



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 routes OFROU**

Documentation

Édition 2015 V1.20

# **Cartographie du potentiel d'infiltration des eaux par les bas-côtés des routes nationales**

**ASTRA 88011**

ASTRA OFROU USTRA UVIAS

# Impressum

## Auteur(s)/Groupe de travail

Boivin Pascal (hepia Genève, chef de projet)  
Dubois Alain (hepia Genève, expert en SIG)  
Gondret Karine (hepia Genève, assistante HES)

## Groupe d'accompagnement

Trocme Maillard Marguerite (Présidence et édition)  
Angst Thomas (OFROU, Division infrastructure F4)  
Cerf Yan (OFROU, Division Affaires de direction, informatique)  
Delorenzi Massimo (OFROU, Division infrastructure, F5)  
Gasser Frédéric (OFROU, Division infrastructure, F2)  
Linder Laurent (OFROU, Division infrastructure, Exploitation)  
Lochmatter Patrick (OFROU, Division infrastructure, F2)  
Würmli Sabine (OFROU, Tracé)  
Zeh Eva-Maria (OFROU, Division infrastructure)  
Havlicek Elena (OFEV, Sol)  
Lehmann Sébastien (OFEV, Eaux)  
Krebs Rolf (ZHAW)

**Traduction** (version originale en français)

## 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](http://www.astra.admin.ch).

© ASTRA 2015

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

## Avant-propos

Depuis 2002, et dans un souci de protection environnementale, la Confédération recommande en priorité l'évacuation des eaux de chaussée par les bas-côtés des routes. Lorsque les sols y disposent des propriétés jugées adéquates l'infiltration des eaux de chaussée dans les sols des bas-côtés permet d'épurer ces eaux des polluants dont elles sont chargées.

Les propriétés requises sont d'ordre géométrique (une dimension de bas-côté suffisante en contrebas de la chaussée), et d'ordre pédologique (nature du sol et du couvert végétal).

Une expérience positive a été acquise sur le tracé de l'autoroute A9, avec des bas-côtés infiltrants complétés à leur base de fossés infiltrants.

Cependant, on constate sur les routes à grand trafic que les ingénieurs hésitent souvent à utiliser cette possibilité, par crainte d'échec et/ou manque d'expérience.

C'est pourquoi l'Office fédérale des routes (OFROU) a décidé de soutenir cette démarche en mettant à disposition des ingénieurs une cartographie du potentiel d'infiltration des bas-côtés des routes nationales (RN).

Réalisée à partir de sources diverses (imagerie, cartes et sondages de terrain), la cartographie est un outil indicatif des secteurs où l'évacuation par les bas-côtés peut être envisagée. Elle est disponible dans le système de base MISTRA. Ce rapport explique comment le potentiel d'infiltration a été évalué et comment utiliser les résultats de la cartographie.

### **Office fédéral des routes**

Marguerite Trocmé Maillard  
Responsable technologies environnementales



# Table des matières

	<b>Impressum.....</b>	<b>2</b>
	<b>Avant-propos.....</b>	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>7</b>
1.1	Objectifs de la documentation .....	7
1.2	Domaine de validité.....	7
1.3	Destinataires.....	7
1.4	Publication et modifications.....	7
<b>2</b>	<b>Evacuation des eaux par les bas-côtés .....</b>	<b>8</b>
2.1	Principes.....	8
2.2	Connaissances tirées de 20 ans d'infiltration sur les bas-côtés de l'N9 .....	8
2.3	Nouvelles exigences concernant l'infiltration dans les sols.....	8
<b>3</b>	<b>Méthodologie.....</b>	<b>10</b>
3.1	Critères d'aptitude.....	10
3.1.1	Etat de surface.....	10
3.1.2	Géométrie.....	11
3.1.3	Teneur en argile.....	12
3.1.4	Statut de protection des eaux souterraines.....	12
3.2	Typologie des bas-côtés .....	13
<b>4</b>	<b>Résultats .....</b>	<b>14</b>
4.1	Réseau cartographié.....	14
4.2	Cartographie du potentiel d'infiltration.....	15
<b>5</b>	<b>Marche à suivre pour la mise en œuvre .....</b>	<b>17</b>
5.1	Utilisation de la carte.....	17
5.1.1	Représentation visuelle des résultats .....	17
5.2	Démarche à suivre sur le terrain.....	19
5.2.1	Contrôles à effectuer sur les tronçons de RN verts (favorables).....	19
5.2.2	Contrôles à effectuer sur les tronçons de RN orange (incertains) et rouges (défavorables).....	20
5.3	Tronçons courts : traitement possible .....	21
5.4	Exemples de fossés d'infiltration.....	22
	<b>Annexes.....</b>	<b>25</b>
	<b>Glossaire .....</b>	<b>35</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>36</b>
	<b>Remerciements .....</b>	<b>37</b>
	<b>Liste de modifications .....</b>	<b>39</b>



# 1 Introduction

Cette publication accompagne la cartographie du potentiel d'infiltration des eaux de chaussée par les bas-côtés des routes nationales (RN). La cartographie se base sur les directives contenues dans la directive ASTRA 18005 «Traitement des eaux de chaussée des routes nationales» [3]. Le présent rapport en fournit les clés de lecture et d'utilisation.

## 1.1 Objectifs de la documentation

Cette documentation décrit comment utiliser la cartographie du potentiel d'évacuation par les bas-côtés des RN, disponibles dans le système de base MISTRA. Dans un premier temps, elle rappelle la méthodologie employée pour analyser le potentiel d'infiltration par les bas-côtés le long des RN. Cette méthodologie est décrite de manière précise dans la documentation ASTRA 88006 «Infiltration des eaux de chaussée des routes nationales par les bas-côtés» [4]. Dans un second temps, elle explique l'utilisation possible de la cartographie pour la mise en œuvre d'une infiltration. Les contrôles à effectuer sur le terrain et les cas particuliers sont traités.

## 1.2 Domaine de validité

La cartographie du potentiel d'évacuation par les bas-côtés des RN est une base pour les études préliminaires concernant l'évacuation des eaux de chaussée. Le potentiel d'infiltration des eaux de chaussée a été évalué sur les tronçons à ciel ouvert du réseau RN suisse en service en 2014. Exclus sont donc les tunnels ainsi que les ponts. Les RN situées sur le canton de Bâle-Ville n'ont pas été cartographiées du fait de leur localisation en milieu fortement urbanisé. La cartographie a été faite entre 2013 et 2014. Les résultats restent valides tant que la géométrie de la route et les bas-côtés n'ont pas été modifiés depuis l'état analysé en 2014.

Cette cartographie doit être distinguée des couches sur la perméabilité des sols et le risque érosif que le site de la Confédération [7] [map.geo.admin.ch](http://map.geo.admin.ch) présente. Destinées à l'évaluation des risques et à la gestion agricole à large échelle, elles ne s'appliquent pas à des projets d'infrastructures.

## 1.3 Destinataires

La présente documentation et la cartographie présente dans le système de base MISTRA s'adresse aux chefs de projets et ingénieurs projeteurs pour l'évaluation de variantes d'évacuation des eaux de chaussée.

## 1.4 Publication et modifications

La présente Documentation entre en vigueur le **Error! Reference source not found.** La «Liste de modifications» se trouve à la page 39.

## 2 Évacuation des eaux par les bas-côtés

### 2.1 Principes

L'infiltration des eaux de chaussées dans les sols des bas-côtés est recommandée en première priorité par la directive de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) de 2002 [6]. Toutefois, cette évacuation est soumise à des conditions concernant la nature des sols et la protection des eaux souterraines.

Le but principal de cette infiltration est que les particules polluantes soient retenues durablement dans la couche superficielle des sols des bas-côtés. Les dimensions du bas-côté et la nature des sols sont donc importants.

### 2.2 Connaissances tirées de 20 ans d'infiltration sur les bas-côtés de l'N9

Dans le cadre de la rénovation du réseau de collecte et de traitement des eaux de l'N9, une étude de l'infiltration des eaux dans les bas-côtés a été entreprise. Les caractéristiques des sols des bas-côtés valaisans ne correspondaient pas aux recommandations de l'OFEV décrites dans les instructions «Protection des eaux lors de l'évacuation des eaux des voies de communication» datant de 2002 [6]. En effet, la teneur en argile de ces sols ne dépassait pas les 7 % alors que l'OFEV recommandait une teneur en argile allant de 10 à 35 %. Des essais et suivis d'infiltration au niveau de l'N9 ont pourtant démontré que les sols sablo-limoneux (de 5 à 10 % d'argile selon le triangle des texture suisse) du Valais avaient d'excellentes qualités de rétention des polluants. Il a été démontré qu'après 20 ans d'exploitation, les polluants routiers se localisaient dans les premières couches de sol (10 premiers cm), à proximité de la chaussée. D'après cette même étude sur les sols sablo-limoneux des bas-côtés valaisans, les eaux de chaussée ne percolent pas en dessous de la couche de sol. Les principales conclusions sont publiées dans l'article de «Depuration of highway runoff water into grass covered embankments» [10].

Les polluants routiers (organiques et ETM) sont composés à 90 % environ de micro particules. La fonction du sol qui est la plus efficace pour les retenir est donc la filtration, assurée par la présence de pores fins (5 à 50 micromètres).

Les sols argileux (dès 25 % d'argile) préconisés dans les recommandations de l'OFEV présentent à la fois des pores très fins (trop fins pour filtrer les micros particules) et des pores «structuraux» relativement grossiers qui créent l'infiltration préférentielle (bypass flow). Ces sols (dès 25 % d'argile) présentent donc le risque de ne pas retenir les micro-particules (risque d'infiltration préférentielle élevé) et sont délicats à manipuler (susceptibilité à la compaction, instabilité).

À l'inverse, les sols sablo-limoneux (de 5 à 10 % d'argile selon le triangle des texture suisse) sont les plus aptes à la filtration. En outre, si les sols contiennent des carbonates, le pH élevé permet de stabiliser les métaux. Les polluants s'accumulent que dans les premiers centimètres du sol. Les calculs montrent qu'il faut des décennies d'infiltration avant d'avoir atteint les valeurs indicatives de l'Ordonnance sur les atteintes portées aux sols (Osol [2]).

### 2.3 Nouvelles exigences concernant l'infiltration dans les sols

Ces constats ont conduit à réviser les recommandations sur la texture des sols destinés à l'infiltration et l'épuration des eaux de ruissellement. Les nouvelles recommandations sur la granulométrie des sols autorisent les textures sablo-limoneuses (de 5 à 10 % d'argile selon le triangle des texture suisse). La directive ASTRA 18005 «Traitement des eaux de chaussées pour les routes nationales» [3] reprend l'ensemble de ces éléments permettant de traiter les eaux de chaussée et présente, en accord avec l'OFEV, les der-

nières recommandations en termes d'infiltration par les bas-côtés.

Les différences entre la fiche IV.1 de la directive ASTRA 18005 [3] et la VSA (2002) [8] sont les suivantes :

- Sous une prairie la teneur en matière organique du sol se stabilise naturellement au-dessus de 10% de la teneur en argile ( $g/g^{-1}$ ) [11]. Il est donc inutile, voire problématique, de fixer une teneur en matière organique indépendamment du sol pour garantir l'activité biologique du sol (risque d'amendements polluants). C'est pourquoi la teneur en matière organique du sol n'est pas spécifiée au sein de la directive «Traitement des eaux de chaussée des routes nationales» [3] contrairement à la directive VSA (2002) [8].
- Les eaux s'évacuent depuis la chaussée dans le bas-côté, puis s'infiltrent latéralement à travers les horizons A et B, jusqu'à la base du bas-côté. Les eaux circulent donc à travers une grande épaisseur d'horizons A et B. C'est pourquoi les épaisseurs recommandées dans VSA (2002-2008) [8], [9] et dans la directive ASTRA 18005 (2013) [3] ne sont pas les mêmes. L'épaisseur recommandée dans la directive 18005 tient également compte d'impératifs de stabilité du bas-côté.
- Sur l'autoroute N9 dans la vallée du Rhône, les fossés infiltrants ont parfois une nappe à moins de 1 m sous la base du fossé. Comme les eaux transitent d'abord par les horizons A et B du bas-côté, cette différence avec VSA (2002) a été acceptée par l'OFEV.
- Le seuil de maximum 25 % d'argile est plus tolérant que les recommandations concernant l'infiltration de VSA 2008 [9] mais plus exigeant que VSA 2002 [8]. Ce seuil est défini par rapport au risque d'infiltration préférentielle. L'infiltration préférentielle de l'eau dans les sols correspond à l'écoulement rapide de l'eau au sein de pores grossiers. Ce type d'infiltration minimise le temps de contact entre le sol et l'eau (bypass), ce qui a pour conséquence de court-circuiter la fonction filtre du sol. Par ailleurs, au-delà de 25 % d'argile, la perméabilité du sol peut être très faible (s'il n'y a pas de porosité structurale ouverte).

Il est très important de noter que le sol, pour conserver ses capacités épuratives, doit être occupé par une végétation herbacée bien développée. Cette végétation ainsi qu'une texture peu argileuse (moins de 25 %) garantissent à priori une bonne vitesse d'infiltration, si le sol n'a pas été compacté lors de sa mise en place (manipulation en conformité avec «Construire en préservant les sols», OFEV, 2001 [5]). De même, la présence d'une végétation de type prairie garantit une teneur optimale en matière organique stable, teneur qui joue un grand rôle dans l'épuration des polluants.

La route et le bas-côté doivent d'une part avoir une pente suffisante, pour que les eaux puissent s'écouler de haut en bas et d'autre part disposer d'une surface d'infiltration suffisante, pour que les eaux s'y infiltrerent entièrement. Dans ce but, les bas-côtés de la N9 destinés à infiltrer les eaux de chaussée ont été complétés par un fossé d'infiltration, ce qui permet de retenir les plus fortes crues, et, offre une grande garantie en cas d'accident majeur.

### 3 Méthodologie

La méthodologie utilisée pour cartographier le potentiel d'infiltration des eaux de chaussée est décrite avec précision dans la documentation ASTRA 88006 Infiltration des eaux de chaussée des routes nationales par les bas-côtés [4].

La figure 3.1 présente de façon schématique les termes employés dans ce rapport pour désigner les éléments de base des RN.

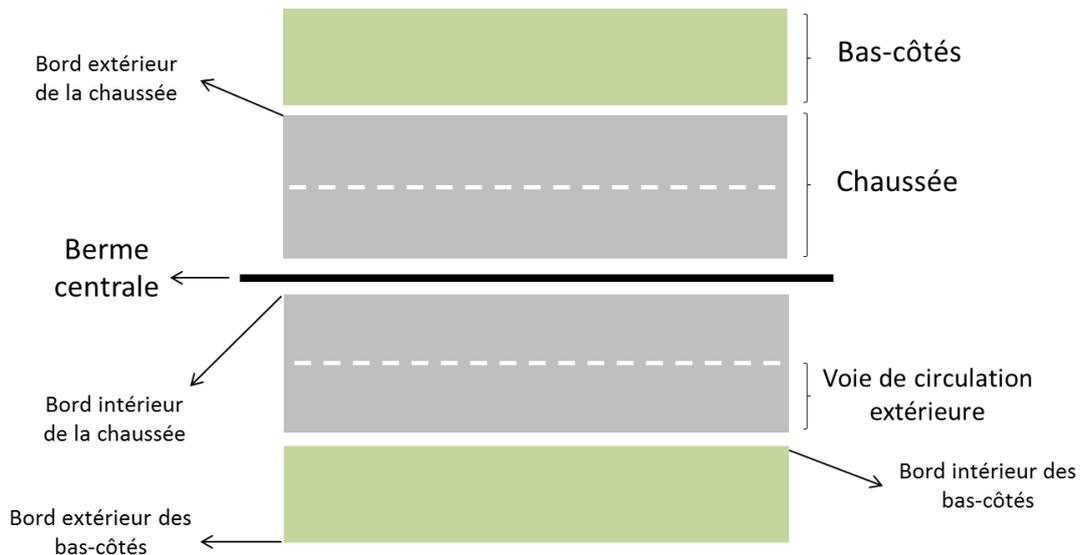


Fig. 3.1 Terminologie des RN utilisée dans ce rapport.

#### 3.1 Critères d'aptitude

Pour les bas-côtés, quatre critères principaux déterminent l'aptitude à l'infiltration des eaux de chaussées. Il s'agit :

- de l'**état de surface** des sols des bas-côtés (la surface du sol doit être occupée par une végétation de type prairie) ;
- de la **géométrie** de la voie de circulation extérieure et du bas-côté attenant (les eaux doivent s'écouler sur les bas-côtés depuis la chaussée, le bas-côté doit être de taille suffisante) ;
- de la **teneur en argile** des sols des bas-côtés (une teneur inférieure à 25 % est demandée) ;
- du **statut de protection des eaux souterraines** au niveau de l'emplacement du bas-côté.

Rappelons que selon la loi sur la protection des eaux [1], l'infiltration est interdite en S1 (zone de captage) et S2 (zone de protection rapprochée) et est soumise à des critères restrictifs en S3 (zone de protection éloignée).

##### 3.1.1 Etat de surface

L'état de surface décrit la nature de la couverture du sol des bas-côtés.

L'état de surface est un critère important à prendre en compte puisqu'il conditionne la capacité d'infiltration et de traitement de l'eau par les sols des bas-côtés.

**Les bas-côtés doivent impérativement présenter une couverture des sols de type herbacée, dense et permanente (prairie) pour atteindre les conditions favorables d'infiltration du point de l'état de surface.** En effet, conformément aux directives géné-

rales ([8], [3]), cet état de surface est le seul capable de garantir un sol biologiquement actif, ce qui permet d'assurer une bonne infiltration-épuration. L'activité biologique du sol, sous couvert herbacé permanent et non labouré, est optimale.

La typologie de l'état de surface du bas-côté présente deux catégories qui sont décrites dans le tableau suivant :

Code cartographique	Description	Description simple	Potentiel d'infiltration selon l'état de surface
1	Bas-côtés végétalisés sur plus de 2m	Végétalisé	Favorable
2	Bas-côtés végétalisés sur moins de 2m	Non végétalisé	Défavorable

Fig. 3.2 Typologie du potentiel d'infiltration en fonction de l'état de surface.

### 3.1.2 Géométrie

La géométrie décrit la forme dans l'espace de la voie de circulation extérieure de la chaussée (Fig. 3.3) et du bas-côté attenant.

La géométrie est un critère important à prendre en compte dans le cadre de cette étude, puisqu'elle conditionne la possibilité d'un écoulement de l'eau vers et dans les bas-côtés du point de vue hydrodynamique.

**Les bas-côtés des RN construites en remblai développant au minimum 1 mètre d'extension latérale présentent les conditions favorables d'infiltration du point de vue de la géométrie [3], si la pente de la voie de circulation extérieure de la chaussée permet de diriger l'eau vers les bas-côtés et qu'il n'y a pas d'obstacle entre la chaussée et les bas-côtés (cf. Fig. 3.3).**

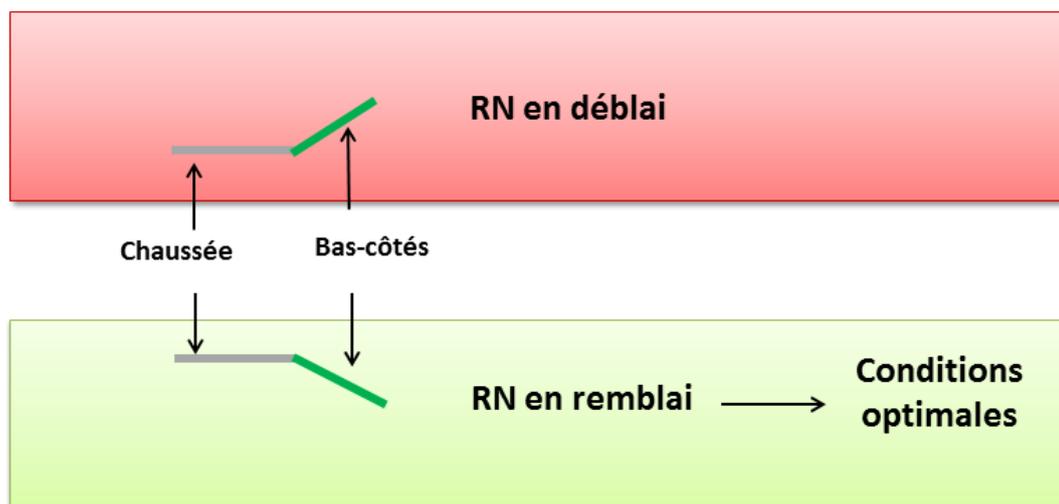


Fig. 3.3 Conditions favorables d'infiltration des eaux de chaussées en fonction du critère «géométrie» (RN : route nationale).

La typologie de la géométrie du bas-côté présente trois catégories qui sont décrites dans le tableau suivant :

Code cartographique	Description	Description simple	Potentiel d'infiltration selon la géométrie
CH1_BC1	Remblai sur 1m au minimum	Remblai (1 mètre d'extension latérale au minimum)	Favorable
BC4	Déblai	Déblai	Défavorable
CH1_BC2	Petit déblai puis remblai incertain	Incertain	Incertain
CH2_BC??	Plat incertain		
CH2_BC1	Remblai incertain		

Fig. 3.4 Typologie du potentiel d'infiltration en fonction de la géométrie.

Les types géométriques suivants : «Petit déblai puis remblai incertain», «Plat incertain», «Remblai incertain» ont été classés dans la catégorie «potentiel d'infiltration incertain» car les variations d'altitude de ces 3 types géométriques sont inférieures au seuil de détection (égal à 0.2 m) de la méthode employée.

### 3.1.3 Teneur en argile

La teneur en argile caractérise le pourcentage d'argile des sols des bas-côtés.

La teneur en argile est un critère important à prendre en compte puisqu'il conditionne la capacité d'infiltration de l'eau et la qualité de l'épuration.

**La teneur en argile ne doit pas excéder un seuil, fixé à 25 % par la directive «Traitement des eaux de chaussées pour des routes nationales» [3].** En effet, au-dessus de 25 % d'argile, l'infiltration préférentielle consécutive à la formation de fentes de retrait et de pores structuraux limite la capacité d'épuration des sols.

Code cartographique	Description	Potentiel d'infiltration selon la teneur en argile
1	Moins de 25 % d'argile	Favorable
2	Plus de 25 % d'argile	Défavorable

Fig. 3.5 Typologie du potentiel d'infiltration en fonction de la teneur en argile.

### 3.1.4 Statut de protection des eaux souterraines

Selon l'ordonnance sur la protection des eaux [1], l'infiltration est interdite en S1 (zone de captage) et S2 (zone de protection rapprochée) et est soumise à des critères restrictifs en S3 (zone de protection éloignée).

**Les bas-côtés situés hors zone de protection des eaux souterraines (S1, S2, S3) présentent les conditions favorables à l'infiltration du point de vue de la l'ordonnance sur la protection des eaux (LPE) [1].**

**Les bas-côtés situés en zone de protection des eaux souterraines S3 peuvent présenter sous réserve les conditions favorables à l'infiltration du point de vue de la LPE [1].**

Le statut de certaines zones de protection des eaux est encore provisoire. La cartographie intègre donc ce critère dans une couche séparée, qui reste à vérifier lors de la mise en œuvre (cf. la partie 5).

## 3.2 Typologie des bas-côtés

Pour que le potentiel d'infiltration d'un bas-côté soit «favorable», il faut que les potentiels d'infiltration en fonction de chacun des critères aient été évalués comme «favorable». Pour que le potentiel d'infiltration selon les trois critères soit «défavorable» ou «incertain » il suffit que le potentiel d'infiltration ait été évalué comme «défavorable» ou «incertain » pour un seul des trois critères. (cf. fig. 3.6).

Etat de surface	Géométrie	Teneur en argile	Potentiel d'infiltration selon les trois critères
Favorable (Végétalisé)	Favorable (Remblai sur 1m au minimum)	Favorable (Moins de 25 % d'argile)	Favorable
Favorable (Végétalisé)	Favorable (Remblai sur 1m au minimum)	Défavorable (plus de 25 % d'argile)	Défavorable
Favorable (Végétalisé)	Incertain (Plat incertain)	Favorable (Moins de 25 % d'argile)	Incertain

*Fig. 3.6 Trois exemples de typologie du potentiel d'infiltration en fonction des trois critères pris en compte au sein de l'évaluation : état de surface, géométrie et teneur en argile.*

## 4 Résultats

### 4.1 Réseau cartographié

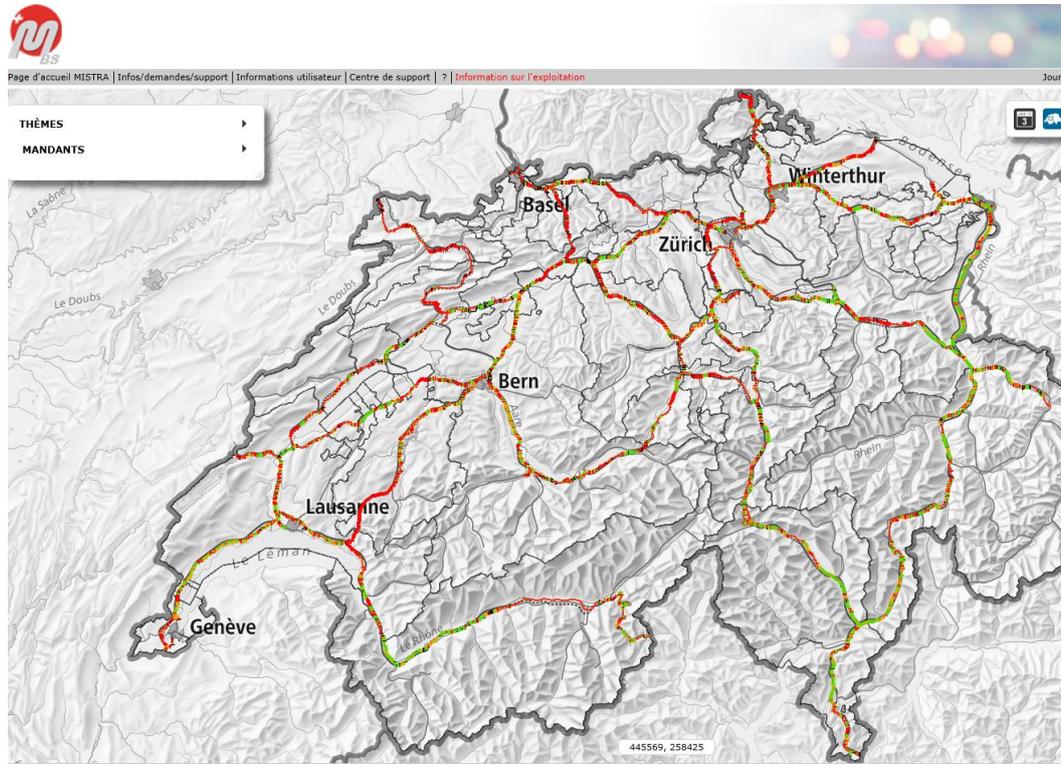


Fig 4.1 Vue d'ensemble du réseau cartographier.

Le potentiel d'infiltration des eaux de chaussée a été évalué sur les tronçons à ciel ouvert en service en 2014 du réseau RN suisse. 7 % des bas-côtés des tronçons à ciel ouverts n'ont pas pu être caractérisés par la méthode d'analyse SIG utilisée. Nous n'avons donc pas pu caractériser le potentiel d'infiltration de ces bas-côtés.

## 4.2 Cartographie du potentiel d'infiltration

La cartographie du potentiel d'infiltration s'est fait le long des RN hors zone de tunnel et de pont.

	Potentiel d'infiltration favorable (en %)	Potentiel d'infiltration incertain (en %)	Potentiel d'infiltration défavorable (en %)
Filiale de Bellinzona	51 <b>49</b>	28 <b>26.7</b>	21 <b>20.4</b>
Filiale d'Estavayer-le-lac	26 <b>25.2</b>	20 <b>19.7</b>	53 <b>51.1</b>
Filiale de Thoune	40 <b>38.8</b>	25 <b>24.1</b>	35 <b>34.1</b>
Filiale de Winterthur	35 <b>32.9</b>	21 <b>20.2</b>	44 <b>42.7</b>
Filiale de Zofingen	29 <b>28.3</b>	19 <b>18.6</b>	52 <b>50.2</b>
Ensemble des filiales	35 <b>31</b>	22 <b>19</b>	43 <b>40</b>

Fig 4.2 Potentiel d'infiltration par filiale et sur l'ensemble du réseau en pourcentage du réseau RN étudié. Les chiffres soulignés en gras représentent le potentiel d'infiltration par filiale et sur l'ensemble du réseau en pourcentage du réseau RN étudié situé en dehors des zones de protection des eaux de type S1, S2 et S3. Il faut rappeler que ce pourcentage est indicatif puisque la localisation des zones de protection des eaux au sein des différents cantons n'est pas toujours définitive.

Le détail des résultats par filiale figurent dans l'annexe II (cf. p. 30).



Fig 4.3 Photo prise par Zhaw sur le terrain au niveau du point appelé «Zhaw-104». Ce bas-côté a été évalué comme «bas-côté favorable à l'infiltration du point de vue de la géométrie».



*Fig 4.4 Photo prise par Zhaw sur le terrain au niveau du point appelé «zhaw-107». Ce bas-côté a été évalué comme «bas-côté incertain du point de vue de la géométrie».*



*Fig 4.5 Photo prise par Zhaw sur le terrain au niveau du point appelé «zhaw-134». Ce bas-côté a été évalué comme «bas-côté défavorable du point de vue de la géométrie».*

## 5 Marche à suivre pour la mise en œuvre

### 5.1 Utilisation de la carte

#### 5.1.1 Représentation visuelle des résultats

La cartographie est consultable depuis le système de base MISTRA <http://mistra-bs-web-p.astra.admin.ch/>.

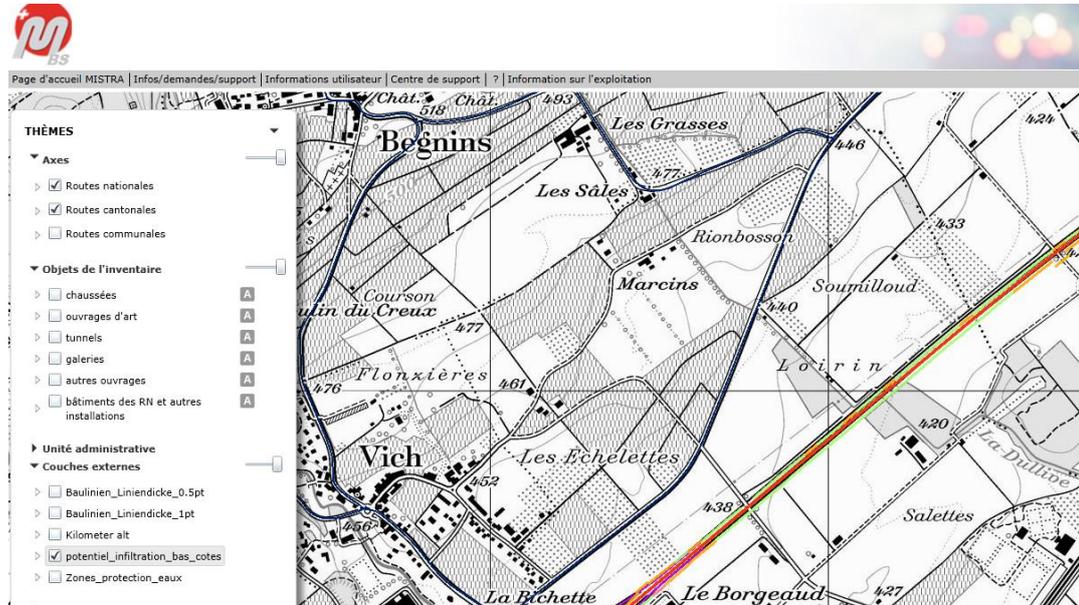


Fig. 5.1 Extrait de MISTRA BS.



Fig. 5.2 Exemple de représentation visuelle des résultats.

Potentiel d'infiltration des eaux de chaussées	Couleur utilisée pour représenter le potentiel d'infiltration
Favorable	Vert
Défavorable	Rouge
Incertain	Orange
Non détecté	Noir

Fig. 5.3 Couleurs utilisées pour représenter le potentiel d'infiltration des eaux de chaussée au sein de la cartographie.

**Représentation visuelle des résultats au niveau des zones de protection des eaux:**

Les données cantonales sur la protection des eaux souterraines (localisation des zones de protection S1, S2 et S3) obtenues au moment de l'étude en 2014 sont sujettes à des modifications. La couche d'information «zones\_protection\_eaux\_potentielles» représentant la localisation des zones de protection des eaux souterraines a donc pas une valeur absolue.

Le choix a été fait de ne pas superposer et donc de ne pas cacher les résultats de potentiel d'infiltration dans ces zones de protection afin de ne pas risquer de perdre de l'information qui pourrait s'avérer utile à l'avenir. **Rappelons qu'il est formellement interdit d'infiltrer les eaux de chaussée au niveau des zones S1 et S2 selon la LEaux [1].** Ainsi une zone verte en zone S1 ou S2 est à considérer comme défavorable. En S3 elle est aussi défavorable pour des TJM élevés (voir recommandations OFEV).

**Lors de la planification de travaux pour réaliser des bas-côtés filtrants, il est impératif de se procurer la dernière version de cette couche d'information auprès des services cantonaux concernés. Il est de la responsabilité du planificateur de projet de contrôler ces zones avant d'envisager une infiltration.**

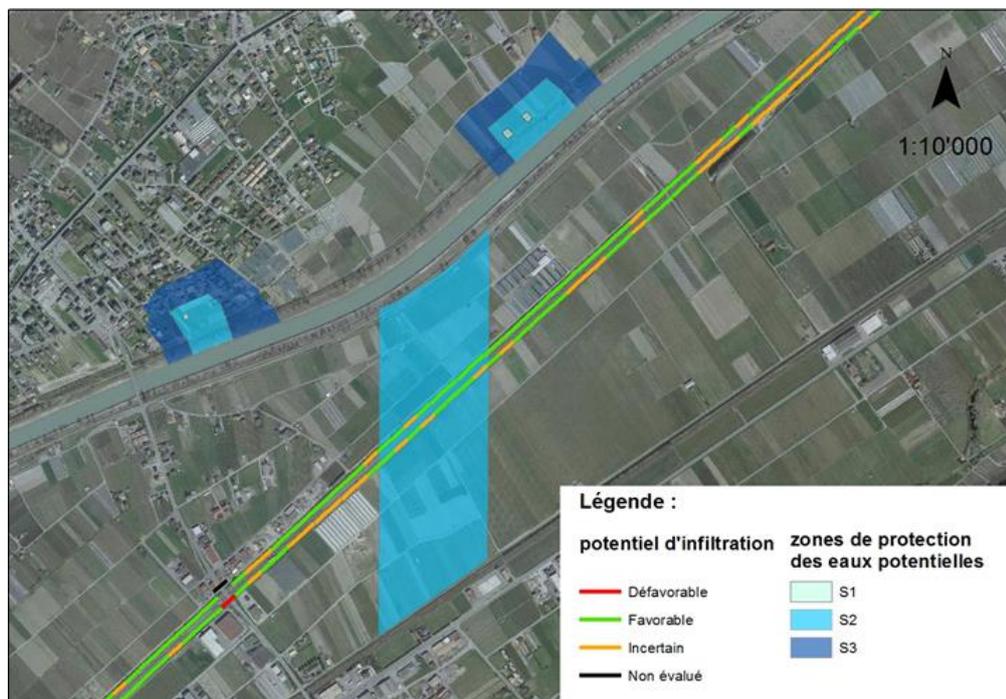


Fig. 5.4 Exemple de représentation visuelle des résultats au niveau des zones de protection des eaux.

Le potentiel d'infiltration des eaux de chaussée est donné avec une résolution de 50 m le long des axes des RN afin d'offrir une précision optimale. Il est clair que différents impératifs d'aménagement et d'exploitation font qu'une zone d'infiltration limitée à 50 m n'est pas gérable. **La conversion de la carte de potentiel en planification d'une infiltration effective est du ressort des filiales qui feront cette interprétation et décideront de la longueur minimale d'un tronçon d'infiltration.**

## 5.2 Démarche à suivre sur le terrain

Lors de l'examen de l'évacuation des eaux de chaussée, les tronçons cartographiés comme favorables à l'infiltration (en vert sur la carte) doivent donc être retenus pour une analyse plus approfondie des possibilités d'évacuation par les bas-côtés. Le but de ce chapitre est d'expliquer comment utiliser la cartographie, quels contrôles simples effectuer sur place pour détecter les possibles erreurs et enfin quelles démarches complémentaires sont nécessaires avant de décider d'une infiltration.

Issue d'une analyse SIG avec des contrôles de terrain, la carte du potentiel d'infiltration obtenue ne prétend pas être 100 % fiable (voir ci-dessous Annexe I). Aussi lors de son utilisation pour juger de l'opportunité d'une infiltration par les bas-côtés, des contrôles de terrain supplémentaires doivent être réalisés.

Les taux de fiabilité de la cartographie (cf. I Taux de fiabilité de la cartographie) pour chacun des critères pris en compte sont de 80 % pour l'état de surface, 65 % pour la géométrie et 79 % pour la teneur en argile.

### 5.2.1 Contrôles à effectuer sur les tronçons de RN verts (favorables)

Avant de prendre une décision sur le choix du système d'évacuation des eaux pour un tronçon classé comme favorables du point de vue de l'infiltration, différents points sont à contrôler :

#### a. Contrôle visuel de l'état de surface et de la géométrie du bas-côté le long du tracé :

- Le bas-côté enherbé doit être en pente descendante par rapport à la chaussée sur 1 m de large au minimum (dimensionnement hydraulique minimal pour une RN à 4 voies et une pluviométrie équivalente au Valais).

#### b. Contrôle sur documents des conditions hydrologiques :

- Contrôler le niveau de la nappe (profondeur 1 m minimum). Contrôler le statut de la zone de protection des eaux. Il est interdit d'infiltrer en zone S1 et S2. L'infiltration en zone S3 est soumise à des contraintes décrites au sein de la VSA ([8], [9]).
- Analyser la possibilité d'installer un fossé infiltrant à la base du bas-côté. (Mesure recommandée).

Selon la VSA, le niveau de la nappe phréatique ne doit pas être à moins de 1 m de la surface d'infiltration. Le cas des bas-côtés est particulier puisque l'infiltration se fait latéralement à travers le bas-côté et non à sa base. Ainsi, pour les bas-côtés de l'A9 en Valais les fossés infiltrant sont parfois à moins de 1 m de la nappe. Mais compte tenu de la longueur des bas-côtés il a été montré que très peu d'eaux de ruissellement de l'autoroute atteignent effectivement ce fossé et que cette eau a été épurée en traversant la couche superficielle. Ce point peut être analysé par un hydrologue si nécessaire.

#### c. Contrôle pédologique (chaque 2 km en moyenne) :

Ce contrôle doit être effectué par un pédologue formé et expérimenté (par exemple spécialiste de la protection des sols sur les chantiers (SPSC)). La conformité avec le document [3] doit être vérifiée.

- Contrôler l'épaisseur de la couche de terre végétale (horizon A) et celle de l'horizon sous-jacent.
- Contrôle de la texture de l'horizon A, elle doit avoir une teneur en argile inférieure à 25 %.
- «Test à la bêche» [12] [13] : contrôler l'absence de compaction générale. En cas de doute sur la compaction après avoir réalisé le «Test à la bêche» faites une mesure de conductivité hydraulique.

Si les contrôles pédologiques ci-dessus sont positifs, l'infiltration peut être mise en œuvre du point de vue de la protection de l'environnement. Il s'agira de voir lors du dimensionnement hydraulique si un fossé infiltrant [3] est nécessaire ou pas. Lorsque la place le permet, il est dans tous les cas recommandé.

#### **d. Contrôle de la perméabilité (chaque 2 km en moyenne)**

Il faut s'assurer que la perméabilité atteint la valeur recommandée (en principe  $\geq 10^5 \text{ m s}^{-1}$ ). La plupart des méthodes de mesure caractérisent une couche de sol épaisse [14] ou bien requièrent un sol dont la surface est horizontale comme c'est le cas par exemple pour la mesure au double anneau. De plus la variabilité de la conductivité hydraulique à saturation (perméabilité) est connue pour être grande, ce qui exige un grand nombre de mesures. L'infiltromètre à succion [12] avec trois mesures répétées en chaque endroit analysé apporte une réponse optimale en termes de variabilité, de rapidité, et d'adaptation de la technique. A défaut une mesure de la perméabilité selon la méthode de référence (Referenzmethoden) des stations de recherche agronomique (Agroscope) sur cylindre de sol non remanié est envisageable [15].

### **5.2.2 Contrôles à effectuer sur les tronçons de RN orange (incertains) et rouges (défavorables)**

Deux critères peuvent conduire à une évaluation erronée du potentiel d'infiltration. Il s'agit de la géométrie du bas-côté et de la teneur en argile des sols. Lorsque l'un de ces critères a conduit à une classification défavorable, il est utile de le contrôler, en particulier pour tronçons courts classés comme défavorables au milieu de tronçons classés comme favorables.

Contrôle à effectuer sur le terrain pour les tronçons dont le **seul** critère d'incertitude ou de rejet est la géométrie : Contrôle visuel de la géométrie (la topographie) le long du tracé.

Un contrôle visuel permet de vérifier si l'incertitude ou le rejet du tronçon sont fondés. L'erreur concernant la géométrie peut être due à la trop faible résolution du modèle numérique de terrain.

Si sur ces tronçons on trouve des bas-côtés en pente descendante même faible, de largeur de 1 mètre d'extension (de large), ils peuvent être ajoutés aux secteurs dits favorables. Dans ce cas, il faut contrôler l'ensemble des points cités au paragraphe 5.2.1.

Sur les tronçons classés comme incertains du point de vue de la géométrie vérifier si de faibles corrections topographiques permettraient de rendre ces derniers favorables à l'infiltration. Notez que selon les contrôles de terrain déjà effectués, entre 7 et 30 % (selon les filiales) de réseau classé comme incertain du point de vue de la géométrie pourraient devenir favorable à l'infiltration suite à de faibles corrections topographiques (cf.: Il Résultats détaillés du potentiel par filiale). Il est donc particulièrement recommandé d'examiner ces tronçons de RN.

Contrôle à effectuer sur le terrain pour les tronçons dont le **seul** critère de rejet est la teneur en argile :

Une erreur sur la texture des sols est possible avec une probabilité < 20 %.

- Contrôle de la teneur en argile par un spécialiste des sols qui devra intervenir et expertiser le tronçon au moyen de sondages à la tarière et de tests tactiles. Nous recommandons alors un test conforme (teneur en argile jugée acceptable) tous les 200 m environ pour déclarer un tronçon favorable à l'infiltration.
- Si la teneur en argile des bas-côtés sur le terrain est en réalité favorable à l'infiltration, il faut contrôler l'ensemble des points cités au paragraphe 5.2.1.

### 5.3 Tronçons courts : traitement possible

Après avoir effectué les contrôles sur le terrain (cf. paragraphe 5.2), il peut rester quelques courts tronçons non favorables à l'infiltration au milieu de tronçons considérés comme favorables. Dans la mesure où la topographie et la nature des bas-côtés environnants le permettent, il est possible de reporter les eaux de ruissellement de ces tronçons non favorables à l'infiltration sur des tronçons en aval qui sont favorables à l'infiltration (par rapport au tracé) aux conditions décrites ci-dessous.

Tout d'abord il est impératif que le tronçon aval ait une largeur de bas-côté supérieure à 1 m et / ou soit accompagné d'un fossé infiltrant.

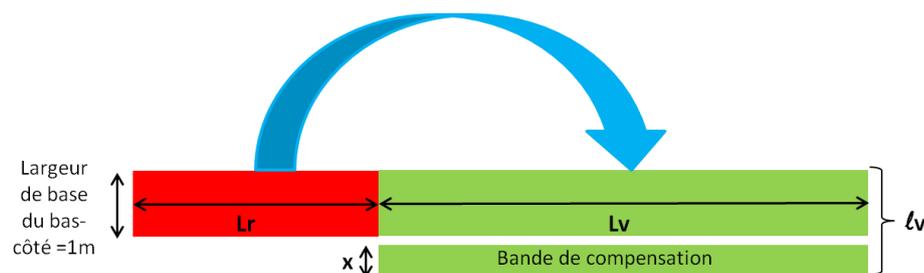
Soit «Lr» la longueur du bas-côté classé comme défavorable à l'infiltration.

Soit «Lv» la longueur du tronçon aval favorable à l'infiltration. Soit «lv» la largeur (=1+x) en mètres de ce dernier, fossé compris, doit être égale (en m) à (Lr+Lv)/Lv (fig. 5.5).

Si tel est le cas, les eaux du tronçon «Lr» peuvent être reportées gravitairement vers le tronçon «Lv». Dans ce cas, elles seront conduites par un fossé et déversées sur la partie haute du bas-côté favorable à l'infiltration (vert).

Un calcul hydraulique, prenant en compte la pluviométrie locale, doit compléter le contrôle de la perméabilité.

Répartition des eaux de ruissellement sur les bas-côtés de type vert situés en aval (infiltration possible)



**Calcul de lv**

$$lv = 1 + x \geq (Lv + Lr) / Lv$$

- x = largeur de la bande de compensation
- Lv = longueur de bas-côtés de type vert (en aval du bas-côté de type rouge à compenser)
- lv = 1+x = largeur de bas-côtés de type vert (en aval du bas-côté de type rouge à compenser)
- Lr = longueur de bas-côtés de type rouge

Rappel :

bas-côtés de type vert = bas-côtés FAVORABLES à l'infiltration des eaux de chaussée

bas-côté de type rouge = bas-côtés DÉFAVORABLES à l'infiltration des eaux de chaussée

Fig. 5.5 Calcul de la largeur minimale (lv) d'un bas-côté favorable à l'infiltration qui reçoit les eaux de chaussée d'un bas-côté défavorable à l'infiltration de longueur (Lr).

## 5.4 Exemples de fossés d'infiltration

Ces illustrations sont tirées des travaux réalisés sur l'A9 (Valais) (Photos P. Boivin et Y. Degoumois).



Fig. 5.6 Réalisation d'un fossé infiltrant (A9 Riddes).



Fig. 5.7 Fossé infiltrant enherbé en contrebas du bas-côté (A9 Riddes).



Fig. 5.8 Fossé infiltrant (A9 Riddes).



Fig. 5.9 Bas-côté et fossé infiltrant avec trop plein (A9 Martigny).



*Fig. 5.10 Bas-côté infiltrant presque plat et fossé (A9 Martigny).*

## Annexes

<b>I</b>	<b>Taux de fiabilité de la cartographie.....</b>	<b>27</b>
<b>II</b>	<b>Résultats détaillés du potentiel par filiale.....</b>	<b>30</b>
<b>III</b>	<b>Couches d'information livrées .....</b>	<b>32</b>



# I Taux de fiabilité de la cartographie

Ces taux de fiabilité permettent d'évaluer la fiabilité de la méthode en fonction de chacun des critères. Les points de contrôle situés au niveau des filiales d'Estavayer le Lac, de Thune ainsi que ceux situés au niveau du Tessin ont été contrôlés par hepia (opérateur : Karine Gondret). Ceux situés sur le reste de la Suisse ont été contrôlés par ZHAW (opérateur : Simon Amrein).

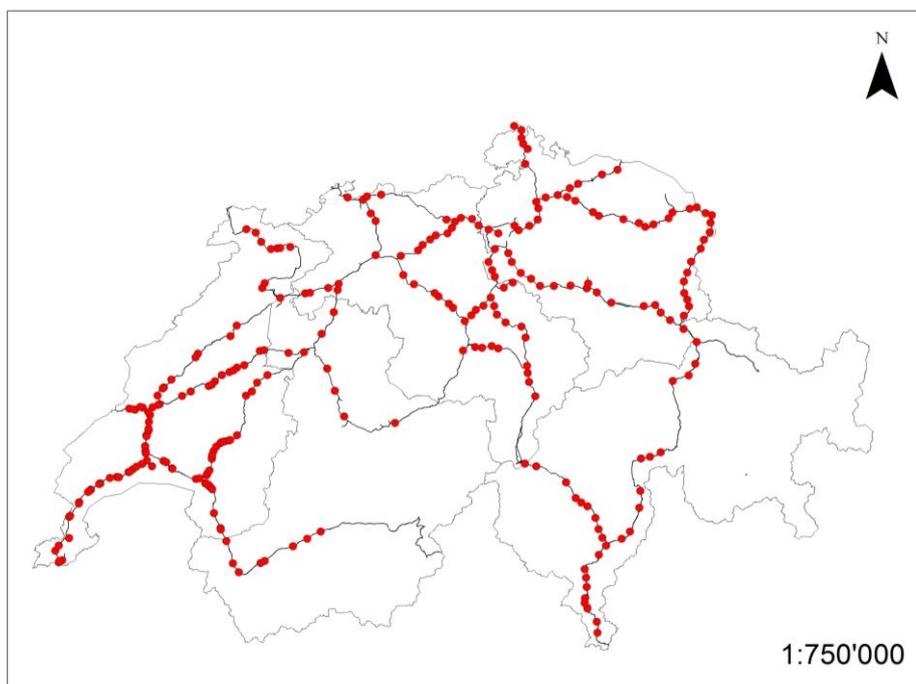


Fig. I.1 Localisation des points de contrôle pris en compte pour évaluer la fiabilité de la méthode.

## Etat de surface

Le taux de fiabilité de la méthode concernant l'évaluation de l'état de surface est de 80 %. Le taux d'échec de la méthode est dû à la sensibilité de l'indicateur. Cette dernière a considéré que les bas-côtés présentant un caniveau bétonné de plus de 50 cm de large ou une végétation clairsemée étaient «non végétalisés» contrairement à l'observation sur le terrain.

Résultats de l'évaluation	Résultats du terrain	Nombre de points concernés	Taux de fiabilité (en %)
Favorable	Défavorable	59	80
Favorable	Favorable	240	

Fig. I.2 Taux de fiabilité de la méthode ayant servi à évaluer l'état de surface. «Favorable» signifie «enherbé sur 2 mètres» et «Défavorable» signifie «non enherbé sur 2 mètres» (299 points de contrôle).



*Fig. I.3 Photos prises au niveau des points 95, 98, 103 (Jura) et 140 (Neuchâtel) classés comme bas-côtés «végétalisés» lors de l'évaluation mais considérés comme «non végétalisés» lors de l'observation de l'état de surface sur le terrain du fait de la végétation clairsemée.*

## Géométrie

Le taux de fiabilité de la méthode concernant l'évaluation de la géométrie est de 65 %. Les remblais et les déblais ont été relativement bien détectés par la méthode. En effet des 61 % remblais et 75 % des déblais observés sur le terrain ont été détectés par la méthode (cf. I Taux de fiabilité de la cartographie).

31 % des remblais observés sur le terrain ont été classifiés par la méthode comme bas-côtés présentant un potentiel d'infiltration incertain (cf. 0) selon la géométrie. D'où l'importance de vérifier sur le terrain la géométrie des tronçons présentant un potentiel d'infiltration incertain selon notre méthode.

Résultats de l'évaluation	Résultats du terrain	Nombre de points concernés	Taux de fiabilité (en %)
Défavorable	Défavorable	61	65
Favorable	Défavorable	2	
Incertain	Défavorable	15	
Non évalué	Défavorable	3	
Défavorable	Favorable	9	
Favorable	Favorable	83	
Incertain	Favorable	43	
Non évalué	Favorable	2	
Favorable	Incertain	1	
Non évalué	Incertain	1	
Défavorable	Incertain	25	
Favorable	Incertain	22	
Incertain	Incertain	28	

Fig. 1.4 Résultats détaillés du test de fiabilité de la méthode ayant servi à évaluer la géométrie (262 points de contrôle).

### Teneur en argile

Le taux de fiabilité de la méthode est de 79 % pour le critère teneur en argile.

Résultats de l'évaluation	Résultats du terrain	Nombre de points concernés	Pourcentage de fiabilité (en %)
Défavorable	Défavorable	26	79
Défavorable	Favorable	29	
Favorable	Défavorable	27	
Favorable	Favorable	194	

Fig. 1.5 Taux de fiabilité de la méthode ayant servi à évaluer la teneur en argile des sols, qui tient compte de la catégorie «potentiel d'infiltration incertain selon la teneur en argile» (278 points de contrôle).

## II Résultats détaillés du potentiel par filiale

### Filiale de Bellinzona

«code_ Géométrie»	«potentiel_ selon_la_ géométrie»	«poten- tiel_selon_ teneur_ en_argile»	«poten- tiel_selon_ état_de_ surface»	«potentiel_ selon_ les_3_ critères»	Longueur de Bas-côtés	
					(en %)	(en Km)
BC4	Défavorable	Favorable	Favorable	Défavorable	21,15	83,81
CH1_BC1	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	51,11	202,57
CH1_BC3	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	2,56	10,15
CH2_BC??	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	6,78	26,86
CH2_BC1	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	18,41	72,96
non détecté						22,53

### Filiale d'Estavayer-le-lac

«code_ Geometrie»	«potentiel_ selon_la_ géométrie»	«poten- tiel_selon_ teneur_ en_argile»	«poten- tiel_selon_ état_de_ surface»	«potentiel_ selon_ les_3_ critères»	Longueur de bas-côtés	
					(en %)	(en Km)
BC4	Défavorable	Favorable	Favorable	Défavorable	27,13	163,07
BC4	Défavorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	10,19	61,21
CH1_BC1	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	26,39	158,62
CH1_BC1	Favorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	10,19	61,22
CH1_BC3	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	1,55	9,30
CH1_BC3	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,56	3,39
CH2_BC??	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	4,06	24,42
CH2_BC??	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	1,31	7,89
CH2_BC1	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	14,58	87,63
CH2_BC1	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	4,03	24,23
non détecté						39,30

### Filiale de Thun

«code_ Geometrie»	«potentiel_ selon_la_ géométrie»	«poten- tiel_selon_ teneur_ en_argile»	«poten- tiel_selon_ état_de_ surface»	«potentiel_ selon_ les_3_ critères»	Longueur de bas-côtés	
					(en %)	(en Km)
BC4	Défavorable	Favorable	Favorable	Défavorable	33,74	126,10
BC4	Défavorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,25	0,95
CH1_BC1	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	40,44	151,14
CH1_BC1	Favorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,33	1,25
CH1_BC3	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	2,67	9,98
CH2_BC??	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	5,90	22,04
CH2_BC??	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,11	0,40
CH2_BC1	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	16,36	61,14
CH2_BC1	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,20	0,75
non détecté						38,80

## Filiale de Winterthur

«code_ Geometrie»	«potentiel_ selon_la_ géométrie»	«potentiel_ selon_ teneur_ en_argile»	«potentiel_ selon_ état_de_ surface»	«potentiel_ selon_ les_3_ critères»	Longueur de bas-côtés	
					(en %)	(en Km)
BC4	Défavorable	Favorable	Favorable	Défavorable	35,43	227,35
BC4	Défavorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	2,13	13,68
CH1_BC1	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	35,21	225,97
CH1_BC1	Favorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	4,92	31,56
CH1_BC3	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	1,94	12,43
CH1_BC3	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,15	0,95
CH2_BC??	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	5,50	35,28
CH2_BC??	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,25	1,63
CH2_BC1	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	13,23	84,91
CH2_BC1	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	1,25	8,02
non détecté						41,39

## Filiale de Zofingue

«code_ Geometrie»	«potentiel_ selon_la_ géométrie»	«potentiel_ selon_ teneur_ en_argile»	«potentiel_ selon_ état_de_ surface»	«potentiel_ selon_ les_3_ critères»	Longueur de bas-côtés	
					(en %)	(en Km)
BC4	Défavorable	Favorable	Favorable	Défavorable	33,94	205,71
BC4	Défavorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	7,06	42,81
CH1_BC1	Favorable	Favorable	Favorable	Favorable	29,44	178,44
CH1_BC1	Favorable	Défavorable	Favorable	Défavorable	6,42	38,91
CH1_BC3	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	1,23	7,46
CH1_BC3	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	0,28	1,69
CH2_BC??	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	5,23	31,71
CH2_BC??	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	1,33	8,04
CH2_BC1	Incertain	Favorable	Favorable	Incertain	12,43	75,32
CH2_BC1	Incertain	Défavorable	Favorable	Défavorable	2,65	16,03
non détecté						62,49

### III Couches d'information livrées

La géodatabase (Geographic Coordinate System : GCS\_CH1903.) «infiltration\_eaux\_chaussee» contient 3 couches d'information :

- Une couche de points appelée «point\_de\_sondage» représentant la localisation des points de contrôle et renfermant les observations recueillies sur le terrain ainsi que les résultats de l'évaluation du potentiel d'infiltration au niveau de ces points.
- Une couche de polygones de type «événement linéaire» appelée «potentiel\_infiltration» représentant le potentiel d'infiltration des eaux de chaussée par les bas-côtés des routes nationales et renfermant les résultats de l'évaluation du potentiel d'infiltration.
- Une couche de polygones appelée «zones\_protection\_eaux\_potentielles» qui renferment la localisation des secteurs de protection des eaux S1, S2 et S3. Cette couche est indicative.

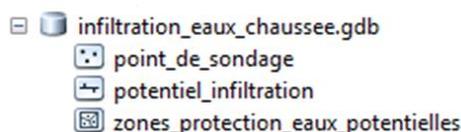


Fig. III.1 Illustration représentant la base de données livrée à l'OFROU contenant les 3 couches d'information.

Fig. III.2 Description des attributs utilisés dans les 3 couches d'information géographique livrées à l'OFROU (nb : les valeurs qui sont utilisées au sein de l'attribut «zone\_protection\_des\_eau\_potentielle» sont celles qui nous ont été livrées par les cantons).

Attribut	Valeur	Description
OBJECTID	1 à n	Identifiant unique
PROFIL_ID	1 à n	Identifiant unique
FROM_M	1 à n	champ spécifique aux évènements linéaires
TO_M	1 à n	champ spécifique aux évènements linéaires
code_geometrie	CH1_BC1 BC4 CH1_BC3 CH2_BC?? CH2_BC1 null	bas-côté parfait du point de vue de a géométrie : remblai bas-côté qui monte : déblai bas-côté faible montée au départ puis OK CH2 bas-côté à vérifier qui présente une incertitude sur la précision de la géométrie bas-côté parfait (remblai) incertitude sur la précision de la géométrie Bas-côté non détecté
description_géométrie	bas-côté parfait bas-côté qui monte bas-côté faible montée au départ puis OK	bas-côté parfait du point de vue de a géométrie : remblai bas-côté qui monte : déblai bas-côté faible montée au départ puis OK

	CH2 bas-côté à vérifier incertitude sur la précision de la géométrie	CH2 bas-côté a vérifié qui présente une incertitude sur la précision de la géométrie
	bas-côté parfait incertitude sur la précision de la géométrie	bas-côté parfait (remblai) incertitude sur la précision de la géométrie
potentiel_selon_la_géométrie		potentiel d'infiltration selon la géométrie
	Favorable	potentiel d'infiltration favorable selon la géométrie
	Défavorable	potentiel d'infiltration défavorable selon la géométrie
	Incertain	potentiel d'infiltration incertain selon la géométrie
code_etat_de_surface		
	1	potentiel d'infiltration favorable selon l'état de surface
	2	potentiel d'infiltration défavorable selon l'état de surface
description_état_de_surface		
	Végétalisé	Végétalisé sur 1m minimum
	Non végétalisé	Non végétalisé sur 1m minimum
potentiel_selon_état_de_surface		
	Favorable	potentiel d'infiltration favorable selon l'état de surface
	Défavorable	potentiel d'infiltration défavorable selon l'état de surface
code_teneur_en_argile		
	1	potentiel d'infiltration favorable selon la teneur en argile
	2	potentiel d'infiltration défavorable selon la teneur en argile
description_teneur_en_argile		
	< ou = à 25	teneur en argile inférieure ou égale à 25 %
	> à 25	teneur en argile supérieure à 25 %
potentiel_selon_teneur_en_argile		
	Favorable	teneur en argile inférieure ou égale à 25 %
	Défavorable	teneur en argile supérieure à 25 %
potentiel_selon_les_3_critères		
	Favorable	potentiel d'infiltration favorable selon les 3 critères (géométrie/ état de surface/ teneur en argile)
	Défavorable	potentiel d'infiltration défavorable selon les 3 critères (géométrie/ état de surface/ teneur en argile)
	Incertain	potentiel d'infiltration incertain selon les 3 critères (géométrie/ état de surface/ teneur en argile)
	null	potentiel d'infiltration non détecté par la méthode (bas-côté non détecté)
POINT_X		coordonnées X
POINT_Y		coordonnées Y
Shape_Area		Surface de l'entité
Shape_Length		Longueur de l'entité
zone_protection_des_eau_potentielle		secteur de protection des eaux des différents cantons
	S1	secteur de protection des eaux S1
	S2	secteur de protection des eaux S2

	S3	secteur de protection des eaux S3
	S?	secteur de protection des eaux de type non défini
photo_no		nom et numéro de la photo prise sur le terrain
geom_terrain		géométrie sur le terrain
etat_surface		état de surface sur le terrain
teneur_argile		teneur en argile sur le terrain
	1	potentiel d'infiltration favorable selon la teneur en argile
	2	potentiel d'infiltration défavorable selon la teneur en argile
	no soil	pas de sol
num_point		lien vers la photo prise sur le terrain
	1 à n	
resultat_granulo		teneur en argile selon analyse granulométrique en laboratoire ( %)

## Glossaire

Désignation	Signification
Argile	Argile signifie dans ce rapport «argile granulométrique» ce qui correspond aux particules du sol de diamètre inférieur à 2 µm
Bande de compensation	Extension affecté à la largeur minimal d'un bas-côté vert (favorable à l'infiltration) permettant selon son dimensionnement d'accueillir ou non les eaux de chaussée du bas-côté rouge (défavorable à l'infiltration) situé en amont du bas-côté vert possédant l'extension.
Cartes pédologiques	Carte localisant les différents types de sol d'une région
Chaussée	Partie de la route destinée à l'accueil du trafic routier = partie praticable (bande + bande d'arrêt + autre largeur)
Classes texturales	Elles sont définies par les triangles des textures propres à chaque pays.
FCIR	Fausse Couleur Infra Rouge
Fente de retrait	Craquelure du sol pouvant être le lieu d'infiltration préférentielle
Fossé infiltrant	Il est réalisé avec du sol. Il comporte un horizon A de qualité équivalente à celle recommandée pour les bas-côtés. Il est enherbé comme le bas-côté et permet d'infiltrer les eaux qui parviendraient à la base du bas-côté.cf. document [1]
Granulométrie	Distribution des particules fines (<2mm) dans un sol
Hepia	Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève
LIDAR	Télemètre laser aéroporté
MNT	Modèle Numérique de Terrain
RN	Routes nationales
TJM	Trafic journalier moyen
VSA	Association suisse des professionnels de la protection des eaux Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VSS	Recherche et normalisation en matière de route et de transport Forschung und Normierung im Strassen- und Verkehrswesen
ZHAW	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

## Bibliographie

### Lois fédérales

- [1] Confédération suisse (1998), «**Ordonnance fédérale du 28 octobre 1998 sur la protection des eaux (OEaux)**», RS 814.201, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

### Ordonnances fédérales

- [2] Confédération suisse (1998), «**Ordonnance du 1<sup>er</sup> juillet 1998 sur les atteintes portées aux sols (Osol)**», RS 814.12, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

### Directive de l'OFROU

- [3] Office fédéral des routes OFROU (2013), «**Traitement des eaux de chaussée des routes nationales**», directive ASTRA 18005, V1.20, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

### Documentation

- [4] Office fédéral des routes OFROU (2014), «**Infiltration des eaux de chaussée des routes nationales par les bas-côtés : Méthodologie d'analyse du potentiel existant selon les exigences environnementales**», documentation ASTRA 88006, V1.00, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch)
- [5] Office fédéral de l'environnement OFEV (2001), «**Construire en préservant les sols**», instructions OFEV, [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch).
- [6] Office fédéral de l'environnement OFEV (2002), «**Protection des eaux - Évacuation des eaux des voies de communication**», instructions OFEV, [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch).
- [7] J. Amsler (2004), «**Estimation de la valeur des terres cultivées et des surfaces proches de l'état naturel lors de remembrements**», Office fédérale des constructions et de la logistique OFCL, vente des publications fédérales.
- [8] Association suisse des professionnels de la protection des eaux VSA (2002), «**La rétention et l'évacuation des eaux pluviales dans les agglomérations**», directive VSA sur l'infiltration, [www.vsa.ch](http://www.vsa.ch).
- [9] Association suisse des professionnels de la protection des eaux VSA (2008), «**Evacuation des eaux pluviales, Mise à jour 2008**», directive VSA, [www.vsa.ch](http://www.vsa.ch).
- [10] P. Boivin, M. Saadé, H. R. Pfeiffer, C. Hammecker, et Y. Degoumois (juin 2008), «**Depuration of highway runoff water into grass-covered embankments**», *Environ. Technol.*, vol. 29, n° 6, p. 709-720.
- [11] A. R. Dexter, G. Richard, D. Arrouays, E. A. Czyż, C. Jolivet, et O. Duval (2008), «**Complexed organic matter controls soil physical properties**», *Geoderma*, vol. 144, n° 3, p. 620-627.
- [12] Gerhard Hasinger, Jakob Nievergelt, Milan Petrasek, et Peter Weiskopf (2004), «**Observer et évaluer la structure du sol**» *Reckholz: Agroscope*.
- [13] Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL/SRVA (2001), «**Le sol cet inconnu**». Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage OFEFP, [www.fibl.org](http://www.fibl.org).
- [14] A. Musy et M. Soutter (1991), «**Physique du sol**». Presses polytechniques et universitaires romandes PPUR.
- [15] Agroscope (2015), «**Referenzmethoden und Laboranerkennung für Boden- und Düngerelementanalysen (méthodes de référence en Suisse pour l'analyse des sols)**».

## Remerciements

Les auteurs de ce travail remercient chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué à son bon déroulement.

Merci

- à ZHAW et en particulier à Simon Amrein qui a effectué la partie contrôle de la méthode sur le terrain au niveau des unités territoriales V, VI, VII, VIII, X, XI.
- à l'ensemble des collaborateurs OFROU travaillant au sein des Filiales et des unités territoriales.
- à l'ensemble des personnes consultées lors de la recherche de données pédologiques visant à l'évaluation de la teneur en argile des sols le long des RN (route nationale).
- à l'ensemble des pédologues du service de protection des sols bernois et plus particulièrement à Peter Trachsel:
  - à Philippe Dougoud (Pédologue retraité de l'école de Grangeneuve, canton de Fribourg);
  - à Michel Gratier et Claude Kündig (pédologue du CEVA, canton de Vaud);
  - à Jean Fernex (Spécialiste sol de l'Office de l'environnement du Jura);
  - à Judith Besze-Deak (pédologue du service Cantonal d'Archéologie Neuchâtel);
  - à Yves Degoumois (pédologue ayant une bonne connaissance des sols Valaisans);
  - à Fabian Züst, Dominik Mösch et Thomas Muntwyler pour le canton d'Argovie;
  - à Roland Bono pour le canton de Bâle-campagne;
  - à Esther Bräm, Peter Staub et Petra Vögeli pour le canton de Glaris;
  - à Esther Bräm, Ragaz Nicolin et Marco Lanfranchi pour le canton des Grisons;
  - à Egger Simon et Suter Brigitte pour le canton de Lucerne;
  - à Rolf Boller, Georg Zumbühlet Zumbühl Angela pour le canton de Nidwald;
  - à Rolf Boller, Blättler Franz, Betschart Sabine, Nathalie Jent et Hans-Ulrich Witschi pour le canton d'Obwald;
  - à Marugg Daniela et Schmid Guido pour le canton de Saint-gall;
  - à Adalbert Pazeller et Jürg Sturzenegger pour le canton de Shaffhouse;
  - à Stefan Rüegg pour le canton de Schwytz;
  - à Hauert Christine pour le canton de Soleure;
  - à Rossi Marco et Joss Ulrich pour le canton du Tessin;
  - à Achim Kayser pour le canton de Thurgovie;
  - à Ilg Harry pour le canton d'Uri;
  - à Sibille Jenni, Reto Jörimann et Christoph Troxler pour le canton de Zoug;
  - à Ubald Gasser pour le canton de Zurich.



## Liste de modifications

Édition	Version	Date	Modifications
2015	1.20	30.05.2016	Ajout d'une référence.
2015	1.10	05.01.2016	Modifications formelles avec petites améliorations stylistiques et restructuration chapitre 3.
2015	1.01	20.07.2015	Modifications formelles (N° Fabasoft).
2015	1.00	22.06.2015	Publication de l'Édition 2015.

