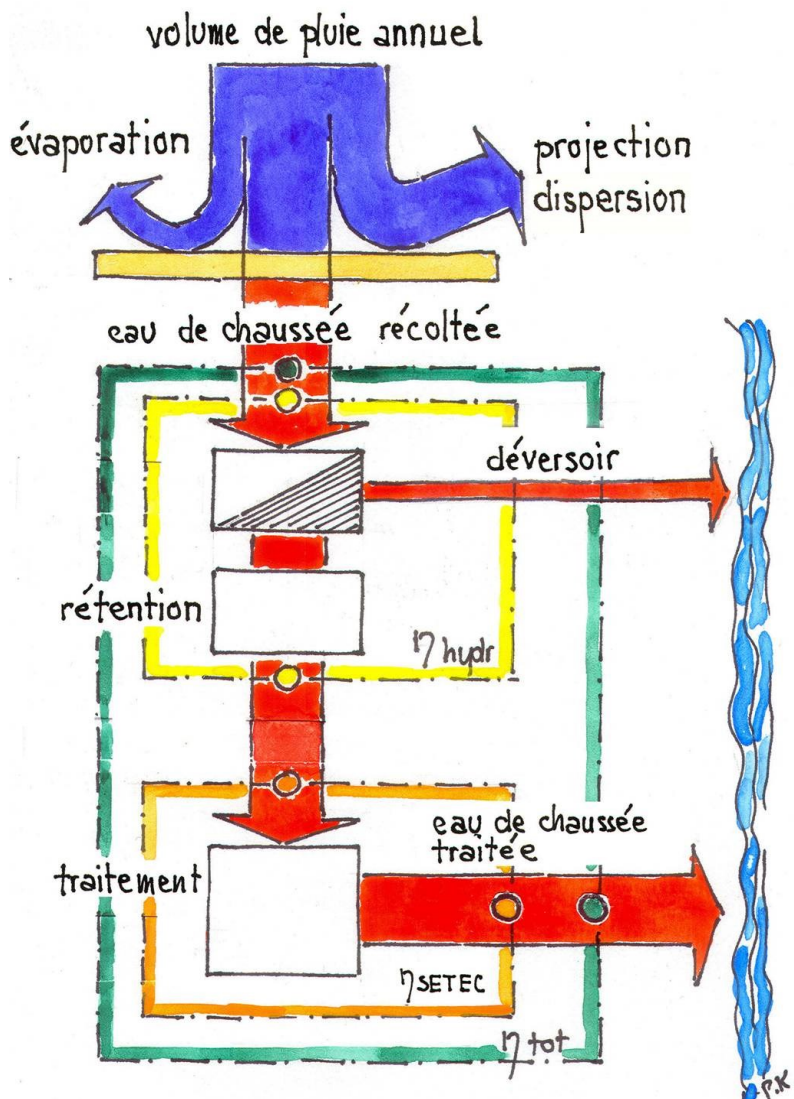


Fig. 3.1 Délimitation du système d'évacuation des eaux avec définition du degré d'efficacité.

L'eau qui s'écoule de la route – plus précisément l'eau de chaussée récoltée – est stockée (rétention) avant son traitement dans un SETEC. Elle peut être déversée dans un cours d'eau lors de pics hydrauliques quand le bassin de rétention est plein. Le déversement, la rétention et les SETEC sont représentés séparément afin d'avoir une définition claire des concepts. Constructivement, ces éléments sont souvent combinés entre eux.

Les exigences comprennent les degrés d'efficacité suivants :

- Rétention de l'eau de chaussée avec un degré d'efficacité hydraulique η_{hydr} ;
- Retenue des MES dans le SETEC avec le degré d'efficacité du SETEC η_{SETEC} ;
- Retenue des MES dans le système d'évacuation des eaux avec le degré d'efficacité total η_{tot} .

Le degré total d'efficacité du système d'évacuation des eaux est le produit du degré d'efficacité hydraulique et du degré d'efficacité du SETEC :

$$\eta_{tot} = \eta_{hydr} * \eta_{SETEC}$$

Degré d'efficacité hydraulique (voir chapitre 3.2)

$$\eta_{hydr} = \frac{\text{eau de chaussée traitée (m}^3/\text{an)}}{\text{eau de chaussée récoltée (m}^3/\text{an)}}$$

Degré d'efficacité du SETEC (voir chapitre 3.2)

$$\eta_{SETEC} = \frac{\text{quantité MES retenue (kg/an)}}{\text{quantité MES de l'eau de chaussée à traiter (kg/an)}}$$

Degré d'efficacité total du système d'évacuation des eaux

$$\eta_{tot} = \frac{\text{quantité MES retenue (kg/an)}}{\text{quantité MES de l'eau de chaussée récoltée (kg/an)}}$$

3.2 Exigences pour la rétention des eaux de chaussée

Pour l'établissement des volumes de rétention nécessaires, c'est la méthode orientée émission qui s'applique.

Lors de la détermination des volumes de rétention requis, les exigences pour les volumes nécessaires en cas d'accidents majeurs doivent être prises en compte en sus.

3.2.1 Méthode orientée émission pour le dimensionnement

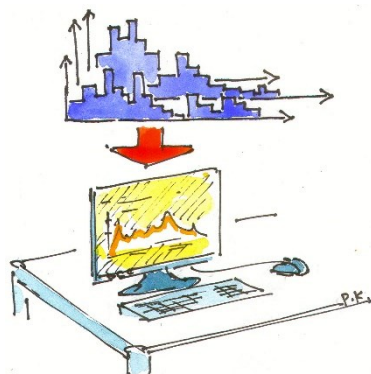


Fig. 3.2 Calcul avec des données pluviales historiques.

La méthode orientée émission est à utiliser pour la détermination du degré d'efficacité hydraulique. Le dimensionnement d'une installation centrale de traitement doit être réalisé sur la base d'une série de pluies de longue durée provenant d'une station de mesure locale

(par exemple : ANetz) et non pas de séries de pluies isolées. La détermination des volumes nécessaires des installations de rétention pour les routes nationales doit être faite à l'aide d'un modèle de calcul hydraulique, de l'utilisation d'une simulation de longue durée et de séries de pluies historiques [38]. Le **coefficient d'écoulement maximal**, à utiliser dans les calculs pour les surfaces de la route, est $\psi = 0,9$ (VSS 40 353 [23]). On admet pour ces calculs que l'écoulement maximal se produit en principe par faible trafic → peu de dispersion de l'eau de chaussée. **Un coefficient d'écoulement différent peut être utilisé ; dans ce cas, ce choix sera dûment motivé.**

Pour le choix des séries de pluies lors d'une simulation de longue durée, la station de mesure des hauteurs totales de précipitations doit être située à proximité géographique de l'endroit du projet (Atlas hydrologique de la Suisse). La durée des séries de pluies est d'au moins 5 ans. Une durée de 10 à 20 ans est considérée comme idéale pour une simulation de longue durée. Les données seront aussi récentes que possibles.

Le traitement décentralisé par les bas-côtés sera dimensionné à l'aide de pluies types, selon la norme SN 40 350 [26].

3.3 Exigences pour l'infiltration et le traitement des eaux de chaussée

La notion « Traitement des eaux de chaussée » comprend toute mesure d'épuration des eaux de chaussée par une infiltration ou un déversement conforme aux lois.

3.3.1 Classement des procédés en catégories de traitement

Le traitement des eaux de chaussée lors d'un déversement dans les eaux superficielles obéit aux trois niveaux d'exigences suivants : « élevé, standard, réduit ».

Le passage à travers une couche appropriée et biologiquement active possédant un effet d'épuration comparable avec le sol est requis pour l'infiltration dans la nappe phréatique.

Pour l'infiltration dans une nappe phréatique, le niveau d'exigences requis est obligatoirement « élevé »

Tab. 3.1 Tableau des exigences pour le déversement dans les eaux superficielles

Grandeur de référence	MES	m ³	MES	
Niveau d'exigences	Degré d'efficacité total ³ η_{tot}	Degré d'efficacité hydraulique η_{hydr} (valeur indicative ²)	Degré d'efficacité du SETEC η_{SETEC}	Procédés applicables
Élevé	Minimum 80 %	90 %	90 %	Bas-côtés, cuvette-rigole, filtre en sable végétalisé ¹
Standard	Minimum 70 %	90 %	80 %	Bas-côtés, cuvette-rigole, filtre en sable végétalisé ¹ , filtre avec split/gravier ¹
Réduit	Minimum 60 %	90 %	70 %	Bassin de décantation à niveau permanent, filtre technique

¹Avec couche biologiquement active qui a un effet d'épuration comparable au sol. Cela peut être obtenu notamment en plantant des roseaux.

²Valeur indicative : pour des rivières moyennes et grandes, le degré d'efficacité hydraulique peut être admis plus bas à condition que le degré d'efficacité total MES soit maintenu.

³Des procédés retenant efficacement les polluants (degré d'efficacité du SETEC) peuvent aussi être utilisés lorsque les exigences sont moins strictes. Il en résulte une plus grande flexibilité pour ce qui est du degré d'efficacité hydraulique.

Exemple : le niveau d'exigences « standard » avec un filtre en sable végétalisé requiert un taux d'efficacité hydraulique plus faible (80 %).

Le tableau 3.4 représente les procédés adaptés à chaque niveau d'exigences. La différence entre les niveaux d'exigences est en relation avec le degré d'efficacité atteignable par les types de SETEC et le dimensionnement correspondant des installations pour un degré d'efficacité hydraulique donné.

Pour les **modes de traitements décentralisés, les exigences sont identiques**. Tous les niveaux d'exigences sont remplis par l'infiltration par les bas-côtés ou le traitement par les cuvettes-rigoles tant que les conditions selon les fiches-types en annexe sont remplies.

Parmi les procédés de traitement centralisé, pour le niveau d'exigences « **élevé** », le filtre en sable végétalisé avec bassin de décantation pour le prétraitement s'avère approprié. La marge de manœuvre pour optimiser le degré d'efficacité hydraulique des installations aux exigences « **élevées** » est faible. En effet, les procédés d'épuration avec un haut degré d'efficacité possèdent une efficacité hydraulique réduite. Une plus grande rétention est nécessaire pour maintenir le degré d'efficacité hydraulique voulu.

Le filtre avec splitt/gravier est approprié pour le niveau d'exigences « standard ». On peut également recourir à un filtre en sable végétalisé avec un degré d'efficacité hydraulique plus faible (donc une surface réduite), ce qui offre une marge de manœuvre accrue pour le degré d'efficacité total.

Pour le niveau d'exigences « **réduit** », on dispose du bassin de décantation à niveau permanent, du bassin de décantation/rétention exploité multifonctions, et – sous certaines conditions – des filtres techniques (filtres textiles ou filtres à débit rapide rétrolavables). Ces solutions requièrent toutefois un entretien accru.

3.3.2 Exigences pour l'infiltration dans les eaux souterraines

Selon l'ordonnance sur la protection des eaux [13], un traitement des eaux de chaussée avant leur infiltration est exigé lorsque les caractéristiques du sol ne peuvent pas assurer une protection suffisante des eaux souterraines.

Le tableau qui suit explique quel procédé est autorisé dans quelle situation. Dans les zones de protection des eaux **S1** et **S2** ainsi que dans les zones de protection des eaux, l'infiltration n'est pas autorisée. De plus, il faut préciser que les constructions ne servant pas à l'alimentation en eau sont interdites dans la zone S1.

Lorsque les eaux de chaussée sont peu polluées (selon les classes de pollution des instructions de l'OFEV [39] ou la norme VSS 40 347 [25]), l'infiltration dans la zone de protection des eaux **S3** est admise. On veillera toutefois à ce que les substances solubles soient suffisamment retenues ou réduites par un passage à travers une couche de sol biologiquement actif.

Le niveau d'exigences « **élevé** » doit être appliqué impérativement lorsque les eaux souterraines sont utilisables comme eau potable (**secteur de protection des eaux A_u**). Même si les eaux souterraines ne sont pas utilisables pour un approvisionnement en eau, les substances solubles doivent être retenues de sorte que leur influence néfaste sur les eaux souterraines soit empêchée, ce qui requiert des procédés correspondant au niveau « **élevé** ».

Tab. 3.2 Procédés applicables pour l'infiltration dans les eaux souterraines

Secteurs de protection des eaux / Zones de protection des eaux souterraines	Procédés applicables
Autres secteurs et secteurs A _u	Bas-côtés, cuvettes-rigoles, filtre en sable végétalisé ¹
Zone de protection des eaux souterraines S3	Bas-côtés ² , cuvettes-rigoles ²
Zones de protection des eaux souterraines S2 et S1 et secteurs de protection des eaux	Infiltration non admissible ; déversement des eaux de chaussée en dehors des zones de protection S3

¹ Avec couche biologiquement active possédant un effet d'épuration comparable au sol. Cela peut être obtenu notamment en plantant des roseaux.

² Si l'eau de chaussée entre dans la classe de pollution « faible » selon les instructions « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication » [39]. L'eau polluée de la classe de pollution « moyenne » à « élevée » doit être déversée en dehors du secteur S3.

De manière générale, en cas d'infiltration, on veillera à ce que la couche de couverture soit suffisamment épaisse pour éviter des conditions anaérobies.

3.3.3 Exigences pour le traitement lors du déversement dans des eaux superficielles

Selon les instructions « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication » [39], les eaux de chaussée sont en principe considérées comme très polluées à partir d'un TJM de 14 000 véhicules/jour. Avant leur déversement dans des eaux superficielles, les eaux de chaussée doivent être traitées.

Si un traitement est requis pour le déversement dans des eaux superficielles, les catégories d'exigences présentées dans le tableau ci-après doivent être respectées. Pour les fortes charges de pollution, une distinction supplémentaire pour les TJM de 50 000 véhicules/jour est introduite. Les exigences de traitement, pour un TJM compris entre 14 000 et 50 000 véhicules/jour, sont réduites au niveau « standard » en raison de concentrations en substances polluantes plus faibles.

Tab. 3.3 Tableau des exigences pour le déversement dans des eaux superficielles

Niveau d'exigences	Secteur de protection des eaux
Standard	Autres secteurs (üB) Rapport de déversement : $0,1 < V_G, V_{Gmax}^* < 1$ ou $V_G, V_{Gmax}^* < 0,1$ et TJM < 50 000 ou pour les lacs
Élevé	Autres secteurs (üB) Rapport de déversement : $V_G, V_{Gmax}^* < 0,1$ et TJM > 50 000
Réduit	Autres secteurs (üB) Rapport de déversement : $V_G, V_{Gmax}^* > 1$

Détermination du rapport de déversement selon les instructions de l'OFEV « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication » [39]. V_G : rapport de déversement, débit du cours d'eau par rapport à la quantité déversée, V_{Gmax}^ : rapport de déversement, débit du cours d'eau par rapport à la quantité déversée au-dessus de la section du cours d'eau.

Les exigences élevées sont à respecter pour les cours d'eau à faible débit et pour les cours d'eau qui, selon les dispositions cantonales, sont spécialement dignes de protection, par exemple les cours d'eau dans les zones de protection de la nature, les zones riveraines ou lorsque l'eau est utilisée pour l'alimentation en eau.

Des exigences réduites sont applicables pour des cours d'eau à fort débit, sans protection spéciale, où le rapport de dilution est important.

Le niveau d'exigences « standard » constitue le cas normal. Il est valable pour la plupart des cours d'eau et pour les lacs.

Les exigences pour le déversement à l'intérieur du secteur de protection des eaux A₀ sont à déterminer selon la planification cantonale.

3.3.4 Exigences au droit de l'introduction dans un cours d'eau ou un lac

On tiendra compte des conditions locales pour fixer le point de déversement et les aménagements nécessaires. Il faut s'assurer d'une part que la vitesse d'écoulement dans le cours d'eau est suffisante pour éviter un envasement local et d'autre part que le point de déversement ne favorise pas l'érosion locale ou la formation de mousse.

L'aménagement du point de déversement doit se faire d'entente avec l'autorité cantonale des constructions hydrauliques.

3.4 Contrôle des exigences

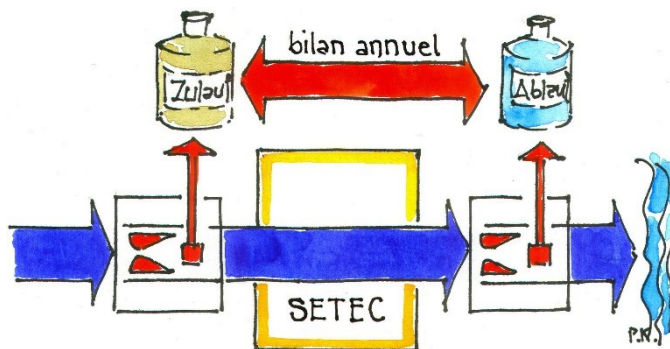


Fig. 3.3 SETEC avec emplacement des mesures.

Les exigences pour les SETEC sont basées sur le bilan annuel des volumes d'eau et des substances polluantes. Selon l'art. 13 de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux), **les détenteurs** d'installations d'épuration doivent maintenir celles-ci en état de fonctionner. À cet effet, des contrôles réguliers sont requis. Le contrôle des exigences fixées sera adapté aux étapes de planification et de mise en service :

- réception ;
- surveillance du fonctionnement ;
- examen du fonctionnement ;
- examen du rendement des nouveaux procédés.

3.4.1 Réception

On effectuera un examen du fonctionnement dans le cadre de la réception de l'ouvrage, lors de sa mise en service. On effectuera également un contrôle si le SETEC a été modifié de manière importante ou si son bassin versant a été agrandi. À cet effet, il suffit d'examiner les matières en suspension **MES**, **le cuivre**, **le zinc**, ainsi que les **volumes d'arrivée et de sortie** des eaux. Une campagne de mesures **sur plusieurs mois** servira de base à l'établissement du bilan annuel.

3.4.2 Surveillance / contrôle du fonctionnement

Pour les installations existantes déjà réceptionnées, une surveillance visuelle périodique doit être réalisée à l'aide de check listes → deux à trois fois par an, dans le cadre de l'entretien d'exploitation (voir aussi le chapitre 7.1 « Compétences »).

3.4.3 Examen du fonctionnement

Des analyses simples comme les analyses des matières en suspension **MES** et du **volume d'eau de sortie** (rendement hydraulique) doivent être réalisées tous les cinq ans au moyen

d'un échantillonnage représentatif. Si les conditions sont stables et que les résultats obtenus lors des contrôles de fonctionnement antérieurs sont positifs, l'intervalle entre les contrôles peut être allongé.

Pour les bassins de rétention à filtres et les installations avec infiltration, on mesure uniquement l'évolution du niveau d'eau dans le temps, afin de pouvoir identifier un éventuel colmatage.

3.4.4 Examen du rendement des nouveaux procédés

Pour les nouveaux procédés (installations pilotes) et les procédés existants modifiés (par exemple autre granulométrie ou épaisseur différente des couches filtrantes), on réalisera un examen de rendement confirmant leur efficacité et leur performance hydraulique. Pour cela, on établira au moins les valeurs moyennes annuelles des matières en suspension MES, cuivre (Cu_{tot}), et zinc (Zn_{tot}). En plus, les volumes d'entrée et de sortie sont à mesurer afin de contrôler le degré d'efficacité hydraulique. Le contrôle du rendement n'est plus nécessaire pour les procédés actuellement connus et disponibles sur le marché.

Dans le cadre du contrôle de rendement, le degré d'efficacité doit être déterminé. Si un bon rendement concernant les MES ou une efficacité suffisante par rapport aux autres paramètres sont constatés, il suffira lors de la réception d'un SETEC réalisé avec ce même procédé de contrôler les MES et les valeurs d'écoulement. Les détails sont précisés dans le Manuel technique FHB T/U. Voir : Tracé/Environnement (FHB T/U) [38], Fiche technique 21 001-10468.

4 Détermination des modes d'évacuation et de traitement

4.1 Processus de décision

4.1.1 Déroulement général

Deux procédures différentes sont à appliquer pour déterminer le mode d'évacuation et de traitement dans le cadre de la planification et des travaux :

- Procédure technique de l'évacuation des eaux → chapitres 4 et 5 ;
- Procédure administrative de l'OFROU → chapitre 6.

Les aspects techniques pour la planification de l'évacuation des eaux de chaussée sont décrits au chapitre 4. Cette planification demande un travail important et doit s'appuyer sur des fondements techniques solides. Le chapitre 6 décrit quelles décisions doivent être prises par l'OFROU, à quel moment et quelles autorisations sont exigées. Les projecteurs coordonnent le déroulement des deux procédures.

4.1.2 Déroulement de la planification technique

Le déroulement de la planification de l'évacuation et du traitement des eaux de chaussée n'est pas différent de celui du déroulement usuel des projets. Elle comprend la collecte de données de base, l'analyse des conditions cadres et des règles, et l'étude des variantes jusqu'au concept d'évacuation des eaux.

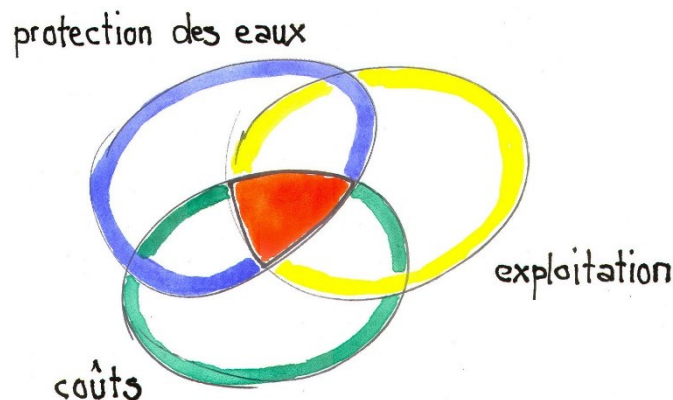


Fig. 4.1 But de la planification : évacuation des eaux de chaussée durable et optimisée.

Le but de la planification technique est d'assurer un concept d'évacuation des eaux **durable** et **optimisé** respectant :

- la protection des eaux et les autres domaines de l'environnement ;
- la rentabilité de la construction et de son entretien ;
- la sûreté d'exploitation et l'efficacité du traitement.

4.2 Collecte des données de bases

La **check liste** de l'annexe III comprend 14 domaines pour lesquels des données doivent être rassemblées. Un soin particulier doit être porté à leur exploitation et à leur analyse.

Une discussion informative avec les autorités cantonales compétentes est utile.

4.3 Analyse des conditions cadres des projets

Chaque projet a ses propres conditions cadres. Celles-ci ressortent de l'analyse des données de base. Les principales conditions cadres sont décrites ci-après.

4.3.1 Prise en compte de la situation actuelle

L'état actuel du système d'évacuation des eaux de route est évalué et comparé aux exigences concernant la protection des eaux. La pollution des eaux de chaussée dans son état effectif est déterminée à l'aide de la norme VSS 40 347 [25].

Lors de l'analyse, les exigences spécifiques des points de déversement, respectivement d'infiltration fixent les limites de pollution des eaux de chaussée.

4.3.2 Eaux superficielles / eaux souterraines

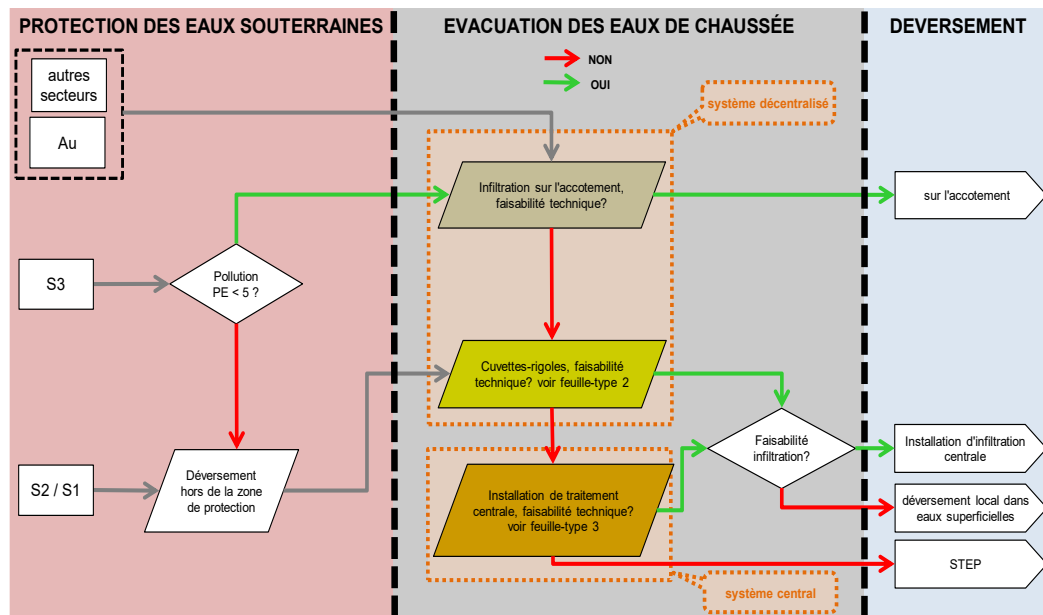


Fig. 4.2 Aide à la décision pour le choix du type d'évacuation des eaux de chaussée.

La Fig. 4.2 donne un aperçu des types d'évacuation des eaux et présente les conditions dans lesquelles ils sont applicables. Il s'agira d'évaluer les débits d'écoulement en fonction des conditions pédologiques et hydrogéologiques.

Les traitements sont à choisir, dans l'ordre de priorité, parmi les types de traitements suivants:

1. Infiltration décentralisée par les bas-côtés ou traitement par une cuvette-rigole.
2. Infiltration centrale si les conditions de sous-sol sont appropriées (vulnérabilité et niveau de la nappe phréatique).
3. Déversement centralisé dans un cours d'eau moyen ou grand.
4. Déversement centralisé dans un petit cours d'eau ou un lac.

En général, on remarque très tôt, dans la phase de planification (concept global d'entretien, voir chapitre 6), s'il existe des possibilités satisfaisantes pour une infiltration décentralisée ou si des solutions centralisées sont nécessaires. Pour les solutions centralisées, on recherchera une implantation à l'intérieur du périmètre de projet. Les distances entre la route et les installations seront courtes.

Si ultérieurement, lors de la planification, des difficultés ou des arguments économiques défavorables apparaissent (voir chapitre 5), on pourra revenir sur la priorité inférieure correspondante.

4.3.3 Centralisé / décentralisé

La décision de réaliser une évacuation des eaux centralisée ou décentralisée dépend des conditions locales. Soit on infiltre dans le sous-sol, soit on déverse dans une eau superficielle. Des combinaisons peuvent s'avérer intéressantes (voir Fig. 2.1)

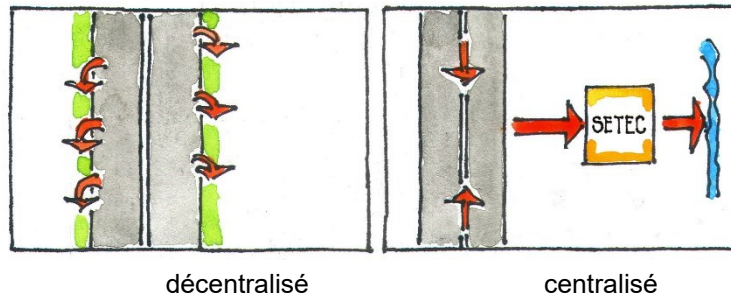


Fig. 4.3 Traitement décentralisé (bas-côtés, cuvette-rigole) / traitement centralisé dans un SETEC.

L'infiltration a la priorité absolue selon la directive VSA « Gestion des eaux urbaines par temps de pluie », module B [39]. Avant de décider de construire un SETEC central, il faut examiner dans chaque cas si l'eau de chaussée peut être infiltrée par les bas-côtés ou être traitée dans des cuvettes-rigoles.

Les conditions locales peuvent obliger à choisir un traitement centralisé avec un SETEC. Toutefois, l'ensemble des surfaces ne doit pas être forcément raccordé au SETEC. Toutes les eaux de surfaces partielles dont l'eau de chaussée peut être infiltrée de manière décentralisée par les bas-côtés ou bien traitée dans des cuvettes-rigoles, doivent être séparées du système centralisé.

4.3.4 Besoin en terrain - Protection des sols

Le traitement des eaux de chaussée nécessite des surfaces adaptées. Ceci est valable tant pour les procédés décentralisés que centralisés.

Pour l'évacuation par les accotements (infiltration décentralisée par les bas-côtés ou traitement via les systèmes cuvettes-rigoles), les bas-côtés végétalisés à côté du tracé doivent être suffisamment larges pour pouvoir emmagasiner et infiltrer l'eau. **Une évacuation sur les bas-côtés est à prévoir prioritairement pour les nouveaux tronçons, partout où cela est réalisable et légalement admissible.** Les surfaces de terrain suffisantes devront être acquises le long du tracé comme parties de la route. Pour le dimensionnement, les valeurs caractéristiques des sols et les capacités d'infiltration seront prises en compte. Les procédés de traitement centralisés peuvent nécessiter localement beaucoup de terrain et ne peuvent pas toujours être réalisés directement à côté du tracé.

L'utilisation du sol est à limiter autant que possible.

Les règles de base suivantes sont toujours valables :

- Les zones de protection de la nature et les surfaces dignes de protection au sens de l'art. 18 de la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN) [1] ne doivent pas être touchées. Si des atteintes ne peuvent pas être évitées, des mesures de reconstitution ou de remplacement doivent être réalisées.
- Les zones de protection du paysage, les sites historiques et les monuments culturels sont à éviter (voir les instructions ASTRA 7A020 [19]). Dans les zones de protection du paysage d'importance nationale, l'implantation du SETEC doit être imposée par les contraintes du projet et ne doit pas être contraires aux objectifs de protection. Dans ce contexte, une grande importance sera attribuée à l'intégration dans le paysage → voir également le chapitre 4.3.12 « Intégration au paysage ».
- Les sols naturellement végétalisés et largement non pollués ne doivent, si possible, pas être utilisés pour l'infiltration des eaux de chaussée. On choisira de préférence des sols déjà pollués par la route ou des surfaces en bordure de la route.

- Si un emplacement est planifié dans la forêt, une autorisation de défrichement est exigée. Pour cela, les exigences de défrichement au sens de l'art. 5 de la loi fédérale sur les forêts (LFO) [2] doivent être respectées, avec la preuve du besoin précisant que l'implantation est imposée par les contraintes du projet.
- L'utilisation d'une SDA est soumise à une pesée d'intérêts où la protection des SDA représente aussi un intérêt national. L'utilisation des SDA peut être admise pour les SETEC s'il apparaît que cela est justifié par des intérêts prépondérants. En plus, une pesée complète de tous les intérêts privés et publics est nécessaire. Dans le cadre de la pesée des intérêts, des alternatives sans et avec moins de sollicitation des SDA (inclus les possibilités de compensation, comme la réutilisation de sols excavés appropriés) sont à examiner.

Les priorités suivantes sont valables pour la recherche de terrains :

- a. Les parcelles propriété de l'OFROU : près des jonctions d'autoroutes, etc.
- b. Les parcelles en mains publiques : Confédération, canton, commune, etc.
- c. Les parcelles en propriété privée : terrain industriel inutilisé, bord des zones industrielles, etc.

Dans tous les cas, on tiendra compte de l'affectation des zones et des possibilités d'utilisation qui en résultent.

Si un achat de terrain est nécessaire, les oppositions et les recours peuvent ralentir ou même rendre la réalisation du projet impossible.

4.3.5 Taille du bassin versant

Pour un traitement central, il peut être opportun dans certaines circonstances de choisir un bassin versant aussi grand que possible. Si un SETEC coûteux est de toute façon nécessaire, il faut examiner, si un tronçon d'autoroute voisin peut être raccordé à des coûts raisonnables.

L'échelle suivante indique des valeurs minimales de référence pour le choix des bassins versants :

- SETEC pour exigence « standard » : $F_{red} > \text{env. } 2 \text{ ha.}$
- SETEC pour exigence « élevée » : $F_{red} > \text{env. } 4 \text{ ha.}$
- SETEC pour exigence « réduite » : $F_{red} > \text{env. } 0,5 \text{ ha.}$

$F_{red} = \text{surface de chaussée à drainer} * \text{Coefficient d'écoulement } 0,9.$

Un regroupement de bassins versants nécessite parfois des mesures constructives importantes. Un petit SETEC local peut donc se justifier ou, à la place, un bassin de rétention avec une station de pompage et une conduite sous pression.

4.3.6 Rapports de hauteur

L'eau des routes est évacuée par écoulement gravitaire. Dans les régions plates, l'évacuation des eaux de chaussées se faisait dans le passé avec des pentes minimales jusqu'au prochain cours d'eau. Si un nouveau traitement central des eaux de chaussée est nécessaire, une hauteur hydraulique supplémentaire sera nécessaire. Pour un SETEC, une hauteur supplémentaire de 2 m ou plus est courante.

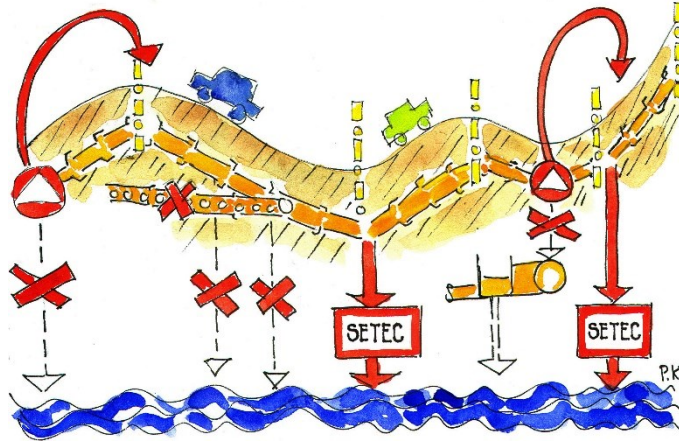


Fig. 4.4 Regroupement de bassins versants partiels.

L'eau de chaussée doit être évacuée prioritairement par **écoulement gravitaire**.

Pour agrandir encore le bassin versant d'un SETEC centralisé, on peut à titre subsidiaire **pomper** les eaux de chaussée. Cela permet de réduire autant que possible la surface de terrain nécessaire, puisque le pompage rend à chaque fois superflu la mise en place d'un SETEC sur le plan local. Les bassins versants sont ainsi réunis et rattachés à un SETEC de plus grande taille, qui peut être exploité dans des conditions économiques plus favorables. Lorsque plusieurs bassins versants sont ainsi reliés à un SETEC centralisé, les réflexions relatives au choix du procédé de traitement permettant de répondre aux exigences gagnent en importance. Avec un degré d'efficacité SETEC élevé, on peut éventuellement réduire le degré d'efficacité hydraulique – on doit alors stocker et pomper moins d'eau de chaussée.

On déterminera les **cotes des hautes eaux** d'une rivière lorsqu'un déversement doit être effectué. Un refoulement dans le SETEC peut non seulement limiter l'efficacité d'épuration, mais peut aussi la détériorer. Il s'agira d'adapter, selon le procédé choisi, la sécurité par rapport aux hautes eaux. Comme valeur indicative, on admet que pour une crue annuelle (HQ_1), aucun dégât au SETEC ne devrait survenir à cause du refoulement. Si le SETEC devait être endommagé par le refoulement, on admettra une sécurité plus élevée ($> HQ_5$).

4.3.7 Eau claire

L'eau claire est de l'eau non polluée qui s'écoule en permanence ou non et se mélange à l'eau de chaussée, comme :

- l'eau de drainages provenant de l'agriculture, drainages de coteaux ;
- l'eau de drainages des infrastructures de routes ;
- l'eau de drainages des ouvrages (côté amont) ;
- les petits ruisseaux.

L'eau claire perturbe ou peut rendre l'exploitation d'un SETEC impossible. Pour les nouvelles autoroutes, les eaux de chaussée et les eaux claires sont à évacuer séparément (part des eaux claires : 0 %).

Lors d'un assainissement, la part des eaux claires doit être relevée et évaluée. Des mesures appropriées de réduction des eaux claires sont nécessaires si la part des eaux claires est supérieure à 15 % de l'eau de chaussée à traiter par année. La séparation des eaux

claires (première priorité) peut s'avérer très coûteuse, car elle peut nécessiter la construction d'un nouveau système de canalisations. Si cet investissement est disproportionné, il reste la possibilité, à titre subsidiaire, de réaliser un ouvrage technique de séparation des eaux claires. Ces ouvrages nécessitent cependant un entretien important.

Si l'on recourt à des séparateurs d'eaux claires, on veillera lors du choix de leur emplacement à ce que la rétention des polluants en cas d'avarie ne s'en trouve pas compromise.

Dans la mesure où elles ne sont pas polluées, les eaux claires peuvent être infiltrées directement dans un site approprié ou déversées dans un cours d'eau.

Lors de l'exploitation du SETEC, la part d'eaux claires ne doit jamais dépasser 30 % sur une année.

4.3.8 Évacuation des eaux de surfaces tierces

À côté des autoroutes très fréquentées, il existe souvent des « surfaces tierces » qui sont également reliées au système d'évacuation des eaux de ces infrastructures. L'évacuation des eaux de ces surfaces doit être prise en considération séparément. L'eau s'écoulant des surfaces tierces qui n'est que peu ou pas polluée ne doit pas être mélangée avec l'eau de chaussée fortement polluée :

- influence directe sur le dimensionnement hydraulique du SETEC ;
- mélange et dilution en cas de raccordement de surfaces tierces au système d'évacuation des eaux de chaussée.

Les surfaces tierces raccordées doivent être identifiées lors de l'élaboration des études de base. L'évacuation correcte des eaux de ces surfaces doit être prise en compte dans la planification des mesures. Dans un souci de durabilité, on s'efforcera de raccorder les eaux de chaussée fortement polluées de tiers.

L'eau qui s'écoule de surfaces tierces en cas de pluie survient en même temps que les eaux de chaussée et n'est pas considérée comme de l'eau claire.

4.3.9 Avarie

Le terme « avarie » désigne un événement qui ne correspond pas aux accidents majeurs selon l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) [10]. Il s'agit ici d'événements récurrents lors de l'exploitation normale des routes nationales avec déversement de petites à moyennes quantités de produits polluants. La retenue de ces produits est à prendre en compte lors de la planification d'un SETEC. Un concept de traitement des avaries est en outre à établir.

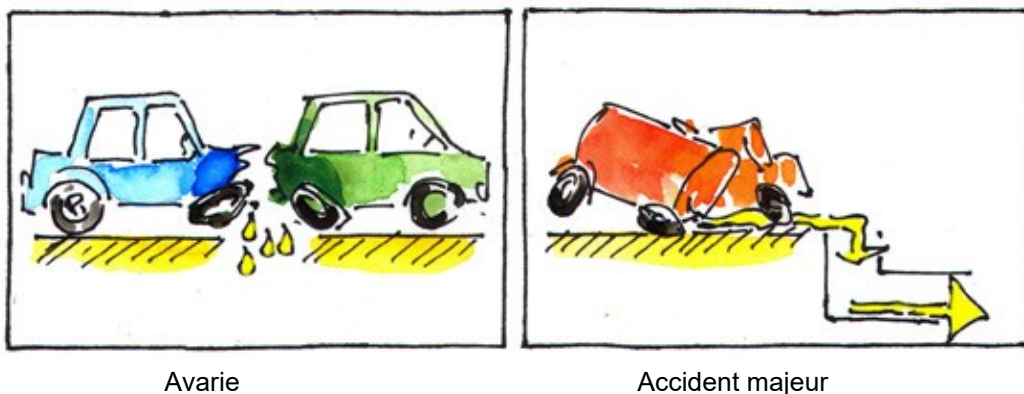


Fig. 4.5 Différence entre avarie et accident majeur.

4.3.10 Accident majeur

L'accident majeur se différencie de l'avarie par l'étendue de ses effets. L'OPAM [10] a pour but de protéger l'environnement contre des atteintes graves. Le traitement des eaux de route est important pour la maîtrise des accidents majeurs.

Pour l'évacuation des eaux de chaussée, on tiendra compte de trois scénarios d'accidents majeurs impliquant les types de liquides suivants :

- essence (légère, inflammable) ;
- substance liquide toxique soluble dans l'eau ;
- substances liquides, plus lourdes que l'eau, décantables (tétrachlorethylène).

La planification des installations de traitement des eaux de chaussée tiendra compte de plusieurs exigences. La retenue et le confinement des produits polluants de l'accident majeur doit être assurée pour la protection des cours d'eau ou des canalisations publiques. Un volume minimum V_{\min} de 30 m³ est exigé, toutefois le volume nécessaire est à analyser et à fixer dans chaque cas.

Une coordination étroite entre le concept d'évacuation et le concept de prévention des accidents majeurs est nécessaire. Tous les projets (assainissement, aménagement et projets de nouvelles constructions) doivent respecter l'ordonnance sur les accidents majeurs selon les exigences des directives de l'OFROU ASTRA 19001 et ASTRA 19002 ([20] et [21], respectivement).

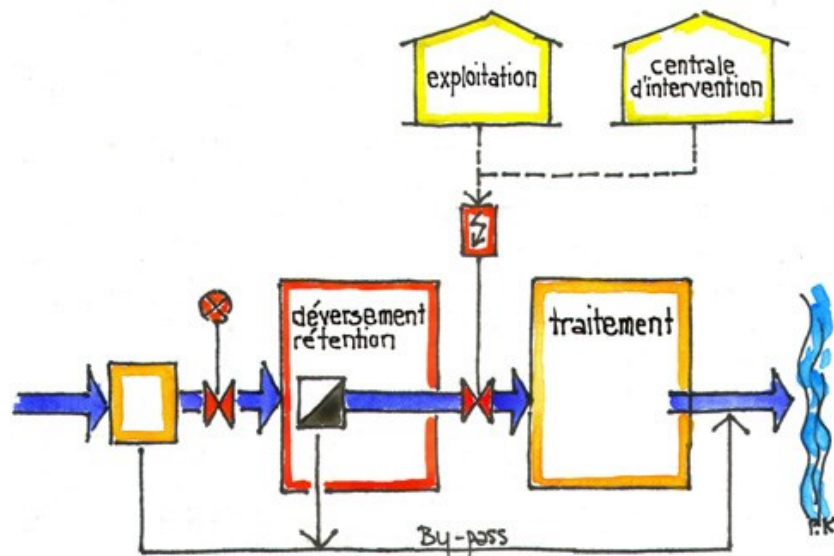


Fig. 4.6 Schéma d'intervention pour les accidents majeurs.

En cas d'infiltration décentralisée par les bas-côtés ou lors du traitement via des cuvettes-rigoles, une grande partie du produit polluant lié à l'accident majeur est retenue dans la couche de terre, respectivement absorbé dans le filtre en terre. Ainsi, en règle générale, des mesures supplémentaires pour retenir les produits polluants dans les bas-côtés s'avèrent inutiles. En cas d'accident, la couche de terre polluée, respectivement le filtre en terre, doivent être excavés et remplacés. En cas d'infiltration après un traitement par des cuvettes-rigoles, une vanne-accident avant l'installation de filtration est nécessaire.

Accidents majeurs et avaries – aspects importants à prendre en compte dans les concepts d'intervention :

- Déterminer les temps d'écoulement jusqu'au bassin de rétention.
- Dimensionner les volumes de rétention nécessaires en relation avec les scénarios principaux et les temps d'écoulement ($V_{\min} = 30 \text{ m}^3$).
- Choix et emplacements des organes de fermeture appropriés (vannes, clapets, protection, etc.) – contrôle du temps d'écoulement jusqu'à l'organe de fermeture : ce temps suffit-il depuis l'alarme jusqu'à la fermeture?
- Représenter et décrire les différents états d'exploitation – quand les organes de fermeture sont-ils fermés ? Quand et quel bassin est-il rempli? Etc.
- Description du plan d'alarme prévu. Ce plan doit montrer un déroulement clair et permettre un traitement rapide. On accordera une grande attention aux instructions destinées aux services d'urgence qui doivent actionner les éléments de sécurité en cas d'accident.
- Désignation des zones d'explosion déterminées (ExZone).

Dans les chapitres 2 et 3, on montre comment déterminer le volume de rétention nécessaire pour le traitement des eaux de chaussée. Les bassins de rétention sont aussi aptes à retenir les éventuels écoulements issus des accidents majeurs. Des bassins de rétention supplémentaires pour les accidents majeurs ne sont, en règle générale, pas nécessaires. On préférera des bassins combinant plusieurs fonctions. Ainsi, un seul bassin est capable de remplir les fonctions de prétraitement, de rétention et de rétention en cas d'avarie et d'accident majeur. La capacité de rétention d'un SETEC dépasse souvent le volume de rétention nécessaire en cas d'accident majeur.

4.3.11 Perturbations d'exploitation

La maîtrise d'événements qui ont leur origine sur la route (avarie et accident majeur) n'est pas suffisante. Il faut également tenir compte de tous les incidents d'exploitation. Ils peuvent avoir des origines très diverses, par exemple :

- Panne de courant, transmission de signal défectueux, sonde défectueuse, panne informatique, etc. ;
- Déficience mécanique d'une pompe, vanne, etc. ;
- Événement météorologique ou pluvieux extraordinaire, hautes eaux dans le cours d'eau avec refoulement, etc. ;
- Colmatage du filtre en terre, filtre obstrué, etc.

Lors de la planification, les perturbations possibles sont à prendre en compte et des mesures appropriées sont à proposer. Il peut s'agir par exemple de la construction de déversoirs d'urgence, de la définition de signaux d'alarme pour les éléments défectueux des installations ou de la rédaction d'un manuel d'exploitation et d'entretien, voire de plans d'intervention.

4.3.12 Intégration au paysage

Selon les art. 2 et 3 LPN [1], les installations de traitement des eaux de chaussée doivent être intégrées au paysage de manière optimale. On tiendra compte notamment des points suivants :

- Lors du choix de l'emplacement du SETEC, on tiendra compte des caractéristiques paysagères du site.
- Intégration dans le paysage en limitant la visibilité de l'installation. Cette dernière ne doit pas non plus perturber un corridor à faune.
- Aménager des surfaces de valeur écologique autour du SETEC comme : surfaces rudérales, prairies maigres, haies, etc.
- Mesures de protection pour les petits animaux, en particulier pour les amphibiens qui peuvent pénétrer dans les installations (voir norme SN 40 699, [27]).

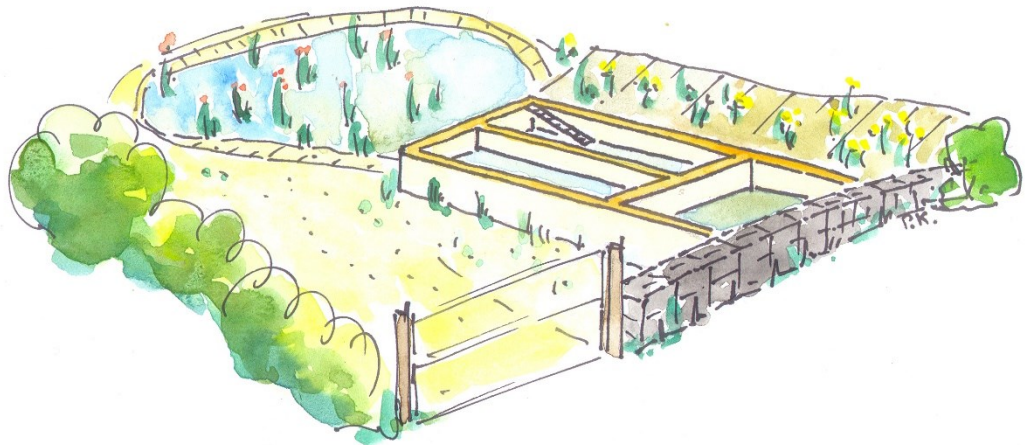


Fig. 4.7 Intégration optimale dans le paysage.

Pour les SETEC situés à l'intérieur des aires des jonctions d'autoroutes, il faut éviter des aménagements qui pourraient attirer les oiseaux d'eau (étang) → risques de collision.

4.3.13 Entretien d'exploitation

L'entretien d'exploitation doit être intégré à la planification des installations. Une coordination avec les professionnels de l'exploitation et les spécialistes des équipements d'exploitation et de sécurité (EES) est nécessaire dès le début de la phase de planification.

On tiendra compte notamment :

- Des **chemins d'accès et de sortie** sûrs sont à assurer pour les véhicules d'entretien (portance, courbes tractées, etc.). L'accès aux différents ouvrages du SETEC est également à assurer. Les exigences sont à définir pour chaque installation.
- La **sécurité** du personnel d'entretien est une priorité dans la conception des ouvrages.
- En fonction du type de traitement, l'installation est à raccorder à **l'électricité** et au besoin à **l'eau**. Si nécessaire, des éléments télécommandés sont à prévoir pour l'exploitation.

Il est également indiqué d'examiner l'installation prévue du point de vue de l'entretien d'exploitation pour chaque étape de travail requise, et cela avant la phase d'approbation. On établira une liste des travaux d'entretien à effectuer, afin de pouvoir estimer les coûts d'exploitation. Ces informations seront reprises ultérieurement dans le manuel d'exploitation et d'entretien.

Le concept de l'installation et son concept d'entretien devraient être présentés aux instances compétentes avant la phase d'approbation.

4.4 Fonction des installations

Pour l'élimination des eaux de chaussée, on distinguera les trois fonctions essentielles suivantes :

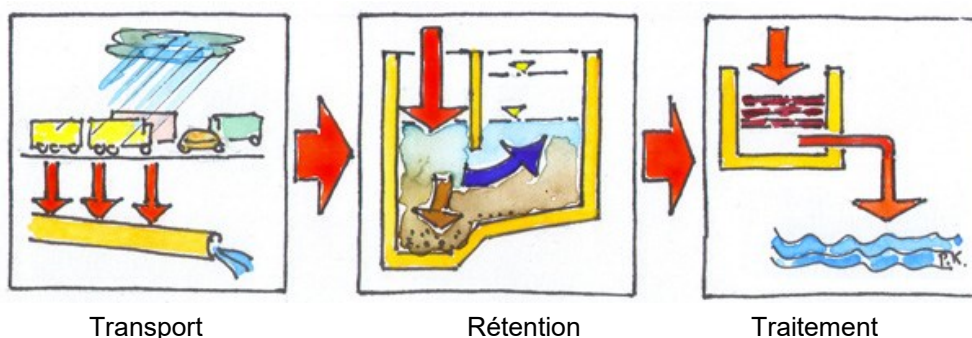


Fig. 4.8 Les trois fonctions de base.

Dans les installations décentralisées, le transport des eaux est court et la rétention se fait par les bas-côtés ou dans des cuvettes-rigoles. Le traitement centralisé comprend en revanche les fonctions et les composants suivants :

Fonction	Composants
Transport	Canal (tuyau), écoulement par gravité → cas normal Conduite sous pression Rigole ouverte By-pass / canal de déviation Déversoir Organe de fermeture
Rétention	Station de pompage Bassin d'accumulation, bassin de rétention Bassin de sédimentation Bassin de retenue en cas d'accident majeur Canal d'accumulation Bassin de stockage des boues
Traitement	Bassin de décantation (PT/TP) Filtre en sable végétalisé (TP) Filtre en splitt ou gravier (PT/TP) Filtre technique (PT/TP)

*PT, TP : prétraitement, traitement principal. Voir chapitre 4.5 et annexes IV et V.

Les conditions décrites dans le chapitre 4.3 sont déterminantes pour la planification des composants de la fonction « transport ». Dans ce contexte, le procédé de traitement qui intervient ensuite joue également un rôle important. Il n'en va pas de même pour les deux fonctions « rétention » et « traitement », qui dépendent directement l'une de l'autre. Ainsi, un traitement avec un petit débit de passage nécessite plutôt un grand bassin de rétention, alors qu'un traitement avec un fort débit de passage a besoin d'une rétention plutôt réduite. Cette interdépendance doit absolument être optimisée lors des études.

Les deux fonctions « rétention » et « traitement » sont en relation directe avec le degré d'efficacité hydraulique décrit au chapitre 3.1 (voir page 13) et le degré d'efficacité SETEC.

La plupart des procédés combinent la rétention et le traitement dans un seul ouvrage. Un exemple typique, comme son nom l'indique, est le bassin de rétention-filtration. Pour l'optimisation du SETEC, on adoptera les principes suivants :

- Combinaison de différentes fonctions dans un ouvrage ;
- Standardisation au niveau des composants des installations, dans la mesure du possible. L'entretien et l'exploitation en seront facilités.

4.5 Comparaison des procédés pour l'infiltration et le traitement

Le chapitre 4.5 se base essentiellement sur les connaissances issues du rapport « Traitement des eaux de chaussée : État de la technique » [18]. Les procédés connus ont été rassemblés et présentés sous forme de tableaux. Cet aperçu montre les principales caractéristiques et permet de comparer les avantages et les inconvénients des différents procédés. Le choix d'autres procédés équivalents reste possible après vérification de leur efficacité (voir chapitre 3.4.4.).

Les fiches-types complémentaires se trouvent à l'annexe V. Elles donnent un aperçu des différents composants et de leurs fonctions.

4.5.1 Évacuation par l'accotement (infiltration par les bas-côtés)

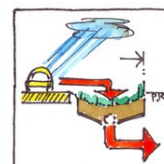
Voir aussi la fiche V.1, annexe V.



Brève description	L'eau de chaussée ruisselle transversalement vers les bas-côtés puis dans le talus végétalisé ou les bas-côtés végétalisés. L'eau s'infiltre dans une couche filtrante de terre. Les talus routiers et les bas-côtés doivent être réalisés avec un matériel terreux approprié et être végétalisés.
Fonction	<ul style="list-style-type: none"> • Transport seulement sur la chaussée et l'accotement. • Rétention sur les bas-côtés, adsorption et dégradation partielle des substances polluantes dans la couche de terre.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Infiltration décentralisée sur place de l'eau polluée. • Risque faible d'une surcharge de la couche de terre. • Les talus et les bas-côtés végétalisés ont été pollués au préalable par la dispersion → pas d'atteintes supplémentaires des surfaces non polluées. • Entretien d'exploitation réduit. • Coût réduit pour les nouveaux tronçons de route.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisables seulement sur des sols appropriés et perméables. • Difficile à appliquer dans les tracés en tranchée et pour des profils en long > 3 %.

4.5.2 Cuvettes-rigoles

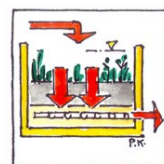
Voir aussi la fiche V.2, annexe V.



Brève description	Le traitement des eaux de chaussée dans les cuvettes-rigoles est basé sur le même principe que l'infiltration par les bas-côtés. La seule différence consiste à collecter l'eau traitée dans une rigole (drainage, après le passage par le filtre en terre). L'eau de chaussée peut aussi être traitée de manière centralisée si les conditions du sous-sol sont défavorables (mauvaise capacité d'infiltration, décharges, zone de protection des eaux souterraines).
Fonction	<ul style="list-style-type: none"> • Transport uniquement sur la chaussée et l'accotement vers la cuvette. • Rétention dans la cuvette et traitement à travers le filtre en terre. • Transport dans la rigole vers l'infiltration ou déversement dans un cours d'eau.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Traitement décentralisé sur le lieu d'arrivée de l'eau. • Le filtre en terre dans la cuvette, qui est de toute façon pollué par la dispersion, est un filtre idéal → double fonction. • Peu de dépenses supplémentaires pour l'entretien. • Implantation aussi sur des sous-sols peu perméables, dans les zones de protection des eaux A_u et pour le traitement et l'évacuation hors d'une zone de protection des eaux souterraines.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessité d'avoir un cours d'eau ou une possibilité d'infiltration proche, la pente de la rigole suit en général le profil en long du tracé → petits bassins versants. • Difficile pour des profils en long > 3 %.

4.5.3 Filtre en sable, végétalisé

Voir aussi la fiche V.3, annexe V.

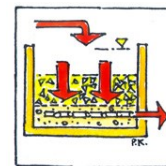


Brève description	<ul style="list-style-type: none"> • Les bassins avec filtres en sable sont réalisés avec du sable filtrant lavé, avec une granulométrie appropriée et une teneur en calcaire suffisamment élevée. La surface est plantée de roseaux enracinés dans tout le volume. La plantation évite le risque de colmatage. L'efficacité d'épuration est liée essentiellement à la couche composée de sédiments fins et de substances organiques qui sont retenues à la surface de la couche de sable du filtre et partiellement infiltrées (filtration par sédimentation). Une biodégradation a lieu lorsque l'activité biologique est suffisamment développée. • Infiltration des eaux de chaussée du filtre en sable vers le bas → cuvettes d'infiltration (autorisé seulement en ũB). Lors de la mise en service, aucune mise en eau n'est possible pour garantir l'enracinement des roseaux. • Les filtres en sable étanches traitent les eaux de chaussée → bassins de rétention-filtration. • Les filtres en sable végétalisés nécessitent un prétraitement sous la forme d'un séparateur de matières grossières ou d'un bassin de décantation. • Les mesures de protection contre les accidents majeurs et les avaries doivent également être prises en amont des filtres en sable.
Fonction	Rétention et traitement.

Avantages	<ul style="list-style-type: none"> Le filtre en sable peut être immergé plus haut et plus longtemps qu'un filtre en terre. Entretien facile et travaux d'entretien réduits. Très bonne rétention des polluants.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> Terrain requis assez important.

4.5.4 Filtre splitt-gravillon/gravier

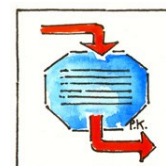
Voir aussi la fiche V.4, annexe V.



Brève description	Le filtre splitt/gravier est traversé verticalement par l'eau comme les filtres en terre et en sable. Le fonds du filtre est étanchéifié. La couche supérieure (splitt/gravillon) sert de surface portante pour la couche de limons qui se forme à la surface du filtre. Pour que cette couche se forme, le débit doit être réduit ou bien l'installation être immergée de manière ciblée. Le traitement a lieu avant tout dans la couche de limons qui doit sécher régulièrement. Le raclage et l'évacuation appropriée de la couche de limons séchés sont nécessaires après quelques années. Les filtres splitt/gravier nécessitent la mise en place d'une vanne à la sortie, qui sera fermée en cas d'avarie ou d'accident majeur. Parallèlement au colmatage de la couche de limon, un colmatage interne se produit avec les années : on ne peut y remédier qu'en changeant les couches concernées.
Fonction	Rétention et (pré-) traitement.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> Du point de vue hydraulique, efficacité un peu plus élevée que les installations avec filtres en sable → moins de terrain nécessaire. Filtre principal pour les exigences « standard ». Évacuation des limons séchés.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> Sans couche de limons : efficacité réduite. Jusqu'à la mise en place de la couche de limon, qui peut durer plusieurs mois, la rétention des polluants est restreinte. Le raclage de la couche de limon et le remplacement des couches de filtre nécessitent un travail considérable. La perméabilité de la couche de limon est réduite en automne-hiver ; elle diminue aussi avec le temps.

4.5.5 Filtres techniques

Voir aussi la fiche V.5, annexe V.

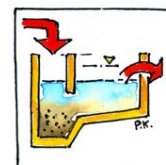


Brève description	<p>Les filtres techniques désignent tous les procédés qui, avec l'assistance d'une source d'énergie ou en écoulement libre, conduisent l'eau de chaussée à travers un milieu filtrant artificiel et compact ou vers un tamis. Ils servent surtout à retenir les MES, puisque les substances dissoutes ou à particules très fines ne peuvent pas être arrêtées, ou seulement en partie.</p> <p>Les filtres techniques sont certes compacts, mais nécessitent par ailleurs des composants tels que volume de rétention, bassin de stockage des boues et équipement de rinçage, ce qui ne permet pas dans l'ensemble d'économiser beaucoup d'espace.</p>
-------------------	---

Fonction	Traitement
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Débit traversant élevé et constant. • Les divers éléments d'un SETEC à filtre technique peuvent être disposés de manière flexible.
Inconvénients	<p>Besoin en énergie pour l'exploitation – l'eau de chaussée à traiter doit être pompée.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ce sont principalement les MES qui sont retenues – peu d'influence sur les substances dissoutes. • Entretien exigeant.

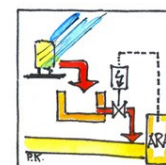
4.5.6 Bassin de décantation

Voir aussi la fiche V.6, annexe V.



Brève description	<p>Les bassins de décantation à niveau permanent se sont révélés appropriés comme traitement avant tout pour retenir les polluants sous forme de particules.</p> <p>À cet effet, ils doivent être dimensionnés et aménagés conformément aux exigences actuelles.</p> <p>Les bassins de décantation à niveau permanent doivent disposer d'une prédécharge en amont, afin d'éviter les risques de lessivage des polluants.</p> <p>Pour pouvoir également être utilisés comme bassins en cas d'avarie, les bassins de décantation doivent disposer d'un équipement complémentaire (p. ex. vanne ou protection contre l'avarie).</p>
Fonction	Prétraitement, traitement principal, rétention (si le bassin est régulé).
Avantages	Construction compacte avec les fonctions rétention, traitement et bassin « avarie » → besoin en terrain réduit.
Inconvénients	Seules les matières décantables (et flottantes) sont retenues.

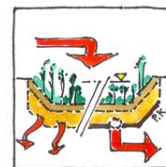
4.5.7 Traitement à la STEP



Brève description	<p>L'eau de chaussée est accumulée dans un bassin de rétention et, si la capacité le permet, est conduite à la STEP par un collecteur en système unitaire. Idéalement, de tels bassins sont exploités par la STEP et sont gérés de manière multifonctionnelle (comme bassin de rétention ou de décantation pour les eaux de chaussée, en combinaison avec les eaux mixtes ou pour la retenue des eaux provenant des accidents majeurs).</p>
Fonction	Rétention et traitement.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Seule la construction du bassin de rétention est nécessaire – pas de SETEC spécifique nécessaire → besoin en terrain réduit. • Utilisation de l'infrastructure existante.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Réseau unitaire approprié et STEP dans les environs immédiats nécessaires. • L'eau de chaussée collectée ne doit pas être déversée lors de son écoulement vers la STEP (stockage avec écoulement ou pompage différé avec commande centrale sur la STEP). • Les frais d'épuration pour le traitement à la STEP sont relativement élevés par rapport à ceux d'un SETEC (taxes de traitement des eaux usées).

4.5.8 Bassin avec filtre en terre

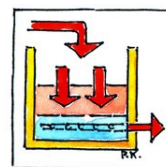
Les SETEC centralisés avec filtre en terre font partie des installations de première génération. Ils existent encore, mais **on ne construit plus** de nouveaux SETEC centralisés avec filtre en terre.



Fonction	Rétention et traitement.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Retenue élevée de la plupart des substances polluantes des eaux de chaussée. • Fixation stable des substances polluantes. • L'infiltration dans les eaux souterraines et le déversement dans un cours d'eau ou un lac sont possibles.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • L'infiltration lente nécessite de grandes installations avec une surface au sol importante. • Risque de colmatage → prétraitement nécessaire pour les eaux de chaussée fortement polluées. • Le matériau approprié des filtres en terre n'est pas disponible partout. • N'est pas tout de suite opérationnel après la construction – temps d'enracinement de la végétation. • Risque élevé d'écoulements préférentiels à travers le filtre. • Mise en place sensible – exige une grande expertise.

4.5.9 Adsorber

Les SETEC centralisés avec adsorber font partie des installations de première génération. Ils existent encore, mais **on ne construit plus** de nouveaux SETEC centralisés avec matériaux adsorbants.



Brève description	Les adsorber peuvent être ajoutés ou placés à l'intérieur des filtres techniques ainsi que des filtres en sable et splitt pour répondre à l'exigence « élevée ». Ils permettent de retenir les métaux dissous.
Fonction	Traitement
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Un adsorber pourrait permettre d'économiser de la place. • Recyclable.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Matériau adsorbant coûteux. • Le matériau adsorbant ne doit pas être constamment saturé d'eau.

4.6 Combinaison des types de traitement

Les procédés de traitement décrits au chapitre 4.5 (voir page 30) peuvent souvent être combinés de manière avantageuse. Exemples possibles :

- bassin de décantation comme prétraitement, avec filtre en sable végétalisé comme traitement principal ;
- bassin de décantation comme prétraitement, avec filtre technique comme traitement principal ;
- filtre en sable végétalisé ou filtre en splitt/gravier comme traitement principal ;
- bassin de rétention avec traitement à la STEP ;
- etc.

4.7 Choix du procédé

L'analyse des conditions cadres (chapitre 4.3) révèle les emplacements possibles avec les exigences liées au déversement ou à l'infiltration (chapitre 3.3). Pour chaque emplacement, le procédé le plus économique et les combinaisons d'installations sont étudiés et optimisés sur la base **de variantes**. Les critères d'évaluation et de pondération des variantes sont à définir avec le responsable du projet de l'OFROU. Les **meilleures variantes** doivent être examinées du point de vue de leur **proportionnalité**.

5 Examen de la proportionnalité

5.1 Analyse coût/utilité

Au sens de l'art. 5, al. 2, de la Constitution fédérale [5] et conformément à la loi sur la protection de l'environnement [39] – il est recommandé de réaliser un examen de la proportionnalité lors du choix du mode d'évacuation des eaux. Le principe de la proportionnalité exige un rapport raisonnable entre le but recherché et les mesures à prendre. Il faut démontrer que le procédé choisi, dans la situation donnée, est le mieux adapté et le plus conforme au but recherché. Une analyse coût/utilité est conseillée. Dans les coûts, il faut inclure non seulement les coûts de réalisation, mais aussi les coûts des impacts environnementaux induits par la construction et l'exploitation. Si la proportionnalité n'est pas avérée, d'autres variantes sont à étudier.

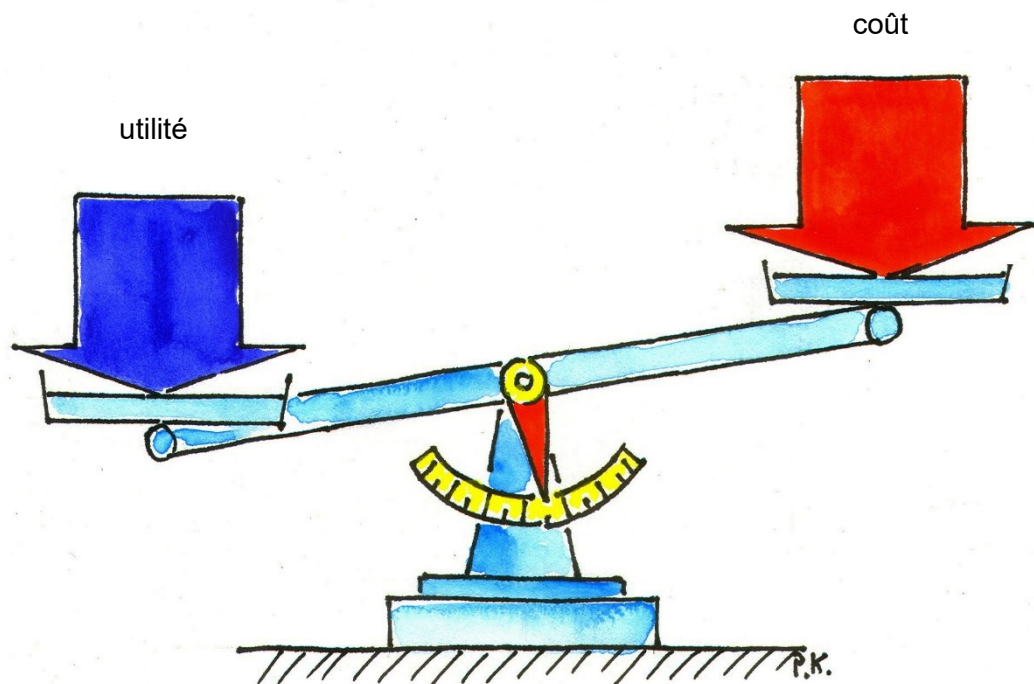


Fig. 5.1 Le mode d'évacuation choisi est-il proportionné ?

Afin de pouvoir évaluer le rapport entre l'utilité et les coûts, le présent chapitre propose un système de points [45] en se fondant sur l'approche de l'écobilan [41]. À cet effet, les paragraphes 5.2 à 5.4 présentent des indicateurs qui décrivent l'utilité et les coûts du traitement des eaux de chaussée. Le paragraphe 5.5 traite des possibilités de quantifier et de comparer les coûts et les utilités. Finalement, le paragraphe 5.6 explique comment procéder lorsque la proportionnalité est mise en doute ou n'est pas respectée.

5.2 Indicateurs d'utilité

5.2.1 Indicateurs orientés « émission »

Les indicateurs suivants informent sur la charge en substances polluantes des eaux de chaussée, et donc sur l'utilité du traitement de l'eau de chaussée pour l'environnement :

- A. Trafic journalier élevé : influence l'émission des substances polluantes et la charge des eaux de chaussée.
- B. Situations de trafic avec émissions intensives : freinage/accélération près des carrefours, embranchements ; embouteillages fréquents ; rampes ; grande part de poids lourds.

- C. Réduction de la dispersion des polluants par des parois antibruit et sur les tronçons en tranchées : quantité plus élevée de MES et de substances polluantes dans l'eau de chaussée.
- D. Degré d'efficacité η_{tot} de l'installation (prendre en compte l'influence des eaux claires parasites lors de l'établissement du degré d'efficacité).

5.2.2 Indicateurs orientés « immission »

L'utilité d'un traitement augmente avec la valeur du cours d'eau récepteur dans son milieu naturel, dans un espace de loisirs ou lorsqu'il est utilisé comme ressource en eau potable. L'utilité est également fonction de la sensibilité du cours d'eau au déversement des eaux de chaussée. Pour l'évaluation, les critères suivants peuvent être utilisés :

- E. Déversement dans une zone de protection des eaux A_u ou A_o , dans laquelle la « protection de la qualité des eaux pour garantir une utilisation particulière » est nécessaire.
- F. Tronçons de cours d'eau sauvegardés et naturels ; milieu naturel pour des espèces menacées.
- G. Conditions du déversement (voir chapitre 3.3.1) : indicateur pour l'érosion, le stress hydraulique ainsi que pour la dilution et la concentration des substances polluantes dans le cours d'eau.
- H. Dégâts en raison du déversement : dépôts de sédiments fins, colmatage (VSA 2007, [40]).

5.2.3 Infiltration dans les eaux souterraines

- I. L'infiltration alimente les eaux souterraines. Une infiltration dans les eaux souterraines permet aussi de régulariser les débits des cours d'eau. La protection qualitative des eaux souterraines doit être garantie.

5.3 Coûts

5.3.1 Coûts issus du projet

- J. Coûts annuels dus au traitement.

Les constructions sont à amortir sur plus de 50 ans, les équipements d'exploitation et de sécurité sur plus de 15 ans. Les coûts d'exploitation et d'entretien sont aussi à estimer et à inclure aux autres coûts en particulier les coûts pour l'évacuation des boues et l'entretien des filtres.

Les coûts d'investissements des SETEC réalisés se situent en moyenne autour de 1 million de francs/km ou de 500 000 francs par ha de surface de chaussée. Suivant la part des travaux de gros-œuvre, cela représente un amortissement annuel de 10 000 à 25 000 francs. Pour les coûts annuels, l'exploitation et l'entretien doivent aussi être pris en compte ; une moyenne de 5000 francs par ha de surface de chaussée est admise.

5.3.2 Estimation et étapes de conception

Lors de l'étude du concept d'évacuation des eaux de chaussée ou des stratégies d'assainissement, les coûts des installations de traitement nécessaires ne sont, en règle générale, pas encore connus. Dans cette phase, pour une première appréciation de la proportionnalité, les indicateurs doivent être complétés de manière à intégrer les coûts attendus. Les indicateurs supplémentaires suivants sont à cet effet représentatifs :

- Longueur des conduites de raccordement nécessaires ;
- Rapport des hauteurs : situation du niveau d'eau de la nappe, nécessité de pomper l'eau polluée ;
- Eau claire présente dans le système d'évacuation des eaux de chaussée.

5.4 Conséquences négatives pour l'environnement

La construction et l'exploitation des installations de traitement des eaux de chaussée peuvent nécessiter une utilisation considérable des ressources naturelles et provoquer des impacts sur l'environnement :

- K. Besoin en énergie pour la construction et l'exploitation du SETEC : lorsqu'un pompage de l'eau de chaussée est nécessaire, la réalisation, l'exploitation et le remplacement périodique des installations techniques nécessaires deviennent des facteurs significatifs.
- L. Besoin en terrain : prise en compte notamment des surfaces dignes de protection comme la forêt, la SDA ou les surfaces avec des valeurs naturelles, ainsi que les sites dans les zones de protection du paysage.
- M. Influences spécifiques lorsqu'une évacuation des eaux de chaussée est raccordée à un collecteur communal en système unitaire (voir chap 4.5.7):
 - **M1** Utilisation de ressources et concentrations résiduelles de polluants après épuration des eaux (en particulier pour les petites installations).
 - **M2** Déversement accru d'eau mixte : l'influence dépend du niveau technique de l'installation de traitement des eaux pluviales et peut être réduite par une retenue des eaux de chaussée.

5.5 Attribution de points

Si les coûts de traitement des eaux de chaussée sont significativement supérieurs à l'utilité qui en est tirée (voir chapitre 5.3.1), la solution doit être considérée comme non proportionnelle, sauf en cas d'indicateur d'utilité exceptionnelle. Pour une analyse comparable et une évaluation correcte, il est utile de quantifier les différents indicateurs de coût et utilité. Les indicateurs rassemblent des aspects et des valeurs très différentes, ils sont ramenés, par un système de points, à un dénominateur commun.

L'annexe IV présente un système de points permettant l'évaluation d'un projet lorsqu'on dispose d'un devis. Le système – très simplifié – évalue les indicateurs en lettres majuscules qui sont décrits dans les paragraphes précédents de ce chapitre.

5.6 Appréciation de la proportionnalité

L'appréciation de la proportionnalité est à réaliser au niveau du concept global de maintenance et/ou lors du concept d'intervention. Si une solution proportionnelle apparaît clairement, aucune vérification supplémentaire n'est nécessaire.

Si des doutes existent au sujet de la proportionnalité, un examen doit être réalisé à l'aide du système de points selon le « Tableau de système de notation pour l'évaluation des coûts et utilités ». Ce tableau, de format Excel est publié en annexe à ce document. Si le quotient utilité/coût se situe au-dessus de 1, le projet peut être considéré comme proportionné et être poursuivi. Pour des quotients situés entre 0,7 et 1, l'évaluation est à vérifier et les investigations à approfondir jusqu'à ce qu'une décision fondée soit possible. Pour les projets avec un quotient inférieur à 0,7, on doit admettre, en tenant compte de toutes les insécurités et imprécisions, que ces projets ne sont pas proportionnés. Dans ce cas, les options suivantes sont à envisager :

- Réduction des coûts : Des niveaux/sauts des coûts lors du dimensionnement des installations sont à repérer et à optimiser ;
- Variantes de projet avec des exigences allégées (p. ex. rétention avec procédé de sédimentation) ;
- Autres mesures alternatives (p. ex. revitalisation du cours d'eau).

Les dispositions légales **concernant les accidents majeurs et la protection des eaux souterraines** doivent être **impérativement** respectées.

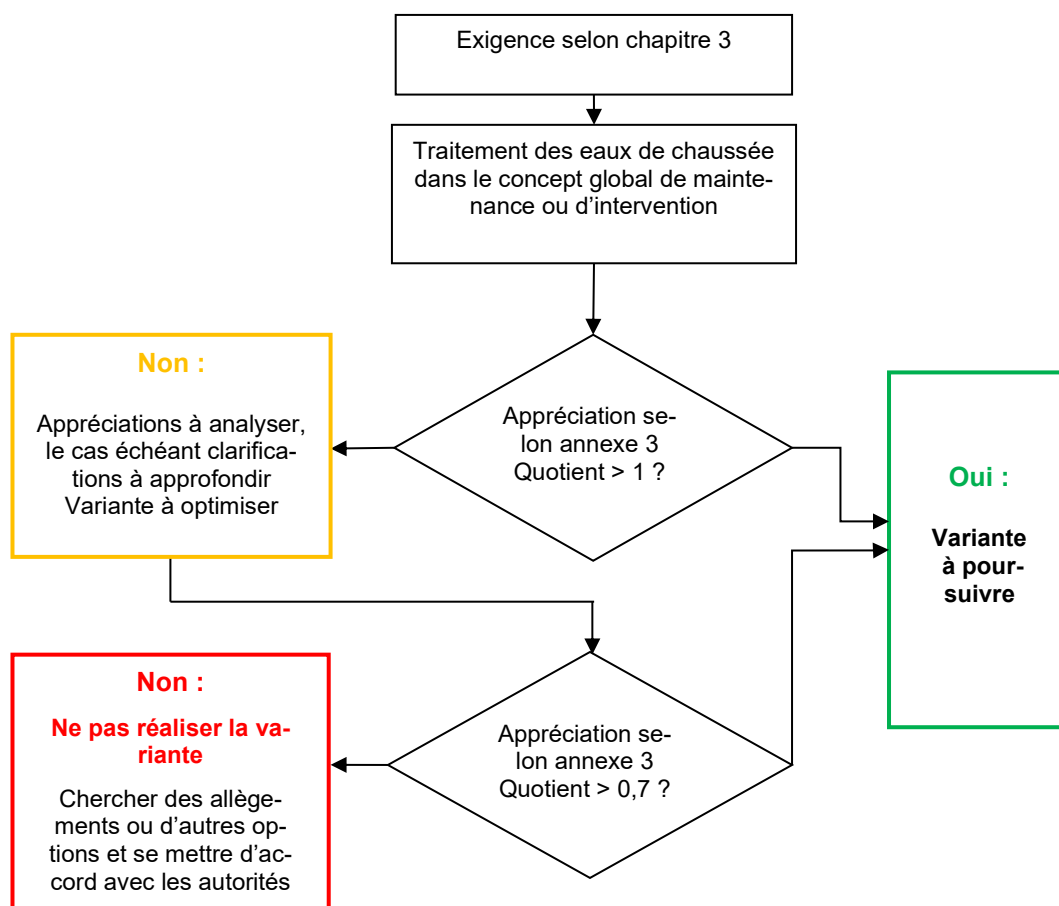


Fig. 5.2 Schéma pour l'appréciation de la proportionnalité.

6 Planification par phases

6.1 Répartition des compétences lors du processus d'approbation

Lors du processus d'approbation, il faut, selon la loi sur les routes nationales, distinguer entre la construction, l'aménagement et l'entretien [4].

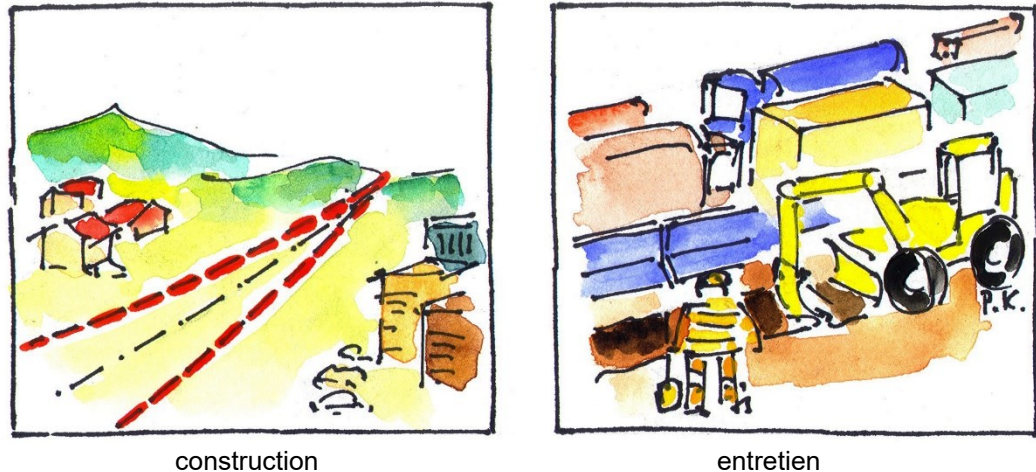


Fig. 6.1 Déroulements différents pour la construction et l'entretien des routes nationales.

La construction comprend la réalisation d'une nouvelle route nationale. **L'aménagement** comprend une modification constructive importante d'une route nationale existante.

Compétences lors de la construction et de l'aménagement :

- Les projets généraux des routes nationales sont approuvés par le Conseil fédéral selon l'art. 20 de la loi fédérale sur les routes nationales (LRN) [4].
- Les bases du projet général sont réglées par l'art. 11 LRN [8].
- Les projets définitifs des routes nationales sont approuvés par le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC), conformément à l'art. 26 LRN [4]. Le DETEC, comme instance dirigeante, accorde toutes les approbations nécessaires selon le droit fédéral avec la décision d'approbation des plans. Les documents nécessaires pour les approbations sont à livrer avec le dossier du projet. Les services cantonaux de l'environnement et de la protection des eaux conseillent les instances de décision. L'OFEV évalue le rapport d'impact sur l'environnement des projets de routes nationales. Dans le cadre du projet, les cantons sont à consulter suffisamment tôt. L'OFROU prépare le dossier selon l'art. 12 de l'ordonnance sur les routes nationales (ORN) [8]. Il contacte les instances cantonales compétentes (par ex. celles concernées par les autorisations au sens de l'art. 12, let. m, ORN [8]).
- Le DETEC délègue l'application de la tâche et de son contrôle en règle générale à l'OFROU.
- Les projets de détail des routes nationales sont approuvés par l'OFROU.

Par entretien on entend le renouvellement et le gros entretien d'une route existante. Ces mesures sont approuvées par l'OFROU conformément à l'art. 49a LRN [4]. Lors de l'accomplissement de ces tâches, l'OFROU est responsable de l'application des lois sur l'environnement et sur la protection des eaux (art. 41 LPE [5], art. 48 LEaux [6]).

L'entretien des routes nationales est réalisé selon la stratégie d'entretien des routes nationales (UPlaNS) sur un tronçon complet d'env. 5 à 15 km de longueur. Cette planification sert au maintien à long terme de la substance construite des routes nationales. Les projets

comprennent en règle générale une partie d'aménagement et une partie d'entretien. Les processus d'approbation sont définis selon les points cités ci-dessus.

6.2 Construction et aménagement

Les exigences générales pour les projets d'évacuation des eaux de chaussée dans les étapes de planification sont décrites sommairement ci-après. Les exigences techniques pour les projets sont décrites dans le Manuel technique Tracé/Environnement (T/U) de l'OFROU [38] et dans les exigences spécifiques au projet qui sont définies en coopération par la direction des travaux et les responsables du soutien technique.

6.2.1 Projet général

L'évacuation des eaux de chaussée est traitée dans le cadre du projet général dans le rapport d'impact sur l'environnement (RIE) 2^e étape. Le concept d'évacuation est à établir et la nécessité d'un traitement des eaux de chaussée est à examiner. Le bassin versant hydraulique est à définir ainsi que le procédé d'évacuation et les installations de traitement éventuelles.

6.2.2 Projet définitif

Le projet définitif traite tous les aspects du chapitre 4. Durant cette phase au plus tard, il s'agira d'élaborer les points suivants de manière détaillée :

- Toutes les mesures nécessaires pour l'évacuation des eaux des routes nationales et des éventuels tronçons de routes adjacents ;
- Définition du bassin versant hydraulique ;
- L'analyse globale de l'évacuation des eaux de chaussée (y compris eaux claires, accident majeur, élimination des boues, etc.) ;
- Les décisions importantes et leurs justifications sont décrites (définition des exigences, études de variantes, variante optimale), de manière à favoriser une approbation sans heurts du projet par le DETEC ;
- Le dossier des plans pour le dépôt public ;
- Les emplacements et les besoins en surface sont connus.
- Les étapes de travail essentielles sont :
- Définir les exigences → chapitre 3 ;
- Établir les études de variantes avec prise en considération des conditions cadres → chapitre 4 ;
- Examen de la proportionnalité → chapitre 6 ;
- Établir le concept d'évacuation des eaux avec infiltration ou traitement (variante optimale) ;
- Déterminer l'emplacement de l'installation, régler le besoin en surface ;
- Consultation des instances cantonales de l'environnement et demande d'une prise de position concernant le procédé retenu. La prise de position est à inclure dans le dossier.

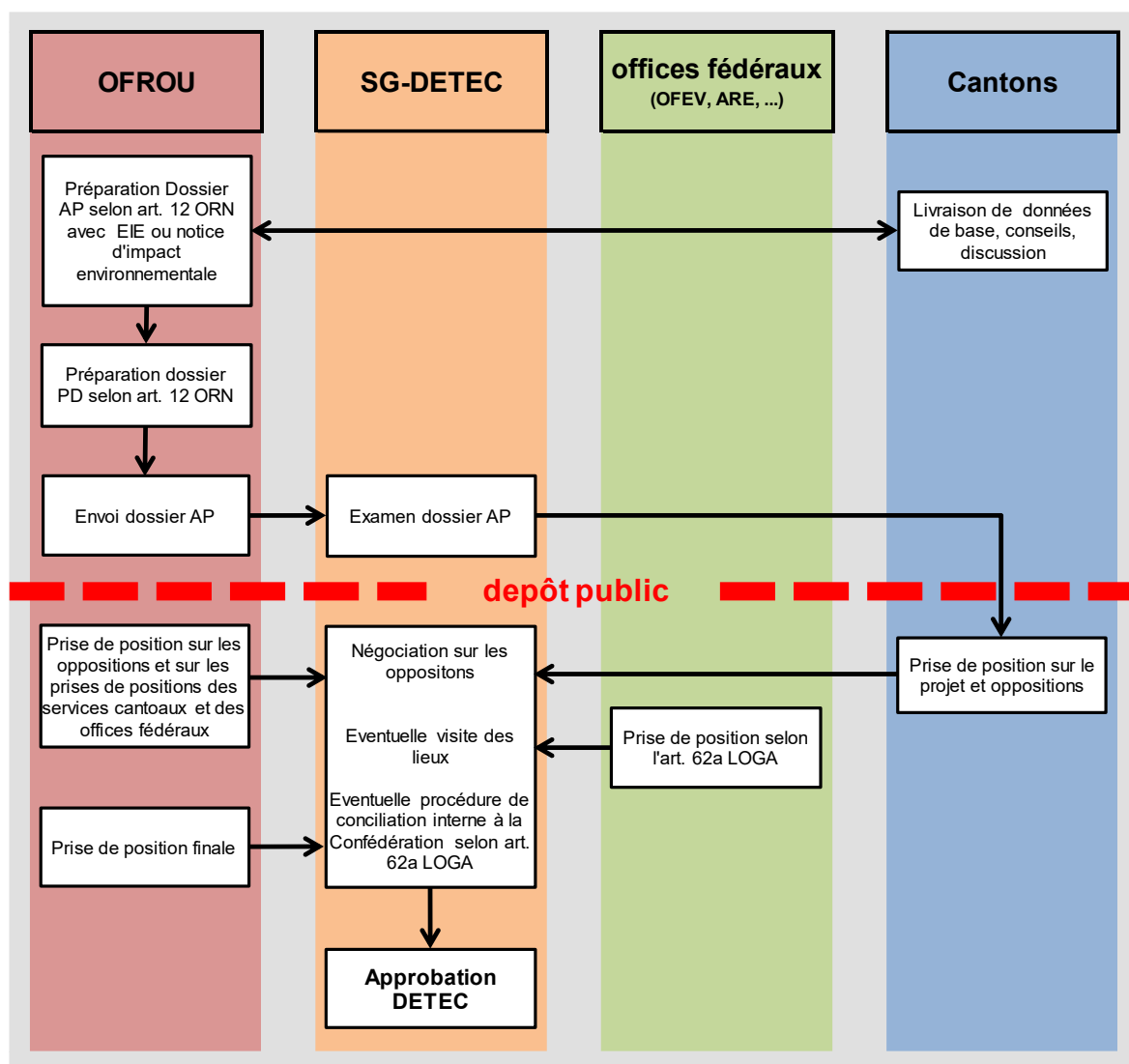


Fig. 6.2 Schéma simplifié de la procédure relative au projet définitif (Pdéf) avec compétences.

6.2.3 Projet de détail

Le projet de détail du traitement des eaux de chaussée :

- Montre en détail les installations d'évacuation des eaux prévues ;
- Décrit les phases d'exploitation particulières des installations de traitement des eaux de chaussée nécessaires (SETEC) ;
- Sert de base pour la préparation des plans d'intervention des services d'urgence et du manuel d'exploitation et d'entretien ;
- Contient toutes les informations nécessaires pour la mise en soumission des travaux (documents de mise en soumission).

Le contenu et les prestations de planification sont décrits dans le Manuel technique Tracé/Environnement [38].

Lors de la préparation de la documentation du projet, la direction de projet doit prêter attention à la coordination avec les autres domaines spécialisés comme l'équipement d'exploitation et de sécurité.

6.3 Entretien (UPlaN^S)

Les exigences générales concernant les projets d'évacuation des eaux de chaussée sont décrites sommairement ci-après en prenant en considération les diverses étapes de planification. Les exigences techniques pour les projets sont réglées dans le Manuel technique Tracé/Environnement [38] de l'OFROU et en fonction des exigences spécifiques du projet, fixées en collaboration entre la direction des travaux et le soutien technique.

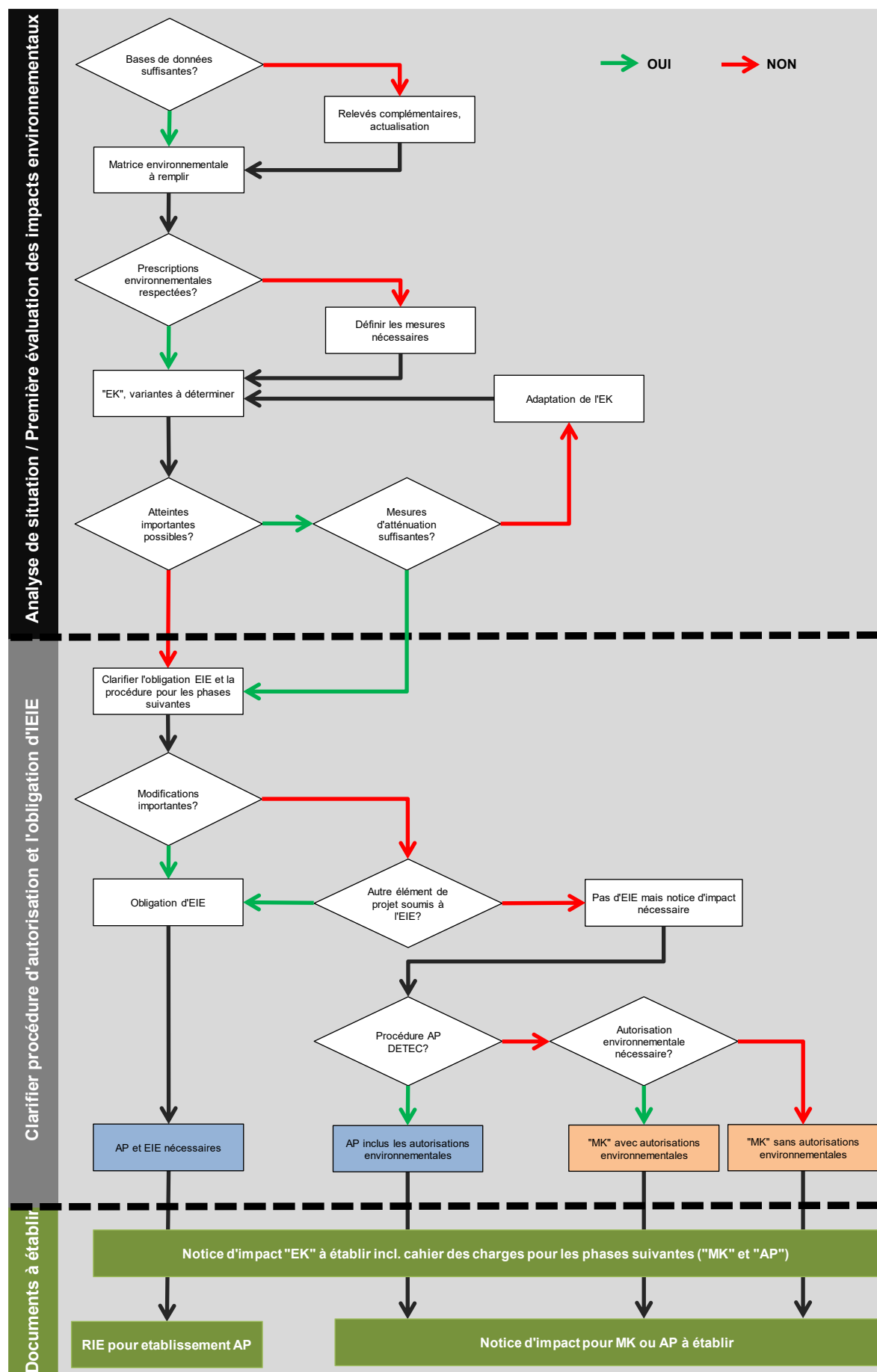


Fig. 6.3 Diagramme du déroulement pour la planification de l'entretien.

6.3.1 Concept global de maintenance (EK)

Toutes les bases pour l'analyse de l'état sont à établir lors du concept global de maintenance. Une évaluation complète de l'état existant et de l'état conforme aux normes en vigueur doit être dressée. Après consultation de la direction de projet, les bases utiles peuvent être demandées auprès des instances cantonales compétentes. Un concept général d'évacuation des eaux de niveau supérieur sera établi.

Lorsqu'une modification importante du système d'évacuation des eaux est prévue, un projet définitif approprié doit être établi dans la phase de planification suivante. Sinon, un concept d'intervention sera élaboré.

6.3.2 Concept d'intervention (MK)

Si selon le concept global de maintenance, aucun projet de SETEC définitif n'est nécessaire, l'auteur du projet contrôlera encore une fois dans le concept d'intervention que les conditions indiquées au chapitre 4 et les dimensions des installations existantes d'après les fiches de l'annexe de la présente directive sont respectées, et que c'est également le cas des bases du Manuel technique Tracé/Environnement de l'OFROU.

6.3.3 Projet d'intervention (MP)

Le projet d'intervention est, dans sa structure, à établir avec le même degré de détails et de contenu d'informations que le projet de détail.

7 Entretien d'exploitation

7.1 Compétences

Les unités territoriales sont responsables de l'entretien d'exploitation ou entretien courant. Sur la base des contrats de prestations avec l'OFROU, les dépenses correspondantes sont remboursées. En ce qui concerne la surveillance du fonctionnement au sens du chapitre 3.4.2, un rapport annuel sera remis à l'OFROU.

Les filiales sont responsables des inspections au sens du chapitre 3.4.3. Le contrôle de fonctionnement fait partie de l'inspection et contribue au maintien de la valeur de l'installation.

7.2 Contenu du manuel d'exploitation et d'entretien, plans d'intervention

7.2.1 Infiltration ou traitement décentralisé

L'infiltration décentralisée sur les bas-côtés et le traitement par les systèmes de cuvettes-rigoles ne nécessitent pas de manuel d'exploitation et d'entretien. Des plans d'entretien sont en revanche nécessaires. En se fondant sur le manuel d'exploitation et d'entretien [37], les documents suivants seront établis :

- Plans d'entretien concernant les exigences lors de l'évacuation par les accotements ;
- Plans d'ensemble de l'évacuation des eaux de chaussée (y compris les bassins versants partiels et pour les rigoles, leurs points de déversement) ;
- Profil normal du talus ou de la cuvette avec description des matériaux filtrants, respectivement du filtre en terre.

Plans d'intervention :

Pour les unités d'intervention, les plans décrits ci-dessus sont à réduire à une échelle appropriée et à compléter avec les organes de fermeture mis en place et les temps d'écoulement pour les cuvettes-rigoles.

7.2.2 Traitement centralisé

Des différents procédés de traitement et diverses combinaisons possibles pour chaque SETEC résulte aussi un nombre varié de possibilités d'exploitation. Le manuel d'exploitation et d'entretien doit décrire les modes d'exploitation appropriés.

Principe :

Le manuel d'exploitation et d'entretien sera rédigé de façon claire et (cf. le manuel technique [37] et la directive ASTRA 16050 « Sécurité opérationnelle de l'exploitation » [22]).

Le **contenu du manuel d'exploitation et d'entretien** est beaucoup plus simple pour un SETEC avec filtre en sable végétalisé que pour une installation avec une commande électrique. L'énumération qui suit sert de check liste afin de garantir l'intégralité du manuel d'exploitation :

- Aperçu de l'installation avec une brève description ;
- Données techniques concernant le dimensionnement / les valeurs caractéristiques ;
- Description du procédé ;
- Représentation graphique des sept états de fonctionnement dans un schéma de l'installation et de l'ouvrage : exploitation normale (pluie), forte pluie, temps sec, eaux claires, accident majeur, entretien, panne technique ;
- Liste des travaux d'entretien et contrôles nécessaires avec les intervalles ;
- Liste et plans pour l'entretien des espaces verts ;
- Liste des fournisseurs, entreprises d'entretien, etc. ;

- Liste des instances concernées (commune, canton, Confédération).

Annexes :

- Formulaire pour le compte-rendu d'entretien et le relevé des données d'exploitation pour le cadastre SETEC (MISTRA SABA) ;
- Plans d'exécution et rapport technique du chef de projet (« MISTRA SABA – Manuel de saisie des données » [49]).

Plans d'intervention :

Les points suivants sont à rassembler dans un manuel d'intervention séparé :

- Plan d'ensemble des installations avec données sur les parties d'installation concernées par les accidents majeurs, les organes de commande/organes de fermeture, volumes de rétention, etc. ;
- Schémas des quatre états d'exploitation : exploitation normale, déversement, accident majeur, entretien ;
- Plan d'ensemble du bassin versant avec les temps d'écoulement ;
- Plan d'alarme ;
- Concept d'avarie et d'accident majeur avec instructions pour les services d'intervention pour un déroulement adéquat lors du maniement des éléments de sécurité.

7.3 Élimination

L'élimination décrit la valorisation ou la mise en dépôt des matériaux pollués accumulés dans l'installation. Il faut distinguer entre les installations avec production de boues et celles avec du matériel terreux respectivement avec un filtre en terre.

7.3.1 Installations avec production de boues

Les boues provenant du traitement des eaux de chaussée ne forment qu'une partie de l'ensemble des boues produites par les routes. Les boues pompées provenant des dépotoirs, des bassins de rétention en cas d'accidents majeurs, des séparateurs grossiers, des bassins intermédiaires, etc. ont une composition semblable en substances polluantes. L'évacuation des boues des SETEC est ainsi à coordonner.

Le principe suivant s'applique :

La boue récoltée doit être stockée et ne doit être ni déversée ni purgée.

La boue récoltée est polluée et classée comme déchet spécial (selon l'ordonnance sur les mouvements de déchets (OMoD) [11]). La boue ne doit être confiée qu'à des entreprises spécialisées qui sont en possession d'une autorisation cantonale pour l'évacuation des déchets. Le dépôt de boues sans traitement dans une décharge pour matériaux inertes est en principe interdit. Pour réduire les frais élevés d'évacuation des boues, des installations de traitement appropriées existent dans les diverses régions. Elles séparent le gravier et le sable et en plus, déshydratent les boues et réduisent ainsi leur volume. Le gravier et le sable peuvent être réutilisés si la valeur indicative T de la directive sur les matériaux d'excavation [42] est respectée → contrôle à fournir. Finalement, la boue prétraitée et déshydratée doit être éliminée conformément à l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED) [12].

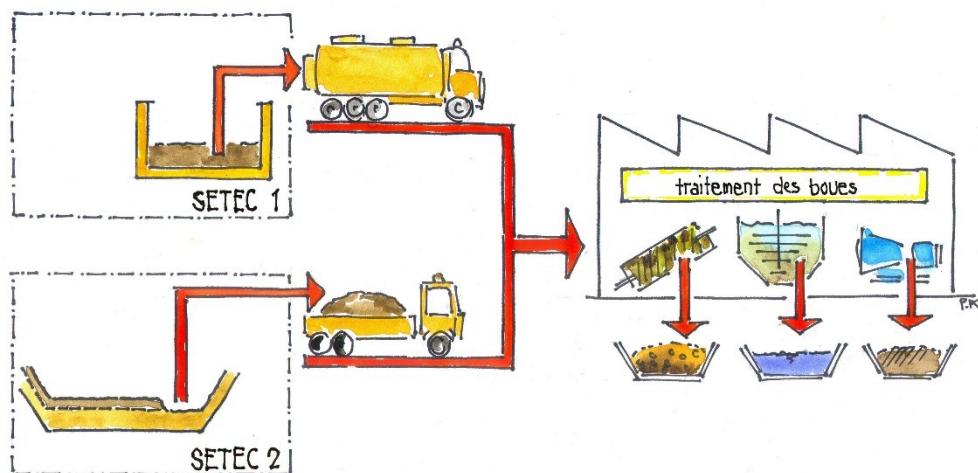


Fig. 7.1 Cheminement courant pour la valorisation des boues des installations avec production de boues ou filtres en terre.

7.3.2 Installations avec filtre en sable végétalisé et filtre en terre

Lors du traitement des eaux de chaussée par un filtre en terre, les substances polluantes s'accumulent dans le matériel terreux pendant un laps de temps aussi long que possible. Les substances polluantes se déposent principalement dans les couches supérieures du filtre.

Toutes les couches de terre ou de filtre en terre mises en place pour l'infiltration ou le traitement des eaux de chaussée font partie de l'installation : soit de l'installation routière (couche de terre filtrante lors de l'infiltration par les bas-côtés) soit d'une installation de traitement (filtre en terre dans les cuvettes-rigoles ou dans les installations avec filtre en terre). Cela signifie que ces couches de terre et filtres en terre ne sont pas un sol au sens de l'OSol [9]. Pour la manipulation des matériaux terreux pollués, l'art. 30 de la loi sur la protection de l'environnement [5] ainsi que l'OLED [12] sont déterminantes.

Les talus et les bas-côtés végétalisés le long de la route sont pollués en raison de la dispersion et la projection d'une partie des eaux de la chaussée même s'il n'y a pas d'infiltration décentralisée par les bas-côtés. Ce matériel terreux doit rester dans le domaine routier et ne doit pas être utilisé ailleurs.

Les filtres en sable végétalisés et les filtres en terre doivent probablement être renouvelés, même avec une exploitation idéale, après 30 à 50 ans. À ce moment, les concentrations en substances polluantes dans les diverses couches de l'installation doivent être mesurées. On pourra en tirer les procédés appropriés d'élimination. Si après toutes ces années, les substances polluantes restent relativement concentrées dans les couches supérieures ou dans la couche de couverture, on peut envisager, entre autres procédés, un tri et un lavage du matériel pollué. Le financement de l'évacuation est à planifier. La nécessité d'une évacuation complète de l'ensemble du matériau filtrant pollué en tant que déchet spécial est estimé peu probable.

Les filtres en sable végétalisés sont rarement fauchés. La végétation morte forme une nouvelle litière utile qui est active pour la retenue des substances polluantes et ameublit la couche supérieure du filtre. En ce qui concerne le matériel de tonte fauché dans les SETEC végétalisés (entre autres ceux des talus des SETEC), on applique les mêmes principes de valorisation que pour la mise en valeur du matériel de tonte des talus routiers.

Annexes

I	Commentaires des bases légales	51
II	Classement de la directive selon la VSA	54
III	Check liste des données de base.....	55
IV	Système de notation pour l'évaluation des coûts et utilités	57
V	Fiches	60
V.1	Évacuation par l'accotement (infiltration par les bas-côtés)	60
V.2	Cuvettes - rigoles	63
V.3	Filtre en sable, végétalisé	65
V.4	Bassin avec filtre en splitt ou gravillon/gravier	67
V.5	Filtre technique.....	69
V.6	Bassin de décantation / sédimentation, traitement principal.....	71

I Commentaires des bases légales

Routes nationales

Selon l'article 8, al. 1, de la loi fédérale du 8 mars 1960 sur les routes nationales (LRN ; RS 725.11 [4]), les routes nationales sont placées sous l'autorité et la propriété de la Confédération. La Confédération est, selon l'art. 49a, al. 1, LRN [4], responsable de l'exploitation et de l'entretien des routes nationales. À côté des structures routières, toutes les installations qui sont nécessaires au développement technique approprié des routes, y compris les équipements pour l'exploitation et l'entretien des routes (art. 6, al. 1, LRN [4]), font partie des routes nationales. Le DETEC attribue, selon l'art. 26, l'autorisation de planification pour les projets d'exécution ainsi que l'ensemble des autorisations nécessaires selon le droit fédéral. Des autorisations cantonales et des plans ne sont pas nécessaires. Le droit cantonal est à prendre en compte tant que la construction et l'exploitation des routes nationales ne sont pas limitées de manière incompatible. Selon l'art. 46 de l'ordonnance du 7 novembre 2007 sur les routes nationales (ORN, RS 725.111 [8]), l'OFROU veille à un entretien des installations techniquement suffisant et économique. Il planifie les mesures d'entretien à long terme.

Protection des eaux

La loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux, RS 814.20 [6]) a pour but de protéger les eaux superficielles et souterraines contre toute atteinte nuisible. Selon l'art. 7 LEaux [6], les eaux polluées doivent être traitées. Leur déversement dans une eau ou leur infiltration sont soumis à une autorisation cantonale. L'art. 6 et l'annexe 3 de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux, RS 814.201 [13]) règlent les conditions de déversement de l'eau polluée dans un cours d'eau. Selon l'art. 8, al. 1, OEaux [13], l'infiltration d'eaux polluées est interdite. Les autorités peuvent cependant permettre l'infiltration d'eaux polluées communales ou d'autres eaux polluées de composition semblable selon les conditions énoncées à l'art. 8, al. 2, OEaux [13]. L'eau polluée doit, entre autres, être traitée (passage par un sol ou une couche biologiquement active avec un effet comparable au sol) avant l'infiltration et remplir les exigences de déversement dans une eau. L'eau non polluée est, conformément aux règlements cantonaux, à infiltrer en première priorité. C'est uniquement lorsque les conditions locales ne le permettent pas que ces eaux peuvent, avec l'autorisation des autorités compétentes, être déversées dans une eau superficielle. Dans ce cas, des mesures de rétention doivent, selon les possibilités, être prises (art. 7, al. 2, LEaux [6]).

Les eaux à évacuer sont considérées comme polluées si, lorsqu'elles sont déversées dans un cours d'eau, elles peuvent le contaminer (art. 4, let. f, LEaux [6]). L'autorité décide si une eau est polluée ou non sur la base des critères de l'art. 3 OEaux [13]. Selon ceux-ci, le type, la quantité, les propriétés et les périodes de déversements des substances polluantes doivent être pris en compte, de même que l'état des eaux réceptrices (art. 3, al. 1, OEaux [13]). L'eau de pluie qui ruisselle depuis les routes, chemins et places est classée, dans la règle, comme eau non polluée si sur les routes, chemins et places d'où elle provient, il n'y a pas de quantité importante de substances qui peuvent polluer les eaux, être transbordées, traitées et déposées et si elles peuvent être épurées suffisamment dans le sol lors de l'infiltration (art. 3, al. 3, let. b, OEaux [13]). Lors de la décision de savoir si la quantité de substances polluantes est importante, le risque d'accidents est à prendre en considération.

Selon l'art. 15 LEaux [6], les détenteurs d'installations d'évacuation des eaux doivent veiller à leur réalisation, exploitation, surveillance et entretien, et contrôler régulièrement leur aptitude au fonctionnement.

L'art. 15, al. 2, LEaux [6] précise que les instances cantonales font en sorte que les installations d'évacuation des eaux soient contrôlées périodiquement. Selon l'art. 48 LEaux [6], l'instance fédérale qui applique une autre loi fédérale ou un traité international est responsable de l'exécution de cette tâche, ainsi que de l'application de la loi sur la protection des eaux. Elle consulte, avant sa décision, les cantons concernés. Les instances fédérales sont

ainsi responsables des contrôles périodiques des systèmes d'évacuation des eaux des routes nationales.

Accident majeur

Les routes nationales tombent dans le champ d'application de l'ordonnance du 27 février 1991 sur les accidents majeurs (OPAM) [10], qui a pour but de protéger la population et l'environnement des graves dommages résultant d'accidents majeurs. Cette ordonnance doit ainsi être prise en considération pour l'évacuation des eaux des routes nationales. Selon cette ordonnance, toutes les mesures appropriées de diminution des risques qui sont à disposition selon l'état de la technique de sécurité, complétées sur la base de l'expérience de propriétaires et économiquement supportables, doivent être prises. La directive de l'OFROU 19001 [20] explique ce que cela implique concrètement.

Élimination

Selon l'art. 30, al. 3, de la loi du 7 octobre 1983 sur l'environnement (LPE, RS 814.01 [5]), les déchets doivent être éliminés d'une manière respectueuse de l'environnement. À son annexe 5, l'ordonnance du 4 décembre 2015 sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED, RS 814.600 [12]) définit quels déchets peuvent être déposés dans quel type de décharge en respectant les exigences mentionnées. Les déchets spéciaux sont des déchets qui exigent des mesures techniques et organisationnelles pour leur élimination respectueuse de l'environnement et qui sont désignés comme tels dans l'ordonnance du DETEC du 18 octobre 2005 concernant les listes pour les mouvements de déchets [14]. Les entreprises d'élimination qui réceptionnent des déchets spéciaux nécessitent une autorisation de l'autorité cantonale conformément à l'art. 8 de l'ordonnance du 22 juin 2005 sur les mouvements de déchets (OMoD, RS 814.610 [11]). L'OMoD règle le processus d'attribution de l'autorisation ainsi que les autres mesures organisationnelles pour l'évacuation des déchets spéciaux [11].

Protection des sols cultivables ; protection des SDA (PS SDA)

Selon l'art. 75 de la Constitution fédérale [3] et l'art. 1, al. 1, de la loi fédérale du 22 janvier 1979 sur l'aménagement du territoire (LAT ; RS 700 [7]), la Confédération, les cantons et les communes veillent à une utilisation mesurée du sol. Ils soutiennent par des mesures d'aménagement du territoire les efforts entrepris notamment pour protéger les bases naturelles de la vie, telles que le sol, l'air, l'eau, la forêt et le paysage (art. 1, al. 2, let. a, LAT [7]), et garantir des sources d'approvisionnement suffisantes dans le pays (art. 1, al. 2, let. d, LAT [7]). Les autorités chargées des tâches de planification doivent notamment veiller à préserver le paysage ; il s'agit en particulier de réserver à l'agriculture suffisamment de bonnes terres cultivables (art. 3, al. 2, let. a, LAT [7]).

Les SDA sont une partie du territoire qui se prête à l'agriculture. Selon les art. 26 ss de l'ordonnance du 28 juin 2000 sur l'aménagement du territoire (OAT, RS 700.1 [15]) et l'arrêté du Conseil fédéral du 8 avril 1992 concernant le plan sectoriel des SDA (PS SDA ; FF 1992 II 1616 [17]), les SDA méritent une protection spéciale (en ce qui concerne les services fédéraux, voir notamment l'art. 3, al. 1 [17]). Le PS SDA poursuit différents buts (sécurité de l'approvisionnement – en général et en période d'approvisionnement perturbé –, protection quantitative et qualitative du sol, préservation à long terme de bonnes terres cultivables, maintien d'espaces verts entre les agglomérations, potentiel de régénération du paysage, etc.) et se fonde sur diverses dispositions et décisions légales (dans les domaines de l'agriculture, de l'approvisionnement du pays, de l'aménagement du territoire et de la durabilité ; voir rapport PS SDA 1992 [17] et l'aide à la mise en œuvre du PS SDA 2006 [43]).

Selon la jurisprudence fédérale, la protection des terres agricoles et la garantie des SDA se voient accorder une grande importance, car le sol est une ressource limitée et non renouvelable. Les sols cultivables, respectivement les SDA ne peuvent être utilisés que si des intérêts supérieurs peuvent le justifier. Pour cela, une pesée des intérêts complète dans le cadre de l'aménagement du territoire est nécessaire (art. 3 OAT [15]).

Fondamentalement, cela implique la preuve d'alternatives sans ou avec moins de consommation de terres agricoles respectivement de SDA. De plus, on doit s'assurer que la part cantonale du périmètre minimal de SDA est maintenue durablement (art. 30, al. 2, OAT [15] et PS SDA [17]). Lorsque des services fédéraux doivent utiliser des SDA pour leurs activités ayant une incidence sur le territoire, ils sollicitent en temps utile l'avis de l'Office fédéral du développement territorial (art. 3, al. 2, ACF concernant le PS SDA [17]). Sur la base de la LAT, cela s'applique également à l'utilisation des terres agricoles en général.

II Classement de la directive selon la VSA

III Check liste des données de base

1. Utilisation du sol

- Plan de zones ;
- Sol cultivable en particulier SDA ;
- Propriétaires fonciers ;
- Zones de protection de la nature et du paysage ;
- Forêt ;
- Plan de cadastre.

2. Topographie

- Déblai, remblai/digue, profil mixte ;
- Pente longitudinale, rampe ;
- Terrain proche (modélisation avec niveau).

3. Trafic

- TJM ;
- Part des poids lourds ;
- Vitesse.

4. Tracé

- Dévers ;
- Talus ;
- Protection antibruit ;
- Type de revêtement ;
- Largeur des bandes d'arrêt d'urgence ; banquettes ;
- Surface avec revêtement bitumineux ;
- Surfaces de talus, etc.

5. Ordonnance sur les accidents majeurs

- Rapports existants, rapports succincts selon l'OPAM [10] ;
- La situation actuelle suffit-elle ?

6. Évacuation des eaux de chaussée existante

- Plans complets, actualisés ;
- Gueulard, dépotoir ;
- Évacuation sur l'accotement ;
- Canalisation en situation et élévation, diamètre ;
- Dimensionnement hydraulique ;
- Ouvrages spéciaux, séparateur d'huile, etc. ;
- Points de prise en charge et de transfert ;
- État du système d'évacuation des eaux de chaussée, étanchéité, etc.

7. Interfaces

- Arrivée d'eau claire de l'extérieur ;
- Évacuation des eaux de chaussée dans l'environnement ;
- Raccordements internes d'eau de chaussée avec d'autres eaux (eaux ménagères, ruisseaux, drainages, etc.).

8. Équipements d'exploitation et de sécurité (EES)

- Rassemblement des données d'évacuation des eaux significatives.

9. Conduites/collecteurs

- Plans de toutes les conduites à l'intérieur et à l'extérieur du tracé.

10. Surfaces de sites pollués supposés

- Extrait du système d'information géographique (SIG).

11. Géologie, sols

- Collecte des conditions géologiques par des géologues ;
- Désignation de la formation géologique ;
- Collecte des caractéristiques du sol par un spécialiste du sol ;
- Extrait du cadastre SDA.

12. Eaux souterraines

- Cartes d'infiltration (PGEE) ;
- Secteurs de protection des eaux, zones de protection des eaux → cartes de protection des eaux (SIG) ;
- Niveau de la nappe phréatique et hauteur par rapport niveau du sol ;
- Vulnérabilité → éventuellement hydrogéologue.

13. Cours d'eau

- Description de l'exutoire possible ;
- V_G , Q_{347} ;
- Hautes eaux, cotes des hauteurs d'eau ;
- État du cours d'eau, rapports disponibles ;
- Possibilité de revitalisation avec priorités.

14. Structures de l'évacuation des eaux planifiée

- Plan général d'évacuation des eaux (PGEE) ;
- Plan régional d'évacuation des eaux (PREE) ;
- PGEE du syndicat, de l'association.

15. Archéologie / Paléontologie

- Extrait de la carte archéologique avec les sites répertoriés et les zones à potentiel archéologique présumé, description de couches riches en fossiles (voir paléontologie [19]).

IV Système de notation pour l'évaluation des coûts et utilités

(Voir chapitre 5)

Ce système de points sert de base pour l'évaluation de la proportionnalité. Le tableau Excel joint à ce document « Tableau de système de notation pour l'évaluation des coûts et utilités » vous permet de faire le calcul pour chaque projet.

Le total des points pour l'utilité est divisé par le total des points relatifs aux coûts d'investissement. Si le quotient est inférieur à 0,7, l'installation est, du point de vue des coûts, non proportionnelle.

Fig. IV.1 Évaluation des utilités et des coûts

Indicateurs d'utilité		Évaluation points
Indicateurs relatifs aux émissions		
A	Volume de trafic	log TJM
B	Situations de trafic avec émissions intensives :	
B1	Carrefour, embranchement, bouchons	1
B2	Rampe	max. 1, pour 8 %
B3	Part élevée de trafic de marchandises	max. 1, pour 8 %
C	Dispersion réduite par des parois antibruit, tranchée, etc.	D'un côté 0,5 Des deux côtés 1
Indicateurs relatifs aux émissions		$\Sigma A \text{ à } C$
D	Degré d'efficacité	Degré d'efficacité η_{tot}
Amélioration du bilan des substances polluantes :		= Total des degrés d'efficacité relatifs aux émissions
Indicateurs relatifs aux immissions		
E	Utilisation de l'eau du cours d'eau	Domaine de protection des eaux $A_o, A_u = 1$
F	Milieu naturel de valeur	max. 2
G	Grandeur :- Cours d'eau : rapport de déversement V - Plans d'eau : surface f, ha	Valeur du rapport de déversement V ; max. 2 (avec le déversement sans l'installation de traitement)
H	Pollution telle que colmatage ou embourbage évitée par le traitement	max. 2
I	Infiltration de l'eau	L'installation conduit à l'infiltration = 2
Total des points « utilité » :		Amélioration des bilans des substances polluantes + Somme E à I
Remarques		
A	Le rapport entre le TJM et les émissions est clair. Par contre, il n'y a pas de relation claire entre un volume important de trafic et la pollution de l'eau de chaussée.	
B	En appui aux instructions de l'OFEV.	
C	Grande efficacité de l'installation parce que plus de substances polluantes peuvent être retenues.	
D	L'influence des eaux claires parasites éventuelles doit être prise en compte.	
Indicateurs relatifs aux immissions		
*	L'évaluation se réfère au tronçon du cours d'eau qui profite du traitement des eaux de chaussée, soit le point de déversement sans les mesures prévues. Les points sont aussi attribués lorsqu'une infiltration ou une évacuation par un système mixte permet d'éviter un déversement sans traitement.	
F	Critères : eaux dignes d'une protection spéciale, cours d'eau naturels ; milieux naturels pour les espèces d'animaux en danger.	
G	<ul style="list-style-type: none">Déterminant pour la charge hydraulique, l'érosion et la concentration de substances polluantes ;$1/V = HQ_1(\text{route})/Q_{347}(\text{cours d'eau})$, débit de dimensionnement de l'installation / débit par basses eaux dans le cours d'eau ;	

	<ul style="list-style-type: none"> Un point est à ajouter absolument pour les plans d'eau vu leur sensibilité élevée.
H	Selon la méthode STORM : à déterminer visuellement par des spécialistes des cours d'eau, attendu ou calculé pour des déversements futurs.
I	Cycle naturel de l'eau, protection de l'eau souterraine quantitative. Une protection qualitative suffisante de l'eau souterraine est supposée.
Indicateurs de coûts	
Coûts	
J	Coûts annuels par ha _{surface de route} 4 000 CHF/a/ha = 1
Conséquences négatives pour l'environnement	
K	Nécessité de pomper l'eau de chaussée pour son traitement Oui = 2 Non = 0
L1	Surface de l'installation 500 m ² /ha = 1
L2	Affectation des terrains touchés Propriétés de l'OFROU = 0 Zone de construction = 1 Agriculture (sans SDA) = 2 Forêt, SDA = 3 Domaine de protection du paysage, valeur naturelle = 4
L	Besoin en terrain = L1 * L2
Effet du déversement dans un système unitaire	
M1	Le déversement se passe dans un système unitaire avec un traitement restreint des eaux pluviales Part déversée : 50 % = 1
M2	Taille de la STEP $\log(100\,000/EH_{\text{STEP-bassin versant}})$, max. 2
Total du point « coûts »	
Somme J à M	

Lettre	Remarques
J	Après soustraction des coûts pour d'autres mesures dont la fonction fait que le traitement des eaux de chaussée est repris ou devient superflu et qui sans cela seraient nécessaires (p. ex. bassins en cas d'avarie), y compris coûts estimatifs d'exploitation et d'évacuation des boues.
K	Écobilan de la mise en place d'installations électromécaniques. Les coûts directs qui sont liés sont compris dans A.
M1	Déversement d'eaux mixtes en lieu et place de l'eau de chaussée traitée. Par une rétention des eaux de chaussée, la pollution des cours d'eau peut (en général avec un coût supplémentaire) être réduite ou évitée.
M2	Petite taille de la STEP : épuration plus réduite et plus grande charge de l'environnement.

Les valeurs des points ont été fixées sur la base de réflexions fondées et testées à l'aide d'exemples pratiques (ASTRA/SWR, 2011 [45]). Un système d'évacuation avec une installation simple de traitement (p. ex. installation avec exigence standard sans pompe) qui protège un grand cours d'eau des eaux de chaussée fortement polluées, a été utilisé comme référence. Le coût d'un tel système est actuellement considéré comme acceptable. Il est clairement plus élevé que celui de l'évacuation par l'accotement. Les coûts supplémentaires proviennent principalement du système de canalisation et non de l'installation de traitement.

Les points ne sont pas à considérer comme des grandeurs mathématiques, mais à introduire de façon sensée et à justifier. Les fonctions sont à calculer avec un chiffre après la virgule. Il n'est pas question d'exagérer l'exactitude mais d'éviter des sauts dans l'évaluation qui apparaissent lors de la fixation des valeurs-seuils par des chiffres ronds.

Tab. IV.1 Calcul de deux exemples réels selon le système de points au moyen de tableaux de calculs

Projet, Variante:		Installation 1 (bassin avec filtre enterre et pompes)	Installation 2 (bassin d'infiltration)
bassin versant, surface de route traitée	ha(EZG)	4.8	11.0
Quantité d'eau déversée Q _e	l/s	723	1386
Capacité d'installation	l/s	21.6	2000
Exutoire (sans installation de traitement)		Linthkanal	Birs
- Cours d'eau: Q ₃₄₇	l/s	10'000	3'100
- Eaux stagnante: Surface F	ha		

Indicateurs ou unité de mesure		Données	Pts.	Données	Pts.	
Utilité						
Utilité: reduction des émissions						
A	Volume de trafic (logTJM)	(TJM = trafic journalier moyen)	41'000	4.6	12'000	5.1
B1	intersection, jonction, goulet trafic	(oui = 1pt., non = 0pts.)	non	0	non	0
B2	rampes (en %)	(1/8 pt. pour 1% pente, max 1pt.)	0%	0.0	0%	0.0
B3	Part du trafic poids lourds (en %)	(1pt. pro 8%)	5%	0.6	10%	1.3
C	parois anti-bruit bruit, réduction convection	(0.5pt. par côté)	aucun	0.0	aucun	0.0
Total points A à C				5.2		6.3
D	Degré d'efficacité		83%			80%
Total A à C mal Degré d'efficacité				4.3		5.1
Utilité: situation des immissions						
E	Utilisation de l'eau du cours d'eau, zone de protection	Zone de protection A ₀ / A ₁ ? (oui = 1pt., non = 0pts.)	non	0.0	non	0.0
F	Milieu naturel de valeur	(écomorphologie - Niveau F) ¹	classe III & IV (faible)	0.0	classe II (moyen)	1.0
G	Rapport de dilution - cours d'eau: conditions de déversement hydraulique V	(1/V où V = Q ₃₄₇ /Q _e , max 2pt.)	13.8	0.1	2.2	0.4
	- eau stagnante: Surface F, ha	(1 + 1/F, max. 2pts.)	0.0	0.0	0.0	0.0
H	pollution évitée par traitement: accumulation de sédiments, colmatage	(non = 0pts., moyen = 1pt., beaucoup = 2pts.)	non	0.0	non	0.0
I	Infiltration des eaux traitées	(oui = 2pts., non = 0pts.)	non	0.0	oui	2.0
Total des points "utilité"				4.4		8.5
Coût						
	Coûts de construction	CHF	7'386'996			1'280'000
	Part des installations, EMSR	échelle d'amortissement	10%			6%
J	Amortissements	CHF/a	182'213			29'184
	Coûts des exploitation et élimination boues	CHF/a	23'966			55'000
	Coûts annuels	CHF/a	206'179			84'184
	Coûts annuels par ha	1pt. pour 4000 CHF par ha/EZG	43'000	10.8	7'700	1.9
K	Le traitement nécessite un pompage	(oui = 2pts., non = 0pts.)	oui	2.0	non	0.0
L1	Surface de l'installation (m ²)	1pkt. pro 500 m2/ha(EZG)	2'600	1.1	2'500	0.5
L2	Affectation des terrains touchés	Périmètre-OFROU = 0pts., zone construction = 1pt., zone agricole (sans SDA) = 2pts., Forêt ou surface d'assolement (SDA) = 3pts., zone de protection = 4pts.	Périmètre-OFROU	0	zone construction	1
L	Besoin en terrain	(= L1 * L2)		0.0		0.5
M1	Part de déversement des eaux mixtes des eaux pluviales (aus Einleitungskonzept GEP/IVGEP)	part déversée , 100 % = 1pkt.)		0.0		0.0
M2	Nombre d'habitants raccordés STEP (EH)	(LOG (1'000'000/EH _{STEP}), max 2pts.)		0.0		0.0
Total des points "coûts"				12.8		2.4
Quotient Utilité/Coût				0.3		3.6

Legende: Champ à remplir A remplir pour raccordement STEP

¹Environnement pratique OFEV, Methodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau en Suisse Ecomorphologie Niveau. Disponible sur internet chez certains cantons et communes

²MES-degré d'efficacité total: données du projet ou du rapport *Stand der Technik*
bassin avec filtre en terre 90% (Default)
filtre en sable 80% - 85%
filtre en split 70%

Une réalisation de l'installation 1 n'est pas raisonnable. Le coût est noté avec un coefficient (entre autres en raison des coûts élevés) deux fois plus élevé que le coefficient de l'utilité. L'installation 2 est au contraire proportionnée.

V Fiches

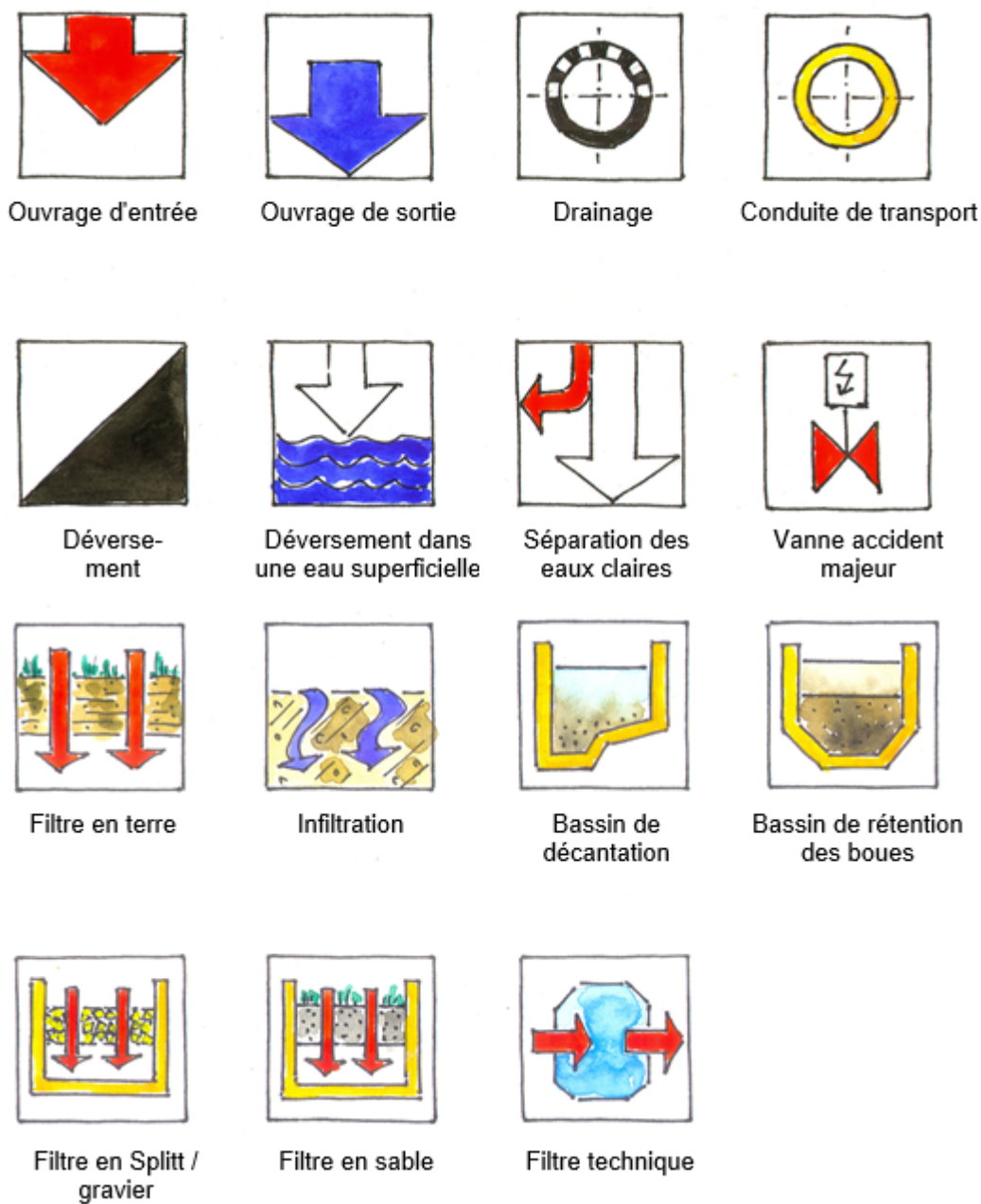


Fig. V.1 Symboles utilisés.

V.1 Évacuation par l'accotement (infiltration par les bas-côtés)

V.1.1 Fonctionnement et efficacité

- L'eau de la route ruisselle vers l'accotement en raison de la pente transversale, puis ruisselle en surface vers la bande de verdure longeant la chaussée ou le talus. L'eau est ensuite freinée par la végétation ou la couche de litière, sur lesquelles une première partie des substances polluantes se dépose. Finalement, les eaux s'infiltrent à travers les couches du sol dans lesquelles les substances polluantes restantes sont retenues.
- La capacité d'infiltration de la couche de terre est maintenue grâce à la végétation.

- Retenue en cas d'accident majeur : réduction du risque de pollution de l'environnement grâce à une infiltration lente à travers la couche de terre. En comparaison avec l'écoulement dans une canalisation, on a ainsi plus de temps pour intervenir. Le remplacement de la couche de sol contaminé est nécessaire.
- L'entretien des bas-côtés utilisés pour l'infiltration est le même que pour les talus végétalisés.
- Durée d'exploitation : une bande de 1 mètre de large avec un filtre en terre peut retenir ou dégrader les substances polluantes d'une route fortement chargée sur une durée de 50 ans ou plus, grâce à la filtration des sédiments.



Fig. V.2 Esquisse du système.

V.1.2 Dimensionnement

Couche de sol filtrante sur les talus :

- La couche du sol filtrant est composée d'un horizon A seul ou bien d'un horizon A et d'un horizon B. Une épaisseur minimale (mesurée perpendiculairement à la surface) de la couche de sol/terre de 40 cm doit être respectée.
- Caractéristiques de la couche de sol : bonne capacité d'infiltration, volume des pores suffisants, peu de grands pores, teneur en argile appropriée, pas compactée, suffisamment de matériaux organiques.
- Des couches de sol avec plus de 25 % d'argile sont à éviter. Une teneur élevée en sable et silt grossier est conseillée. Des sols contenant du calcaire ont l'avantage de maintenir la valeur du pH au-dessus de 7, ce qui empêche une remobilisation des métaux lourds. Des valeurs du pH du sol en-dessous de 5 sont à éviter. L'humus contenu dans l'horizon A retient par complexation les substances organiques polluantes et adsorbe les métaux lourds dissous.
- Partie sup. du sol (horizon A) :
 - L'épaisseur de la couche est de 15-25 cm avec une teneur en argile > 10% ;
 - L'épaisseur de la couche est de 50 cm avec une teneur en argile < 10% ;
 - Bonne teneur en matière organique ;
 - Conductivité hydraulique à saturation sous la couche racinaire $\geq 10^{-5} \text{ ms}^{-1}$;
 - Densité de la terre fine $\leq 1,3 \text{ g/cm}^3$ (porosité globale $\geq 50 \%$).
- Partie inf. du sol (horizon B) :
 - En principe, mêmes exigences que pour l'horizon A ;
 - Teneur en matière organique plus faible (maximum 1 % de matière organique) ;
 - Capacité d'infiltration un peu plus faible que celle de l'horizon A ;
 - L'horizon B est optionnel au cas où l'horizon A > 40 cm.

V.1.3 Hydraulique

- Largeur de la bande d'infiltration = largeur du talus + éventuellement largeur d'une cuvette.
- Détermination de la capacité d'infiltration de la bande d'infiltration (valeur déterminée par un spécialiste des sols, dans la règle 0,4-1,0 l/min par m²).
- Pluie de dimensionnement : intensité de pluie $z=1$ (SN 40 350 [26]), dès que l'intensité est supérieure à $z=1 \rightarrow$ retenue/refoulement sur les bandes d'arrêt d'urgence possible ou déversement approprié.
- La capacité de l'installation est composée de 1 ou 2 parties : 1) infiltration dans les bandes d'infiltration ; 2) éventuellement rétention dans une cuvette.
- Au cas où le talus est suffisamment large et où aucune cuvette n'est nécessaire : capacité d'infiltration de la bande d'infiltration = ruissellement depuis la route dès $z=1$.

- Calcul hydraulique du système talus avec cuvette avec variation de la durée des pluies en maintenant $z=1$. Optimisation de la surface d'infiltration et du volume de rétention en y adaptant la largeur représentée par le talus et sa cuvette → itération.

V.1.4 Indications pour la planification

- Le matériau terreux des talus de la route ou des bas-côtés à disposition sera utilisé comme matériel du filtre en terre.
- Un spécialiste des sols doit participer à la planification et à la réalisation du projet.
- La mise en place d'une cuvette parallèle au tracé avec un horizon A ou avec un horizon A et un horizon B est conseillé. Cela permet l'accumulation de l'eau de chaussée, la rétention et l'infiltration sur une grande surface.
- Végétation :
 - Végétation herbacée dense sur l'horizon A nécessaire ;
 - Broussailles tolérées si elles restent maîtrisées afin qu'elles ne supplantent pas la végétation herbacée.
 - Semer avec des mélanges de semences indigènes conformes à la station.
- Pente longitudinale plus grande que 3 % → protection contre l'érosion nécessaire.
- Accessibilité limitée aux engins de fauchage.
- Prévoir des possibilités de traverser avec des machines lourdes.
- On tiendra compte de l'accumulation de substances polluantes sur la durée d'exploitation (plus de 30 années). Il faut prévoir une légère augmentation de l'épaisseur en raison des dépôts des substances polluantes.
- Prévoir une surcharge au débit de pointe. Où s'écoule l'eau en surplus en cas de pic de débit ?

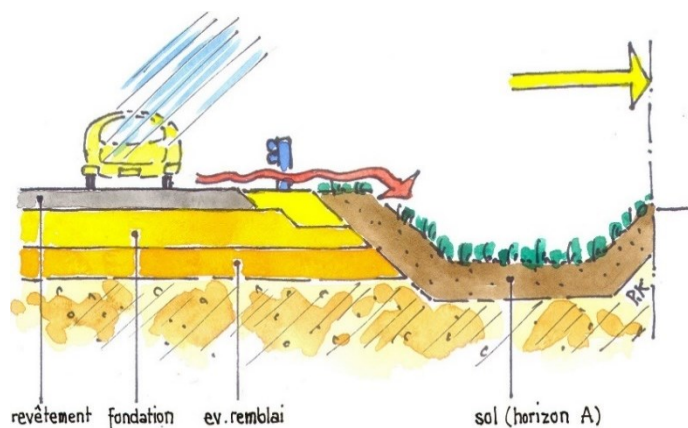


Fig. V.3 Variante avec horizon A et cuvette.

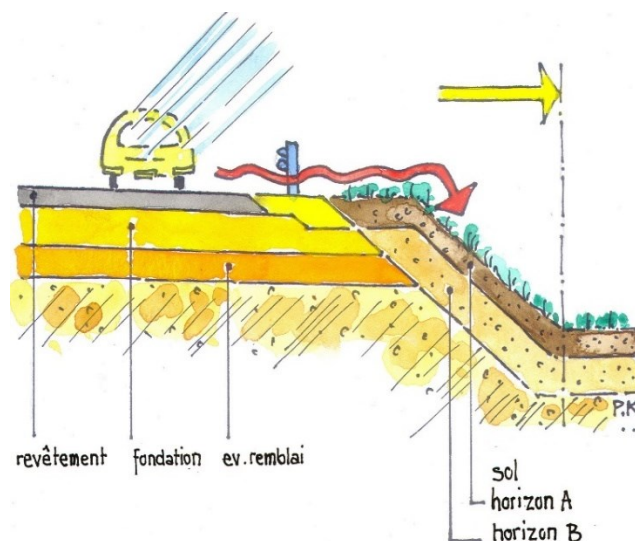


Fig. V.4 Variante avec horizons A et B – talus seul, sans cuvette.

V.1.5 Normes, fiches, etc.

- SN 640 340a « Évacuation des eaux de chaussée – Bases » [28] ;
- OFROU – Manuel technique [38] ;
- VSS 40 354 [30] ;
- ASTRA 88006 Infiltration des eaux de chaussée des routes nationales par les bas-côtés [50] ; ASTRA 88011 Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux par les bas-côtés des routes nationales[51].

V.2 Cuvettes - rigoles

V.2.1 Fonctionnement et efficacité

- Traitement linéaire, parallèle à la route sur filtres en terre végétalisés.
- Collecte de l'eau de chaussée traitée dans un collecteur de drainage au fond de la cuvette étanche.
- La capacité d'infiltration du filtre en terre est assurée par la végétation.
- Les eaux claires peuvent être déversées dans le drainage et le collecteur.
- Rétention dans le filtre en terre en cas d'accident majeur et le cas échéant dans le collecteur.
- Déversement dans une eau superficielle ou infiltration.

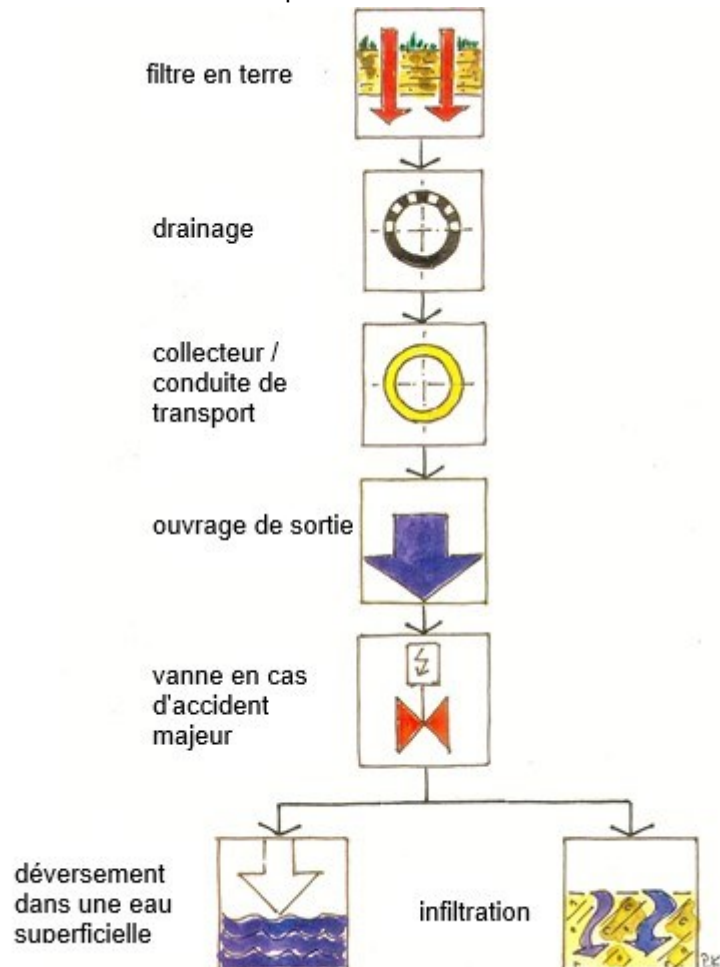


Fig. V.5 Esquisse du système.

V.2.2 Dimensionnement

- Largeur de la bande de filtre en terre = largeur du talus + largeur de la cuvette
- Détermination de la capacité d'infiltration de la bande de filtre en terre (valeur déterminée par un spécialiste en sols, dans la règle 0,4-1,0 l/min par m²).
- Pluie de dimensionnement : intensité des pluies $z=1$, à partir d'une intensité plus grande que $z=1 \rightarrow$ refoulement sur les bandes d'arrêt d'urgence possible ou déversement approprié.
- La capacité de l'installation est composée de trois parties :
 1. passage dans le filtre en terre de la cuvette ;
 2. rétention dans la cuvette ;
 3. déversement dans la chambre d'arrivée.
- Calcul de 1 et 2 avec $z=1$ en faisant varier le temps. Optimisation de la surface d'infiltration et de rétention en adaptant la largeur de la cuvette et les volumes de rétention dans la cuvette \rightarrow itération. La surverse dans la chambre d'arrivée (3.) peut être disposée de façon à ce que le niveau d'eau atteigne celui des bandes d'arrêt d'urgence.

V.2.3 Indications pour la planification

- Le matériau terreux des talus de la route ou des bas-côtés à disposition sera utilisé comme matériel du filtre en terre.
- Pour la constitution du sol, les mêmes principes que pour l'infiltration par les bas-côtés sont appliqués \rightarrow fiche 1.
- Un spécialiste des sols doit participer à la planification et à la réalisation du projet.
- Semer avec des mélanges de semences indigènes conformes à la station.
- Étancher les fouilles par rapport au sous-sol (nattes géosynthétiques avec argile).
- Chambres d'accès au-dessus du niveau du terrain \rightarrow à construire de manière sûre pour les petits animaux (protection des reptiles).
- Couvercle d'entrée à surélever par rapport au terrain (visibilité entretien, protection petite faune).
- Pente longitudinale plus grande que 3 % \rightarrow protection contre l'érosion nécessaire.
- Accessibilité limitée aux engins de fauchage.
- Prévoir des possibilités de traverser avec des machines lourdes.
- On tiendra compte de l'accumulation de substances polluantes sur la durée d'exploitation (plus de 30 années). Il faut prévoir une légère augmentation de l'épaisseur en raison des dépôts des substances polluantes.
- Prévoir une surcharge au débit de pointe. Où s'écoule l'eau en surplus en cas de pic de débit ? Pas de déversements en zone de protection des eaux souterraines.

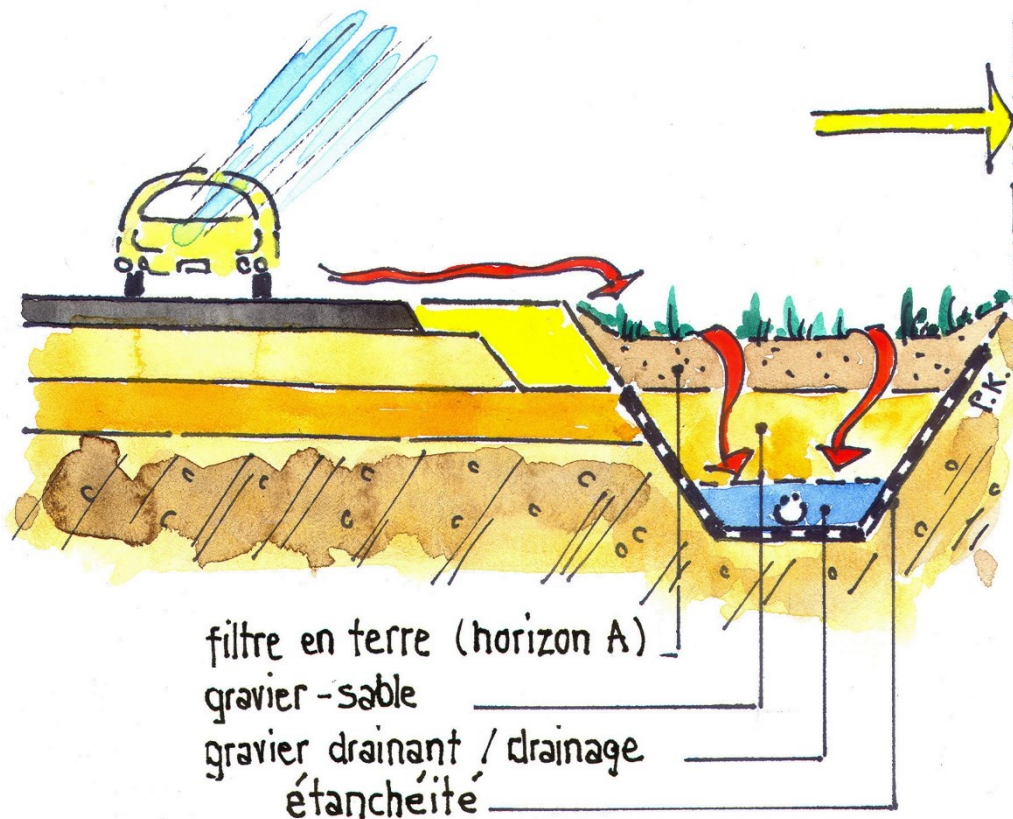


Fig. V.6 Esquisse de la coupe.

V.2.4 Normes, fiches, etc.

- SN 640 340a « Évacuation des eaux de chaussée – Bases » [28] ;
- Norme SN 70 125a « Matériaux filtrants » [29] ;
- OFROU – Manuel technique [38] ;
- VSS 40 354 [30] ;
- ASTRA 88006 Infiltration des eaux de chaussée des routes nationales par les bas-côtés [50] ;
- ASTRA 88011 Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux par les bas-côtés des routes nationales [51].

V.3 Filtre en sable, végétalisé

V.3.1 Fonctionnement et efficacité

- Les eaux claires doivent être séparées avant le filtre en sable. Qu'elle soit placée en amont ou en aval du bassin de décantation, la séparation des eaux claires doit être aménagée de manière à ce que la rétention en cas d'avarie soit garantie ;
- Filtration centrale sur une couche de filtre en sable végétalisé (filtration sur et dans un filtre en sable → écoulement vertical) ;
- La capacité d'infiltration de la couche de filtre en sable est assurée grâce à la végétation ;
- Rétention dans le bassin filtrant ;
- Écoulement à la sortie du filtre en sable régulée à la vitesse de filtration souhaitée ;
- En règle générale, le prétraitement se fait dans un bassin de décantation dimensionné en conséquence.

Déversement dans une eau superficielle ou infiltration.

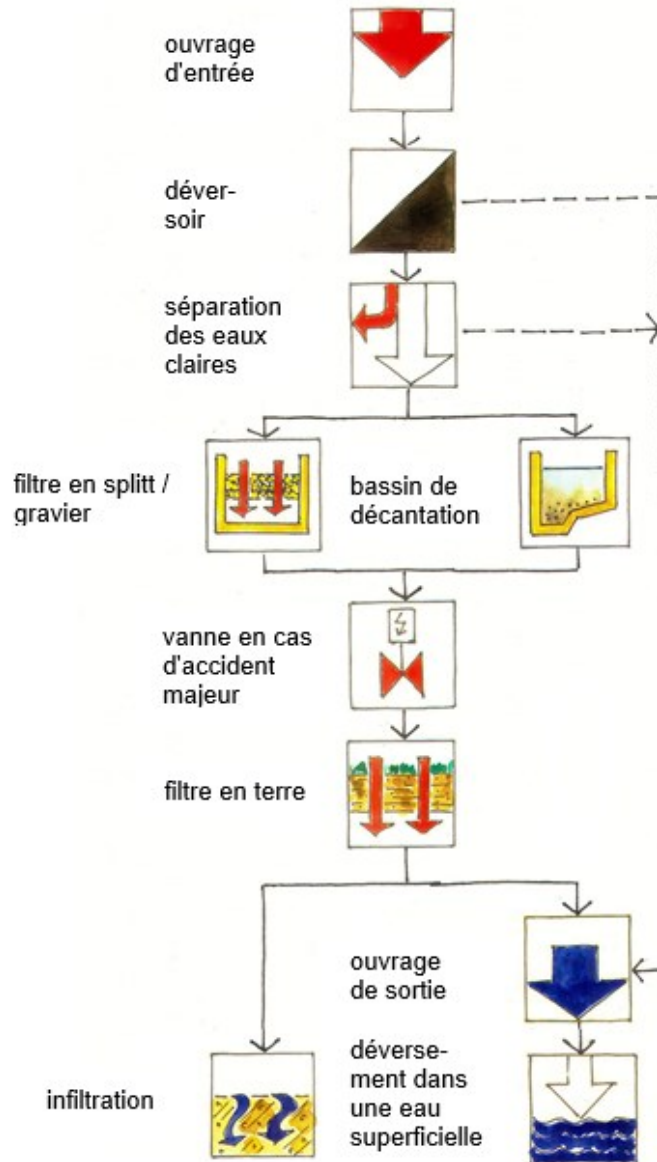


Fig. V.7 Esquisse du système.

V.3.2 Dimensionnement

- Détermination de la capacité d'infiltration souhaitée de la surface de filtre en sable (valeur dans la règle autour d'env. 2 à 4 l/min par m²).
- Dimensionnement au moyen d'une simulation de longue durée pour définir le degré d'efficacité hydraulique requis pour l'ensemble de l'installation.
- Détermination par itération de l'optimum entre la surface du filtre en sable, le volume de rétention et le prétraitement.
- Contrôle de la surcharge hydraulique : à partir d'une intensité pluviale supérieure à z=1 → refoulement possible jusque sur les bandes d'arrêt d'urgence ou prévoir une surverse appropriée.

V.3.3 Indications pour la planification

- Un sable avec une bonne granulométrie, fin, lavé est à utiliser pour le filtre en sable. Lors du choix du matériau, on prendra en compte les valeurs d'expérience connues. Choisir une épaisseur de la couche de sable > 50 cm.

- Plantations du filtre en sable avec des roseaux.
- Avant la mise en service, on respectera un temps d'attente (en règle générale quelques mois à une année) pour permettre aux roseaux de prendre racine.
- Étanchéité par rapport au sous-sol existant → étanchéité argileuse avec nattes géosynthétiques ou bassin en béton étanche.
- Limiteur de débit réglable dans l'écoulement, pour réguler la vitesse du filtre, ou batardeaux pour réguler le niveau et le débit.
- Pour l'entretien ou l'assainissement, prévoir la possibilité d'une exploitation temporaire en deux lignes parallèles.
- Prévoir un chemin d'entretien vers et dans le bassin du filtre en sable.
- Le filtre en sable ne doit pas être emprunté par des engins lourds → compactage du filtre et ainsi dégradation de la perméabilité. Si des travaux de fauchage sont requis, utiliser une motofaucheuse avec bras de coupe.
- Pour les bassins en béton : prévoir une rampe de sortie pour les amphibiens et des mesures de sécurité contre les chutes.
- Prévoir une répartition fine de l'afflux d'eau sur toute la surface du filtre en sable.
- Sans couche d'étanchéité, la croissance des roseaux est difficile, parce que le bassin de rétention ne peut pas être rempli.

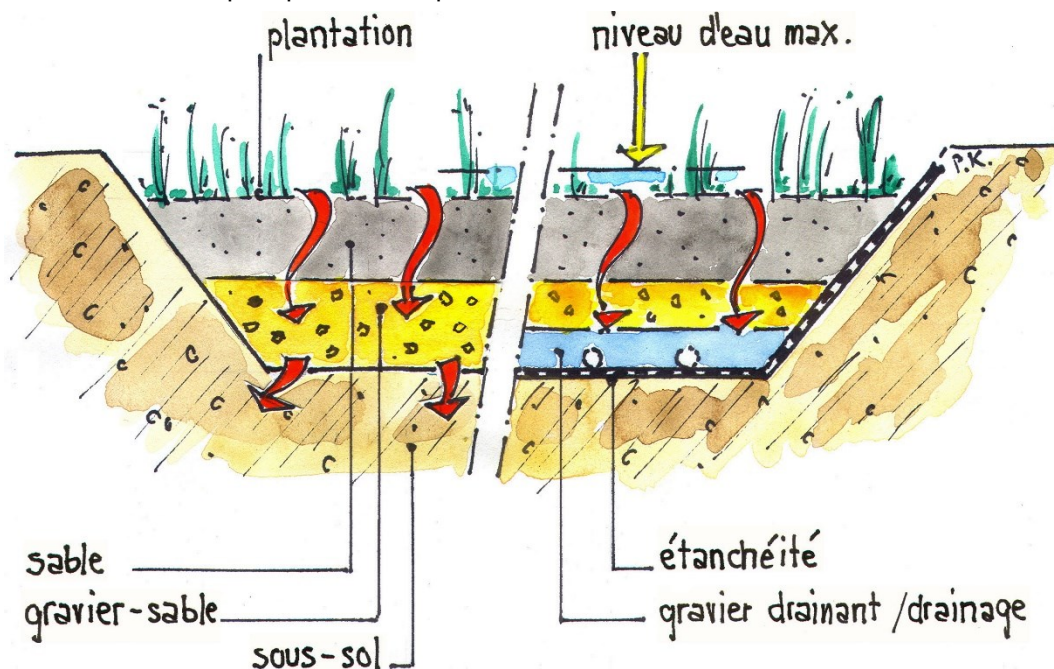


Fig. V.8 Esquisse de la coupe.

V.3.4 Normes, fiches, etc.

- VSS 40 340a « Évacuation des eaux de chaussée – Bases » [28] ;
- Norme SN 70 125a « Matériaux filtrants » [29] ;
- Norme SN 40 699 « Routes et systèmes d'évacuation des eaux, mesures de protection pour les amphibiens » [27] ;
- Manuel technique OFROU Tracé/Environnement [38].

V.4 Bassin avec filtre en splitt ou gravillon/gravier

V.4.1 Fonctionnement et efficacité

- Les eaux claires doivent être séparées avant le filtre en splitt.
- Pas de prétraitement nécessaire.
- Traitement central par filtration à travers la surface d'une couche de filtre en splitt.

- Filtration sur le filtre en splitt (écoulement vertical) → formation d'une couche de limons filtrante.
- Rétention dans le bassin filtrant.
- Sortie du filtre en splitt réglée sur la vitesse souhaitée de passage de l'eau dans le filtre.
- La capacité d'infiltration du filtre en splitt est assurée par un séchage régulier de la couche de limons déposés sur le filtre. En hiver, cela n'est toutefois possible que de manière restreinte.
- Évacuation périodique du dépôt de limons sur le filtre en cas de vitesse insuffisante dans le filtre.
- Retenue en cas d'accident majeur centralisée dans le filtre en splitt.
- Infiltration après traitement dans une installation avec filtre en terre ou déversement dans une eau superficielle.

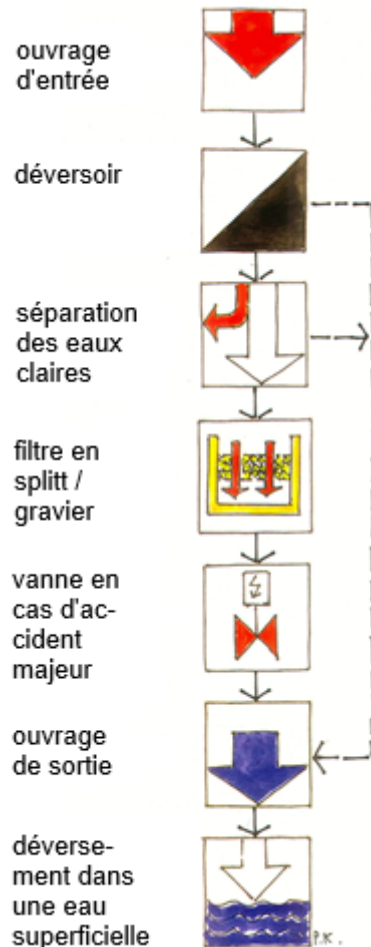


Fig. V.9 Esquisse du système.

V.4.2 Dimensionnement

- Détermination de l'efficacité d'infiltration souhaitée pour la surface de filtre en splitt. La valeur initiale peut se situer à 6 l/min/m^2 , mais peut se réduire à $0,5 \text{ l/min/m}^2$ avec le colmatage. Sans colmatage, des valeurs comprises entre $3,5$ et $5,0 \text{ l/min/m}^2$ sont appropriées. Pour la conception de l'installation, on recommande une valeur comprise entre 2 et 4 l/min/m^2 .
- Dimensionnement au moyen d'une simulation de longue durée pour définir le degré d'efficacité hydraulique du filtre en splitt nécessaire. Lors de combinaisons avec d'autres composants de traitement, on calculera le degré d'efficacité hydraulique de l'ensemble de l'installation.
- Détermination par itération de l'optimum entre la surface de la couche de splitt, les volumes de rétention et le cas échéant, des étapes suivantes de traitement.

- Contrôle de la surcharge hydraulique : à partir d'une intensité pluviale supérieure à $z=1$ → refoulement possible jusque sur les bandes d'arrêt d'urgence ou prévoir une surverse appropriée.

V.4.3 Indications pour la planification

- Épaisseur de la couche de splitt env. 30 cm, granulométrie 2-6 mm jusqu'à 4-8 mm.
- Limiteur de débit réglable dans l'écoulement, pour réguler la vitesse du filtre, ou batardeaux pour réguler le niveau et le débit.
- Étanchéité par rapport au sous-sol avec une natte géosynthétique avec argile, des feuilles en polyéthylène haute densité, un revêtement bitumineux ou un bassin en béton étanche.
- Prévoir un chemin d'entretien vers et dans le bassin du filtre en splitt.
- Le filtre en splitt est accessible avec des véhicules pour l'entretien → raclage du dépôt de limons sur le filtre (couche de boue).
- Pour des bassins en béton, prévoir une rampe de sortie pour les amphibiens ainsi que des mesures de sécurité contre les chutes.

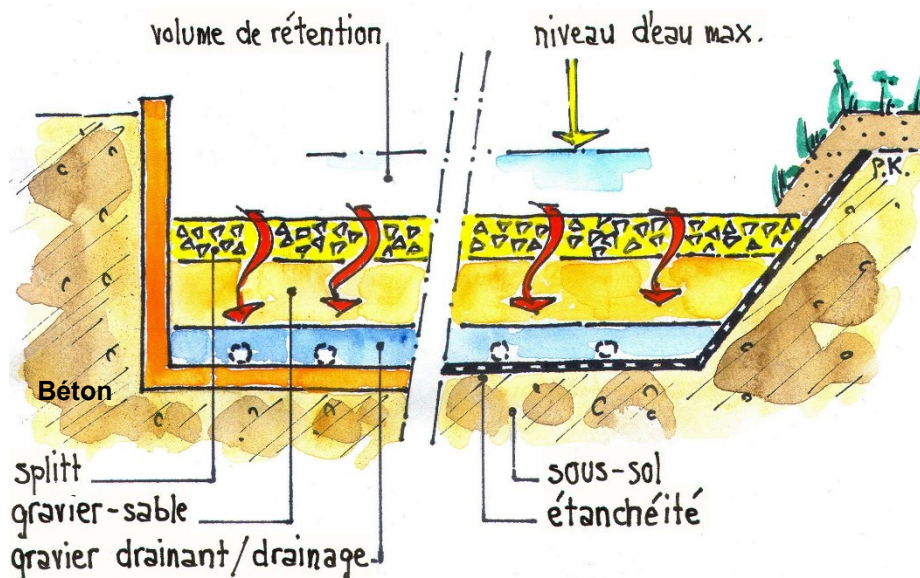


Fig. V.10 Esquisse de la coupe.

V.4.4 Normes, fiches, etc.

- Norme SN 640 340a « Évacuation des eaux de chaussée – Bases » [28] ;
- Norme SN 70125a « Matériaux filtrants » [29] ;
- Norme SN 40 699 « Routes et systèmes d'évacuation des eaux, mesures de protection pour les amphibiens » [27] ;
- OFROU – Manuel technique [38].

V.5 Filtre technique

V.5.1 Fonctionnement et efficacité

- Séparer les eaux claires avant le filtre technique. Quel que soit son emplacement, la séparation des eaux claires doit être aménagée de manière à ce que la rétention en cas d'avarie soit assurée.
- Prétraitement / séparateur grossier nécessaire.
- Traitement central par les couches du filtre technique.
- Filtration par la surface ou dans le volume du filtre.
- Rétention avant le filtre technique.

- Rendement hydraulique du filtre technique réglé par une pompe ou une vanne de réglage en fonction de la vitesse souhaitée de passage de l'eau à travers le filtre.
- Retenue en cas d'accident majeur à intégrer dans le prétraitement.
- Bassin séparé de décantation des boues.
- Infiltration après traitement dans une installation avec filtre en terre ou déversement dans une eau superficielle.

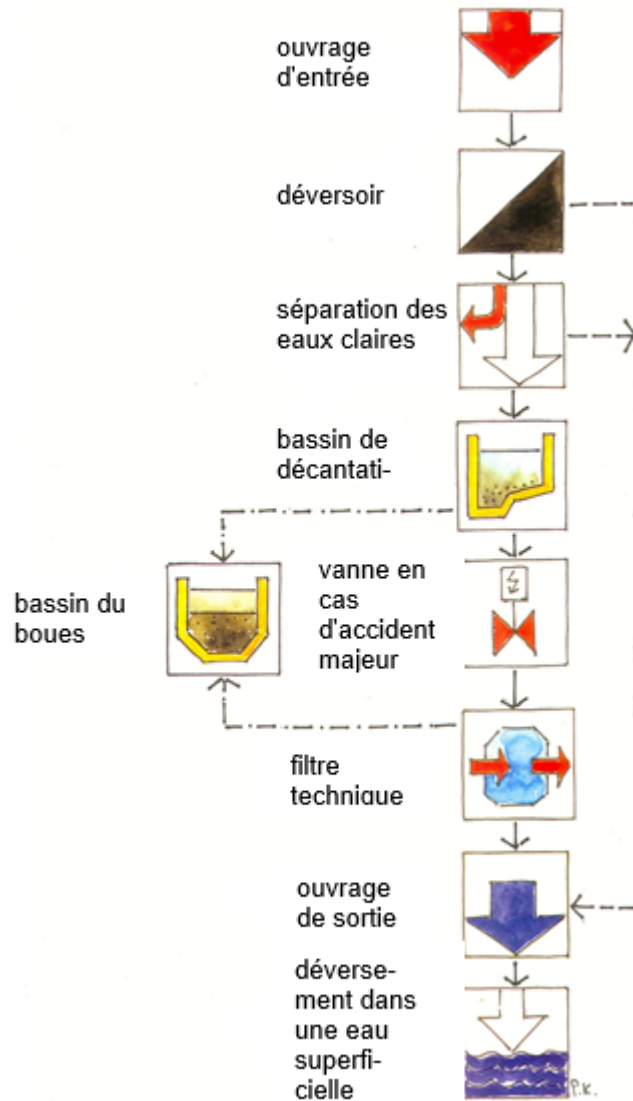


Fig. V.11 Esquisse du système.

V.5.2 Dimensionnement

- Détermination du rendement souhaité de filtration du filtre technique.
- Dimensionnement au moyen d'une simulation de longue durée pour déterminer le degré d'efficacité hydraulique du filtre technique et de son bassin de rétention. Lors de combinaisons avec d'autres phases de traitement, on calculera le degré d'efficacité hydraulique de l'ensemble de l'installation.
- Détermination itérative de l'optimum entre le rendement du filtre, les volumes de rétention et, à la rigueur, les étapes supplémentaires de traitement.
- Contrôle de la surcharge hydraulique : à partir d'une intensité pluviale supérieure à $z=1$ → refoulement possible jusque sur les bandes d'arrêt d'urgence ou prévoir une surverse appropriée.

V.5.3 Indications pour la planification

- Disposition du filtre technique à concevoir de sorte que plusieurs fournisseurs puissent établir des offres ou être mis en concurrence.
- Prévoir un chemin d'entretien pour le filtre technique, prétraitement et bassin des boues.
- Installer des modules de filtration et des pompes de manière à faciliter leur remplacement (entretien externe).
- Infrastructure (électricité, technique de mesure et de régulation, commande à distance, surveillance).
- Problématique du gel (à prendre en compte pour les bassins et l'électromécanique).
- Prévoir une rampe de sortie pour les amphibiens.

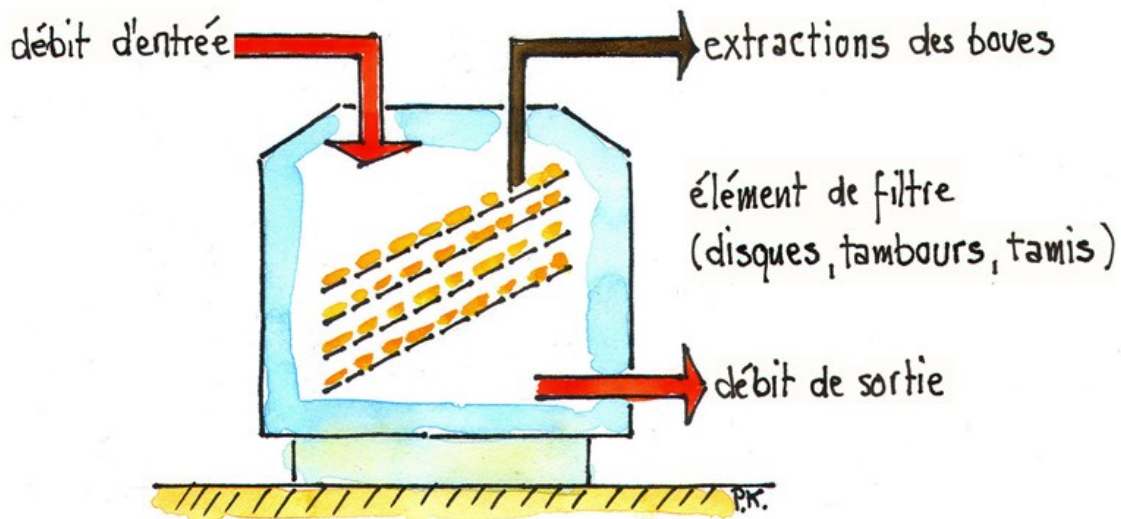


Fig. V.12 Esquisse de la coupe.

V.5.4 Normes, fiches, etc.

- Norme SN 640 340a « Évacuation des eaux de chaussée – Bases » [28] ;
- Normes sur l'épuration des eaux ;
- Norme SN 40 699 « Routes et systèmes d'évacuation des eaux, mesures de protection pour les amphibiens » [27] ;
- Directives de la SUVA (balustrades, sécurité contre les chutes, ...).

V.6 Bassin de décantation / sédimentation, traitement principal

V.6.1 Fonctionnement et efficacité

- Le bassin de décantation est utilisé comme traitement principal pour le niveau d'exigences « réduit ».
- Séparer les eaux claires avant le bassin de décantation. La séparation des eaux claires doit être aménagée de manière à ce que la rétention en cas d'avarie soit assurée.
- Les bassins de décantation peuvent être utilisés comme prétraitement ou traitement principal. Leur dimensionnement varie en conséquence.
- Un séparateur grossier sera intégré au système.
- Les bassins de décantation doivent disposer d'une prédécharge en amont qui évite que les substances déposées soient emportées en cas de forte pluie.
- Sédimentation des particules lorsque la vitesse de décantation est appropriée.
- Le rendement hydraulique dépend de la surface, du volume et d'éventuels éléments incorporés du bassin de décantation.
- Intégrer une retenue dans le bassin de décantation pour les cas d'accident majeur ou d'avarie.

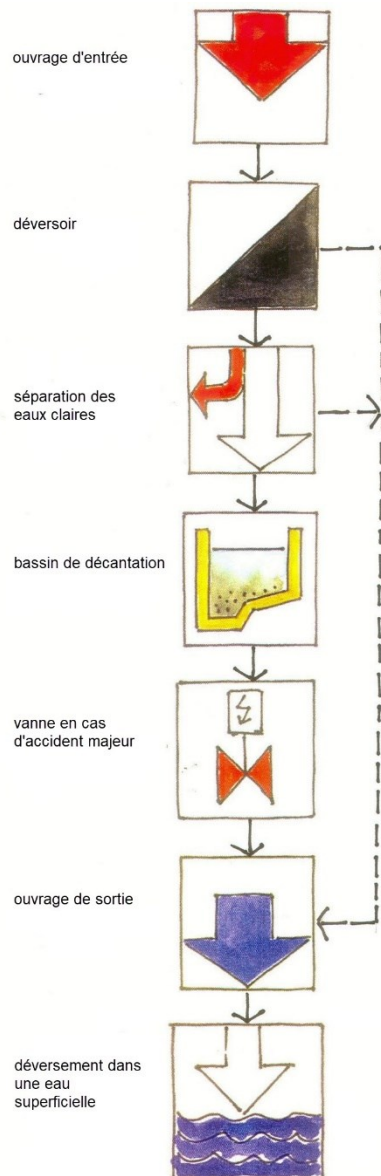


Fig. V.13 Esquisse du système.

V.6.2 Dimensionnement

- La vitesse de décantation en cas de débit maximal à travers le bassin de décantation se situe entre 10 et 20 m/h (État de la technique [18]). Si la géométrie du bassin n'est pas idéale, la vitesse de décantation diminue pour atteindre 5 à 10 m/h.
- Pour les bassins de décantation à niveau permanent utilisés comme traitement principal, une rétention séparée est requise.
- Les bassins de décantation doivent être aménagés de sorte que l'eau les traverse de manière optimale du point de vue hydraulique. Des indications à ce sujet peuvent être obtenues dans la publication sur l'état de la technique [18].
- Le bassin de décantation est dimensionné au moyen d'une simulation de longue durée pour établir le degré d'efficacité hydraulique requis (volume de décharge), ainsi que le volume de rétention supplémentaire du bassin. Lors de combinaisons avec d'autres étapes de traitement, le degré d'efficacité hydraulique de l'ensemble de l'installation sera également calculé.
- Contrôle de la surcharge hydraulique : à partir d'une intensité pluviale supérieure à $z=1$ → refoulement possible jusque sur les bandes d'arrêt d'urgence ou prévoir une surverse appropriée.
- Autre solution : les bassins de décantation régulés avec rétention sont plus difficiles à aménager du point de vue hydraulique, parce que leur niveau d'eau varie.

V.6.3 Indications pour la planification

- Prévoir un chemin d'entretien vers le bassin de décantation.
- Débit à régler selon la valeur de dimensionnement. Pour des débits trop grands, les eaux de la chaussée doivent être déversées avant le bassin, sans cela les matières déjà déposées sont entraînées.
- Pour les bassins régulés, le moment de la vidange du volume de retenue doit être choisi de manière à obtenir une période de décantation maximale. Après un événement pluvieux, vider les bassins en respectant un certain délai (+ env. 12 h) à l'aide d'une pompe ou d'un étranglement commandé.
- Les bassins régulés nécessitent des infrastructures (électricité, technique de mesure et de régulation, commande à distance, surveillance).
- Problématique du gel (à prendre en compte pour les bassins et l'électromécanique).
- Prévoir une rampe de sortie pour les amphibiens et des mesures de sécurité contre les chutes.

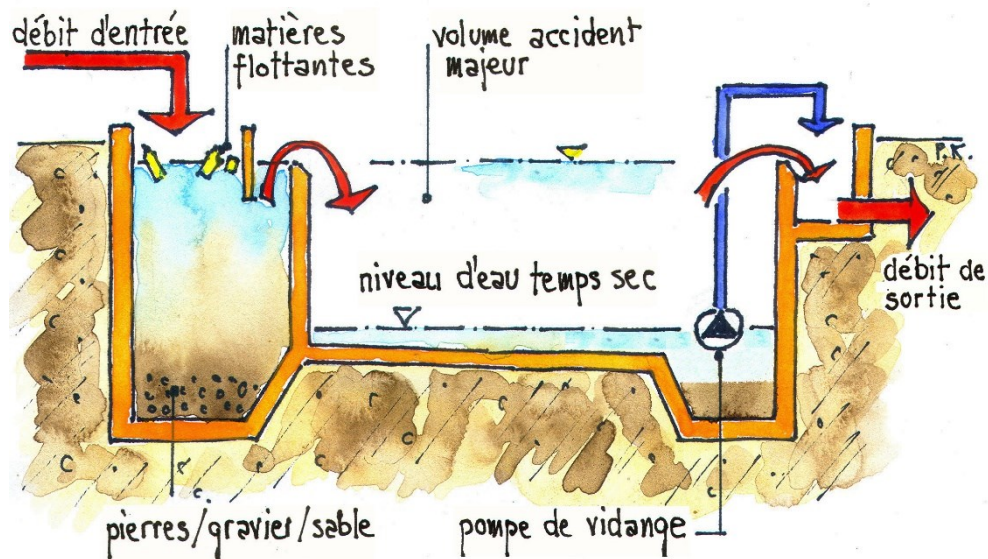


Fig. V.14 Esquisse de la coupe.

V.6.4 Normes, fiches, etc.

- Norme SN 640 340a « Évacuation des eaux de chaussée – Bases » [28] ;
- Normes sur l'épuration des eaux ;
- Norme SN 40 699 « Routes et systèmes d'évacuation des eaux, mesures de protection pour les amphibiens » [27] ;
- Directives de la SUVA (balustrades, sécurité contre les chutes, ...).

Glossaire

Terme	Signification
Ablaufbauwerk	Komponente der Strassenabwasserbehandlungsanlage zur Ableitung des behandelten Strassenabwassers zur Versickerung oder Einleitung in ein oberirdisches Gewässer.
Ouvrage de sortie	<i>Élément d'une installation de traitement des eaux de chaussée assurant le déversement des eaux de chaussée traitées en vue de leur infiltration ou de leur déversement dans une eau superficielle.</i>
Opera di scarico	<i>Componente di un impianto di trattamento delle acque di scarico per lo smaltimento delle acque di scarico trattate e successiva immissione in acque superficiali.</i>
Abnahme	Die Abnahme erfolgt bei Bauende. Dabei werden Dimensionen und Aufbau kontrolliert. Im Werkvertrag ist abweichend von SIA 118 zu vereinbaren, dass die Garantie- und Verjährungsfristen erst dann zu laufen beginnen, wenn die Leistungsnachweise im Rahmen der Schlussprüfung erbracht sind und eine entsprechende „betriebliche Abnahme“ erfolgt ist inklusiv Funktionskontrolle.
Réception	<i>La réception a lieu à la fin d'un chantier de construction. À cette occasion, les dimensions et la réalisation sont contrôlées. On conviendra dans le contrat, contrairement à ce qu'indique la norme SIA 118, que les garanties et les délais de prescription débutent seulement lorsque les preuves d'efficacité sont apportées dans le cadre des examens finaux et qu'une reprise d'exploitation correspondante a été réalisée, y compris un contrôle de fonctionnement.</i>
Collaudo	<i>Il collaudo avviene al termine dei lavori di costruzione. Si controllano le dimensioni e le strutture. Nel contratto d'opera, in deroga alla norma SIA 118, è necessario stabilire che i termini di garanzia e di prescrizione decorrano solo dal momento di rilascio dei certificati di prestazione nell'ambito della verifica finale e a partire dal corrispondente "collaudo operativo", comprensivo di controllo funzionale.</i>
Absetzbecken	Komponente der Anlage zur Abtrennung von Partikeln durch Sedimentation/ Absetzung.
Bassin de décantation/sédimentation	<i>Composant d'une installation pour une séparation des particules par décantation/sédimentation.</i>
Bacino di sedimentazione	<i>Componente dell'impianto per la separazione del particolato tramite sedimentazione/décantazione.</i>
Adsorbermaterial	Material mit grosser spezifischer Oberfläche, an welches sich im Abwasser vorhandene Partikel sowie gelöste Schwermetalle anlagern.
Matériau absorbant	<i>Matériau possédant une grande surface spécifique à laquelle se fixent des particules présentes dans les eaux usées ainsi que des métaux lourds solubles.</i>
Materiale assorbente	<i>Materiale con grande superficie specifica, in cui si accumulano le particelle esistenti e i metalli pesanti disciolti nelle acque di scarico.</i>
ANetz	Automatisches Messnetz des Bundesamtes für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz für die Erhebung meteorologischer Daten inklusive Regendaten. <i>Réseau de mesures automatiques de l'Office fédéral de météorologie et climatologie (MétéoSuisse) pour le relevé des données météorologiques, y compris les données pluviales.</i> <i>Rete automatica di monitoraggio dell'Ufficio Federale di Meteorologia e Climatologia MeteoSchweiz per la raccolta dei dati meteorologici, inclusi i dati relativi alla pioggia.</i>
Anforderungsstufe	Abstufung der Anforderungen an die Reinigungsleistung von SABA.
Niveau d'exigence	<i>Niveau fixé pour le rendement/efficacité d'épuration des SETEC.</i>
Livello di prestazione	<i>Livello per le prestazioni di depurazione del SABA.</i>
AP	Ausführungsprojekt
Pdéf	<i>Projet définitif</i>
AP	<i>Progetto esecutivo</i>
Bankett	Streifen neben der Fahrbahn (bzw. Übergang zwischen Fahrbahn und Tunnelwand), der als Übergang zum Gelände dient (i. d. R. min. 50 cm breit).
Accotement	<i>Bande située à côté de la chaussée (respectivement banquette entre la chaussée et la paroi d'un tunnel), qui sert de transition vers le terrain (dans la règle, min. 50 cm de largeur).</i>
Banchina	<i>Strisce lungo la carreggiata (oppure passaggio tra la carreggiata e la parete della galleria), che dividono la carreggiata dal terreno circostante (in genere, larghezza minima 50 cm.).</i>
Behandlung, Abwasserbehandlung	Die Behandlung dient der Reduktion von unerwünschten Abwasserinhaltsstoffen. Die Behandlung kann sich aus mehreren Komponenten zusammensetzen.
Traitement, traitement des eaux usées	<i>Le traitement sert à réduire la charge polluante indésirable. Le traitement peut comprendre plusieurs étapes.</i>

Trattamento, Trattamento delle acque di scarico	Il trattamento serve a ridurre le sostanze indesiderate presenti nelle acque di scarico. Può essere costituito da diverse fasi.
Belastung von Strassenabwasser <i>Charge polluante des eaux de chaussée</i> Carico delle acque di scarico	Die chemische und physikalische Veränderung des von einem Verkehrsweg abfliessen den Wassers wird gemäss BAFU-Wegleitung in Belastungspunkten (BP) gemessen. <i>La transformation chimique et physique de l'eau ruisselant d'une voie de communication est mesurée par des points de pollution selon les instructions de l'OFEV.</i> <i>Le modifiche chimiche e fisiche subite dalle acque scaricate da una via di comunicazione sono quantificate secondo le linee guida UFAM in punti di carico (BP).</i>
Betriebs- und Unterhaltskosten <i>Coûts d'exploitation et d'entretien</i>	Jährliche Ausgaben während der Betrachtungsperiode, welche dem Betreiber durch den bestimmungsgemässen Gebrauch eines Projekts entstehen. Dazu gehören die Ausgaben für die Ver- und Entsorgung, die Reinigung und Pflege, die Bedienung der technischen Anlagen, den laufenden Unterhalt (Wartung, Instandhaltung), die Kontroll- und Sicherheitsdienste und die Abgaben und Beiträge (inkl. Versicherungsbeiträge, inklusive der Rückstellungen für die Entsorgung am Ende der Nutzung). <i>Coûts annuels pendant la phase d'observation qui résultent, pour l'exploitant, de l'utilisation d'une installation conforme aux prescriptions. En font partie les dépenses pour l'alimentation (par exemple électricité), l'évacuation, l'épuration et l'entretien, le service d'exploitation, l'entretien courant (surveillance, maintien en état), les services de contrôle et de sécurité ainsi que les taxes et les contributions (y compris les assurances et les frais pour la remise en état à la fin de l'utilisation).</i>
Costi di gestione e di manutenzione	<i>Spese annue sostenute dall'operatore durante il periodo di presa visione secondo la destinazione d'uso di un determinato progetto. Comprendono i costi di smaltimento e approvvigionamento, di depurazione, di cura dell'impianto, le fasi di lavorazione delle strutture tecniche, la manutenzione periodica (ottimizzazione, mantenimento), i servizi di controllo e sicurezza e tutte le imposte e i contributi (compresi i premi assicurativi e le disposizioni per lo smaltimento al termine dell'utilizzo).</i>
Boden <i>Sol</i> <i>Suolo</i>	Boden ist die oberste Verwitterungsschicht der Erdkruste. Er besteht aus mineralischen Bestandteilen, Humus, Wasser, Luft und Lebewesen. Der gesunde Boden ist klar strukturiert. Die Bodenteilchen sind so angeordnet, dass sich zwischen ihnen ausreichend grosse Zwischenräume – sogenannte Poren – bilden, die Wasser speichern und in denen Luft zirkuliert. Die Poren können bis zu 50 Prozent des Gesamtvolumens ausmachen. <i>Couche supérieur meuble de l'écorce terrestre où peuvent pousser les plantes. Elle est composée d'éléments minéraux, d'humus, d'eau, d'air et d'êtres vivants. Le sol sain est structuré clairement. La structure des particules de sol conditionne la répartition de pores qui contiennent de l'eau et dans lesquels de l'air circule. Les pores peuvent représenter jusqu'à 50 % du volume total.</i> <i>Il suolo è lo strato superficiale di erosione della crosta terrestre. È costituito da componenti minerali, humus, acqua, aria e organismi viventi. Un suolo sano è strutturato in modo salubre. Le particelle che lo costituiscono sono disposte in modo tale da lasciare tra loro spazio sufficiente (i cosiddetti pori) in cui si immagazzina l'acqua e nei quali circola l'aria. I pori possono rappresentare fino al 50 per cento del totale. Si veda Fig. IV.1.</i>
Bodenfilter <i>Filtre en terre</i> <i>Filtro con terreno</i>	Filter aus geeignetem Bodenmaterial zur Strassenabwasserreinigung durch Abtrennung partikulärer und gelöster Stoffe. <i>Filtre constitué de matériaux terreux appropriés pour l'épuration des eaux de chaussée par adsorption des substances particulaires et dissoutes.</i> <i>Filtro realizzato con materiali presi dal terreno, idoneo alla depurazione delle acque di scarico tramite separazione del particolato e delle sostanze disciolte.</i>
Bodenschicht (filtrierende) <i>Couche de terre (filtrante)</i> <i>Strato di terreno (filtrante)</i>	Bodenmaterial auf Strassenböschungen oder Grünstreifen, welches die Reinigung des Strassenabwassers bei der Versickerung sicherstellt. Sie ist Teil der Strassenanlage (Versickerung über die Böschung). <i>Matériau terreux mis en place sur les talus routiers ou les bas-côtés qui assure l'épuration des eaux de chaussée lors de l'infiltration. Elle constitue une partie de l'installation (infiltration par les bas-côtés).</i> <i>Materiale presente sulle scarpate delle banchine o delle strisce verdi lungo la carreggiata che garantisce la depurazione delle acque di scarico tramite infiltrazione. Fa parte del sistema stradale (infiltrazione attraverso le scarpate).</i>
Böschung/Grünstreifen <i>Talus/bas-côtés</i> <i>Scarpate/strisce verdi</i>	Gelände entlang einer Strasse. Gehört zur Strassenanlage und kann bei geeigneten Verhältnissen (u. ya. geeigneter Aufbau der filtrierenden Bodenschicht) zur Versickerung des Strassenabwassers verwendet werden. <i>Terrain le long de la route. Appartient à l'installation routière et peut être utilisé, dans des conditions appropriées (entre autres si une mise en place conforme de la couche de terre filtrante a été effectuée), pour l'infiltration de l'eau de chaussée par les bas-côtés.</i> <i>Terreno presente lungo la carreggiata. Appartiene al sistema stradale e, a determinate condizioni (tra cui l'installazione di un terreno filtrante adeguato), può essere utilizzato per l'infiltrazione delle acque di scarico.</i>
DP PD DP	Detailprojekt <i>Projet de détail</i> <i>Progetto di dettaglio</i>

Einleitung in ein oberirdisches Gewässer	Ort der Übergabe in ein oberirdisches Gewässer von behandeltem Strassenabwasser respektive Entlastungswasser im Überlastfall.
<i>Déversement</i>	<i>Lieu de déversement de l'eau de chaussée traitée, respectivement de l'eau déversée en cas de surcharge de l'installation (surverse) dans une eau superficielle.</i>
<i>Immissione in acque superficiali</i>	<i>Luogo di passaggio in un ricettore superficiale delle acque di scarico trattate o, rispettivamente, delle acque di scarico in caso di sovraccarico.</i>
Einleitverhältnis V	Das Verhältnis vom Abfluss Q_{347} des Gewässers zur maximalen Abflussmenge des Verkehrswegabwassers an einer Einleitstelle.
<i>Condition de déversement V (hydraulique)</i>	<i>Rapport du débit Q_{347} du cours d'eau par rapport au débit maximal d'eau provenant de la voie de communication au lieu de déversement.</i>
<i>Rapporto d'immissione V</i>	<i>Il rapporto di portata Q_{347} delle acque fino alla massima quantità di flusso delle acque di scarico delle vie di comunicazione in un punto d'immissione.</i>
Einzugsgebiet (EZG)	Entwässerte Strassenfläche in m ² oder ha. Zur entwässerten Fläche zugehörig sind Flächen neben der Fahrbahn, welche in dieselbe Entwässerungsleitung gelangen (z. B. steile Böschungen).
<i>Bassin versant</i>	<i>Surface de route dont l'eau pluviale est récoltée en m² ou en ha. Font partie du bassin versant : les surfaces à côté de la voie de circulation dont les eaux arrivent dans le même collecteur (par ex. talus en pente raide).</i>
<i>Bacino imbrifero (EZG)</i>	<i>Superficie stradale in m² o in ha che raccoglie le acque di scarico. Le superfici sono anche quelle aree accanto alla carreggiata che rientrano nella stessa linea di scarico (ad es. pendii ripidi).</i>
EK	Globales Erhaltungskonzept <i>Concept global de maintenance</i> <i>Concetto globale di conservazione</i>
Entwässerungsart	Umfassender Begriff für die gesetzeskonforme Art und Weise der Entwässerung inklusive allfälliger Behandlungsstufen mit Versickerung und/oder Einleitung in oberirdische Gewässer.
<i>Mode de traitement</i>	<i>Terme général désignant un système d'évacuation des eaux conforme à la législation avec une infiltration ou traitement des eaux avant déversement dans une eau superficielle.</i>
<i>Tipo di smaltimento</i>	<i>Termine generale per indicare un tipo o un modo di smaltimento conforme alla legge, comprese tutte le fasi di trattamento con infiltrazione o immissione in acque superficiali.</i>
Entwässerungssystem	Ein Entwässerungssystem besteht aus Versickerung von Strassenabwasser im Untergrund oder der Ableitung von Strassenabwasser in ein oberirdisches Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation.
<i>Système d'évacuation</i>	<i>Un système d'évacuation est constitué d'une infiltration des eaux de chaussée dans le sous-sol, et/ou d'un déversement des eaux de chaussée dans une eau superficielle ou dans une canalisation publique.</i>
<i>Sistema di smaltimento</i>	<i>Un sistema di smaltimento consiste nell'infiltrazione delle acque di scarico nel sottosuolo o nell'immissione delle stesse in un bacino superficiale o nella fognatura pubblica.</i>
Erfasstes Strassenabwasser	Strassenabwasser, welches der SABA (Behandlung oder Versickerung) zugeführt wird.
<i>Eaux de chaussée cap-tée</i>	<i>Eaux de chaussée qui sont dirigées vers le SETEC (traitement ou infiltration).</i>
<i>Acque di scarico raccolte</i>	<i>Acque di scarico raccolte in un SABA (trattamento o infiltrazione).</i>
Explosions-Zonen (ExZone)	Die Explosions-Zonen werden gemäss SUVA-Merkblatt 2153 festgelegt.
<i>Zones d'explosions (ExZone)</i>	<i>Les zones d'explosions sont définies selon le feuillet d'information de la SUVA 2153.</i>
<i>ExZone</i>	<i>Le zone di esplosione sono determinate ai sensi della scheda tecnica SUVA 2153.</i>
Filter	Komponente (meist Bauwerk) zum Rückhalt von Schmutzstoffen (Partikeln und/oder gelösten Stoffen).
<i>Filtre</i>	<i>Composant (souvent ouvrage) pour la retenue de substances polluées (particules et/ou matières dissoutes).</i>
<i>Filtro</i>	<i>Componente (per lo più opera) idonea a trattenere le sostanze inquinanti (particolati ed elementi disciolti).</i>
Filtermaterial	Material mit geeigneter Zusammensetzung zur Filtration (Adsorption etc.) von Strassenabwasser.
<i>Matériel/matériau filtrant</i>	<i>Matériel/matériau possédant une composition appropriée pour la filtration (absorption, etc.) des eaux de chaussée.</i>
<i>Materiale filtrante</i>	<i>Materiale con composizione idonea alla filtrazione (assorbimento, ecc.) delle acque di scarico.</i>
(Jahres-) Fracht	Menge eines Stoffes, welche pro Zeiteinheit im Strassenabwasser abgeschwemmt wird, z. B. die Jahresfracht in [kg/Jahr].

Quantité (annuelle)	Quantité de matière qui, par unité de temps, est entraînée dans les eaux de chaussée (par ex. la quantité annuelle en [kg/an]).
Carico (annuo)	Quantità di una sostanza lavata via dalle acque di scarico per unità di tempo, ad es. carico annuo in [kg/anni].
Gesamte Ungelöste Stoffe (GUS)	Gesamte Ungelöste Stoffe aus einer filtrierten Probe. Dies entspricht der Gesamtheit an festen Stoffen (Partikel) in einer Wasserprobe, welche einen Durchmesser von 0.45 Mikrometer übersteigen.
Matières en suspension (MES)	Matières en suspension issues d'un échantillon filtré. Correspond à la totalité des matières solides (particules) dans un échantillon d'eau qui dépassent un diamètre de 0,45 micron.
Sostanze totali non disciolte (SS) (GUS)	Totale delle sostanze non disciolte in un campione d'acqua filtrata. Corrisponde al totale delle sostanze solide (particolato) presenti in un campione d'acqua con un diametro di 0.45 micrometri. (GUS)
Gewässerschutzbereich A _u und A _o	Gebiet, mit nutzbaren unterirdischen Gewässern sowie zu deren Schutz notwendigen Randgebieten (A _u). Oberirdische Gewässer mit deren Uferbereichen, soweit dies zur Gewährleistung einer besonderen Nutzung (i. d. R. Trinkwassergewinnung) erforderlich ist (A _o).
Secteur de protection des eaux A _u et A _o	Le secteur A _u de protection des eaux comprend les eaux souterraines exploitables ainsi que les zones attenantes nécessaires à leur protection. Le secteur A _o comprend les eaux de surface particulièrement menacées et leurs zones riveraines et dont l'usage peut être réservé à l'alimentation en eau potable.
Area di protezione delle acque A _u e A _o	Zone dotata di acque sotterranee utilizzabili, le cui aree circostanti devono essere sottoposte a tutela (A _u). Bacini superficiali e relative sponde (A _o), nella misura in cui è necessario garantire un uso specifico (di solito per approvvigionamento acqua potabile).
Grobabscheider	Sonderbauwerk im Entwässerungssystem, welches zur Absetzung oder Abscheidung von im Abwasser mitgeführten Grobstoffen dient.
Séparateur grossier	Ouvrage spécial dans le système d'évacuation des eaux qui sert à la décantation ou à la séparation des matières grossières amenées par l'eau.
Separazione grossolana	Struttura speciale nel sistema di smaltimento utilizzata per la rimozione o la deposizione dei materiali grossolani trascinati nelle acque di scarico.
GUS-Gesamtwirkungsgrad	Verhältnis der durch die SABA zurückgehaltenen Menge GUS zur im Entwässerungssystem gesamthaft erfassten Menge GUS.
Degré d'efficacité globale MES	Rapport entre la quantité retenue de MES dans l'ensemble du système et la quantité totale de MES dans le système d'évacuation des eaux.
SS - Rendimento complessivo	Rapporto tra la quantità di SS trattenute dal SABA e la quantità complessiva di SS rilevate in un impianto di smaltimento.
GUS-Wirkungsgrad der SABA	Wirkungsgrad der SABA bezüglich GUS-Rückhalt, d. h. Menge GUS, welche in der SABA effektiv zurückgehalten wird im Vergleich zur in die SABA eingeleiteten Menge GUS.
Degré d'efficacité MES du SETEC	Rapport entre la quantité retenue de MES dans le SETEC et la quantité totale de MES qui y parvient.
SS - Rendimento SABA	Grado di efficacia del SABA in merito al trattenimento delle SS, ad es. Quantità di SS effettivamente trattenute in rapporto alla quantità complessiva di SS introdotte nel SABA.
Havariebecken Stapelbecken	Anlageteil zum Rückhalt von Wasser gefährdenden Flüssigkeiten und Stoffen im Normalbetrieb.
Bassin d'avarie	Élément d'installation servant à retenir des fluides et des substances pouvant polluer les eaux dans le cas de l'exploitation normale.
Bacino di avaria	Parte dell'impianto che, in regime di funzionamento normale, è destinata al trattenimento dei liquidi e delle sostanze che possono inquinare l'acqua.
Horizont A	Obenliegende Bodenschicht, welche sich durch einen hohen Anteil an organischem Material auszeichnet, das gut mit den mineralischen Komponenten vermischt ist. Die Schicht ist durch die biologische Aktivität gut durchmischt und ist stark durchwurzelt.
Horizon A	Couche de terre située en surface caractérisée par une part élevée de matériel organique bien mélangée avec les composants minéraux. La couche est bien mélangée et fortement aérée par l'activité biologique.
Orizzonte A	Strato di suolo superficiale caratterizzato da un'alta percentuale di materiale organico ben miscelato con i componenti minerali. Grazie all'attività biologica, lo strato è ben miscelato e molto radicato.
Horizont B	Unter Horizont A liegende Bodenschicht, welche durch die Verwitterung der mineralischen Bestandteile des Muttergesteines entsteht (Lehm, Oxide etc.). Seine Struktur wird durch diese mineralischen Komponenten bestimmt.
Horizon B	Couche de terre située sous l'horizon A qui se forme par l'altération des composants (limon, oxyde, etc.). Sa structure est déterminée par ses composants minéraux.
Orizzonte B	Strato di suolo sottostante all'orizzonte A composto dagli elementi minerali provenienti dalla degradazione meteorica della roccia madre (limo, ossidi, ecc.). La sua struttura è determinata da questi componenti minerali.
Hydraulischer Wirkungsgrad	Verhältnis der behandelten Menge Strassenabwasser (nach Entlastungen) zur gesamthaft erfassten Strassenabwassermenge.

<i>Degré d'efficacité hydraulique</i>	<i>Rapport entre la quantité d'eau de chaussée traitée (après déversement) et la quantité totale de l'eau de chaussée récoltée.</i>
<i>Rendimento idraulico</i>	<i>Rapporto tra la quantità di acque di scarico trattate (dopo lo scarico) e il volume complessivo delle acque reflue raccolte.</i>
Inbetriebnahme	Zeitpunkt, ab dem alle Anlagenteile und Becken der SAB-Anlage vollwertig genutzt werden können.
Mise en service	<i>Moment à partir duquel tous les éléments de l'installation et tous les bassins de l'installation de traitement des eaux peuvent être complètement utilisés.</i>
Messa in funzione	<i>Data a partire dalla quale tutte le parti e i bacini di un impianto SABA possono essere utilizzati in modo pienamente autosufficiente.</i>
Kolmatierung	Ablagerung von Feinstoffen auf einer Oberfläche (z. B. der Gewässersohle oder des Bodenfilters), welche durch zugeführte Feinstoffe erfolgt und zu einer Verstopfung der Porenräume führt. Dies verursacht eine Verminderung der Sickerfähigkeit bis hin zum vollständigen Verstopfen.
Colmatage	<i>Dépôt sur une surface (par ex. sur le lit d'un cours d'eau ou sur un filtre en terre) suite à une amenée de matières fines et qui remplissent les pores. Provoque une réduction de la capacité d'infiltration jusqu'à une obstruction complète.</i>
Saturazione	<i>Deposito di sostanze fini su una superficie (ad es. Il letto di un fiume o il fondo di un filtro) che, se alimentata in continuo dalle sostanze stesse, porta all'intasamento dei pori filtranti. Ciò causa una riduzione della capacità di filtrazione fino a una completa interruzione del processo.</i>
Mechanischer Filter	Filteranlage zur mechanischen Wasserreinigung durch Abtrennung partikulärer Stoffe.
<i>Filtre mécanique</i>	<i>Installation de filtration pour l'épuration mécanique des eaux par séparation des matières particulaires.</i>
Filtro meccanico	<i>Dispositivo filtrante per la depurazione meccanica dell'acqua tramite separazione dei particolati.</i>
MK, MP	Massnahmenkonzept, Massnahmenprojekt <i>Concept d'intervention, projet d'intervention</i> <i>Concetto d'intervento, progetto d'intervento</i>
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Chemische Stoffgruppe welche aus Kohlenwasserstoffen besteht und insbesondere bei Verbrennungsprozessen entsteht, in Erdölprodukten enthalten ist oder gezielt zur Beeinflussung von Stoffeigenschaften zugemischt wird. PAK sind mehr oder weniger krebserregend.
<i>Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)</i>	<i>Groupe de substances chimiques composées d'hydrocarbures et qui apparaissent notamment lors des processus de combustion. Ils sont contenus dans les produits pétroliers ou ajoutées dans le but d'influencer les caractéristiques des produits. Les HAP sont plus ou moins cancérigènes.</i>
<i>Idrocarburi aromatici policiclici (PAK)</i>	<i>Gruppo di elementi chimici costituito da idrocarburi aventi origine in particolare dai processi di combustione; sono contenuti nei prodotti derivati dal petrolio oppure vengono aggiunti in modo mirato per influenzare le proprietà dei tessuti. I PAK sono cancerogeni in misura maggiore o minore.</i>
Reinigungsleistung	Die Reinigungsleistung entspricht dem Gesamtwirkungsgrad einer Behandlung.
<i>Efficacité d'épuration</i>	<i>L'efficacité d'épuration correspond au degré d'efficacité global d'un traitement.</i>
<i>Rendimento della depurazione</i>	<i>Il grado di efficacia di depurazione corrisponde al grado di efficienza complessivo di un trattamento.</i>
Retentionsbecken	Becken, in dem das Strassenabwasser gespeichert, verzögert und gedrosselt abgeleitet wird. Es ist in der Regel mit einer Abspermmöglichkeit ausgerüstet.
<i>Bassins de rétention</i>	<i>Bassins, dans lesquels l'eau de chaussée est accumulée et dont l'écoulement est ralenti et dosé. Il est, dans la règle, équipé d'une possibilité de fermeture.</i>
<i>Bacino di ritenzione</i>	<i>Bacino in cui le acque di scarico vengono raccolte, rallentate e grossolanamente. È generalmente dotato di un dispositivo di blocco.</i>
Robustheit	Fähigkeit eines Entwässerungselements, Schädigungen oder die Auswirkungen eines Versagens auf Ausmasse zu begrenzen, die in einem vertretbaren Verhältnis zur Ursache stehen.
<i>Robustesse</i>	<i>Capacité d'un système d'évacuation des eaux de maintenir une stabilité malgré des conditions externes changeantes.</i>
<i>Robustezza</i>	<i>Capacità di un elemento di drenaggio di limitare i danni o gli effetti negativi di un blocco in proporzione ragionevole rispetto alle cause dello stesso.</i>
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlage ist eine Einzelbehandlungsanlage, die meistens aus mehreren technischen Komponenten besteht.
SETEC	<i>Système d'évacuation et de traitement des eaux de chaussées, soit une installation de traitement unique constituée en général de plusieurs composants techniques.</i>
SABA	<i>Impianto di trattamento delle acque reflue stradali, inteso come struttura singola composta per lo più di vari elementi tecnici.</i>
Sandfilter bewachsen	Filteranlage zur mechanisch-biologischen Strassenabwasserreinigung durch Abtrennung von partikulärem und biologischem Abbau gelöster Stoffe.

<i>Filtre en sable végétalisé</i>	<i>Filtre destiné à l'épuration mécano biologique des eaux de chaussée par séparation particulaire et dégradation biologique des matières dissoutes.</i>
<i>Filtro a sabbia coperto di vegetazione</i>	<i>Filtro per la depurazione meccanico-biologica delle acque di scarico tramite separazione dei particolati ed eliminazione biologica delle sostanze disciolte.</i>
Schlammbehandlung	Komponente des Bauwerks zur Behandlung des anfallenden Schlamms.
<i>Traitement des boues</i>	<i>Élément de l'ouvrage destiné au traitement des boues accumulées.</i>
<i>Separatore fanghi</i>	<i>Componente della struttura destinata al trattamento dei fanghi accumulati.</i>
Schmutzfracht	Im Abwasser enthaltene Schadstoffmenge pro Zeiteinheit, z. B. in g/s oder kg/a.
<i>Charge polluante</i>	<i>Quantité de substances polluantes contenues dans l'eau usée par unité de temps, par ex. en g/sec ou kg/an.</i>
<i>Carico di inquinanti</i>	<i>Sostanze inquinanti contenute nelle acque di scarico per unità di tempo, ad es. in g/s o kg/a.</i>
Sickerleistung	Abwassermenge, die pro Zeiteinheit und m ² Filterfläche versickert werden kann; in l/min m ² oder m ³ /s m ² .
<i>Capacité d'infiltration</i>	<i>Quantité d'eau qui peut être infiltrée par unité de temps et m² de surface ; en l/min m² ou m³/s m².</i>
<i>Capacità drenante</i>	<i>Quantità d'acqua che, per unità di tempo e m² di superficie filtrante, può essere filtrata; in l/min m² oppure m³/s m².</i>
Splitt/Kiesfilter	Anlageteil zur Abfiltrierung von Feinstoffen über einen Filterkuchen gebettet auf einer Splittschicht.
<i>Filtre en splitt (gravillon)/gravier</i>	<i>Partie d'installation pour la filtration des matières fines sur une couche de limons située sur une couche de splitt.</i>
<i>Filtro a ghiaia / pietrisco</i>	<i>Parte dell'impianto per la filtrazione degli elementi fini tramite un rivestimento del filtro circondato da uno strato di ghiaia.</i>
Stand der Technik	Definition der allgemeingebrauchlichen technischen Standards zu einem gegebenen Zeitpunkt.
<i>État de la technique</i>	<i>Définit le standard technique généralement utilisé à un moment donné.</i>
<i>Stato della tecnica</i>	<i>Definizione delle norme tecniche comunemente utilizzate in un determinato momento.</i>
Stapelvolumen	Wassermenge, welche innerhalb eines definierten Anlagenteils gespeichert werden kann, in m ³ oder l.
<i>Volume de rétention</i>	<i>Quantité d'eau qui peut être accumulée dans une partie définie de l'installation, en m³ ou l.</i>
<i>Volume di raccolta</i>	<i>Quantità d'acqua che può essere raccolta all'interno di uno specifico impianto, in m³ o in l.</i>
Störfallvolumen	Bezeichnung für das massgebende Rückhaltevolumen für Wasser gefährdende Flüssigkeiten in störfallrelevanter Menge gemäss StFV bei Verkehrsunfällen. Für den Rückhalt solcher Stoffe ist ein minimales Volumen von 30m ³ bereit zu stellen.
<i>Volume en cas d'accident majeur</i>	<i>Désignation du volume de rétention déterminant pour les liquides pouvant polluer les eaux en quantité importante en cas d'accident majeur selon l'OPAM. Un volume minimal de 30 m³ sera prévu pour retenir ces liquides.</i>
<i>Volume in caso d'incidente</i>	<i>Designazione del volume di raccolta dei liquidi pregiudicanti per le acque fuoriusciti dopo incidenti di portata rilevante, ai sensi della OPIR. Per la raccolta di tali liquidi è necessario disporre di un volume minimo di 30m³.</i>
Strassenabwasser	Niederschlagswasser, das auf einem Strassenabschnitt anfällt und abfließt.
<i>Eau de chaussée</i>	<i>Eau de pluie qui tombe et s'écoule sur un tronçon de route.</i>
<i>Acqua di scarico della strada</i>	<i>Acqua piovana che si accumula e defluisce da un tratto stradale.</i>
Strassenabwasserbehandlung (SAB)	Massnahmen zur Reinigung des Strassenabwassers zwecks gesetzeskonformer Versickerung oder Einleitung in ein Gewässer.
<i>Traitement des eaux de chaussée (TEC)</i>	<i>Mesures d'épuration de l'eau de chaussée avant une infiltration ou un déversement dans une eau superficielle conformes à la législation.</i>
<i>Trattamento acque di scarico (SAB)</i>	<i>Insieme delle misure per la depurazione delle acque di scarico, allo scopo di filtrarle o immetterle in un bacino superficiale secondo le disposizioni di legge.</i>
Überlauf (Entlastung)	Erfasstes Strassenabwasser bei einem stärkeren Regenereignis, welches nicht in der SABA behandelt wird, sondern direkt und ohne Behandlung in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet (entlastet) wird.
<i>Déversoir</i>	<i>Eaux de chaussée récoltées lors d'un épisode de fortes pluies qui ne sont pas traitées dans le SETEC mais déversées directement et sans traitement dans une eau superficielle.</i>
<i>Troppo pieno (scarico)</i>	<i>Acque di scarico raccolte in caso di forte evento piovoso che non vengono trattate in un SABA ma che sono direttamente immesse (scaricate) in acque superficiali senza subire alcun trattamento.</i>
UPIaNS	Organisatorische Massnahme zur systematischen Unterhalts- und Erneuerungsplanung des Nationalstrassennetzes. <i>Mesure organisationnelle pour un entretien et une rénovation systématique du réseau des routes nationales.</i>

<i>Pianificazione della manutenzione delle Strade Nazionali.</i>	
Versickerung <i>Infiltration</i>	Passage von Wasser über eine bewachsene Bodenschicht ins Grundwasser. <i>Passage vertical de l'eau dans les eaux souterraines à travers une couche de terre végétalisée ou un filtre.</i>
<i>Infiltrazione</i>	<i>Passaggio dell'acqua nelle falde attraverso uno strato di suolo coperto di vegetazione.</i>
Versickerungsfläche <i>Surface d'infiltration</i>	Fläche, über die das Strassenabwasser in den Untergrund versickert in m ² . <i>Surface au travers de laquelle l'eau de chaussée s'infiltré dans le sous-sol, en m².</i>
<i>Superficie d'infiltrazione</i>	<i>Superficie attraverso la quale le acque di scarico s'infiltrano, in m².</i>
Versickerungsleistung	Wassermenge, die in einer definierten Zeiteinheit in den Untergrund versickert; in l/min oder m ³ /s pro m ² .
<i>Capacité d'infiltration</i>	<i>Quantité d'eau qui s'infiltré dans le sous-sol dans une unité de temps définie ; en l/min ou m³/s.</i>
<i>Capacità d'infiltrazione</i>	<i>Quantità d'acqua che, in un lasso di tempo ben definito, s'infiltra nel sottosuolo; in l/min oppure m³/s per m².</i>
V _G , V _{Gmax}	Das Verhältnis zwischen Abfluss der Einleitung und Abfluss des Gewässers (gemäss BUWAL-Wegleitung). <i>Rapport entre le débit d'arrivée et le débit du cours d'eau (selon les instructions pratiques de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage [OFEFP]).</i> <i>Rapporto tra il flusso di entrata e il flusso di uscita delle acque di scarico (ai sensi delle linee guida UFAFP).</i>
Vor-Entlastung <i>Déversement préalable, surverse</i>	Abtrennung eines Abwasserteilstroms vor Erreichen einer SABA. <i>Séparation d'une partie des eaux de chaussée avant le SETEC.</i>
<i>Pre-scarico</i>	<i>Separazione di un flusso delle acque di scarico prima di raggiungere un SABA.</i>
Wirtschaftlichkeit	Massvoller Einsatz finanzieller Mittel und natürlicher Ressourcen, bezogen auf die gesamte Dauer der Projektierung, Ausführung und Nutzung.
<i>Rentabilité</i>	<i>Engagement mesuré de moyens financiers et de ressources naturelles en rapport avec la durée totale de la planification, réalisation et utilisation.</i>
<i>Economicità</i>	<i>Utilizzo ponderato di mezzi finanziari e di risorse naturali secondo la durata complessiva della progettazione, dell'esecuzione e dell'utilizzo.</i>

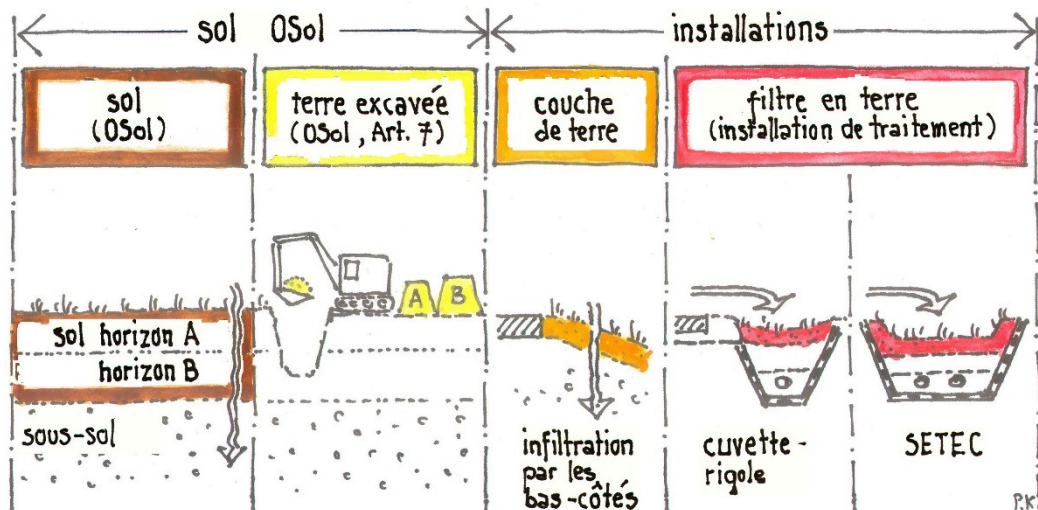


Fig. 7.15 Définition du sol, du filtre en terre et des installations.

Bibliographie

Lois fédérales

- [1] Confédération suisse (1966), « **Loi fédérale du 1^{er} juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage (LPN)** », RS 451, www.admin.ch.
- [2] Confédération suisse (1991), « **Loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les forêts (LFO)** », RS 921.0, www.admin.ch.
- [3] Confédération suisse (1999), « **Constitution fédérale de la Confédération suisse du 18 avril 1999** », RS 101, www.admin.ch.
- [4] Confédération suisse (1960), « **Loi fédérale du 8 mars 1960 sur les routes nationales (LRN)** », RS 725.11, www.admin.ch.
- [5] Confédération suisse (1983), « **Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (LPE)** », RS 814.01, www.admin.ch.
- [6] Confédération suisse (1991), « **Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (LEaux)** », RS 814.20, www.admin.ch.
- [7] Confédération suisse (1979), « **Loi fédérale du 22 juin 1979 sur l'aménagement du territoire (LAT)** », RS 700, www.admin.ch.

Ordonnances

- [8] Confédération suisse (2007), « **Ordonnance du 7 novembre 2007 sur les routes nationales (ORN)** », RS 725.111, www.admin.ch.
- [9] Confédération suisse (1998), « **Ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées au sol (OSol)** », RS 814.12, www.admin.ch.
- [10] Confédération suisse (1991), « **Ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM)** », RS 814.012, www.admin.ch.
- [11] Confédération suisse (2005), « **Ordonnance du 22 juin 2005 sur les mouvements de déchets (OMoD)** », RS 814.610, www.admin.ch.
- [12] Confédération suisse (2015), « **Ordonnance du 4 décembre 2015 sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED)** », RS 814.600, www.admin.ch.
- [13] Confédération suisse (1998), « **Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux)** », RS 814.201, www.admin.ch.
- [14] Confédération suisse (2005), « **Ordonnance du DETEC du 18 octobre 2005 concernant les listes pour les mouvements de déchets** », RS 814.610.1, www.admin.ch.
- [15] Confédération suisse (2000), « **Ordonnance du 28 juin 2000 sur l'aménagement du territoire (OAT)** », RS 700.1, www.admin.ch.
- [16] Confédération suisse (1998), « **Ordonnance du 26 août 1998 sur l'assainissement des sites pollués (ordonnance sur les sites contaminés, OSites)** », RS 814.680, www.admin.ch.

Arrêtés fédéraux

- [17] Confédération suisse (1992), « **Arrêté du Conseil fédéral concernant le plan sectoriel des surfaces d'assolement : surface minimale et répartition entre les cantons** », www.bafu.admin.ch.

Instructions et directives de l'OFROU

- [18] Office fédéral des routes OFROU (2021), « **Traitement des eaux de chaussée : État de la technique** », documentation ASTRA 88002, V2.00, www.astra.admin.ch.
- [19] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Procédure applicable en cas de découvertes archéologiques ou paléontologiques lors de la construction des routes nationales** », instructions ASTRA 7A020, V1.01, www.astra.admin.ch.
- [20] Office fédéral des routes OFROU (2008), « **Mesures de sécurité sur les routes nationales selon l'ordonnance sur les accidents majeurs** », directive ASTRA 19001, V2.00, www.astra.admin.ch.
- [21] Office fédéral des routes OFROU (2012), « **Application de l'ordonnance sur les accidents majeurs sur les routes nationales** », directive ASTRA 19002, V1.00, www.astra.admin.ch.
- [22] Office fédéral des routes OFROU (2011), « **Sécurité opérationnelle de l'exploitation** », directive 16050, V1.02, www.astra.admin.ch.

Normes

- [23] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2003), « **Évacuation des eaux de chaussée, Débit** », 40 353, www.vss.ch.
- [24] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2003), « **Évacuation des eaux de chaussée, Cheminée d'évacuation** », 40 356, www.vss.ch.
- [25] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2009), « **Évacuation des eaux de chaussée, Pollution des eaux de chaussée** », 40 347, www.vss.ch.
- [26] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2001), « **Intensité des pluies** », 40 350, www.vss.ch.
- [27] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2010), « **Faune et trafic, protection des amphibiens, mesures** », 40 699.
- [28] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2003), « **Évacuation des eaux de chaussée, Bases** », 40 340A, www.vss.ch.
- [29] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1983), « **Matériaux pour filtre, Prescriptions de qualité** », 70 125A, www.vss.ch.
- [30] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2010), « **Évacuation des eaux de chaussée, Évacuation des eaux sur l'accotement** », 40 354, www.vss.ch.
- [31] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1983), « **Drainage ; Étude de projets** », 40 355, www.vss.ch.
- [32] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2003), « **Évacuation des eaux de chaussée, Dimensionnement des canalisations** », 40 357, www.vss.ch.
- [33] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (1985), « **Évacuation des eaux de chaussée, Collecteurs et drainages, Prescriptions d'exécution** », 40 360, www.vss.ch.
- [34] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (2012), « **Évacuation des eaux de chaussée ; Dispositifs de couronnement et de fermeture** », 40 366, www.vss.ch.
- [35] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (prévu en 2014), « **Évacuation des eaux de chaussée, Rétention et traitement** », 40 361.
- [36] Association suisse des professionnels de la route et des transports VSS (prévu en 2013), « **Évacuation des eaux de chaussée, Accidents, avaries** », 40 364.

Manuels de l'OFROU

- [37] Office fédéral des routes OFROU (2018), « **Exploitation** », *Manuel technique ASTRA, fiche technique 26010, V1.01*, www.astra.admin.ch.
- [38] Office fédéral des routes OFROU (2013), « **Tracé/Environnement (FHB T/U)** », *manuel technique ASTRA 21001*, www.astra.admin.ch.

Documentation

- [39] Association suisse des professionnels de la protection des eaux VSA (2019), « **Gestion des eaux urbaines par temps de pluie** », directive, www.vsa.ch.
- [40] Association suisse des professionnels de la protection des eaux VSA (2007), « **Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter (STORM). Richtlinie für die konzeptuelle Planung von Massnahmen** », directive, www.vsa.ch.
- [41] M. Gutmann (2010), « **Kosten-/Nutzenbetrachtung Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung** », *Office fédéral des routes OFROU & Sennhauser, Werner & Rauch AG SWR*.
- [42] Office fédéral de l'environnement OFEV (1999), « **Directive pour la valorisation, le traitement et le stockage des matériaux d'excavation et déblais (Directive sur les matériaux d'excavation)** », www.bafu.admin.ch.
- [43] Office fédéral du développement territorial ARE (2006), « **Plan sectoriel des surfaces d'assolement – Aide à la mise en œuvre** », www.are.admin.ch.
- [44] Peter Kaufmann Aquawet (2009), « **Erhaltungsprojekt Stadttangente Bern, Hydraulische Berechnung Teil 2** ».
- [45] Office fédéral des routes OFROU (2013), « **Méthode pour l'examen de la proportionnalité des installations de traitement des eaux de chaussée** », *documentation ASTRA 88003, V1.00*, www.astra.admin.ch.
- [46] Office fédéral des routes OFROU & Sennhauser Werner & Rauch AG SWR (en cours de rédaction), « **Verhältnismässigkeit des Aufwands für Strassenabwasserbehandlung, Kriterien und Methode zur Beurteilung** », *rapport*.

-
- [47] Office fédéral de l'environnement OFEV (2011), « **Rapport explicatif sur la modification de l'ordonnance sur la protection des eaux du 4 mai 2011** », www.bafu.admin.ch.
-
- [48] Office fédéral de l'environnement OFEV (1998), « **Commentaires concernant l'ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol)** », www.bafu.admin.ch.
-
- [49] Office fédéral des routes OFROU (2013), « **MISTRA SABA – Manuel de saisie des données** », *documentation – IT ASTRA 68024, V1.20*, www.astra.admin.ch.
-
- [50] Office fédéral des routes OFROU (2014), « **Infiltration des eaux de chaussée des routes nationales par les bas-côtés** », *documentation ASTRA 88006, V1.00*, www.astra.admin.ch.
-
- [51] Office fédéral des routes OFROU (2015), « **Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux par les bas-côtés des routes nationales** », *documentation ASTRA 88011, V1.20*, www.astra.admin.ch.
-

Liste des modifications

Édition	Version	Date	Modifications
2023	1.31	15.12.2023	Adaptation à l'état de la technique 2021 Principaux changements : abandon des filtres en terre et des adsorbants ; le bassin de décantation est désormais mentionné comme traitement principal pour le niveau d'exigences « réduit ».
2013	1.30	18.12.2015	Adaptations rédactionnelles. Fig. 4.2 corrigée. Glossaire d/f/i.
2013	1.20	12.01.2014	Adaptations rédactionnelles.
2013	1.10	03.12.2013	Adaptation formelle chapitre IV.1.2 et diverses adaptations rédactionnelles.
2013	1.00	20.06.2013	Entrée en vigueur de l'édition 2013.

