



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,
de l'énergie et de la communication DETEC

Office fédéral des transports OFT
Office fédéral de l'environnement OFEV

Directive

Évacuation des eaux des installations ferroviaires



Août 2018

Editeur : Office fédéral des transports, 3003 Berne
Office fédéral de l'environnement, 3003 Berne

Auteurs : Robert Attinger(OFT)
Tobias Schaller (OFT, jusqu'en juillet 2012)
Benjamin Meylan (OFEV)
Patrick Fischer (OFEV)
Simona Weber (OFEV, à partir de mars 2014)
Judith Schöbi (CFF)
Martin Isler (BLS)
Ralph Rechsteiner (RhB)
Stefan Hasler (AWA ct. Berne, VSA)

Photo de couverture Chemins de fer rhétique RhB

Téléchargement PDF (pas de version imprimée)

www.bav.admin.ch > Thèmes > Environnement > Protection des eaux

www.bafu.admin.ch > Publications > Aide à l'exécution > Eau

Langues : Allemand (original)
Français
Italien

Table des matières

Liste des abréviations	4
Glossaire	5
1. Préambule	6
1.1 Introduction	6
1.2 Champ d'application	6
1.3 Destinataires et légitimation	7
1.4 Structure	7
2. Bases	7
2.1 Bases légales	7
2.1.1 Eaux non polluées	7
2.1.2 Eaux polluées	8
2.1.3 Évacuation des eaux dans les secteurs particulièrement menacés et dans les zones et périmètres de protection des eaux souterraines	9
2.2 Substances polluantes dans les eaux à évacuer des voies	9
3. Détermination de la méthode admissible d'évacuation des eaux	10
3.1 Voie et banquette	10
3.1.1 Principes	10
3.1.2 Pollution des eaux de la voie	11
3.1.3 Modification importante	12
3.1.4 Imperméabilisation de la voie	13
3.1.5 Marche à suivre pour déterminer le mode d'évacuation des eaux	14
3.1.6 Installations de traitement et de rétention	17
3.1.7 État d'avancement de la technique des installations de traitement sans passage par le sol (filtre artificiel)	20
3.1.8 Eaux parasites	20
3.1.9 Procédure à suivre en cas d'eaux naturelles polluées	20
3.2 Quais et marquises	21
3.2.1 Généralités	21
3.2.2 Cas particulier du quai intermédiaire	22
3.3 Passages inférieurs pour piétons	23
3.4 Installations électriques	23
Annexe 1: Bibliographie	24
Annexe 2: Commentaires sur les classes de pollution des eaux de la voie	25
Annexe 3: Modes d'évacuation des eaux selon R RTE21110	28
Annexe 4: Détermination des conditions de déversement	30
Annexe 5: Évaluation de la structure du sol	31
Annexe 6: État de la technique des installations de traitement sans passage à travers une couche de sol	32
Annexe 7: Banquette anti-prolifération de la végétation selon R RTE 211110	33

Liste des abréviations

DE-OCF	Dispositions d'exécution du 15 décembre 1983 de l'ordonnance sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (DE-OCF ; RS 742.141.1)
A _o , A _u	Secteur de protection des eaux A _o , A _u
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFT	Office fédéral des transports
LCdF	Loi du 20 décembre 1957 sur les chemins de fer (LCdF ; RS 742.101)
OCF	Ordonnance du 23 novembre 1983 sur la construction et l'exploitation des chemins de fer (ordonnance sur les chemins de fer, OCF ; RS 742.141.1)
PGEE	Plan général d'évacuation des eaux
LEaux	Loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (loi sur la protection des eaux, LEaux ; RS 814.20)
OEaux	Ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux ; RS 814.201)
PPES	Périmètre de protection des eaux souterraines
PPhS	Produits phytosanitaires
Q _E	Débit d'eaux pluviales déversé avec $z = 1$ (l/s)
Q ₃₄₇	Débit d'étiage pour les cours d'eau (m ³ /s). Débit d'un cours d'eau atteint ou dépassé pendant 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans et qui n'est pas influencé sensiblement par des retenues, des prélèvements ou des apports d'eau.
PREE	Plan régional d'évacuation des eaux
R RTE	Ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire (Editeur UTP)
S1, S2, S3	Zones de protection des eaux souterraines S1, S2, S3
OPAM	Ordonnance du 27 février 1991 sur la protection contre les accidents majeurs (ordonnance sur les accidents majeurs, OPAM ; RS 814.012))
LPE	Loi fédérale du 7 octobre 1983 sur la protection de l'environnement (loi sur la protection de l'environnement, LPE ; RS 814.01)
üB	Secteur de protection des eaux, autres secteurs
V	Rapport hydraulique de déversement (ci-après rapport V)
V _G	Rapport hydraulique de déversement propre au cours d'eau (ci-après rapport V _G)
V _{G,max}	Rapport hydraulique de déversement propre au cours d'eau sur le tronçon de cours d'eau (ci-après rapport V _{G,max})
OSol	Ordonnance du 1 ^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol ; RS 814.12)
UTP	Union des transports publics
VSA	Association suisse des professionnels de la protection des eaux
Z _o , Z _u	Aires d'alimentation Z _o , Z _u
z	Temps de retour d'une précipitation donnée

Glossaire

Secteurs des gares	Zones des quais, aires de stationnement, zones de manœuvre et gares de triage. Voies situées dans les zones d'accueil du public et voies avec leur banquette ou chemins empruntés régulièrement par le personnel (préparation du train, personnel de manœuvre, personnel de train, etc.)
Banquette	La banquette longe la voie et en forme la limite latérale. Elle assume diverses fonctions telles que p. ex. dégagement de service, chemin de fuite, aire de stationnement, barrière à la végétation, etc.
Installation de traitement	Installation d'aspect naturel ou installation technique pour les eaux des voies ferrées, aménagée en amont de l'infiltration ou du déversement et visant en premier lieu un effet d'épuration (p. ex. bassins de rétention filtrants).
Sol	Uniquement la couche supérieure de terre non imperméabilisée, dans laquelle des plantes peuvent pousser.
Filtre en terre	Filtre en matériau approprié servant au traitement des eaux évacuées des voies par séparation des particules et des substances en solution.
Couche de sol (filtrante)	Sol de talus ou de bandes de terrain végétalisées qui assurent le traitement des eaux évacuées des voies lors de l'infiltration. Elle fait partie de l'installation ferroviaire (infiltration par le talus).
Voie	Ensemble construit sur lequel un passage de train exerce une influence. La voie comprend la superstructure et l'infrastructure avec l'évacuation des eaux de la voie jusqu'au déversement.
Profondeur du niveau piézométrique	Distance verticale entre la surface du sol et le niveau des eaux souterraines. On considère comme niveau maximal de la nappe la hauteur maximum atteinte tous les 10 ans.
Tonnage brut total (TBT)	Somme des poids des trains, charge comprise, qui circulent sur une voie.
Tracé en pleine voie	Voie de la pleine voie, voie unique, double ou multiple avec ses banquettes. Domaines, en règle générale en dehors des signaux de sortie des arrêts et des gares, que le personnel ferroviaire n'emprunte que pour des inspections ou des travaux de construction.
Installation de rétention	Installation d'aspect naturel ou installation technique pour les eaux des voies ferrées, aménagée en amont de l'infiltration ou du déversement, et visant en premier lieu à réguler les pics de débit. Exceptionnellement, elle peut servir à retenir des liquides déversés lors d'avaries.
Infiltration décentralisée	Infiltration par le talus, le fossé filtrant ou la tranchée drainante
Infiltration centralisée	cf. installation de traitement

1. Préambule

1.1 Introduction

Pour des raisons de sécurité, il est nécessaire de contrôler l'évacuation des eaux des installations ferroviaires. Les eaux doivent être évacuées compte tenu des objectifs de protection des eaux et des sols.

L'évacuation des eaux provenant du domaine de la voie conformément à la protection des eaux a suivi jusqu'ici les instructions « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication » de l'OFEV [6]. Pour déterminer la méthode d'évacuation admissible, on mesurait la pollution des eaux en fonction du volume et du comportement du trafic, de la composition du trafic ainsi que de l'entretien. Or de nouvelles études ([4], [11], [12]) ont montré que les critères d'évaluation des instructions de classement des eaux polluées ne permettaient pas d'estimer correctement le potentiel de danger pour les eaux souterraines ou pour les eaux superficielles. Concrètement, il s'est avéré que la pollution des eaux évacuées des voies par des métaux lourds, dont la concentration dépend du volume du trafic, est moins importante que prévu dans [6] en comparaison avec la pollution due à l'emploi de produits phytosanitaires. De plus, l'établissement et l'évaluation d'un concept d'évacuation des eaux ont requis jusqu'ici plusieurs aides à l'exécution.

Pour cette raison, l'OFT et l'OFEV ont décidé de définir de nouveaux critères d'évaluation en vue du classement de la pollution des eaux évacuées des voies, ce qui a débouché sur l'élaboration d'une directive spécifique sur l'évacuation des eaux des voies ferrées, complétée par des prescriptions sur l'évacuation des eaux d'autres installations ferroviaires.

1.2 Champ d'application

La directive régit l'évacuation des eaux de ruissellement de la voie (secteur de la voie, y c. les voies de triage), des quais, des marquises et des passages inférieurs pour piétons. Elle est applicable lors de constructions, d'extensions et d'assainissements d'installations.

Elle ne régit pas l'évacuation des eaux provenant:

- de secteurs avec entreposage et transvasement de liquides pouvant polluer les eaux.
- des utilisations ménagères,
- de l'élimination des matières fécales des voitures,
- de chantiers
- de routes, de places et de toits (sauf les marquises spécialement mentionnées).

La directive régit l'évacuation des eaux des installations ferroviaires et tient compte des bases techniques des R RTE 21110 [8]. Les dispositions d'exécution de l'ordonnance sur les chemins de fer du 15 décembre 1983 (DE-OCF, RS 742.141.1, ad art. 25) renvoient à la présente directive pour l'évacuation des eaux.

Les instructions "Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication" [6] ne sont plus applicables à l'évacuation des eaux des installations ferroviaires à partir de l'entrée en vigueur de la présente directive.

La directive ne régit pas les mesures à prendre sur les installations d'évacuation des eaux en vertu de l'ordonnance du 27 février 1991 sur les accidents majeurs (OPAM ; RS 814.012).

1.3 Destinataires et légitimation

La directive s'adresse aux propriétaires d'installations ferroviaires, aux bureaux d'ingénieurs qui élaborent des projets et aux autorités responsables (cantons, OFT, OFEV) qui doivent évaluer l'évacuation des eaux dans le cadre d'approbations des plans selon la loi sur les chemins de fer (LCdF ; RS 742.101).

La présente publication est une aide à l'exécution collective de l'OFT, autorité d'exécution de la Confédération, qui exécute également le droit environnemental, et de l'OFEV, autorité spécialisée. Elle concrétise des termes juridiques imprécis des lois et des ordonnances et vise à promouvoir une pratique uniforme de l'exécution. Si l'instance dirigeante utilise cette aide à l'exécution, elle peut présumer qu'elle exécute les prescriptions du droit environnemental conformément au droit fédéral du point de vue des autorités spécialisées.

1.4 Structure

Le chapitre 2 donne une vue d'ensemble succincte des bases de la protection des eaux et des substances polluantes qui peuvent se trouver dans les eaux évacuées des voies.

La pièce maîtresse de la directive est le chapitre 3. Il précise l'application aux installations ferroviaires. Les options prises permettent de lever uniformément les incertitudes liées à la pratique dans le domaine des installations ferroviaires.

2. Bases

2.1 Bases légales

Les eaux de ruissellement qui s'écoulent des surfaces construites ou imperméabilisées telles que les installations ferroviaires sont des eaux à évacuer au sens de l'art. 4, let. e, de la loi fédérale du 24 janvier 1991 sur la protection des eaux (loi sur la protection des eaux, LEaux ; RS 814.20). Les eaux à évacuer polluées doivent être traitées conformément à l'art. 7, al. 1, LEaux avant d'être infiltrées ou déversées dans des eaux superficielles. L'infiltration ou le déversement dans des eaux superficielles requiert une autorisation. Les eaux à évacuer non polluées, en revanche, doivent être infiltrées selon la disposition de l'OFT. Un déversement dans des eaux superficielles n'est autorisé que lorsque les conditions locales ne permettent pas d'infiltration (art. 7, al. 2, LEaux).

2.1.1 Eaux non polluées

Les eaux non polluées sont des eaux non susceptibles de polluer les eaux dans lesquelles elles sont déversées ou infiltrées (cf. art. 4, let. f, LEaux). Conformément à l'art. 3, al. 3, de l'ordonnance du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux ; RS 814.201), les eaux de ruissellement qui s'écoulent des surfaces construites ou imperméabilisées sont en règle générale classées parmi les eaux non polluées si elles s'écoulent:

- a) des toits ;
- b) des routes, des chemins et des places sur lesquels ne sont pas transvasées, traitées ni stockées des quantités considérables de substances pouvant polluer les eaux, et si, en cas d'infiltration, ces eaux sont suffisamment épurées dans le sol ; en évaluant si les quantités de substances sont considérables, on tiendra compte du risque d'accident ;
- c) des voies ferrées, s'il est garanti à long terme que l'on renonce à y utiliser des produits phytosanitaires, ou si, en cas d'infiltration, une couche de sol biologiquement active permet une rétention et une dégradation suffisantes des produits phytosanitaires.

L'expression « en règle générale » signifie qu'il peut y avoir des exceptions. Lors de l'infiltration ou du déversement dans des eaux superficielles, l'OFT évalue si des eaux sont polluées ou non selon le type, la quantité, les propriétés des substances contenues dans les eaux et susceptibles de les polluer, ainsi que la période pendant laquelle elles s'y trouvent. L'état des cours d'eau récepteurs est également un critère important (art. 3, al.1, OEaux). Dans le cas d'une infiltration, il faut par ailleurs vérifier si les eaux peuvent être polluées en raison d'une pollution préexistante du sol et du sous-sol non saturé et si les eaux à évacuer sont suffisamment épurées dans le sol (art. 3, al. 2, let. a et b, OEaux). De plus, lors de l'infiltration, il faut veiller à ce que les valeurs indicatives de l'ordonnance du 1^{er} juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (OSol ; RS 814.12) puissent être respectées à long terme, à l'exception de l'infiltration dans une installation ad hoc ou le long du plan des voies dans le talus et les bandes de terrain végétalisées (art. 3, al. 2, let. c, OEaux).

Le déversement d'eaux non polluées dans une eau de surface n'est autorisé que si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration. Il faut prendre des mesures de rétention autant que possible, pour que l'eau puisse s'écouler uniformément en cas de fortes précipitations (art. 7, al. 2, LEaux).

2.1.2 Eaux polluées

Il est interdit d'infiltrer des eaux polluées. L'OFT peut toutefois autoriser l'infiltration à condition que les conditions de l'art. 8, al. 2, OEaux soient remplies. Cela implique que les eaux polluées aient été traitées et notamment que les exigences de qualité des eaux superficielles et des eaux souterraines ainsi que de la protection des sols soient respectées.

L'OFT autorise le déversement d'eaux polluées dans les eaux superficielles, les drainages, les rivières et ruisseaux souterrains si les exigences fixées dans l'annexe 3.3 OEaux pour le déversement dans les eaux sont respectées (art. 6, al. 1, OEaux). Il peut renforcer ou compléter les exigences si la qualité des eaux définie dans l'annexe 2 OEaux n'est pas suffisante pour permettre une utilisation spécifique des eaux concernées.

Les eaux de ruissellement qui s'écoulent des surfaces construites ou imperméabilisées et qui sont considérées comme polluées sont appelées « autres eaux polluées », au sens de l'art. 7, al. 1, OEaux. L'OFT peut autoriser le déversement dans les égouts publics si les conditions requises par l'annexe 3.3, chiffre 1, OEaux sont remplies. Les eaux polluées situées en dehors du périmètre des égouts publics et pour lesquelles ni le déversement dans un cours d'eau ni l'infiltration ne sont admissibles ou faisables doivent être captées dans une fosse sans écoulement et amenées régulièrement à une station d'épuration (STEP) centralisée ou faire l'objet d'un traitement spécial (art. 9, al 1, OEaux).

2.1.3 Évacuation des eaux dans les secteurs particulièrement menacés et dans les zones et périmètres de protection des eaux souterraines

Si des installations ferroviaires sont construites ou transformées dans des secteurs particulièrement menacés ou dans des zones et périmètres de protection des eaux souterraines, ou si d'autres activités qui peuvent représenter une situation dangereuse pour les eaux y ont lieu, il faut prendre les mesures décrites à l'art. 31 OEaux qui s'imposent suivant les circonstances. Dans les zones S3, l'infiltration d'eaux à évacuer n'est pas autorisée, à l'exception de l'infiltration d'eaux non polluées à travers une couche de sol biologiquement active (annexe 4, chiffre 221, al. 1, let. c, OEaux). Dans les zones S2 et les périmètres de protection des eaux souterraines, ni la pose d'installations ni l'infiltration d'eaux à évacuer ne sont autorisées (annexe 4, chiffre 222, al. 1, let. a et c, ainsi que chiffre 23, al. 1, OEaux). Dans les zones S1, seuls les travaux de construction et autres activités servant à l'approvisionnement en eau potable sont autorisés (annexe 4, chiffre 223).

2.2 Substances polluantes dans les eaux à évacuer des voies

Les substances qui parviennent dans les eaux à évacuer provenant des voies en régime normal et qui peuvent porter atteinte à la qualité des eaux ont été étudiées dans le cadre du projet « protection des eaux des installations ferroviaires » ([4], [11], [12]). Les mesurages ont été effectués à des emplacements où l'on pouvait s'attendre à une forte pollution (*hot spots*).

En raison des matériaux/substances employés et des émissions supposées de l'exploitation ferroviaire, on a mesuré la teneur en substances suivantes dans les eaux à évacuer provenant des voies:

- hydrocarbures (HC): lubrifiant de branchements, de locomotives, d'attelages et d'installations de graissage de la voie ;
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP): traverses en bois ;
- métaux lourds fer, cuivre, zinc, chrome, nickel: composant de la ligne de contact, du matériel roulant et notamment des freins ainsi que des rails (fer seulement) ;
- produits phytosanitaires: depuis les années 1990, le glyphosate (avec le métabolite acide aminométhylphosphonique (AMPA)) et, dans des cas particuliers, le Triclopyr [2].

Les études ([12], [4]) ont montré que la pollution des eaux à évacuer provenant des voies est en règle générale nettement plus faible que celle des routes principales et nationales, et que le glyphosate peut notamment poser des problèmes pour les eaux. L'utilisation de glyphosate peut, lorsqu'elle est suivie de précipitations, entraîner un dépassement temporaire des valeurs-limites de qualité du cours d'eau en fonction du rapport hydraulique de déversement V . Dans les eaux superficielles à faible rapport de déversement, l'acide aminométhylphosphonique (AMPA), le chrome, le cuivre et le zinc peuvent également poser des problèmes.

C'est pourquoi l'emploi des herbicides [2] sur les sections de voie drainées doit être minimal. Les sources supplémentaires qui polluent les eaux par émissions (p. ex. eaux provenant d'un toit en zinc) doivent être séparées des eaux à évacuer provenant des voies.

3. Détermination de la méthode admissible d'évacuation des eaux

Le chapitre suivant traite de l'évacuation des eaux des principales installations ferroviaires. Dans quelques cas (p. ex. les gares) des eaux à évacuer provenant de diverses installations confluent sur une surface délimitée (domaine de la voie, quais, marquises, autres places imperméabilisées, eaux usées domestiques). Dans de tels cas, il peut être judicieux de ne pas planifier l'évacuation spécifiquement pour chaque installation, mais dans le cadre d'un concept général d'évacuation des eaux. Le mode d'évacuation des eaux doit être fixé en tenant également compte des aspects de la faisabilité et de la proportionnalité.

3.1 Voie et banquette

3.1.1 Principes

La marche à suivre présentée ici pour déterminer le processus autorisé d'évacuation des eaux se base sur une voie de la pleine voie et dans les secteurs de gares. Dans les tunnels ou sur les ponts, il faut prendre en compte des conditions supplémentaires, et observer dans tous les cas les principes suivants :

- Dans les zones de protection des eaux souterraines S2 ainsi que dans les périmètres de protection des eaux souterraines, les eaux à évacuer ne doivent pas être infiltrées, quel que soit leur degré de pollution, pas même par le talus.
- Dans la zone de protection des eaux souterraines S3, secteur A₀ et dans les autres secteurs en revanche, on peut pratiquer en principe une infiltration décentralisée d'eaux non polluées à travers une couche de terre biologiquement active. Seules les eaux à évacuer provenant des voies de classe de pollution « faible » (cf. tab. 3.1) peuvent être considérées comme non polluées dans la zone de protection S3, mais une infiltration centralisée n'est pas permise.
- Dans les talus et les bandes de terrain végétalisées, l'infiltration décentralisée est la solution à retenir. Comme il s'agit d'une partie de l'installation ferroviaire, la conservation de la fertilité du sol dans la bande d'infiltration n'importe pas beaucoup. Pour des raisons de protection des sols, il faut à la rigueur construire une digue permettant d'éviter une évacuation incontrôlée des eaux au delà de la bande d'infiltration.
- Si l'infiltration décentralisée le long du plan des voies n'est pas possible, il faut traiter les eaux polluées jusqu'à ce que les conditions d'une infiltration centralisée dans une installation d'infiltration ou un déversement dans des eaux superficielles soient réunies.
- Si des eaux à évacuer provenant d'installations ferroviaires sont déversées dans des eaux superficielles, il faut éventuellement – notamment s'il s'agit d'eaux dormantes ou de petits cours d'eau – prendre des mesures supplémentaires pour éviter les pointes de concentration et diminuer la charge totale.
- Les installations d'évacuation des eaux des installations ferroviaires ne doivent en principe être raccordées aux égouts publics en système unitaire que si les autres types d'évacuation ne sont ni autorisés ni proportionnels.

3.1.2 Pollution des eaux de la voie

Les eaux à évacuer provenant des voies sont attribuées aux classes de pollution faible, moyenne ou élevée. Le classement du tableau 3.1 se base sur les facteurs locaux « volume du trafic » et « emploi de produits phytosanitaires requis » (cf. annexe 2).

Volume du trafic

Le volume du trafic se mesure au tonnage brut total par jour et par voie. Pour définir le volume de trafic déterminant, il faut prendre en compte le développement jusqu'à un horizon de planification. Pour les sections à voies multiples avec une seule installation d'évacuation, on calcule la valeur moyenne de toutes les voies.

Emploi de produits phytosanitaires (PPHS)

Les PPHS peuvent être employés dans le secteur de la voie conformément à la directive sur le contrôle chimique de la végétation [2]. La quantité utilisée dépend de la croissance de la couverture végétale, que déterminent plusieurs facteurs (cf. annexe 2). Les principaux facteurs, clairement définissables, servent à fixer les classes de pollution dans le tableau 3.1. On tend à employer davantage de PPHS sur les lignes principales très fréquentées. Sur les remblais, on emploie moins de PPHS car le faible taux d'humidité diminue la croissance de la couverture végétale. C'est pourquoi la classe de pollution est réduite d'un degré sur les remblais. Les PPHS sont notamment lessivés lors des deux premières pluies suivant l'application.

La classe de pollution est déterminée conformément au tableau 3.1.

Tracé en pleine voie		Volume du trafic [tonnage brut/(jour*voie)]				
		< 15'000	15'000 - 30'000	30'000- 60'000	60'000- 100'000	> 100'000
	Pas d'emploi de PPHS	faible	faible	faible	faible	faible
Avec emploi de PPHS	> 1500 m. d'altitude	faible	faible	faible	faible	moyenne
	> 1000 m. d'altitude, pas de banquette ou banquette anti-prolifération de la végétation *	faible	faible	faible	faible	faible
	1000-1500 m. d'altitude	faible	faible	faible	moyenne	moyenne
	500-1000 m.d'altitude, pas de banquette ou banquette anti-prolifération de la végétation*	faible	faible	faible	faible	moyenne
	500-1000 m. d'altitude	faible	faible	moyenne	moyenne	moyenne
	< 500 m. d'altitude, pas de banquette ou banquette anti-prolifération de la végétation*	faible	faible	faible	faible	moyenne
	< 500 m.d'altitude	faible	moyenne	moyenne	élevée	élevée
Secteurs de gares		Volume du trafic [tonnage brut/(jour*voie)]				
		< 15'000	15'000 - 30'000	30'000- 60'000	60'000- 100'000	> 100'000
	Pas d'emploi de PPHS	faible	faible	faible	faible	moyenne
Avec emploi de PPHS	> 1500 m. d'altitude	faible	faible	faible	moyenne	moyenne
	> 1000 m. d'altitude, banquette anti-prolifération de la végétation*	faible	faible	faible	faible	moyenne
	1000-1500 m. d'altitude	faible	faible	moyenne	moyenne	moyenne
	500-1000 m. d'altitude banquette anti-prolifération de la végétation*	faible	faible	faible	faible	moyenne
	500-1000 m. d'altitude	faible	moyenne	moyenne	moyenne	élevée
	< 500 m. d'altitude, banquette anti-prolifération de la végétation*	faible	faible	faible	moyenne	moyenne
	< 500 m. d'altitude	moyenne	moyenne	élevée	élevée	élevée
		* voir annexe 7, (perrons considérés comme banquette anti-prolifération de la végétation)				

Tab. 3.1: classe de pollution des eaux à évacuer provenant des voies pour le tracé en pleine voie et les secteurs de gares (cf. glossaire)

Sur les remblais avec infiltration par le talus, la classe de pollution diminue d'un degré (élevée → moyenne, moyenne → faible)

Mélange d'eaux à évacuer de diverses classes de pollution

Jusqu'à une proportion de 30% des eaux à évacuer provenant des voies de la classe supérieure, la classe de pollution reste la même. Si la proportion est plus élevée, la totalité des eaux à évacuer passe à la classe de pollution supérieure. Les proportions peuvent se mesurer en fonction de la longueur de la voie.

Installations de graissage de la voie

Les lubrifiants sont dans une large mesure insolubles dans l'eau et facilement biodégradables. Les études ([4], [11],[12]) n'ont mis au jour aucun hydrocarbure de lubrifiants (branchements, locs, attelages). Les installations de graissage de la voie doivent être pourvues d'un bac collecteur. Aucune installation de graissage de la voie n'est autorisée dans les zones de protection des eaux souterraines ni dans un espace de 3 m le long des eaux superficielles.

3.1.3 Modification importante

Lors de nouvelles constructions, il faut dans tous les cas prendre des mesures afin d'éviter toute pollution des eaux (imperméabilisation de la voie, traitement des eaux polluées). Sur les installations ferroviaires en service, l'assainissement du système d'évacuation des eaux en place n'est requis que dans les cas de modification importante, de danger concret d'une pollution des eaux ou d'une pollution déjà survenue. Dans les zones de protection des eaux souterraines S2, les installations ferroviaires doivent être assainies sans endommager le captage.

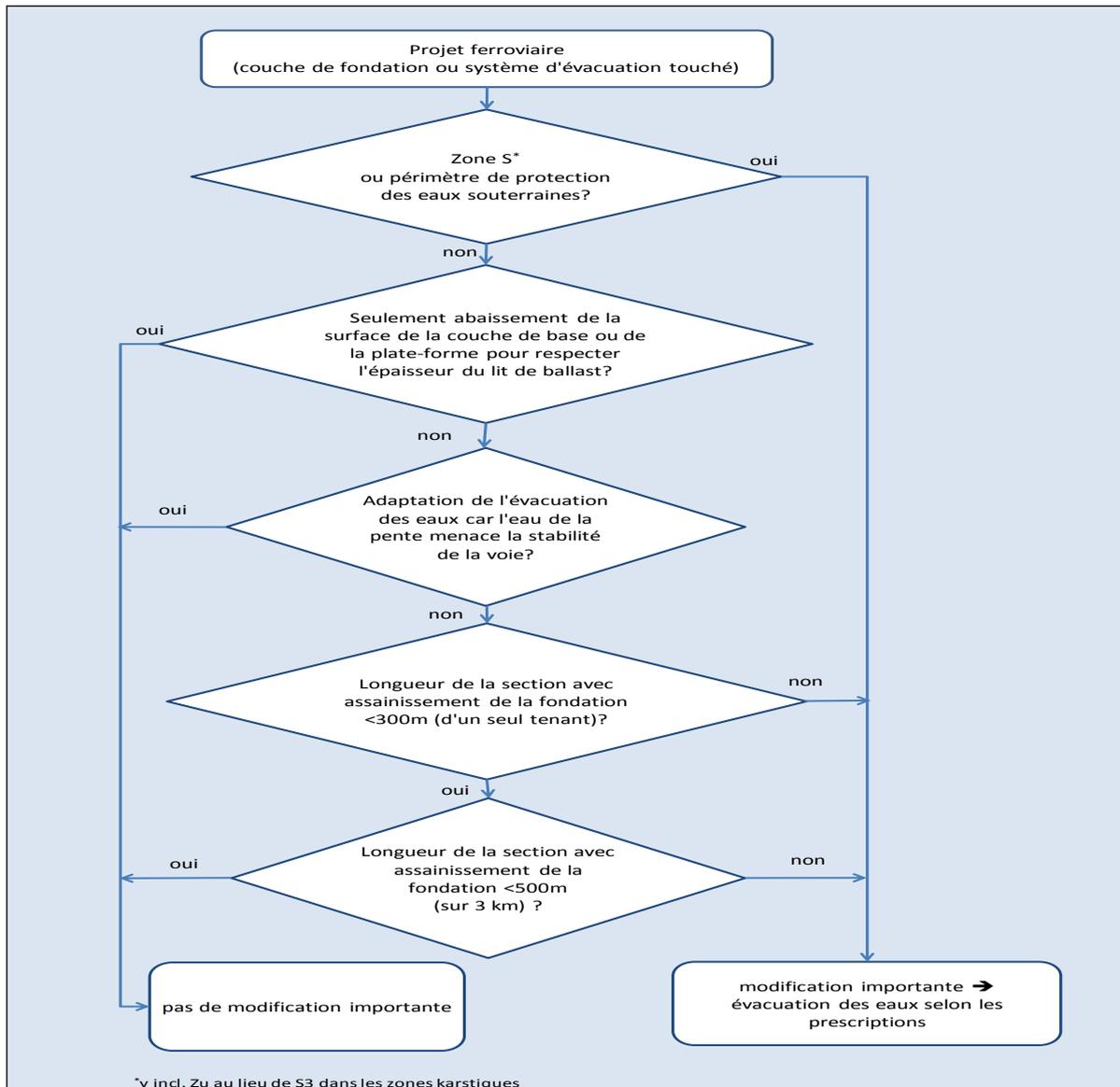
En principe, un projet de construction sur une installation ferroviaire est considéré comme une modification importante lorsque la couche de fondation de l'infrastructure ou le système d'évacuation des eaux est touché (p. ex. maintenance de la superstructure avec assainissement de l'infrastructure), ce qui implique une adaptation de l'installation aux prescriptions en vigueur.

Les projets touchant d'autres parties d'un plan des voies (p. ex. lignes de contact, conduites de câbles et mâts de la ligne de contact) ne sont pas des modifications importantes d'une installation, pas plus que les projets qui touchent la couche de fondation ou le système de drainage mais qui n'ont pas pour objectif de les modifier (p. ex. parois antibruit).

L'abaissement de la surface de la couche de base ou de la plate-forme dans l'objectif d'atteindre l'épaisseur du ballast voulue n'est pas non plus une modification importante, pas plus que l'adaptation en vue de l'évacuation des eaux de ruissellement des abords des voies qui menacent la stabilité de la voie.

Les projets qui portent sur une longueur de voie inférieure à 300 m d'un seul tenant ne sont pas considérés comme des modifications importantes. Il en va de même pour plusieurs sections dont la somme des longueurs est inférieure à 500 m sur une longueur totale de tronçon de 3 km. Sur les sections à voies multiples, on compte la longueur de la voie effective.

Les critères d'évaluation des modifications importantes sont présentés à la fig. 3.1.

Fig. 3.1: Critères de définition d'une modification importante ¹

3.1.4 Imperméabilisation de la voie

Sur la voie principale, la pose d'une couche d'imperméabilisation correspond à l'état d'avancement de la technique de sécurité. Elle protège des infiltrations d'eau (objectifs de sécurité), forme une barrière à la végétation et empêche les eaux à évacuer de la voie de pénétrer sans filtration dans les eaux souterraines (objectifs de protection).

Les prescriptions techniques d'imperméabilisation de la surface de la couche de base / de la plate-forme sont décrites dans R RTE 21110 [8], de même que celles qui régissent la construction de tronçons (ch. 4.4) et la maintenance des tronçons (ch. 5.4).

¹ Cette réglementation s'appuie sur [15] et remplace cette aide à l'exécution.

3.1.5 Marche à suivre pour déterminer le mode d'évacuation des eaux

La détermination du mode d'évacuation des eaux admissible se déroule en cinq phases. Elles sont présentées à la figure 3.2 (diagramme de décision). Les modes d'évacuation des eaux présentés correspondent aux indications du R RTE 21110 [8]. La troisième phase renvoie à la figure 3.3 pour l'évaluation du déversement dans les eaux superficielles. Les cinq phases sont brièvement commentées ci-après.

Zone de protection des eaux souterraines S2 et périmètre de protection des eaux souterraines (fig. 3.2, 1)

Il faut commencer par vérifier si des zones ou des périmètres de protection des eaux souterraines sont prévues, délimitées provisoirement ou fixées légalement dans le périmètre du projet.

Dans les zones de protection des eaux souterraines S2 et dans les périmètres de protection des eaux souterraines², l'évacuation des eaux hors de la zone ou du périmètre est obligatoire. L'évacuation se fait en fonction de la faisabilité et de l'admissibilité locales. Il faut procéder de préférence par déversement dans une eau superficielle ou par infiltration à travers une installation de sol filtrant située en dehors des zones de protection (y c. S3) ou du périmètre de protection des eaux souterraines.

Infiltration par le talus ou par le fossé végétalisé (Fig. 3.2, 2)

Dans les zones S3 et dans les autres secteurs (üB), il faut en principe infiltrer par le talus ou par le fossé végétalisé, en tenant compte des conditions minimales de structure du sol conformément au tableau 3.2.

Zone de protection ou secteur	Classe de pollution eaux polluées	Structure du sol (cf. annexe 5)	Infiltration
S3 ³	faible	optimale	autorisée
S3	moyenne, élevée	-	non autorisée évacuation hors S3
A _u	faible	minimale	autorisée
A _u	moyenne, élevée	moyenne	autorisée
autre secteur	faible, moyenne	minimale	autorisée
autre secteur	élevée	moyenne	autorisée

Tab. 3.2: infiltration par le talus ou par le fossé végétalisé - exigences en matière de structure du sol

L'infiltration par le talus requiert une hauteur de talus suffisante. L'infiltration par le fossé présuppose une capacité d'infiltration suffisante et durable de la couche de terre et du sous-sol. Les coefficients k nécessaires pour les différents modes d'évacuation se trouvent dans l'annexe 3.

² Des exceptions sont envisageables dans les périmètres de protection des eaux souterraines, à condition d'avoir établi et convenu avec le canton que la voie ne se trouvera jamais dans une future zone de protection S2 [7].

³ incl. Z_u au lieu de S3 dans les zones karstiques

Si la capacité d'infiltration de la couche de sol est insuffisante⁴ ou modérée⁵, une collecte des eaux de la voie suivie d'une évacuation centralisée s'impose.

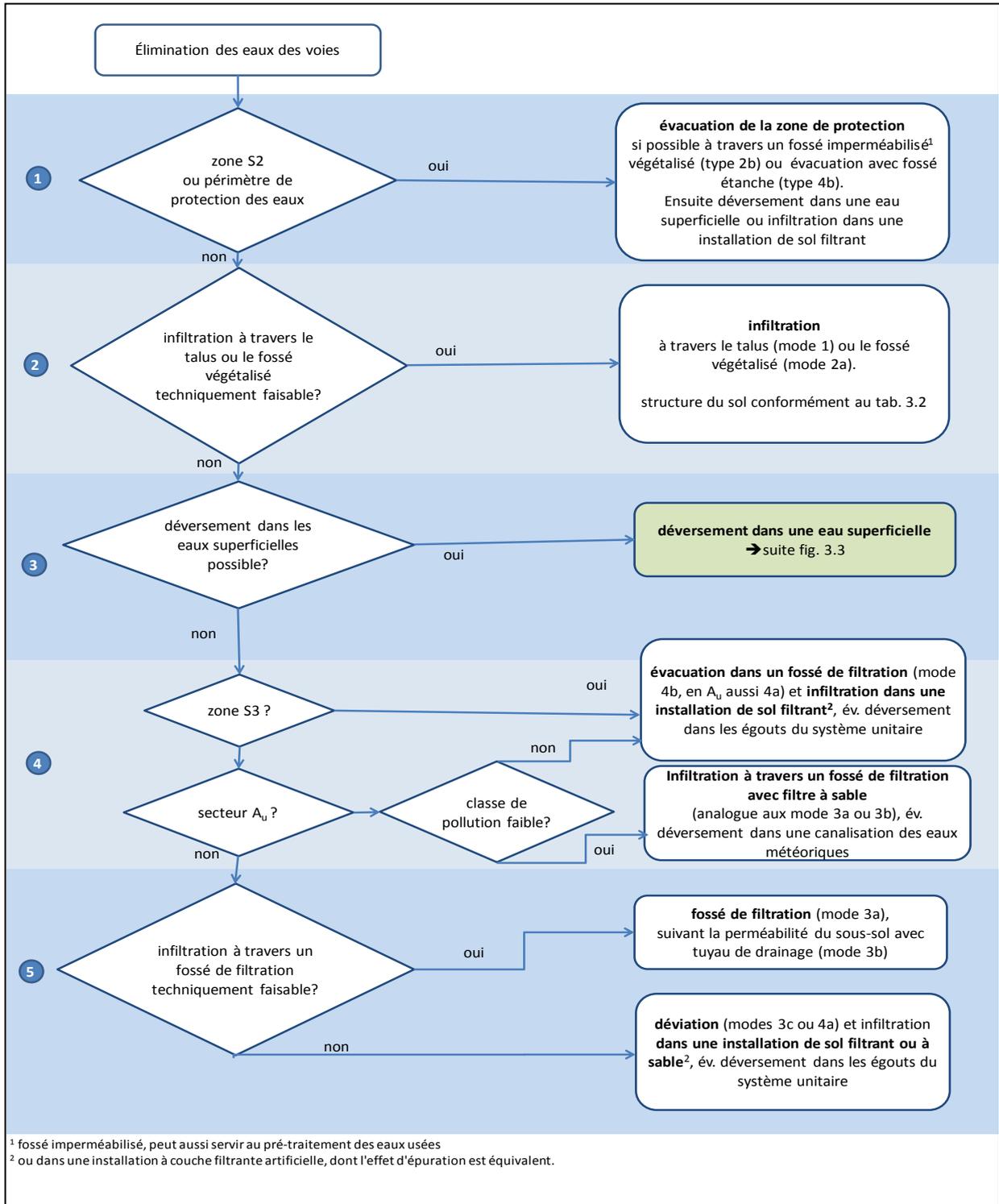


Fig. 3.2 Diagramme de décision sur l'infiltration (modes d'évacuation des eaux conformément à [8])

⁴ $k < 10^{-6}$ m/s, proportion de gravier/sable < 50%, sous-sol rocheux

⁵ $10^{-6} < k < 10^{-5}$ m/s

Déversement dans les eaux superficielles (Fig. 3.2, 3)

Si une infiltration par une couche de sol biologiquement active (talus ou fossé végétalisé) n'est pas possible, un déversement dans les eaux superficielles peut aussi être envisagé. Si on renonce à un déversement, une explication est souhaitable, mais pas obligatoire. Le fossé végétalisé (3.1) doit être aménagé de manière à assurer une prestation d'épuration-suffisante, ce qui est le cas en règle générale.

On évalue l'admissibilité du déversement à partir du rapport hydraulique de déversement V et de la classe de pollution des eaux de la voie. La figure 3.3 rend compte des exigences de l'OEaux (OEaux art. 3, annexe 2 et annexe 3.3.) pour l'application aux eaux à évacuer provenant des voies.

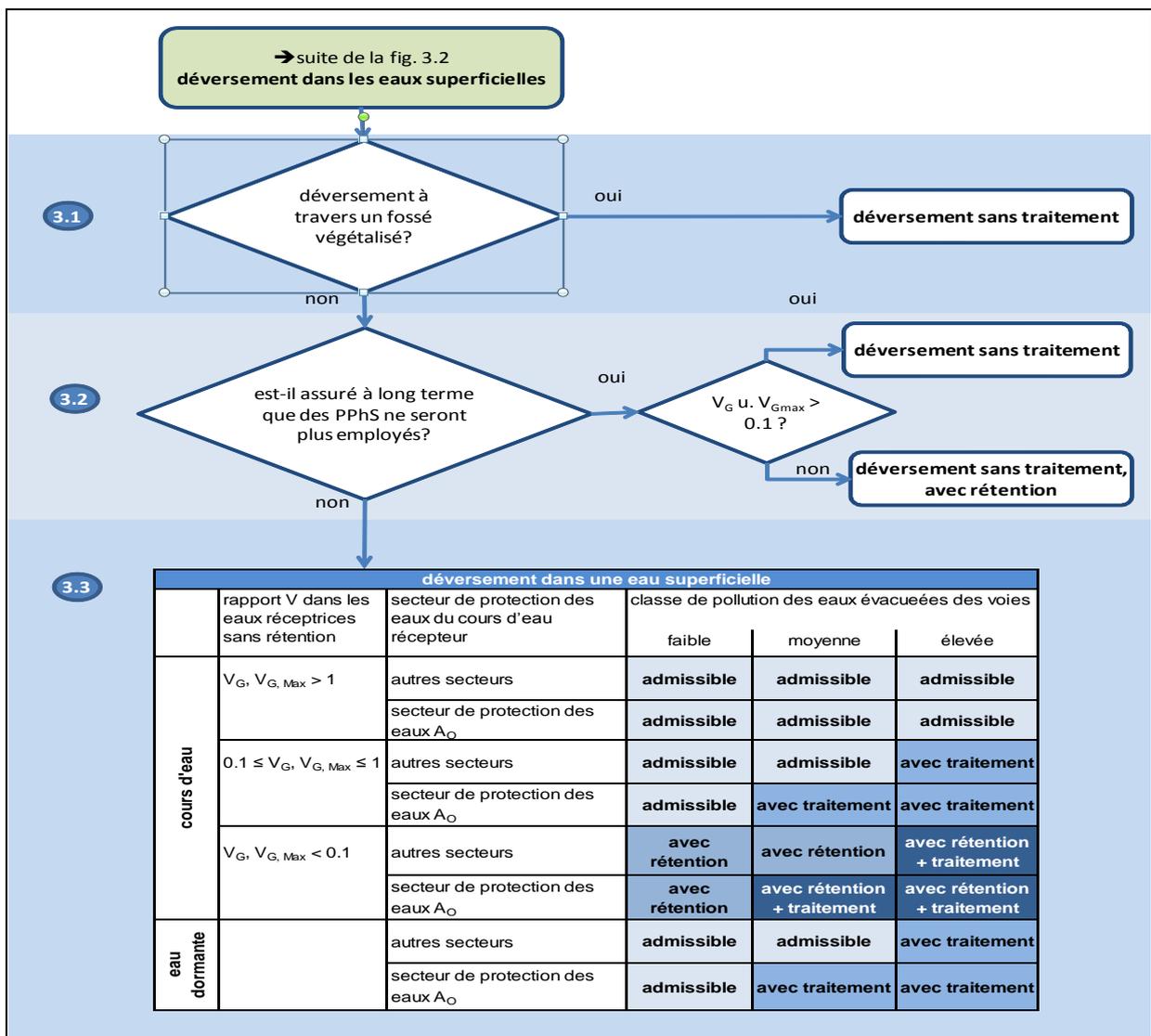


Fig. 3.3: Diagramme de décision sur le déversement dans les eaux superficielles (classes de pollution conformément au tab. 3.1)

V_G : rapport V hydraulique (cf. annexe 4)

$V_{G,max}$: rapport V propre au cours d'eau sur le tronçon de cours d'eau (cf. annexe 4)

Si une rétention (éventuellement avec traitement) est nécessaire, il faut construire des installations spéciales. Les fossés végétalisés ou les bassins de rétention offrent la possibilité d'une rétention intégrée. Les eaux ne devraient pas stagner plus de 24 heures.

Infiltration dans un fossé filtrant, une installation d'infiltration centralisée ou déversement dans les égouts (fig. 3.2, 4 et 5)

Si le déversement dans les eaux superficielles n'est pas possible, il faut examiner si le périmètre du projet se trouve dans une zone S3 ou un secteur de protection des eaux A_u. En S3 une évacuation est nécessaire. En secteur A_u il faut déterminer la classe de pollution des eaux à évacuer. Les eaux faiblement polluées peuvent être infiltrées de manière décentralisée à travers un fossé filtrant muni d'un filtre à sable. Dans ce cas, le filtre à sable est considéré comme équivalent à une structure du sol minimale selon [9]. Si les eaux sont moyennement ou très polluées, elles doivent être infiltrées au moyen d'une installation de sol filtrant.

Si le périmètre du projet se trouve dans un autre secteur (üB), on peut procéder à une infiltration décentralisée des eaux polluées à travers un fossé filtrant. Si cela n'est pas techniquement faisable, il faut examiner si les eaux à évacuer peuvent être infiltrées dans une installation de sol filtrant ou de sable filtrant végétalisé (ex. cf. [1]). À la rigueur, on peut les déverser dans un égout de système unitaire. Cette évaluation doit se baser sur le PGEE de la commune concernée et sur la capacité de la STEP.

3.1.6 Installations de traitement et de rétention

Les installations de traitement requises doivent être autorisées par l'OFT. Elles doivent remplir par leur dimension et leur conception les exigences concernant la capacité d'épuration et de rétention. Les figures suivantes montrent les conceptions possibles de façon schématique (sans indications d'échelle ni de détails techniques). Les flèches indiquent le cheminement prévu de l'évacuation des eaux. Comme pour l'infiltration décentralisée sans traitement par le talus ou le fossé, les courts-circuits doivent aussi être évités par une construction adéquate de ce type d'installation.

Lors de l'infiltration, une rétention peut être nécessaire si la capacité d'infiltration de la surface prévue est insuffisante en cas de forte pluie. Une rétention atténue alors les pics de débit. L'étude de faisabilité permet d'établir le contrôle de la capacité d'infiltration et le cas échéant la nécessité d'une rétention ainsi que les conditions à remplir.

Pour traiter les eaux à évacuer provenant des voies, il faut en général faire appel à des installations aussi naturelles que possible, dont l'effet d'épuration et de rétention repose principalement sur l'écoulement à travers une couche de terre biologiquement active. Cette dernière installation est la mieux adaptée à l'élimination ou à la rétention des substances polluantes.

Pendant les travaux effectués sur la voie, l'apport de nouveau ballast et le bourrage produisent des quantités de particules supérieures à la moyenne. Ces particules minérales peuvent endommager une nouvelle installation de traitement. Il faut donc prévoir l'évacuation des eaux par le drainage de chantier (rétention des particules) jusqu'à la fin des travaux de construction et des premières précipitations importantes, avec éventuellement un regard pour une intervention en cas d'avarie.

Traitement des eaux à évacuer des voies lors d'une infiltration centralisée

Avec une structure appropriée et un semis du sol filtrant, on peut obtenir un effet d'épuration optimal. Il faut tenir compte du risque d'engorgement.

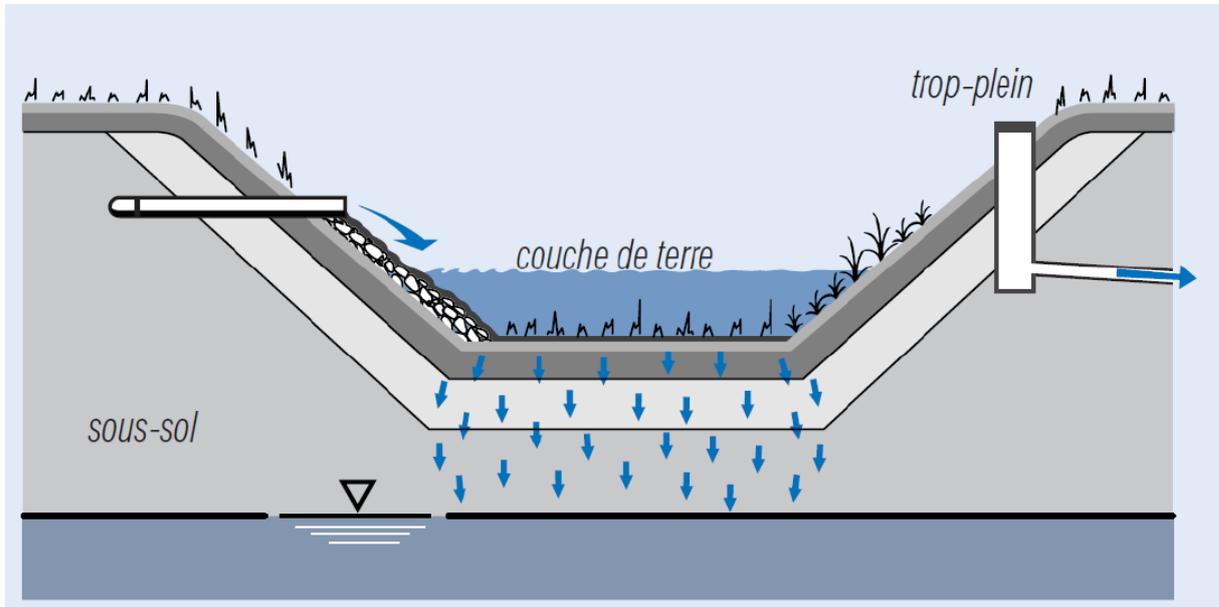


Fig. 3.4: Bassin de rétention [6]

Si aucune infiltration à travers une couche de terre biologiquement active n'est possible, il faut envisager une infiltration avec renoncement à une couche supérieure de sol, en assurant la protection qualitative des eaux souterraines par une couche de filtration artificielle (cf. ch. 3.1.7) ayant le même effet d'épuration qu'une couche de terre biologiquement active.

Traitement des eaux à évacuer des voies avant le déversement dans les eaux superficielles

Si les eaux à évacuer provenant des voies doivent être traitées avant le déversement dans des eaux superficielles, il convient de les faire passer de préférence à travers un sol filtrant (fig. 3.5, mode 2b conformément à l'annexe 3). Après le passage à travers le sol, les eaux à évacuer des voies traitées peuvent être captées et déversées dans les eaux superficielles. Une imperméabilisation n'est pas obligatoire si l'effet d'épuration est suffisant.

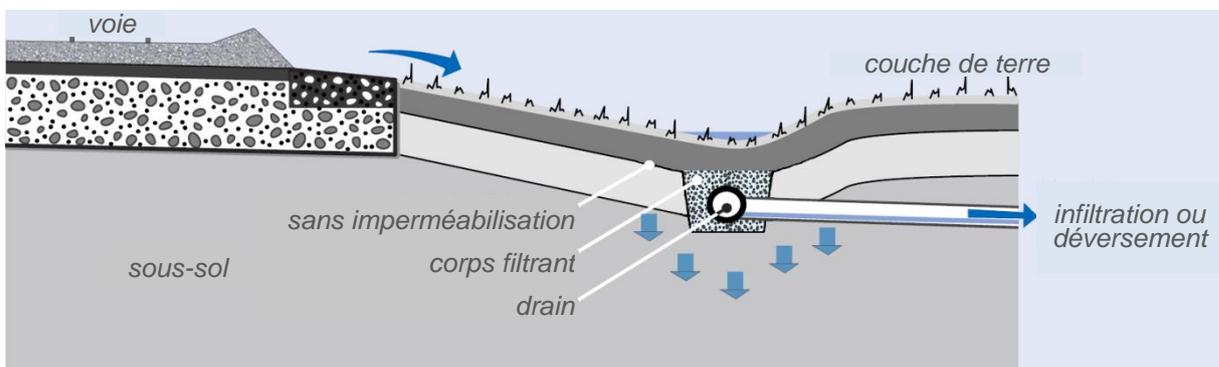


Fig. 3.5: fossé végétalisé ([6], adapté)

De même, ledit traitement peut avoir lieu dans un bassin de rétention avec filtre en terre. Ici aussi, une imperméabilisation n'est pas obligatoire si l'effet d'épuration est suffisant pour

protéger les eaux souterraines. L'installation de traitement doit être dimensionnée de manière à pouvoir traiter une quantité de pluie correspondant à une période de récurrence de 1 an ($z=1$).

Installations de rétention

Une installation de rétention pour les eaux des voies ferrées peut remplir plusieurs fonctions. Les aspects suivants sont essentiels :

- Mise à disposition de volumes de stockage en cas d'infiltration avec une capacité réduite de filtration ;
- Amortissement des pics de débit des précipitations lors de déversements dans un cours d'eau récepteur ;
- Réduction et écrêtage des pics de concentration de substances polluantes par les processus de sédimentation et de mélange dans l'installation de rétention ;
- Allongement de la période possible d'intervention en cas de libérations accidentelles de substances dangereuses pour les eaux;
- Réduction des événements de déversement des déversoirs d'orage lors du déversement dans un égout en système unitaire.

La figure 3.6 montre schématiquement une conception possible d'un bassin de rétention ou de régulation (sans indications d'échelle ni de détails techniques). Les flèches indiquent le cheminement prévu de l'évacuation. Le volume de rétention nécessaire est déterminé par le choix de l'écoulement et par les apports d'eaux des voies ferrées. Si le bassin n'a pas de couche d'imperméabilisation, il faut s'assurer que l'effet d'épuration est suffisant pour protéger les eaux souterraines.

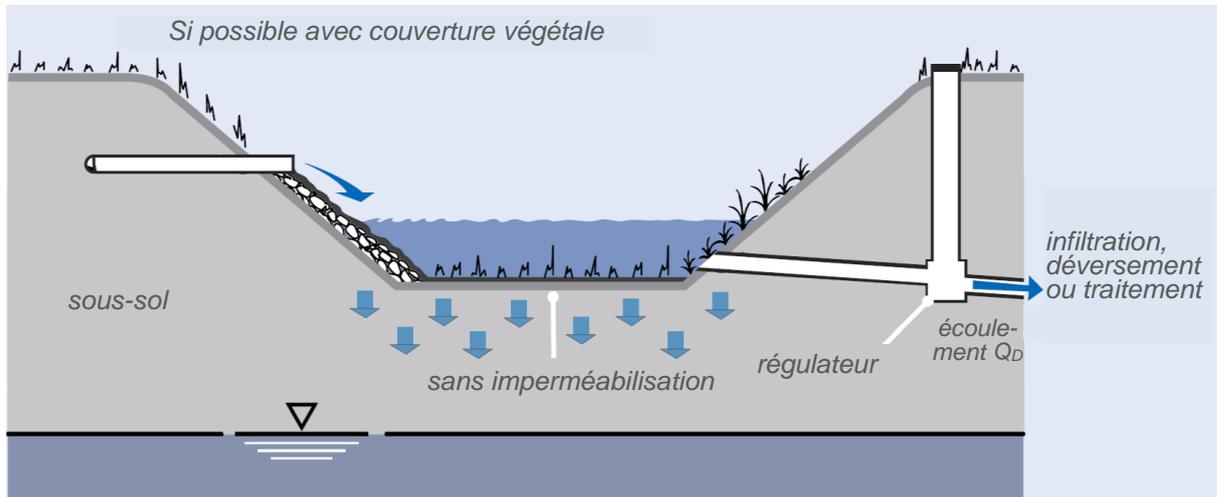


Fig. 3.6: bassin de rétention ou de régulation ([6], adapté)

Si un traitement à travers une couche de terre biologiquement active n'est pas réalisable, il faut assurer la protection qualitative des eaux superficielles par une installation technique de traitement. Le traitement doit garantir que les exigences relatives à la qualité de l'eau de l'annexe 2 OEaux sont respectées. Il doit se faire dans les règles de l'art afin d'éviter toute contamination des eaux (cf. ch. 3.1.7).

Dans une installation de traitement, l'eau ne doit pas stagner trop longtemps, car il pourrait se créer un milieu anaérobie dans lequel des substances polluantes sont remobilisées. La durée indicative est de 24 heures.

3.1.7 État d'avancement de la technique des installations de traitement sans passage par le sol (filtre artificiel)

La présence de substances organiques à l'état de traces, c'est-à-dire de micropolluants du groupe des produits phytosanitaires, biocides et produits pharmaceutiques est un défi pour la protection des eaux. Les mesures techniques de réduction des micropolluants issus des stations d'épuration sont décidées. Parallèlement à ces sources ponctuelles, les micropolluants parviennent toutefois aussi de manière diffuse dans les eaux, ce qui entraîne régulièrement, surtout par temps de pluie, des dépassements des valeurs-limites de qualité, notamment dans les petites cours d'eau. D'autres mesures techniques de réduction des micropolluants d'origine diffuse dans les eaux sont donc nécessaires, notamment les matériaux adsorbants artificiels, dont le perfectionnement s'accélère à l'heure actuelle (cf. annexe 6).

3.1.8 Eaux parasites

Les eaux parasites sont des eaux non polluées qui affluent dans l'évacuation des eaux ferroviaires telles que:

- les drainages agricoles, drainages des eaux de ruissellement ;
- les drainages d'ouvrages d'art (côté pente);
- les petits ruisseaux.

Les eaux parasites gênent ou empêchent l'exploitation d'installations de traitement. Pour les nouvelles constructions d'installations, il faut séparer l'évacuation des eaux provenant de la voie et celles provenant des drainages.

(Proportion d'eaux parasites dans l'évacuation des eaux de la voie : 0 %).

La proportion d'eaux parasites doit être estimée lors des assainissements. Si elle représente plus de 30 % de la quantité d'eaux à évacuer des voies à traiter par an, il faut prendre des mesures appropriées de réduction des eaux parasites. Séparer les eaux parasites peut donner beaucoup de travail, car il faut le plus souvent construire un système de canalisation supplémentaire pour dévier les eaux parasites. Si cet effort est disproportionné, la mise en place d'un séparateur d'eaux parasites sous forme d'ouvrage d'art technique est une option. A noter que l'entretien de ces ouvrages est très intensif. Pour les installations centrales, on emploie le cas échéant des séparateurs d'eaux parasites commandés par sonde de turbidité.

Si les eaux parasites séparées ne sont pas polluées, elles peuvent être infiltrées directement à un endroit approprié ou déversées dans des eaux superficielles.

3.1.9 Procédure à suivre en cas d'eaux naturelles polluées

Selon des enquêtes récentes, on peut supposer qu'il suffit d'appliquer la présente directive pour répondre aux exigences de la protection des eaux. Pourtant, il ne peut pas être exclu que des pollutions des eaux (superficielles ou souterraines) se produisent dans des cas particuliers. Si une eau ne remplit plus les exigences relatives à la qualité des eaux selon l'annexe 2 OEaux ou si l'utilisation spéciale de l'eau n'est plus assurée, les mesures requises par l'art. 47 OEaux doivent être prises. En d'autres termes, les eaux polluées doivent être assainies. Si une pollution des eaux est constatée, il faut concerter l'assainissement avec l'entreprise ferroviaire concernée. Si la concertation n'aboutit pas, il faut consulter l'OFT.

3.2 Quais et marquises

3.2.1 Généralités

Les quais, les marquises et les toits des bâtiments de la technique ferroviaire qui se trouvent dans le champ de voies (côté voie), peuvent être drainés par le système de drainage de la voie. Les quais, les toits de quai et les toits de bâtiments de technique ferroviaire qui ne sont pas situés dans le champ de voies (côté gare : par ex. bâtiments de gare, places de gare, généralement quai 1 etc.) doivent être drainés conformément à la directive VSA[9]. Si des produits de nettoyage sont utilisés sur ces surfaces, les eaux usées doivent être traitées.

Déversement dans l'évacuation des eaux de la voie

Les eaux des toits des bâtiments de la technique ferroviaire et des marquises ainsi que les eaux à évacuer des quais qui n'ont pas été nettoyés avec des détergents doivent être infiltrées si possible à travers une couche de terre biologiquement active.

Si le drainage n'est possible que par le système de drainage de la voie ferrée et que seule une infiltration souterraine est possible, le corps d'infiltration doit être construit au moins de la même manière que le système de drainage de la voie ferrée. Une infiltration ponctuelle est à éviter. Il faut s'assurer que la capacité de drainage de la voie ou la capacité de l'assurance est suffisante pour qu'il n'y ait pas de refoulement dans le système de voie⁶.

Si ce n'est pas possible, on peut les déverser dans l'évacuation des eaux de la voie à condition que les eaux soient peu polluées.

Si un déversement dans l'évacuation des eaux de la voie n'est pas possible, il faut évacuer les eaux conformément aux directives du VSA [9]. Les eaux des marquises qui sont nettoyées avec des détergents (p. ex. toits en verre) doivent être déversées dans les canalisations des eaux usées polluées.

Admissibilité du déversement dans les eaux superficielles

La fig. 3.7 sert à déterminer l'admissibilité du déversement dans les eaux superficielles en fonction de la pollution des eaux et du rapport V propre au cours d'eau

Dans certains cas, cela implique des mesures complémentaires avec rétention et traitement. La directive du VSA [9] contient un complément d'informations sur ces mesures.

⁶ cf. aussi DE-OCF concernant art. 25, chiffre 6.2

Rapport V_G propre au cours d'eau ou $V_{G,Max}$ sans mesures de rétention		Secteur de protection des eaux (selon ann. 4 OEaux)	Type de surface dont les eaux doivent être évacuées		
			Quai et toits Toits végétalisés sans matériaux, contenant des pesticides, surfaces de toits en matériaux inertes	Toits Surfaces de toits en matériaux majoritairement inertes avec proportion usuelle de Cu, Zn, Sn, Cr, Ni ou Pb sans enduit	Toits Surfaces de toits avec proportion élevée de Cu, Zn, Sn, Cr, Ni ou Pb sans enduit $A_{Metal} > 50m^2/installation$
Cours d'eau	$V_G, V_{G,Max} > 1$	autres secteurs	admissible	admissible	avec traitement
		secteur de protection des eaux Ao	admissible	admissible	avec traitement
	$0.1 < V_G, V_{G,Max} \leq 1$	autres secteurs	admissible	admissible	avec traitement
		secteur de protection des eaux Ao	admissible	avec traitement	avec traitement
	$V_G, V_{G,Max} < 0.1$	autres secteurs	avec rétention*	avec rétention*	avec rétention et traitement
		secteur de protection des eaux Ao	avec rétention*	avec rétention et traitement	avec rétention et traitement
Plan d'eau	non défini	autres secteurs	admissible	admissible	avec traitement
		secteur de protection des eaux Ao	admissible	avec traitement	avec traitement

admissible	déversement admissible sans traitement ou rétention, sous réserve de mesures d'assainissement des eaux polluées (art. 47 OEaux)
avec rétention	déversement admissible avec rétention (cf. [9], chap. 8). Il faut viser un rapport $V_G > 1$, sous réserve de mesures d'assainissement des eaux polluées selon l'art. 47 OEaux.
avec traitement	déversement avec mesures de traitement en amont.
avec rétention et traitement	déversement admissible avec rétention et mesures de traitement en amont.
	Si une condition de déversement $V_G > 1$ ne peut s'obtenir qu'avec des volumes de rétention disproportionnés, il faut trouver la solution optimale et la plus économique au moyen d'analyses des voies d'eau différenciées et axées sur les immissions selon STORM [13]

Fig. 3.7: Admissibilité du déversement des eaux à évacuer provenant des quais, marquises et toits des bâtiments de la technique ferroviaire dans les eaux superficielles (base: [9], Tab. 3.8)

3.2.2 Cas particulier du quai intermédiaire

Un quai intermédiaire est une surface imperméabilisée longée par des voies des deux côtés. Ce type de quai n'est fréquenté que par des voyageurs, aucun véhicule n'y circule. Les eaux de ruissellement qui tombent sur le quai doivent être évacuées afin qu'il ne se forme pas de flaques ni de plaques de glace, etc. En règle générale, les quais intermédiaires ne sont pas raccordés à un égout. Aucun détergent n'est employé.

Cas A : voies adjacentes avec couche d'imperméabilisation, évacuation des eaux complète

Les eaux de pluie du quai intermédiaire sont déversées dans le corps de la voie par-dessus la bordure du quai, d'où elles sont évacuées avec les eaux de la voie. Il n'y a donc pas d'infiltration directe dans le corps de la voie.

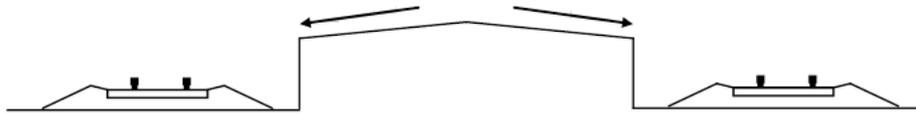


Fig. 3.8: évacuation des eaux du quai intermédiaire

Cas B : évacuation des eaux partielle, terrain faiblement perméable

Les voies I et II sont équipées d'une évacuation des eaux au moins partielle avec des tuyaux de drainage. Le déversement des eaux de ruissèlement des quais est admissible dans les autres secteurs üB et les secteurs A_u, si la valeur k du sous-sol atteint au moins 1×10^{-5} m/s.

Cas C : pas d'évacuation des eaux, terrain perméable

La voie n'est pas équipée pour l'évacuation des eaux, le déversement dans les eaux à évacuer provenant des voies des eaux de ruissèlement des quais (intermédiaires) est admissible dans les autres secteurs üB, mais pas dans les secteurs A_u. Il faut chercher à équiper une partie des quais d'asphalte drainant (ou de pavés filtrants). Dans les secteurs A_u, l'eau doit être récoltée.

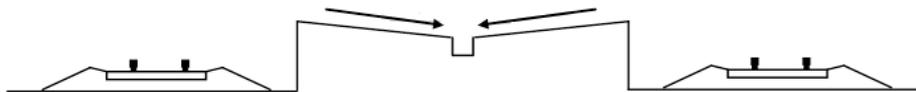


Fig. 3.9: évacuation des eaux du quai intermédiaire en zone de protection des eaux souterraines

3.3 Passages inférieurs pour piétons

Il faut en principe déverser les eaux à évacuer des passages inférieurs pour piétons dans les égouts des systèmes mixte ou unitaire.

Si cela représente des coûts disproportionnés pour de petites installations, on peut envisager un écoulement dans les talus ou dans un cours d'eau, auquel cas il faut prévoir un collecteur avec retenue de boues et une chambre de vannes (pour les cas d'avarie). La condition à remplir est que les eaux soient peu polluées et proviennent de surfaces de stationnement. Après des travaux avec des détergents, les eaux polluées doivent être amenées à une STEP.

3.4 Installations électriques

L'évacuation des eaux des installations électriques doit suivre les consignes de la « Recommandation de l'AES concernant la protection des eaux lors de la construction et de l'exploitation d'installations électriques renfermant des liquides pouvant polluer les eaux » de l'Association des entreprises électriques suisses (AES) [14].

Annexe 1: Bibliographie

- [1] OFROU: Traitement des eaux de chaussée des routes nationales, V1.00, Berne, 2013
- [2] OFT: directive, Contrôle chimique de la végétation sur et aux abords des voies. OFT, 1^{er} janvier 2016
- [3] OFT: directive, Etat de la technique de sécurité pour l'infrastructure ferroviaire, catalogue de mesures selon l'art. 3 OPAM. Berne, le 1^{er} septembre 2011
- [4] BMG Engineering AG: Gewässerschutz an Bahnanlagen, Untersuchung von Gleisabwasser. Mandat, CFF, OFT et OFEV. juin 2011
- [5] OFEFP: Construire en préservant les sols, guide n° 10, Berne, 2001
- [6] OFEFP: Instructions Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication. Berne, 2002.
- [7] OFEFP: Instructions Protection des eaux souterraines, Berne, 2004
- [8] UTP: ouvrage de référence en matière de technique ferroviaire, R RTE 21110 infrastructure et ballast. Berne, édition 1.9.2015
- [9] VSA : Évacuation des eaux pluviales. Directive sur l'infiltration, la rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations. Novembre 2002 (y c. mises à jour 2004, 2008), en révision
- [10] UPSR: Travaux de terrassement, sol, SN 640581a, 640582, 640 583, Zurich, 1998-2000.
- [11] BMG Engineering AG: Untersuchung von Gleisabwasser. Étude sur mandat de l'OFEV. 2012
- [12] Braun, Ch.; Gälli, R.; Kammer Ch.: Belastung durch Gleisabwasser, Aqua&Gas N°.7/8, 2013, p. 40-49
- [13] VSA: Rejets pluviaux urbains dans les eaux de surface (STORM), 2008
- [14] Association des entreprises électriques suisses: Recommandation de l'AES concernant la protection des eaux lors de la construction et de l'exploitation d'installations électriques renfermant des liquides pouvant polluer les eaux
- [15] OFT, OFEV: auxiliaire d'exécution, modification importante d'une installation ferroviaire au sens de l'OEaux, janvier 2006.
- [16] Burkhardt, M.; Schmidt, S.; Bigler, R.: VSA-Leistungsprüfung - Leistungsermittlung im Labor- und Feldtest für Anlagen zur Niederschlagswasserbehandlung, Aqua&Gas 11/2017, S. 33-41
- [17] Burkhardt, M.; Englert A.; Adolph G.: Behandlung von Gleisabwasser - Bau und Betrieb einer neuartigen Pilotanlage, Aqua&Gas 4/2018, S. 58-67

Annexe 2:

Commentaires sur les classes de pollution des eaux de la voie

Matrice au lieu de points

Les instructions actuelles « Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication » [6] reposent sur un système de points de pollution attribués en fonction du trafic et d'autres caractéristiques du tronçon. Suivant le total de points, les eaux à évacuer des voies sont attribuées à la classe de pollution « faible », « moyenne » ou « élevée ». Les études des dernières années [4] ont révélé que la pollution des eaux à évacuer des voies devait être redéfinie, c'est pourquoi les facteurs mentionnés ci-dessous jouent désormais un rôle.

Il n'est toutefois pas possible de fournir des prévisions scientifiques exactes des facteurs qui influencent la couverture végétale et dans quelle proportion, ni de quantifier la pollution des eaux pendant la durée de vie de chaque voie.

C'est pourquoi il a été décidé de ne pas attribuer de points aux facteurs d'influence, mais de classer directement les eaux évacuées des voies dans l'une des trois classes de pollution au moyen d'une matrice. Si des résultats plus précis sont obtenus ces prochaines années, cette attribution sera affinée.

Produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires (PPhS) employés sur la voie conformément à la directive sur le contrôle chimique de la végétation [2] peuvent être lessivés lors de précipitations. C'est notamment le cas après leur application, ce qui peut entraîner des dépassements des valeurs-limites de l'OEaux à la première pluie (cf. chap. 2).

Facteurs qui favorisent la pousse des végétaux sur la voie

Outre les propriétés (qualité du ballast, contaminations) les facteurs suivants, dont certains varient d'une saison à l'autre, jouent un rôle dans la pousse des végétaux et par conséquent dans la quantité de PPhS nécessaire par mètre de voie:

a) Humidité:

- *Évacuation des eaux*: comme la classe de pollution (cf. chap. 3.1.2) n'est attribuée qu'aux voies pourvues d'une évacuation des eaux, il est admis que cette évacuation est bonne ;
- Topographie: remblai ou fossé, quoique les remblais contiennent moins d'humidité et que le vent les assèche davantage ;
- Quantité et répartition des pluies.

b) Chaleur:

- Plus la saison de croissance des végétaux est longue, plus les plantes peuvent croître;
- Ombre / exposition au soleil

c) Matériaux fins/espace d'enracinement /nutriments :

- Existence et type de banquettes (matériau, pollution)
- Accumulation de particules fines par la bordure du quai ou par des obstacles similaires
- Tourbillons de particules fines lors de passages de trains à grande vitesse
- Apports dus au vent => ne sont pas pris en compte.

- d) « **pertinence sécuritaire** » : dans les zones très souvent parcourues par du personnel ferroviaire, on tolère moins de couverture végétale car elle peut faire trébucher.

Caractéristiques choisies pour déterminer les facteurs de croissance

Considérer tous ces facteurs en détail demande du temps; certains sont réalisés de manière hétérogène sur de courtes sections (p. ex. ombre/soleil), et il est notamment difficile de les pondérer. C'est pourquoi on simplifie comme suit:

- a) Humidité: on admet que cet aspect est négligeable car l'évacuation des eaux est bonne et parce que, dans le cas de figure avantageux du « remblai », une couche de terre biologiquement active permet une infiltration en fonction de la classe de pollution (cf. tab. 3.2).
- b) Chaleur: la température / saison de croissance des végétaux est inversement proportionnelle à l'altitude. Une analyse des nœuds importants du réseau ferroviaire de Suisse a révélé, qu'entre autres, les grands lacs suisses ou les vallées à föhn, où les jours de gel en hiver⁷ sont moins nombreux et, où, à l'expérience, la pousse des plantes est plus précoce, se situent tous à plus de 500 m d'altitude. C'est pourquoi une première limite de catégorie a été placée à 500 m d'altitude, même si elle ne correspond à aucune altitude déterminante pour la botanique. La limite suivante est placée à 1000 m, à la limite entre les chemins de fer de plaine et de montagne. Dans les tronçons montagneux, l'ensoleillement est généralement moindre, ce qui freine la croissance des plantes. Au dessus de 1500 m, suivant la longueur de l'hiver, on ne recourt éventuellement pas même une fois par an aux herbicides.
- c) Particules fines : ce point est pris en compte sous deux aspects : la différenciation entre voie avec ou sans banquette, voire avec banquette anti-végétation d'une part, et la subdivision tracé en pleine voie/secteurs de quais ou de manœuvres d'autre part. Les secteurs de gare présente en règle générale davantage de particules fines.
- d) Pertinence sécuritaire: cet aspect est également pris en compte par la subdivision tracé en pleine voie / secteurs de quais ou zones de manœuvre.

Tracé en pleine voie et secteurs de gare

Tracé en pleine voie : l'essentiel est la sécurité de l'exploitation à grande vitesse. La qualité de la construction de la voie et la faible quantité de particules ralentissent la végétation.

Secteurs de gare: la sécurité de l'exploitation et du personnel compte avant tout. La quantité de particules est légèrement supérieure du fait du freinage. On emploie généralement plus d'herbicide qu'en pleine voie.

Volume du trafic

Le trafic journalier est un indicateur de l'intensité du dépôt de métaux lourds sur la voie. Même si les études [4] ont montré que les valeurs-limites sont le plus souvent respectées, ces substances provenant de l'exploitation ferroviaire ont pourtant été décelées dans les eaux à évacuer des voies. C'est pourquoi le volume du trafic reste pris en compte sous forme de tonnage brut journalier, toutefois sur une échelle moins fine que dans [6]. Les limites de catégorie s'appuient sur les groupes de pollution de la voie de [8].

Le volume du trafic est aussi une indication de « l'importance » de la voie pour l'entreprise de chemin de fer. Plus la pollution est élevée, plus les mesures d'entretien sont fréquentes.

⁷ Cf. indicateur de gel selon SN 670 140b.

Mais il n'est pas possible de mettre en évidence un lien direct avec la pollution des eaux, car la fréquence de l'entretien peut signifier p. ex. moins de particules fines ou un budget plus large pour l'emploi de produits phytosanitaires.

Annexe 3:

Modes d'évacuation des eaux selon R RTE21110

(Source: [8], annexe 8)

	Mode d'évacuation des eaux	Situation	Evacuation des eaux	Coefficient k [m/s] Fond de tranchée
1	Talus	Remblai Flanc de co- teau	Infiltration évaporation	--
2a	Fossé avec surface végétalisée	Déblai Flanc de co- teau Terrain plat	Infiltration Évaporation	--
2b	Fossé avec surface végétalisée et matériau d'étanchéité	Déblai Flanc de co- teau Terrain plat	Évacuation avec prétraitem- ent Évaporation	--
3a	Tranchée drainante	Déblai Terrain plat	Infiltration	$> 10^{-4}$
3b	Tranchée drainante avec tube de filtration intégral	Déblai Terrain plat	Répartition Infiltration	$10^{-4} \dots 10^{-5}$
3c	Tranchée drainante avec tube de filtration partiel	Déblai Terrain plat	Infiltration Evacuation	$10^{-5} \dots 10^{-6}$
4a	Evacuation sans tranchée étanche	Déblai Terrain plat	Évacuation	$< 10^{-6}$
4b	Evacuation avec tranchée étanche	Déblai Terrain plat	Évacuation	

Tab. A3.1: Tableau récapitulatif des modes d'évacuation des eaux

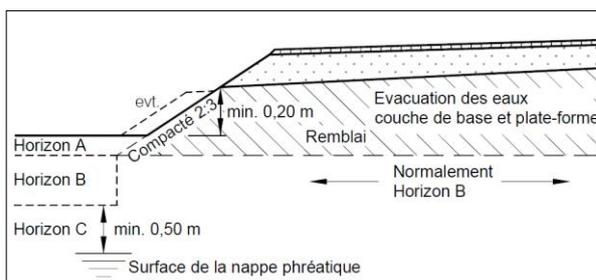


Fig. A3.1: Type 1 – Talus

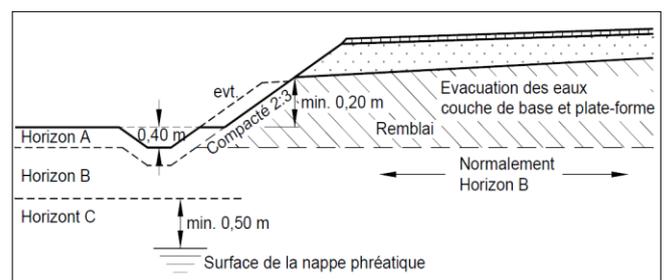


Fig.A3.2: Type 2a -fossé avec surface végétalisée

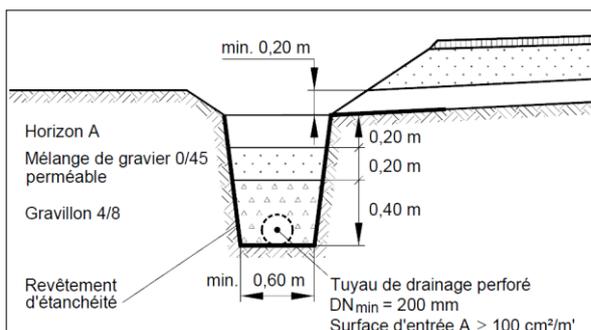


Fig. A3.3: Type 2b – fossé avec surface végétalisée avec imperméabilisation de la tranchée

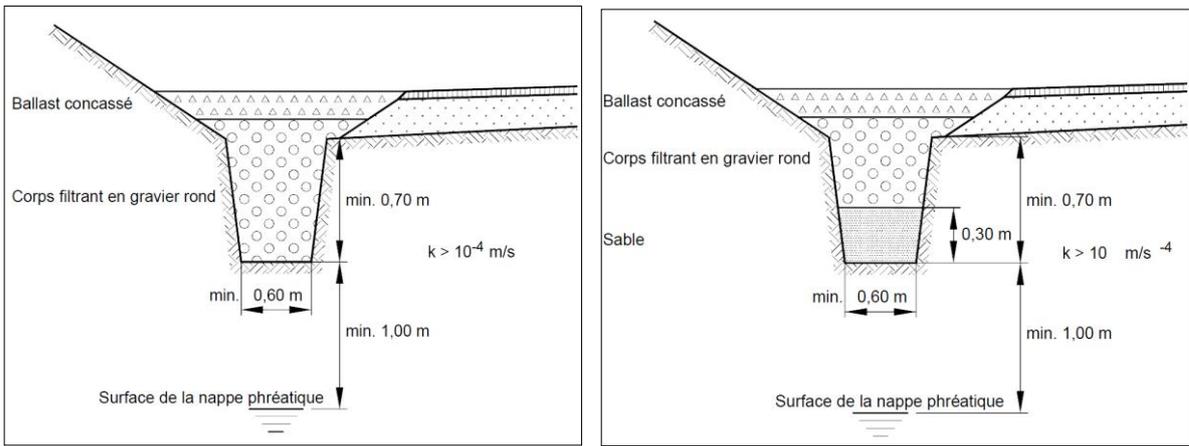


Fig. A3.4: Type 3a – Tranchée drainante (avec ballast ou ballast/sable)

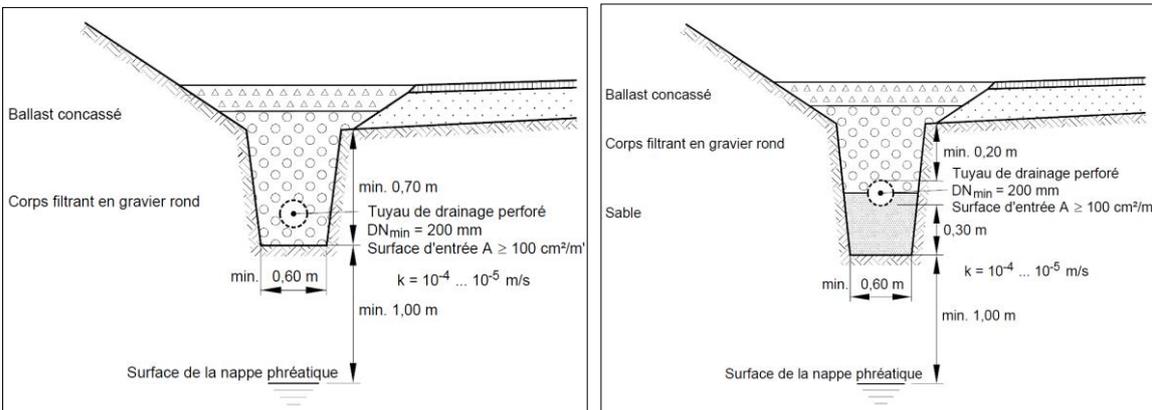


Fig. A3.5: Type 3b – Tranchée drainante avec drain perforé (avec ballast ou ballast/sable)

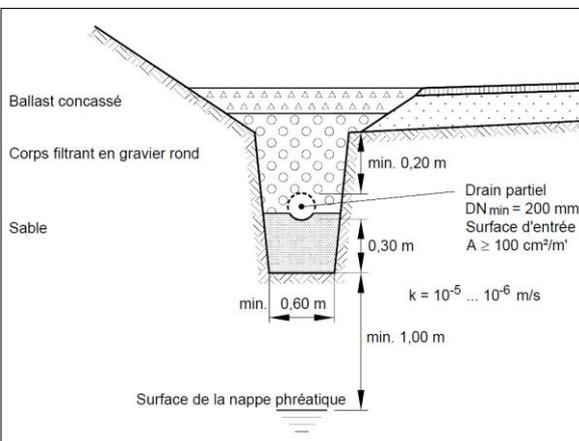


Fig. A3.6: Type 3c – Tranchée drainante avec drain partiel

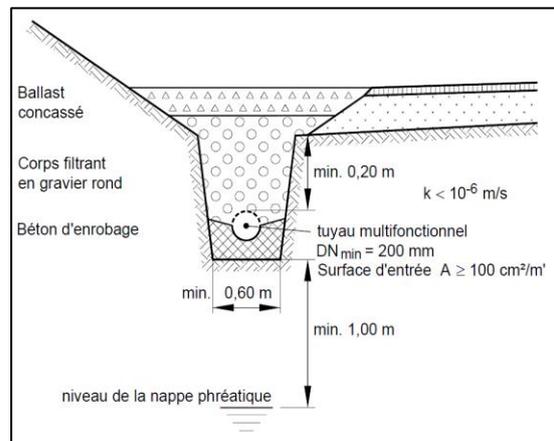


Fig. A3.7: Type 4a – Evacuation des eaux sans imperméabilisation de la tranchée

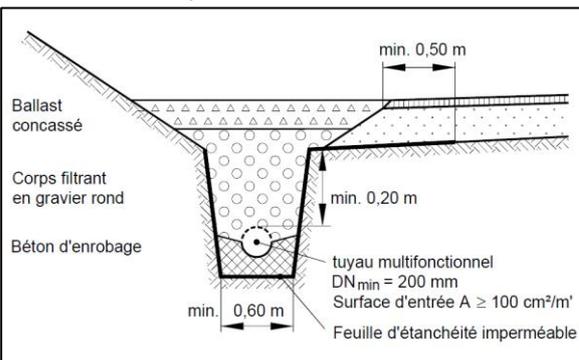


Fig. A3.8: Type 4b – Evacuation des eaux avec imperméabilisation de la tranchée

Annexe 4:

Détermination des conditions de déversement

Formules	Symboles	Signification		
Examen particulier à un point de déversement				
$V = \frac{Q_{347}}{Q_E}$	V Q ₃₄₇	Condition de déversement hydraulique Débit du cours d'eau au lieu de déversement atteint ou dépassé pendant 347 jours par année, dont la moyenne est calculée sur une période de dix ans (selon les annuaires hydrologiques ou une estimation)		
$V_G = V \cdot f_S \cdot f_G$	Q _E V _G f _S , f _G	Débit maximum des eaux des voies de communication au lieu de déversement prévu en une année (avant d'éventuelles mesures de rétention) Condition de déversement propre au cours d'eau Facteurs de correction pour la nature du lit et le type de cours d'eau ; cf. valeurs ci-dessous		
Examen global d'un tronçon de cours d'eau				
$V_{Max} = \frac{Q_{347}}{Q_{E, Max}}$	V _{Max} Q _{E, Max}	Condition de déversement hydraulique sur le tronçon de cours d'eau Somme sur un tronçon de cours d'eau (longueur = 1'000 x la largeur du lit mouillé aux eaux moyennes) de tous les débits Q _E prévus une fois par année		
$V_{G, Max} = V_{Max} \cdot f_S \cdot f_G$	V _{G, Max} f _S , f _G	Condition de déversement propre au tronçon de cours d'eau Facteurs de correction pour la nature du lit et le type de cours d'eau ; cf. valeurs ci-dessous		
Facteurs de correction propres au cours d'eau f_S, f_G				
Nature du lit	f _S			
Surtout sédiments fins	0.5	(pour V ≥ 1, f _S = f _G = 1.0)		
Surtout graviers (Ø < taille du poing)	1.0			
Surtout pierres (Ø > taille du poing)	1.5			
Surtout blocs (Ø > 0.5 m)	2.0			
Type de cours d'eau	Q ₃₄₇ (m ³ /s)	Largeur moyenne du lit mouillé (m)	Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)	f _G
Petit ruisseau du Plateau	< 0.1	< 1	< 0.5	0.5
Grand ruisseau du Plateau	0.1 - 1.0	1 - 5	< 0.5	1.0
Petit ruisseau des Préalpes	< 0.1	< 1	> 0.5	1.0
Grand ruisseau des Préalpes	0.1 - 1.0	1 - 5	> 0.5	2.0
Grand cours d'eau	> 1.0	> 5	> 0.5	2.0

Tab. A4.1: Estimation des conditions de déversement en vue de l'évaluation approximative de la pollution lors du déversement dans les eaux superficielles (source: tableau 6 [6])

Annexe 5:

Évaluation de la structure du sol

Exigence de base 1: teneur en argile A [%] dans les couches supérieure et inférieure du sol: (5) $10 < T < 15$ (20)						
Exigence de base 2: teneur en humus H_u [%] dans la couche inférieure du sol: $H_u < 1$ ($H = \text{Corg.} \times 1.72$; voir page 105 de la directive)						
Si les paramètres suivants sont remplis (ensemble) dans la ...						
...couche supérieure et dans... [horizon A]				...la couche inférieure... [horizon B]		...la...
épaisseur [cm]		pH (méthode CaCl_2)		teneur en humus H_u [%]		épaisseur [cm]
≥ 30	et	≥ 6.5	et	≥ 4	et	≥ 50
≥ 20	et	≥ 5.5	et	≥ 2	et	≥ 30
≥ 10	et	≥ 5.5	et	≥ 2	et	≥ 20
En cas de non-respect de la valeur «minimale» d'un ou plusieurs paramètres, la structure du sol est considérée comme...						insuffisante
...ou à une couche, sans couche inférieure (admissible seulement en zone de constructions)						
≥ 30	et	≥ 5.5	et	≥ 4		–
						minimale

Fig. A5.1: Conditions requises de la structure du sol naturel en vue de l'infiltration des eaux de ruissellement sur la base de quelques paramètres pédologiques importants (source: tab. 3.4 [9])

Dans des conditions spéciales ou hétérogènes, il est recommandé de faire appel à un expert en pédologie. Il faut prendre en compte les documents de base concernés, par exemple le manuel OFEFP « Protection des sols lors de la construction » [5] et les normes suisses « Terrassement et sol » [10]. L'effet de rétention de la couche de terre a obligatoirement pour conséquence une accumulation de substances polluantes, notamment de métaux lourds. Une véritable disparition de la capacité de rétention n'a cependant pas pu être établie à ce jour pour les infiltrations à travers une couche de terre en fonction depuis plusieurs décennies.

Annexe 6:

État de la technique des installations de traitement sans passage à travers une couche de sol

État en 2018

L'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) a développé une nouvelle méthode d'examen pour les adsorbants utilisés pour le traitement des eaux de pluie [16]. L'état de la technique va donc fortement évoluer ces prochaines années.

Nous résumons ci-après l'état de la technique au début de 2018, qui sera mis à jour périodiquement par une adaptation de la directive.

Les premières expériences (des CFF) avec les filtres artificiels ont montré qu'il fallait veiller aux points suivants :

- Pour les eaux à évacuer des voies de pH > 7, il faut utiliser du sable quartzéux (et non du sable calcaire). Les eaux à évacuer du corps de la voie à ballast calcaire ont une haute teneur en calcaire, leur pH est donc toujours élevé. Tout ajout de calcaire supplémentaire dans le filtre peut aboutir à un colmatage précoce du matériau filtrant.
- Le sable quartzéux est en mesure de réduire la teneur des eaux à évacuer des voies en métaux lourds : on suppose que plus l'installation est en service depuis longtemps, plus l'effet d'épuration augmente en raison des particules de fer produites par usure des rails et des freins qui accroissent le pouvoir de sorption du filtre. Les eaux à évacuer des voies contiennent relativement beaucoup de particules fines. Ces particules fines peuvent également boucher le filtre, qui requiert une maintenance régulière.
- Dans une installation pilote des résultats prometteurs ont été obtenus en 2017 avec un nouveau matériel adsorbant (substrat mixte à grain grossier) [17].

Vu l'expérience encore restreinte acquise avec des filtres artificiels, l'autorité d'approbation peut ordonner un programme d'analyse périodique ou un contrôle du résultat. Il faut donc toujours prévoir une possibilité de prélever des échantillons dans l'écoulement du filtre, p. ex. au moyen d'un regard.

Annexe 7:

Banquette anti-prolifération de la végétation selon R RTE 211110

Les exigences pour une banquette anti-prolifération de la végétation sont définies dans R RTE 211110 [8]:

4.8.4 Banquette anti-prolifération de la végétation

Les banquettes anti-prolifération de la végétation doivent être construites de manière à former des conditions défavorables à la croissance de la végétation. Ces banquettes exigent logiquement peu d'herbicides (cf. directive de l'OFT sur l'évacuation des eaux des installations ferroviaires).

Pour empêcher la prolifération de la végétation, une banquette doit généralement être reconstruite et présenter les propriétés suivantes:

- une faible quantité de particules fines,
- un écoulement d'eau optimal.

Pour obtenir ces propriétés sur la banquette, il est possible d'utiliser un matériau à gros grains à partir de la plate-forme ou d'installer une couche d'étanchéité (AC Rail, couche d'étanchéité minérale) recouverte d'une couche de matériau à gros grains.

Dans le cas de banquettes profondes, on peut souhaiter recouvrir la couche de matériau à gros grains, auquel cas il faut veiller à ce qu'il y ait le moins possible d'humidité et de particules fines (cf. section 4.8.3).