



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Schweizer Wanderwege
Suisse Rando
Sentieri Svizzeri
Sendas Svizras



Office fédéral des routes OFROU

Construction et entretien des chemins de randonnée pédestre

Manuel

Impressum

Publié par

Office fédéral des routes OFROU
Suisse Rando

Concept

Suisse Rando

Texte

Niklaus Trottmann, Christian Hadorn, Suisse Rando
Peter Langhart, Chemins pédestres bernois

Conception

Rolf Bruckert, Bruckert/Wüthrich

Photographies

Thomas Ledergerber (toutes les photos de pleine page) ; Guy Schneider/
Via Storia (fig. 3) ; Beat Fuchs (fig. 5, 6) ; Berne Rando (fig. 8, 13, 20, 43, 87,
91, 92) ; Habegger Maschinenfabrik AG (fig. 11) ; St. Galler Wanderwege
(fig. 18) ; Martin Chaignat (fig. 53) ; Vallemaggia Turismo (fig. 57) ; Urner
Wanderwege (fig. 59, 76) ; Peter Stirnimann (fig. 69) ; Neuchâtel Rando
(fig. 69) ; Thomas Weibel (fig. 75) ; Commune d'Engelberg (fig. 81, 84) ;
Valrando (fig. 94) ; Suisse Rando (les autres photos)

Groupe d'accompagnement

Paul Allemann (Bündner Wanderwege), Martin Chaignat (Jura Rando), Beat
Fuchs (Fachbereich Langsamverkehr, canton de Schwyz), Gabrielle Bakels
(OFROU), Walter Steiner (Luzerner Wanderwege) ; commission technique
Suisse Rando (édition 2017)

Commande

Suisse Rando, Monbijoustrasse 61, 3007 Berne
Tél. +41 31 370 10 20; info@randonner.ch

Téléchargement

Téléchargement www.mobilitedouce.ch / www.randonner.ch

Valeur juridique

Dans la série « Guides de recommandations de la mobilité douce », l'OFROU
publie des lignes directrices et des recommandations destinées aux autorités
exécutives. Il souhaite par là contribuer à une exécution uniforme.
Les autorités exécutives qui tiennent compte des aides à l'exécution agissent
de manière diligente, avec efficacité et dans le respect de la législation.
Cependant, il n'est pas exclu d'envisager d'autres solutions éventuellement
adaptées au cas par cas.

Egalité des sexes dans le langage

Dans ce manuel, la forme masculine est utilisée pour les deux sexes afin
d'améliorer la lisibilité.

© OFROU, 2017

© Suisse Rando, 2017

2^e édition légèrement modifiée

imprimé en
suisse



No. 01-17-316139 – www.myclimate.org
© myclimate – The Climate Protection Partnership



Préface

Le réseau suisse des chemins de randonnée pédestre jouit d'une large renommée au-delà des frontières nationales. Il est un pilier incontournable du tourisme estival et répond aux besoins de tout un chacun lorsque arrive l'heure de la détente : être actif au grand air. En participant à la réalisation et à l'entretien des chemins de randonnée pédestre, les cantons, les communes et les organisations responsables des chemins de randonnée pédestre contribuent de manière essentielle à la promotion de la santé, à la valeur ajoutée touristique et à la pratique durable d'activités en plein air.

Pour garantir un réseau de chemins de randonnée pédestre attrayant et sûr, il est indispensable de concevoir et de réaliser les ouvrages dans les règles de l'art et en fonction de la situation ainsi que de les entretenir soigneusement. L'exécution de ces tâches exige de vastes connaissances techniques. Les connaissances des matériaux et des méthodes de construction sont aussi importantes que l'entretien des contacts avec les propriétaires fonciers (qu'il s'agisse de personnes ou d'organismes) et les organes décisionnels, l'identification des risques ou le contrôle des coûts.

Le présent manuel vise à aider les spécialistes responsables des chemins de randonnée pédestre dans l'accomplissement de leurs multiples tâches, en leur apportant des conseils pratiques pour la planification et l'exécution des travaux ainsi que pour l'exploitation des chemins. Les ouvrages recommandés peuvent être réalisés avec des moyens simples et des matériaux naturels. Les checklists en annexe facilitent la conception du projet et le contrôle. Les descriptions types de dommages permettent d'évaluer leurs causes et de définir les mesures de réparation adéquates. On notera, pour finir, les renvois à la vaste littérature spécialisée qui permettent de trouver facilement des informations supplémentaires.

Nous remercions toutes les personnes qui assurent le maintien et soutiennent la qualité du réseau des chemins de randonnée pédestre.

Office fédéral des routes OFROU
Suisse Rando





Table des matières

| | |
|--|-----------|
| 1. Généralités | 9 |
| 1.1 But, force obligatoire et destinataires | 9 |
| 1.2 Délimitation du sujet | 9 |
| 1.3 Bases légales | 10 |
| 1.4 Définitions | 11 |
| 1.5 La planification du réseau de chemins de randonnée pédestre : une étape indispensable pour la conception du projet..... | 12 |
| 2. Planification des travaux de construction | 15 |
| 2.1 Principes à appliquer pour la réalisation des tracés..... | 15 |
| 2.2 Facteurs influant sur le niveau d'aménagement..... | 16 |
| 2.2.1 Catégorie de chemin, public cible et fréquence d'utilisation..... | 16 |
| 2.2.2 Topographie et sol | 16 |
| 2.2.3 Climat..... | 17 |
| 2.3 Levés topographiques | 18 |
| 2.4 Projet de construction..... | 18 |
| 2.5 Préparation des travaux..... | 20 |
| 2.6 Machines, appareils et outils | 21 |
| 2.7 Sécurité au travail et protection des tiers..... | 22 |
| 3. Tracé des chemins | 25 |
| 3.1 Profils types et standards de construction | 25 |
| 3.1.1 Chemins non stabilisés | 25 |
| 3.1.2 Tracé avec couche de fondation..... | 25 |
| 3.1.3 Tracé dans la roche | 26 |
| 3.1.4 Chemin de rondins | 26 |
| 3.2 Exécution des travaux | 27 |
| 3.2.1 Travaux de déblaiement | 27 |
| 3.2.2 Travaux d'excavation..... | 27 |
| 3.2.3 Pose de la couche de fondation | 28 |
| 3.3 Mesures d'accompagnement..... | 29 |
| 3.3.1 Bordures..... | 29 |
| 3.3.2 Chemins en lacets | 29 |
| 3.3.3 Mesures de canalisation..... | 30 |
| 4. Ecoulement des eaux | 33 |
| 4.1 Evacuation des eaux – Profil transversal | 33 |
| 4.1.1 Evacuation des eaux au moyen de dévers | 33 |
| 4.1.2 Eléments transversaux d'évacuation des eaux | 34 |
| 4.2 Fossé longitudinal | 36 |
| 4.3 Evacuation des eaux des talus | 37 |
| 5. Ouvrages d'art | 39 |
| 5.1 Franchissements des cours d'eau et des fossés | 39 |
| 5.1.1 Pierres de gué..... | 39 |
| 5.1.2 Gués..... | 39 |
| 5.1.3 Ponceaux..... | 39 |
| 5.1.4 Ponts pour piétons d'une portée maximale de cinq mètres..... | 40 |
| 5.1.5 Passerelles | 43 |
| 5.2 Escaliers et échelles | 44 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.2.1 | Escaliers..... | 44 |
| 5.2.2 | Echelles..... | 45 |
| 5.3 | Barrières et mains courantes | 46 |
| 5.3.1 | Balustrades..... | 46 |
| 5.3.2 | Clôtures..... | 47 |
| 5.3.3 | Mains courantes | 47 |
| 5.4 | Passages de clôtures..... | 48 |
| 5.5 | Stabilisation des talus et des pentes | 50 |
| 5.5.1 | Végétalisation et stabilisation végétale..... | 50 |
| 5.5.2 | Ouvrages en bois..... | 51 |
| 5.5.3 | Constructions en pierres | 53 |
| 6. | Contrôle et entretien des chemins..... | 55 |
| 6.1 | Contrôle de l'état des chemins | 55 |
| 6.2 | Entretien courant | 56 |
| 6.3 | Défauts et dommages fréquents..... | 56 |
| 6.3.1 | Dépassement des fixations de marches | 56 |
| 6.3.2 | Montants pourris en contact avec le sol | 56 |
| 6.3.3 | Détérioration des bordures et surfaces de marche | 57 |
| 6.3.4 | Eau stagnante sur la surface de marche | 57 |
| 6.3.5 | Passages boueux..... | 58 |
| 6.3.6 | Rigoles d'érosion | 58 |
| 6.3.7 | Coupure de chemin par glissement de terrain | 58 |
| 6.3.8 | Couverture végétale excessive..... | 59 |
| 6.3.9 | Mauvais entretien des rigoles transversales | 59 |
| 6.4 | Mesures à prendre lors de la suppression de chemins de randonnée pédestre..... | 60 |
| | Abréviations..... | 63 |
| | Sources | 64 |
| | Annexe..... | 67 |
| | Check-list pour la planification des travaux | 67 |
| | Contenu du rapport technique (exemple)..... | 70 |
| | Formulaire de devis..... | 71 |
| | Valeurs indicatives pour les frais de construction des chemins de randonnée pédestre | 72 |
| | Valeurs indicatives pour les ouvrages individuels sur les chemins de randonnée pédestre | 74 |
| | Procès-verbal de réception des travaux..... | 75 |
| | Check-list Chemins et ouvrages d'art..... | 76 |
| | Procès-verbal de dommage | 78 |
| | Durabilité des bois | 79 |
| | Les publications de la mobilité douce..... | 80 |



1. Généralités

1.1 But, force obligatoire et destinataires

Le présent manuel contient des recommandations pour la construction et l'entretien des chemins de randonnée pédestre. Il offre une aide pratique pour la planification des constructions, la réalisation des tracés, l'écoulement des eaux, la construction des ouvrages d'art ainsi que le contrôle et l'entretien des chemins de randonnée pédestre. Il contribue ainsi à la mise en œuvre des « Objectifs de qualité des chemins de randonnée pédestre de Suisse » (OFROU, Suisse Rando, 2007) visant à garantir un réseau attrayant, sûr et cohérent de chemins de randonnée pédestre en Suisse.

En vertu de la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR), les cantons ont la responsabilité de l'aménagement et de l'entretien des chemins de randonnée pédestre. Ils peuvent néanmoins confier certaines tâches aux communes, à des associations de randonnée pédestre et à des tiers. De nombreux cantons délèguent notamment la signalisation des chemins de randonnée pédestre aux associations cantonales de tourisme pédestre. En général, les chemins de randonnée pédestre sont réalisés par les communes, les propriétaires fonciers ou les usufruitiers (entreprises de remontées mécaniques, cabanes de montagne, etc.), dans certains cantons aussi par les associations de randonnée pédestre.

Ce manuel s'adresse à quiconque participant à la réalisation et à l'entretien des chemins de randonnée pédestre. Autrement dit aux services d'étude et d'exécution des administrations et entreprises cantonales et communales, mais aussi aux associations cantonales de tourisme pédestre et à d'autres organismes responsables des chemins de randonnée pédestre tels que les organisations touristiques et les entreprises de remontées mécaniques. En outre, il s'adresse aussi aux bureaux d'études, entreprises et autres organisations (protection civile ou associations) chargés de la réalisation des chemins de randonnée pédestre.

1.2 Délimitation du sujet

Le manuel est conçu pour des **travaux de construction simples**. Il ne contient aucune recommandation pour

- les ponts d'une longueur supérieure à 5 m ;
- les travaux à l'explosif ;
- les ouvrages visant à protéger la population contre les dangers naturels ;
- les chemins de randonnée hivernale ;
- les autres chemins et constructions répondant à des exigences statiques ou géologiques élevées.

L'entretien des chemins agricoles et forestiers et des chemins historiques est traité dans la littérature spécialisée (cf. p. 64 et p. 80). Le présent manuel ne propose pas d'analyse approfondie des questions de responsabilité. Cette analyse est détaillée dans la publication « Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre » (OFROU, Suisse Rando, 2017).

Citons parmi les autres éléments visant à contribuer à un réseau de chemins de randonnée pédestre de qualité (cf. fig. 1) la planification détaillée du ré-

Qui finance les chemins de randonnée pédestre ?

En général, la réalisation et l'entretien des chemins de randonnée pédestre sont financés par les cantons et les communes.

La conservation des chemins historiques avec substance peut être soutenue par la Confédération et les cantons avec l'octroi de subsides supplémentaires selon la loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage (LPN). Il en est de même pour la remise en état des chemins dans les paysages ruraux traditionnels.

Dans certains cantons, les chemins qui garantissent l'accès au paysage et les éléments paysagers attrayants le long des chemins (p. ex. murs en pierres sèches) sont entretenus par les contributions à la qualité du paysage de la Confédération (paiements directs OFAG).

Le fonds de projets Chemins de randonnée pédestre de Suisse Rando soutient les projets de construction avec déficit de financement.

Contact :

Inventaire des voies de communication historiques de la Suisse : www.ivs.admin.ch

Fonds Suisse pour le Paysage : www.flis-fsp.ch

Office fédéral de l'agriculture OFAG : www.blw.admin.ch

Suisse Rando : www.randonner.ch

Le guide technique de recommandations « Conservation des voies de communication historiques » est paru en 2008 dans la Collection Mobilité douce (cf. p. 80).

seau de chemins de randonnée, la signalisation uniformisée et une bonne communication des itinéraires. Les questions y afférentes sont traitées dans d'autres guides de recommandations et documents (cf. p. 80).



Fig. 1 Modèle de processus pour l'exploitation des chemins de randonnée pédestre

1.3 Bases légales

La base légale centrale pour la conservation et la promotion d'un réseau attrayant, sûr et cohérent de chemins de randonnée pédestre a été ancrée dès 1979 dans la Constitution fédérale suite à une votation populaire. Le nouvel article constitutionnel (art. 88 Cst.) a été accepté à une grande majorité par le peuple et les cantons. Se fondant sur ces considérations, le Conseil fédéral a introduit en 1985 la loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre et en 1986 l'ordonnance d'exécution correspondante.

La réalisation et l'entretien des chemins de randonnée pédestre s'appuient en premier lieu sur les bases légales et normes suivantes. En outre, il faut également tenir compte des lois, des ordonnances et des directives émises au niveau cantonal.

1. Généralités

- RS 101 Constitution fédérale de la Confédération suisse (Cst. ; art. 88)
- RS 700 Loi sur l'aménagement du territoire (LAT)
- RS 700.1 Ordonnance sur l'aménagement du territoire (OAT)
- RS 704 Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR)
- RS 704.1 Ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OCPR)
- RS 741.01 Loi fédérale sur la circulation routière (LCR)
- RS 832.30 Ordonnance sur la prévention des accidents (OPA)
- RS 832.311.141 Ordonnance sur la sécurité et la protection de la santé des travailleurs dans les travaux de construction (OTConst)
- SN 640 829a Norme suisse Signaux routiers, signalisation du trafic lent

1.4 Définitions

Le **réseau de chemins de randonnée pédestre** se compose de l'ensemble des chemins de randonnée, de randonnée de montagne et de randonnée alpine, tous reliés entre eux. Il se trouve en général en dehors des agglomérations et dessert des régions propices à la détente, de beaux paysages (points de vue, rives, etc.), des sites culturels remarquables ainsi que des sites touristiques aménagés et comprend si possible des tronçons de chemins historiques.



Les **chemins de randonnée** sont des chemins accessibles au public et généralement destinés aux déplacements à pied. Ils se situent de préférence à l'écart des routes à circulation motorisée et, si possible, ne sont revêtus ni d'enrobés bitumineux, ni de béton. Les passages raides sont munis d'escaliers et les endroits à risque de chute sont sécurisés par des barrières. Le passage des cours d'eau se fait à l'aide de passerelles ou de ponts. Les chemins de randonnée ne posent aucune exigence particulière aux usagers. La signalisation des chemins de randonnée est de couleur jaune.



Les **chemins de randonnée de montagne** sont des chemins de randonnée comprenant des tronçons difficilement praticables. Ils empruntent avant tout des pentes raides, sont étroits et en partie exposés. Les passages particulièrement difficiles sont sécurisés par des cordes ou des chaînes. Le cas échéant, on traverse les ruisseaux à gué. Ces chemins sont réservés aux usagers en bonne condition physique, qui ont le pied sûr, ne souffrent pas de vertige et connaissent les dangers liés à la montagne (chutes de pierres, dangers de glissade et de chute, changements brusques de la météo). Des chaussures munies de semelles à profil antidérapant, un équipement vestimentaire adapté à la météo et une carte topographique sont requis. Les indicateurs de direction sont de couleur jaune, avec des pointes de couleurs blanc-rouge-blanc ; les confirmations et les marquages sont de couleurs blanc-rouge-blanc.

Remarque sur les définitions des catégories de chemins

Les catégories de chemins (chemins de randonnée pédestre, chemins de randonnée de montagne, chemins de randonnée alpine) sont fixées dans la **norme suisse SN 640 829a**. Pour les milieux spécialisés, certaines formulations utilisées dans ces définitions prêtent à confusion ou manquent de précision. Cela concerne avant tout les énoncés suivants :

« Les chemins de randonnée ne posent aucune exigence particulière aux usagers. »
« (Sur les chemins de randonnée,) les endroits à risque de chute sont sécurisés par des barrières. »
« (Sur les chemins de randonnée alpine,) en plus de l'équipement requis pour les chemins de randonnée de montagne, un altimètre, une boussole, une corde et un piolet pour la traversée des glaciers sont nécessaires. »

Dans le manuel « Planification du réseau de chemins de randonnée pédestre » (chapitre 1.4), ces énoncés ont été précisés dans la description des catégories de chemins.



Les **chemins de randonnée alpine** sont des chemins de randonnée de montagne exigeants. Ils mènent en partie à travers des terrains sans chemins, des champs de neige et des glaciers, des pierriers, des éboulis ou des falaises comprenant de courts passages d'escalade. L'existence d'aménagements n'est pas garantie. Le cas échéant, ces derniers se limitent à la sécurisation des endroits où le risque de chute est particulièrement élevé. Les chemins de randonnée alpine sont réservés aux usagers en excellente condition physique, qui ont le pied sûr, ne souffrent pas de vertige, maîtrisent le maniement de la corde et du piolet et parviennent à escalader à l'aide des mains. Ils doivent connaître les dangers liés à la montagne. En plus de l'équipement requis pour les chemins de randonnée de montagne, un altimètre, une boussole, une corde et un piolet pour la traversée des glaciers sont nécessaires. Les indicateurs de direction sont de couleur bleue avec des pointes de couleurs blanc-bleu-blanc. Les confirmations et les marquages sont de couleurs blanc-bleu-blanc. Le panneau d'information au début du chemin indique les exigences particulières requises.

Plan cantonal: plan de chemins de randonnée pédestre s'inscrivant dans une procédure cantonale contraignante pour les autorités. Il est d'usage d'inscrire le réseau choisi dans un plan directeur cantonal selon l'art. 6 ss. de la loi sur l'aménagement du territoire (LAT), dans un plan des chemins pour piétons et chemins de randonnée pédestre selon l'art. 4 de la LCPR ou dans un plan provisoire des chemins pour piétons et chemins de randonnée pédestre selon l'art. 16 de la LCPR. Il faut que le réseau décidé de chemins de randonnée pédestre ait valeur contraignante pour les autorités afin de pouvoir les signaler selon SN 640 829a en couleur jaune ou bleue.

1.5 La planification du réseau de chemins de randonnée pédestre : une étape indispensable pour la conception du projet

La construction des chemins de randonnée pédestre est toujours précédée d'une planification approfondie du réseau de chemins de randonnée pédestre. Elle définit le point de départ, la destination et les destinations intermédiaires des itinéraires de randonnée ainsi que le tracé approximatif, et structure l'ensemble des chemins de randonnée pédestre en un réseau cohérent. La planification du réseau de chemins de randonnée pédestre permet de relier de manière judicieuse des paysages attrayants, des chemins existants et adéquats (p. ex. des chemins historiques) et des curiosités touristiques. Le raccordement aux transports publics est assuré dans la mesure du possible.

La planification du réseau de chemins de randonnée pédestre se fait aussi en **coordination avec les autres formes d'utilisation de l'espace** (p. ex. sylviculture et agriculture, transports, sport, loisirs et tourisme) ainsi que dans l'intérêt de la protection des espèces, de la nature et du paysage (zones protégées, zones de tranquillité pour le gibier, etc.). Il est judicieux de négocier avec les propriétaires fonciers (qu'il s'agisse de personnes ou d'organismes) pour obtenir par écrit **un accord concernant le passage** et réglant son entretien. L'inscription au registre foncier est recommandée.

1. Généralités

La planification du réseau de chemins de randonnée pédestre s'effectue dans le cadre d'une **procédure cantonale** conformément à l'art. 4 de la LCPR, souvent dans le cadre de plans directeurs et de plans d'affectation (cf. ci-dessus : plan cantonal et manuel de planification du réseau de chemins de randonnée pédestre : OFROU, Suisse Rando 2014).



2. Planification des travaux de construction

La démarche principale de la planification des travaux de construction consiste à élaborer un **projet de construction** qui peut faire l'objet d'un appel d'offres public. Cela implique, entre autres, la détermination du tracé sur le terrain, la décision du niveau d'aménagement des chemins ainsi que la mise à disposition des documents d'autorisation. Pour mener à bien un projet de chemins de randonnée pédestre, il est particulièrement important de prendre contact avec tous les **acteurs** à un stade précoce. La planification des travaux de réalisation englobe aussi, plus concrètement, l'organisation de la main-d'œuvre, du matériel nécessaire et des machines. Une checklist de planification des travaux de construction est jointe en annexe à la p. 67.

2.1 Principes à appliquer pour la réalisation des tracés

Le choix du tracé doit – dans la mesure du possible – permettre de rendre le chemin attrayant et sûr, tout en maintenant les frais de réalisation et d'entretien à un niveau raisonnable. Le tracé approximatif d'un chemin de randonnée pédestre doit se conformer à la planification du réseau de chemins de randonnée pédestre (cf. paragraphe 1.5). La détermination du tracé exact sur le terrain doit répondre aux principes suivants (cf. manuel « Planification du réseau de chemins de randonnée pédestre », OFROU, Suisse Rando, 2014):

- Le tracé prévu doit être logique et le plus **direct et varié possible**. La variété peut être obtenue p. ex. par l'alternance entre forêt et espace ouvert ou entre vue rapprochée et vue panoramique.
- La **pente doit si possible être régulière**. Dans les tronçons raides, on aura recours à des lacets ou, sur les chemins de randonnée, à des escaliers ou marches.
- Le tracé est adapté au mieux aux **structures naturelles du terrain**. Cela permet d'éviter d'importants déplacements de terre.
- **Les tracés/traces de chemin existants et les curiosités touristiques** doivent être intégrés le mieux possible. Il convient de respecter les exigences de conservation relatives aux voies de communication historiques (cf. paragraphe 2.4).

Si possible, il faut éviter :

- **les tracés en forte pente** avec une succession rapide de montées et/ou de descentes ;
- **les tracés monotones** (p. ex. longues lignes droites sans variation) ;
- les chemins dans la **ligne de chute** (risque d'érosion) ;
- les pentes particulièrement abruptes, les compartiments rocheux en pente, les ravines d'éboulis et les **zones** similaires ;
- les zones humides, les zones de glissement et autres terrains instables similaires ;
- les traversées de **prairies** avec des vaches allaitantes, des taureaux, des chevaux et des chiens de protection de troupeaux (optimiser la gestion des prairies et le tracé) ;
- les **zones sensibles**, comme les marécages, les prairies sèches (cf. paragr. 2.4) ;
- les **atteintes au paysage** (p. ex. modifications de terrain et ouvrages d'art visibles de loin).



Fig. 2 Adopter un tracé logique



Fig. 3 Intégrer les chemins historiques



Fig. 4 Eviter les chemins traversant les marécages

Niveau d'aménagement selon la catégorie de chemins et le public

L'utilisation de dispositifs de protection contre les chutes et les dangers naturels est détaillée dans le guide pratique « Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre » (OFROU, Suisse Rando, 2017).

Les recommandations concernant l'utilisation des chemins de randonnée par les vététistes peuvent être commandées chez Suisse Rando. Les exigences pour les chemins accessibles aux fauteuils roulants figurent dans les recommandations pour la signalisation des offres en lien avec la randonnée (Suisse Rando 2008)..

2.2 Facteurs influant sur le niveau d'aménagement

Le niveau d'aménagement nécessaire d'un chemin de randonnée pédestre est essentiellement déterminé par les facteurs suivants :

- Catégorie de chemin
- Public cible
- Fréquence d'utilisation
- Topographie
- Sol
- Climat

Il est important de tenir compte de ces facteurs dans le cadre des travaux de planification et notamment de relever de manière détaillée la topographie et les propriétés du sol lors d'une **visite sur le terrain**.

2.2.1 Catégorie de chemin, public cible et fréquence d'utilisation

La largeur d'un chemin (cf. paragraphe 3.1), la mise en place d'une **couche de fondation** (cf. paragraphe 3.1.2) et la **construction d'ouvrages d'art** dépendent de la catégorie de chemin (cf. paragraphe 1.4), du public cible, de la fréquence d'utilisation escomptée et des conditions géographiques.

Hormis les chemins de randonnée pédestre ouverts à la circulation automobile (p. ex. sentiers ou chemins forestiers), les chemins de randonnée pédestre se destinent aux personnes qui se déplacent à pied. Ils peuvent néanmoins être utilisés pour d'autres formes de mobilité. La prévention d'éventuels conflits doit avant tout être développée dans le cadre de la planification du réseau (paragraphe 1.5), p. ex. par le biais d'une répartition spatiale.

La planification des chemins de randonnée pédestre doit tenir compte des exigences des autres formes de mobilité (p. ex. utilisateurs en fauteuil roulant, vététistes, cavaliers) si une utilisation conjointe est prévue. Dans ces cas, le chemin doit être aménagé de sorte à répondre aux besoins de chaque groupe cible et à empêcher toute utilisation excessive du chemin. Il faut toutefois s'attendre à une augmentation des charges d'entretien.

2.2.2 Topographie et sol

La topographie et le sol déterminent la **faisabilité technique et le coût** d'un projet de construction. La qualité du sol détermine également s'il est nécessaire d'appliquer une couche de fondation (cf. paragraphe 3.1.2), s'il faut prendre des mesures spéciales pour améliorer la capacité portante (p. ex. géotextiles, chemins de rondins, cf. paragraphe 3.1.4) ou s'il est préférable de contourner une zone donnée.

2. Planification des travaux de construction

Stabilité

Les pentes humides audessus de la limite de la forêt à faible couverture végétale ainsi que les sols sableux, glaiseux et argileux présentent des risques élevés de glissement de terrain et d'érosion. Il est fortement déconseillé d'y enlever l'humus et la couche d'herbe. Sont associés à des indices de glissements de terrain p. ex. les fissures dans le sol, les légers bombements ou les arbres poussant en biais.

Infiltration et capacité portante

Plus le sol est perméable à l'eau et plus sa capacité portante est élevée, moins il y aura de travaux de construction. Les sols à teneur élevée en argile et les sols marécageux sont peu perméables à l'eau. Lorsqu'il pleut, la capacité portante est réduite et un bournier se forme rapidement. On reconnaît ces sols problématiques aux endroits trempés ou boueux ainsi qu'aux fissures et aux traces d'érosion par temps sec.

La composition de la végétation peut aussi donner des éclaircissements sur la perméabilité du sol. Les zones humides sont reconnaissables à la forte présence de joncs, de laïches, de linaigrettes, de prèles, de roseaux ou bien de plantes à grandes fleurs comme le populage des marais, le trolle d'Europe, l'adénostyle des Alpes, l'aconit, etc.



Fig. 5 Fissures du sol

Fig. 6 Les espèces à grandes feuilles sont typiques des sites humides.

2.2.3 Climat

Le climat local exerce une influence considérable sur le dimensionnement des **systèmes d'évacuation des eaux et des ouvrages d'art** (cf. chapitres 4 et 5). Les fortes et fréquentes précipitations exigent des contraintes supplémentaires en matière d'évacuation des eaux, de résistance à l'érosion et de stabilité des chemins et des talus. La hauteur des ponts et la taille des passages doivent être adaptées aux débits maximums des cours d'eau. Les ouvrages d'art fortement exposés à la neige doivent être enlevés ou consolidés avant l'arrivée de l'hiver (pression de la neige, avalanches).

Acteurs des projets de chemins de randonnée pédestre

Offices cantonaux intéressés : chemins historiques, dangers naturels, sylviculture, agriculture, environnement, nature et paysage, chasse, cours d'eau, etc.

Autres groupes intéressés : détenteurs d'animaux, protection de la nature, tourisme, sport, etc.

2.3 Levés topographiques

La détermination exacte du tracé devrait, si possible, s'effectuer lors d'un **examen des lieux**. En général, cet examen réunit les responsables des organisations et services cantonaux des chemins de randonnée pédestre, les **propriétaires fonciers**, les **offices cantonaux** (chemins historiques, dangers naturels, sylviculture, agriculture, environnement, chasse, cours d'eau, etc.) et les **communes** ainsi que **d'autres groupes d'intérêts** (p. ex. détenteurs d'animaux, protection de la nature, tourisme, sport). Il est conseillé de consigner les résultats de l'examen des lieux dans un procès-verbal et de demander à tous les participants d'en confirmer l'exactitude.

Les levés topographiques des chemins de randonnée pédestre peuvent être réduits à un minimum. En général, il suffit d'effectuer les opérations suivantes :

- **Relever les portions de terrain appropriées et inappropriées** sur la base de la structure du terrain (cf. paragraphe 2.2) et d'autres utilisations.
- **Fixer** des points axiaux (changements de direction). Mesurer la distance entre les points axiaux au dérouleur ou à la roue d'arpenteur.
- Définir les **constructions** nécessaires (selon la catégorie de chemin et le niveau d'aménagement).
- Relever les **profils transversaux** typiques et définir les tronçons auxquels s'applique le profil type respectif. Le profil transversal ne doit pas être élaboré à des intervalles réguliers pour les chemins de randonnée pédestre. Les profils transversaux doivent être relevés là où de grandes quantités de matériaux sont déblayées ou remblayées en raison d'un changement de topographie (p. ex. autre pente topographique, rocher, buttes). Le levé du profil s'effectue à angle droit par rapport à l'axe du chemin sur une largeur de 2 à 3 m à gauche et à droite de l'axe. Il est conseillé de relever les déclivités prononcées du terrain. Le profil transversal permet de calculer les quantités en remblai et en déblai servant de base à l'estimation des coûts.
- Relever les **matériaux de construction** appropriés présents dans les environs, comme le bois, la grave, les pierres, etc. et déterminer s'il est possible de les utiliser. L'emploi de matériaux de construction provenant des environs permet de réduire les transports et les coûts.
- Relever **l'accessibilité** aux chantiers pour l'évaluation des coûts liés à l'installation et au transport des matériaux.

2.4 Projet de construction

Conformément aux dispositions de la loi sur l'aménagement du territoire (LAT), en règle générale relatives à la **construction hors des zones à bâtir**, la construction de nouveaux chemins de randonnée pédestre nécessite une autorisation. La **procédure d'octroi de permis de construire** et les documents à présenter varient d'un canton à l'autre. Les renseignements nécessaires peuvent être obtenus auprès de l'autorité cantonale ou communale qui délivre les autorisations. Un dossier de projet de construction comprend en général les documents suivants :

2. Planification des travaux de construction

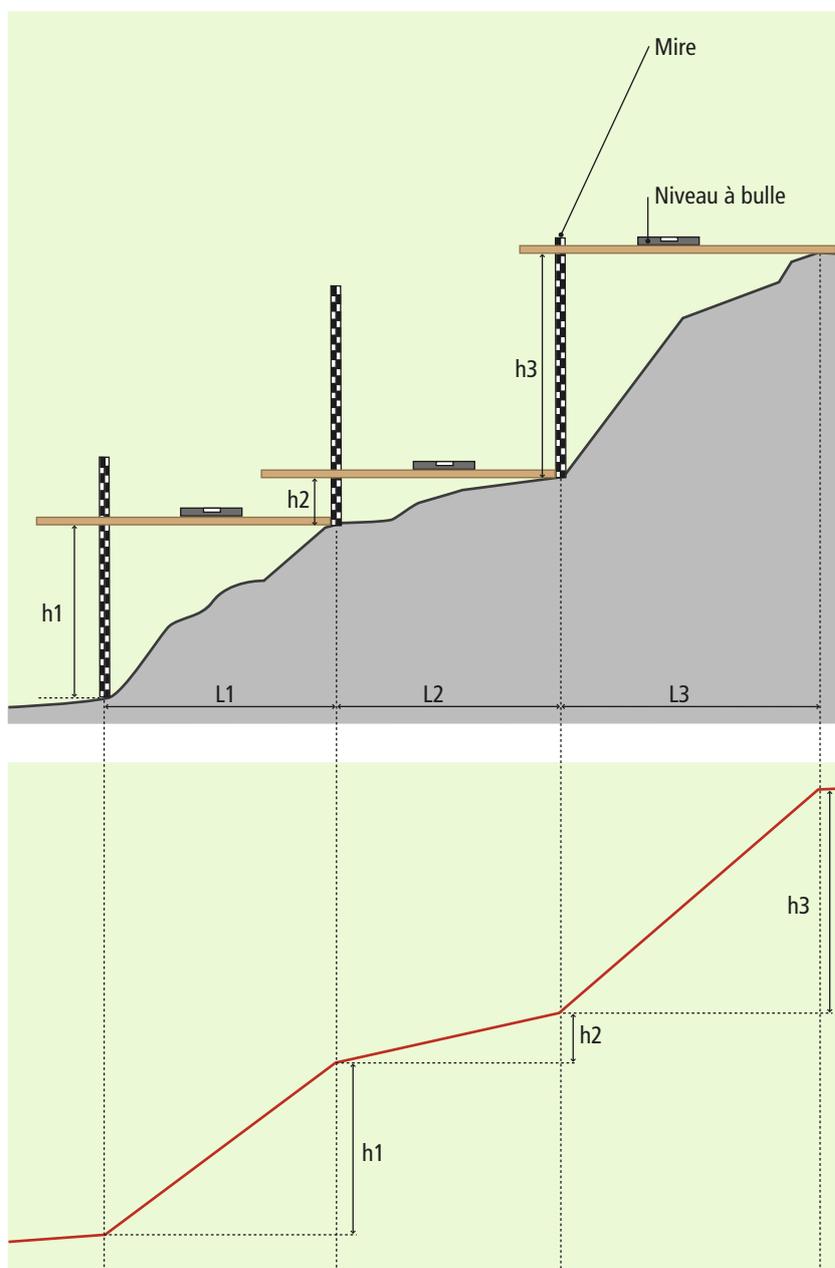


Fig. 7 Procédure d'élaboration d'un profil transversal

- Accord écrit des propriétaires fonciers
- Plan de situation (échelle 1:1000 à 1:10 000), avec zones sensibles et intégration des voies de communication historiques, év. avec limites de parcelles
- Profils transversaux types (échelle 1:20 ou 1:50)
- Profils types (échelle 1:20 ou 1:50)
- Plans des ouvrages d'art importants (échelle 1:20 ou 1:50)
- Rapport technique en cas de projets importants (cf. annexe p. 70)

Lorsque le tracé affecte des **zones sensibles** (p. ex. des zones humides, des prairies sèches, des réserves de chasse ou des réserves de faune) ou des **objets inscrits dans les inventaires** (p. ex. des milieux ou des paysages pro-

Les objets inventoriés figurent sur une carte interactive à l'adresse www.map.geo.admin.ch.

2. Planification des travaux de construction

tégés, des monuments naturels ou culturels et des sites marécageux au sens de la LPN), il faut impérativement consulter les services cantonaux compétents. Pour ce qui concerne les chemins historiques, il est aussi possible de s'adresser – selon les cantons – aux services de conservation du patrimoine, de l'aménagement du territoire, des ponts et chaussées, etc. Le guide technique de recommandations de la Confédération (voir p. 80) donne des instructions pour la conservation des chemins historiques.

Extrait de la loi sur les forêts (LFo)

Art. 4 Définition du défrichement

Par défrichement, on entend tout changement durable ou temporaire de l'affectation du sol forestier.

Estimation des coûts

(cf. annexe pp. 72 ss.)

Les projets de construction sur les chemins de randonnée pédestre sont difficiles à normaliser, car il s'agit souvent de **chantiers linéaires** aménagés de façon très spécifique, excentrés et répartis dans la nature. En général, ces travaux nécessitent bien plus de temps que de frais de matériel.

L'estimation du coût des **constructions individuelles** peut être élaborée sur la base de valeurs indicatives (cf. annexe p. 74).

Il vaut la peine d'utiliser de grosses machines (pelleteuses, etc.) et de faire appel à des entreprises de construction, notamment si l'accès est facile, que les travaux sont lourds et que les éléments de construction ont été préfabriqués. Il peut se révéler pertinent d'utiliser des hélicoptères pour les chantiers isolés.

Sur www.randonner.ch, vous trouverez d'autres moyens d'estimer l'investissement relatif aux travaux et de calculer les projets de chemins de randonnée.

En général, il n'est pas nécessaire de disposer d'une **autorisation de défrichement** pour les chemins de randonnée pédestre. Néanmoins, il faut absolument convenir des travaux à réaliser en forêt avec le gardeforestier compétent et le service cantonal des forêts.

Les **frais de construction** varient considérablement en fonction de la situation topographique et des charges de transport. De plus, le choix des matériaux constitue un facteur de coûts important (frais de transport réduits au minimum, moins d'entretien si les matériaux sont durables). Pour les projets dont le coût total dépasse les 20 000 francs, un devis détaillé doit être établi sur la base d'offres concrètes (cf. annexe p. 71).

Selon la législation cantonale et la taille du projet, il faut lancer un **appel d'offres public** pour les travaux de construction.

Il convient d'examiner et éventuellement d'établir par écrit, dans le cadre de la conception du projet, les **compétences** relatives à la construction et à l'entretien des chemins prévus ainsi que les **rapports de propriété** (p. ex. accord, inscription au registre foncier).

2.5 Préparation des travaux

Avant le début des travaux dans le cadre de projets majeurs, il convient de contrôler une nouvelle fois le **tracé** et de le reporter sur le terrain. A ce moment, il est encore possible de réaliser des adaptations minimales et de tenir compte des souhaits exprimés p. ex. par les propriétaires fonciers (cf. aussi checklist Planification des travaux de réalisation, annexe p. 67).

Le **calendrier** des travaux de construction doit tenir compte des facteurs suivants: ressources en personnel, possibilités de transport, saison, altitude, conditions météorologiques, conditions de terrain, exploitation et pâturage.

En cas de travaux d'envergure, il est judicieux de confier leur exécution à une **entreprise de construction**. Celle-ci s'occupe du personnel, des machines, des appareils, des outils et du matériel. L'entreprise est responsable du respect des prescriptions de sécurité ainsi que des délais convenus et effectue des travaux de garantie en cas de mauvaise exécution. Un modèle de procès-verbal de réception des travaux est joint en annexe à la p. 75.

Les interventions de **l'armée**, de la **protection civile** et **d'auxiliaires volontaires** exigent nettement plus de préparation de la part du maître d'ou-

2. Planification des travaux de construction

vrage. Il faut mettre à disposition les outils, garantir la sécurité (cf. paragraphe 2.7), s'occuper des repas, du transport et de l'hébergement et assurer une présence permanente de professionnels compétents pour la direction des travaux sur place. Les **conditions cadres** suivantes sont applicables aux interventions d'auxiliaires (cf. aussi paragraphe 2.7) :

- Pas de travaux en terrain dangereux (risque de chute, risque de chutes de pierres) ;
- Pas d'exécution de travaux dangereux (tronçonneuse, débroussailleuse, dynamitages, etc.) par un personnel non formé ;
- Un accompagnateur par groupe de six à dix travailleurs, accompagnement continu sur les sites d'intervention ;
- Adaptation du volume de travail à la durée de l'intervention et aux capacités de la main d'œuvre ;
- Accès au chantier en maximum 30 minutes à pied.

2.6 Machines, appareils et outils

L'utilisation des machines de chantier permet souvent une exécution plus efficace des travaux que le travail manuel. Les **questions de contrôle** suivantes permettent de savoir s'il est judicieux d'utiliser des machines :

- Les conditions sur le terrain permettent-elles l'utilisation de machines?
Un terrain très abrupt présentant des pentes topographiques de plus de 45 degrés (100 %) rend souvent impossible l'utilisation de machines. Le manque d'espace, p. ex. en forêt, est un facteur déterminant dans le choix des machines. Il faut éviter tout dégât aux arbres.
- Les dimensions d'intervention justifient-elles l'utilisation de machines?
L'utilisation de machines se révèle peu judicieuse pour les chemins d'une largeur inférieure à 1 m et en cas de nombreux petits travaux isolés.
- L'économie de coûts liée à l'utilisation de machines est-elle raisonnable par rapport aux efforts déployés (transport des machines, mesures de sécurité, etc.)?
- Faut-il s'attendre à des conflits avec la sylviculture et l'agriculture?
- Faut-il s'attendre à des conflits avec la protection de la nature et du paysage, la protection des sols ou la protection contre le bruit? En cas de mauvaise capacité portante du sol, l'utilisation de machines peut provoquer des dommages disproportionnés.

La liste ci-après résume les appareils et outils les plus utilisés pour la construction et l'entretien des chemins de randonnée pédestre. A l'exception des outils manuels, les appareils ne doivent être manipulés que par du personnel formé.

Machines d'excavation

- Pelle à chenilles d'env. deux tonnes (plus adaptée que la pelle sur pneus en raison d'une pression moins importante sur le sol)
- Pelle araignée (convient particulièrement pour les travaux en pente ou sur terrain accidenté)
- Marteau-piqueur pour l'excavation de roches (montage sur pelleteuse)



Fig. 8 Pelle araignée

2. Planification des travaux de construction



Fig. 9 Motobrouette



Fig. 10 Serfouette



Fig. 11 Tire-câble Habegger

Machines de compactage

- Compacteur-vibreux
- Plaques vibrantes ou rouleau vibrant

Moyens de transport

- Motobrouette
- Transporteur (sur quatre roues motrices ou sur chenilles)
- Camionnette
- Câble-grue mobile
- Hélicoptère

Appareils d'abattage, d'élagage et de taille

- Tronçonneuse
- Débroussailleuse

Outils manuels

- Pelle à gravier, bêche, râteau
- Serfouette, pioche
- Truelle, seau de maçon, balai, plastique de recouvrement
- Marteau, burin
- Ciseau à bois, mandrin
- Hache, hachette, serpe, scie, faux, sécateur
- Pincés, tournevis
- Doublemètre, mètre à ruban, cordeau, corde
- Tirecâble Habegger, set de tendeurs, chaîne, sangles d'arrimage
- Compacteur manuel
- Brouette

Divers

- Equipement de protection individuelle EPI
- Pharmacie

2.7 Sécurité au travail et protection des tiers

La planification des mesures de sécurité pour les ouvriers et passants sur le chantier se fait avant le début des travaux. La Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes (SIA), la Commission fédérale de coordination pour la sécurité au travail (CFST), la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accident (SUVA) et le Bureau suisse de prévention des accidents (bpa) fournissent gratuitement un ensemble complet de **documents sur la sécurité et la prévention des accidents**. Il est possible de les consulter sur Internet ou de les commander (cf. aussi sources p. 64).

Adresses pour consulter et commander les directives, feuillets d'information et check-lists :

- www.sia.ch
- www.suva.ch
- www.ekas.ch
- www.bfu.ch

Mesures de sécurité d'ordre général

L'Ordonnance sur les travaux de construction (OTConst) fixe les mesures à prendre pour la sécurité et la protection de la santé des ouvriers sur les chantiers.

- SUVA 2006/2014 : Outil de planification « Mesures de sécurité et de protection de la santé propres au chantier »

Travaux forestier

Les travaux à la tronçonneuse ne doivent être réalisés que par des professionnels formés. En cas de travaux forestiers, il faut absolument bloquer les chemins d'accès sur un large périmètre. Le barrage doit être tenu à jour dans la mesure du possible.

- CFST 1991 : Directive « Travaux forestiers » ;
- SUVA 2004 : Feuillet d'information « Obligations fondamentales en matière d'assurance accidents et de sécurité au travail » ;
- SUVA 2015 : Checklist « Travaux à la tronçonneuse » ;
- SUVA 2014 : Checklist « Equipement de protection individuelle (EPI) ».

Travaux sur terrain en pente

Les chantiers sur terrain en pente doivent, selon les circonstances, être sécurisés contre les éboulements. Des mesures de sécurité spéciales sont nécessaires pour tous les travaux présentant un risque de chute.

- SUVA 2015 : Feuillet d'information « La sécurité en s'encordant »

Protection des tiers

La zone à risques englobe le chantier proprement dit ainsi que dans certains cas les voies de transports et, en cas de risque d'éboulement, les chemins en aval. L'accès doit être interdit si la zone comporte un danger spécifique pour les promeneurs. Les **mesures** suivantes sont à prendre :

- barrer les chemins de randonnée pédestre concernés des deux côtés de la zone à risques ;
- donner des informations aux points de départ des itinéraires de randonnée pédestre concernés (couvrir les destinations, panneau d'indication) ;
- signaler les déviations ;
- informer les communes, organisations touristiques, organisations de chemins de randonnée pédestre, services de chemins de randonnée pédestre et propriétaires fonciers.

Règles de sécurité suvapro

(brochure sur www.suva.ch)

« Neuf règles vitales pour le génie civil et les travaux publics »



3. Tracé des chemins

Les mesures requises pour la réalisation du tracé dépendent des conditions topographiques, du sol et des exigences d'utilisation. La décision portant sur le standard de construction est prise au début de la planification des travaux (cf. chap. 2).

3.1 Profils types et standards de construction

La catégorie de chemin est un facteur déterminant pour le standard de construction des chemins de randonnée pédestre. En cas de nécessité d'aménagements, il faut prévoir une largeur de tracé de 100 à 120 cm pour les chemins de randonnée pédestre signalisés en jaune et de 50 à 80 cm pour les chemins de randonnée de montagne. Les chemins de randonnée alpine n'ont souvent pas de tracé.

Les **profils types** suivants sont typiques et souvent utilisés pour la réalisation des chemins de randonnée pédestre :

3.1.1 Chemins non stabilisés

Sur les terrains en légère pente aux sols secs et portants, il est souvent possible de renoncer à l'élaboration d'un tracé et à la pose d'une couche de fondation (cf. plus bas). Cela permet des tracés variés, tout en ménageant le paysage et en réduisant les frais de réalisation.

3.1.2 Tracé avec couche de fondation

Une **couche de fondation** est une couche de graviers compactés qui est déposée en présence de sols à mauvaise portance ou humides, en cas de fréquence d'utilisation importante ainsi qu'en cas d'exigences élevées en termes de confort de marche (cf. aussi paragraphe 3.2.3). Sur les chemins de randonnée pédestre, il suffit en général de réaliser une couche de 10 à 15 cm pour obtenir une couche stable. La couche appliquée sur les chemins fortement sollicités (p. ex. par le bétail) doit avoir une épaisseur minimale d'env. 30 cm. Sur un sol mou, il est possible de poser un **géotextile** sous la couche de fondation pour éviter tout mélange avec le sous-sol.

Les graviers sables ou les graviers concassés, dont les **diamètres** sont **bien échelonnés** (de 0 à 32 mm) et qui par conséquent se laissent bien compacter, conviennent parfaitement pour les couches de fondation. En cas d'application d'une couche de surface (voir ciaprès), il est possible d'utiliser des graviers de diamètre échelonné (63 mm maxi) pour la couche de fondation.

En cas de forte sollicitation, il est possible d'appliquer sur la couche de fondation une **couche de surface** de graves (granulométrie maximale 16 mm) de 5 cm d'épaisseur. Sur la plupart des chemins de randonnée pédestre, il n'est toutefois pas nécessaire de prévoir cette mesure.

En **zone marécageuse**, il est défendu d'utiliser des couches de fondation, car le gravier est susceptible d'induire des apports indésirables d'éléments



Fig. 12 Chemin non stabilisé

Travaux de construction sur les chemins non stabilisés

Un drainage soigneux et une stabilisation ponctuelle de certains tronçons, des tronçons escarpés ou des virages selon l'utilisation du chemin de randonnée pédestre sont nécessaires également sur les chemins non stabilisés afin de garantir la qualité du tracé sur le long terme. La stabilisation peut se faire localement p. ex. au moyen d'une couche de fondation, de surface, de gravier, de granulat, etc.

Pour les chemins le long des surfaces agricoles, il est en principe nécessaire de poser une simple couche de fondation afin de garantir la stabilité du chemin.



Fig. 13 Chemin avec couche de fondation

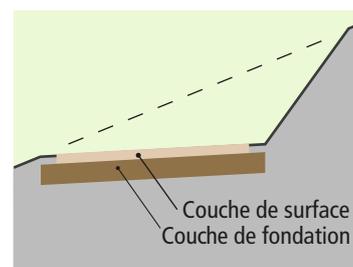


Fig. 14 Profil-type d'un chemin de randonnée pédestre avec couche de fondation

3. Tracé des chemins

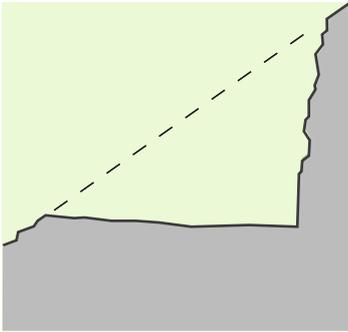


Fig. 15 Profil-type dans la roche. Surface de marche avec léger dévers amont.

nutritifs. Les **copeaux de bois** constituent une bonne alternative pour ces cas. Il s'agit d'un revêtement souple et agréable à la marche. Les copeaux de bois doivent être renouvelés régulièrement, car ils se désagrègent assez rapidement.

3.1.3 Tracé dans la roche

Les chemins taillés dans la roche peuvent être réalisés sans couche de fondation lorsque la roche adhère bien et lorsque le tracé s'avère suffisamment large. Il est important de disposer d'une **liberté de mouvement suffisante au niveau des épaules**, le chemin devrait donc être plus large à la hauteur des épaules qu'à la hauteur des pieds. Selon le type de roche et la fréquence d'utilisation, les chemins taillés dans la roche peuvent présenter des **passages lisses et glissants**. Afin d'éviter tout glissement en aval, il est possible d'incliner la surface de marche légèrement vers l'amont. Sur les tronçons escarpés, il est d'usage de tailler des marches dans la roche.



Fig. 16 Chemin de rondins

3.1.4 Chemin de rondins

Les chemins de rondins sont constitués, comme l'indique le nom, de rondins ou de planches épaisses juxtaposés en direction transversale par rapport à l'axe longitudinal du chemin. Les rondins sont reliés par un fil métallique

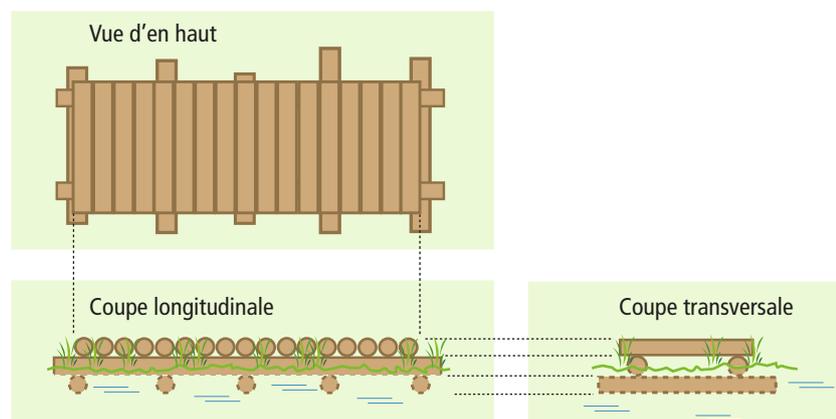


Fig. 17 Chemin de rondins

3. Tracé des chemins

ou fixés sur des pièces de bois en long. En cas de sol très souple, il est possible de placer les pièces de bois en long sur des traverses de bois (fig. 17). Les chemins de rondins sont utilisés pour la traversée de terrains humides à faible portance. Il est recommandé d'utiliser des **bois durables** pour la construction des chemins de rondins (cf. annexe p. 77). Dans les zones humides, l'utilisation de bois imprégné en autoclave est généralement proscrite pour des raisons de protection de l'environnement. Pour empêcher tout glissement sur le bois humide, il est possible de recouvrir les chemins de rondins d'un treillis métallique (métal déployé). Les chemins remblayés latéralement avec le matériel d'excavation et dont la surface de marche est recouverte de gros gravier sont durables. (Fig. 19).



Fig. 18 Recouvrir le chemin de rondins avec de la terre et du gros gravier

3.2 Exécution des travaux

3.2.1 Travaux de déblaiement

Avant de commencer les travaux de construction, il faut déblayer le futur tracé. Les tracés forestiers doivent être conçus de sorte à éviter tout abatage d'arbre. Si toutefois l'abatage s'avère indispensable, le **triage forestier** compétent devra procéder au marquage. Le matériel déblayé doit, si possible, être empilé à proximité du tracé. Les tas de branches et les troncs peuvent aussi être utilisés pour **canaliser** les randonneurs (cf. paragraphe 3.3.3). Les grands blocs de pierre sont déplacés au bord des chemins ou intégrés ultérieurement dans le tracé comme marches.

3.2.2 Travaux d'excavation

Avant de procéder à des travaux d'excavation importants, il convient de définir les exigences relatives à la **protection des sols**. De plus, à proximité des habitations, il faut s'informer sur la présence de **conduites** souterraines (électricité, téléphone, gaz, eau, etc.).

Terrain plat

En terrain plat non boisé, le sol est enlevé après les travaux de déblaiement jusqu'à une profondeur correspondant à l'épaisseur de la couche de fondation à poser. En cas de sol meuble, il faut compacter la couche de terrassement. Le matériel d'excavation est, si possible, aplani sur les côtés ou évacué. En forêt, il faut, si possible, renoncer à enlever l'humus pour ménager les racines. Si la mise en place d'une couche de fondation s'avère nécessaire, sa pose doit être effectuée directement sur le terrain naturel (cf. paragraphe 3.2.3.).

Terrain en pente

L'élaboration d'un tracé en pente exige des travaux d'excavation importants. Pour cela, il faut d'abord décaper la couche d'humus supérieure et entreposer celle-ci **séparément de sorte qu'elle ne se mélange pas avec le sous-sol**. Une fois les travaux d'excavation terminés, l'humus est étalé sur le talus afin de permettre une végétalisation plus rapide. Sur les pentes recouvertes d'herbe, il est possible de découper et d'entreposer la couche de sol supérieure sous forme de **plaques d'herbe** (cf. paragraphe 5.5.1).

Les services cantonaux de protection des sols fournissent les renseignements nécessaires à ce sujet.

Il suffit de s'adresser aux services des ponts et chaussées des cantons et des communes ainsi qu'aux opérateurs compétents pour obtenir des informations sur les conduites souterraines.



Fig. 19 Chemin avec couche de fondation posé directement sur le terrain naturel.

Après avoir enlevé l'humus, il faut décaper le soussol jusqu'à ce que la largeur souhaitée du chemin soit atteinte. En cas de sol meuble, il faut compacter la couche de terrassement. Le matériel d'excavation superflu est déplacé sur les côtés ou évacué. Il est préférable de renoncer à l'aménagement de talus en remblais (digues), car ceux-ci ont tendance à s'ébouler. Dans ce contexte, il convient de se référer au chapitre 4 sur l'**évacuation des eaux** et au paragraphe 5.5 sur la **stabilisation des talus**.

Terrains rocheux

La planification et la réalisation des chemins en terrains rocheux doivent toujours être confiées à des entreprises spécialisées. Les travaux en terrain rocheux sont ardues et souvent onéreux, car ils impliquent l'utilisation de machines et de techniques spéciales (compresseur, marteau-piqueur, travaux de minage). Il s'avère souvent nécessaire de construire des **ouvrages d'art** complexes, tels que passerelles ou escaliers. L'accessibilité réduite et la mise en œuvre de **mesures de sécurité** spéciales contribuent également à renchérir les travaux.

3.2.3 Pose de la couche de fondation

La pose s'effectue si possible frontalement, c.à.d. que les machines de chantier circulent sur la couche de fondation déjà posée afin de ne pas endommager la couche de terrassement. La couche de fondation devrait idéalement être posée en amont. En général, les matériaux utilisés sont transportés à l'aide d'une motobrouette à l'emplacement prévu et nivelés avec une pelle. La couche de fondation est compactée à l'état humide. La surface de marche finie (plateforme) est normalement réalisée à une hauteur d'env. 5 cm par rapport au terrain avoisinant. Pour garantir une bonne évacuation des eaux, il faut doter la surface de marche d'une **pente transversale** ou d'un bombement (cf. paragraphe 4.1).



Fig. 20 La pose de la couche de fondation s'effectue frontalement.

3. Tracé des chemins

En forêt, la couche de fondation est souvent appliquée directement sur le terrain naturel afin de préserver les racines. Cette technique a aussi fait ses preuves sur les **sols humides**, car elle évite l'engorgement des chemins. Le déplacement des bords de chemin peut être empêché par la mise en place de bordures (cf. paragraphe 3.3.1).

3.3 Mesures d'accompagnement

3.3.1 Bordures

Les bordures empêchent le déplacement des bords de chemin. Elles peuvent être réalisées facilement en rondins et fixées avec des piquets ou des fers d'armature. Les bordures ont fait leurs preuves sur les **terrains en pente** (fig. 22) ainsi que sur les chemins plats dont la couche de fondation a été appliquée directement sur le **terrain naturel** (fig. 24). En pente, il est conseillé de poser un géotextile sous la couche de fondation et de le stabiliser en bordure pour prévenir les affouillements.

Contrairement aux routes carrossables, les chemins de randonnée pédestre ne disposent **pas de bas-côtés**. Il n'est pas non plus d'usage de border les chemins de randonnée pédestre de rangs de pavés.

3.3.2 Chemins en lacets

Les chemins en lacets sont aménagés de manière à réduire la déclivité des chemins (cf. aussi paragraphe 2.1). L'écoulement de l'eau des rigoles longitudinales (cf. paragraphe 4.2) s'effectue aux tournants. Les **tournants** doivent être prévus à des endroits stables et plats, et si possible, à des endroits où le chemin contourne des blocs de pierre ou des arbres. Aménagé de telle sorte, le chemin est ressenti comme plus agréable et empêche l'érosion de la surface de marche. En pente raide, la largeur du chemin doit augmenter du double aux tournants. Il est également possible de faciliter la montée et la descente par la réalisation de quelques marches. L'inclinaison des marches vers l'extérieur des lacets favorise l'écoulement des eaux.

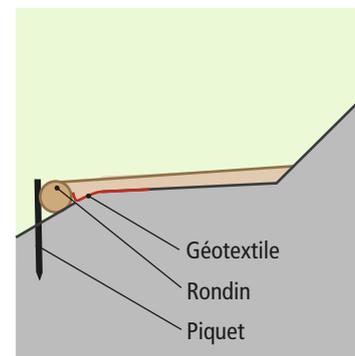
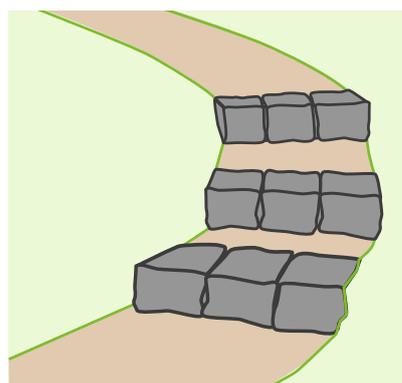
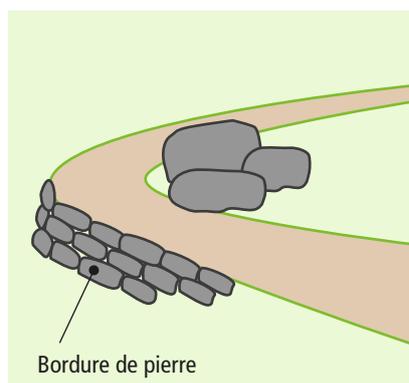


Fig. 21 Bordure simple



Fig. 22 Bordure simple

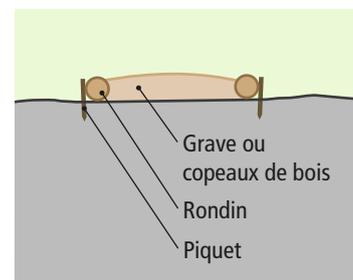


Fig. 23 Bordure double



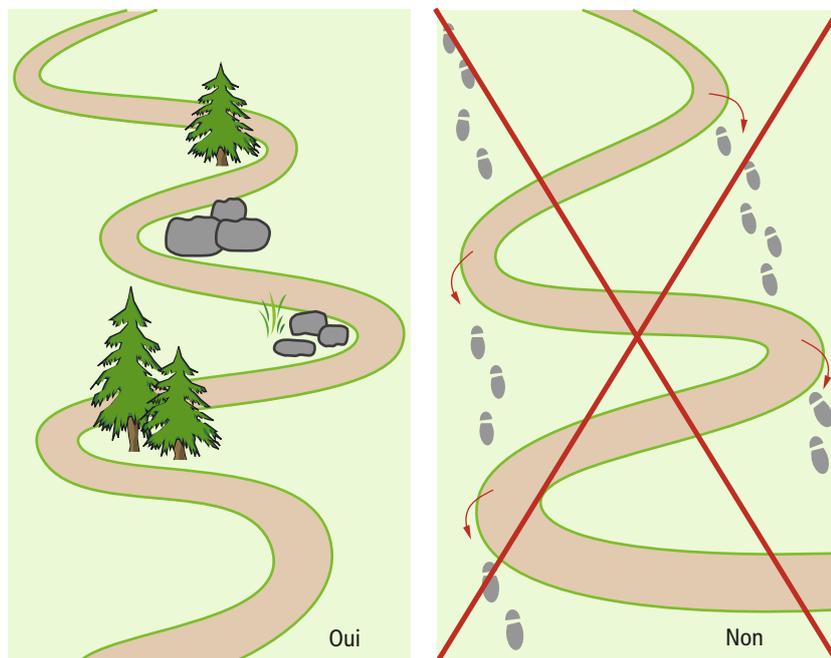
Fig. 24 Bordure double

Fig. 25 Tournant avec mur ou avec escalier



Fig. 26 Evacuation de l'eau au tournant

Fig. 27 Les chemins en lacets correctement aménagés empêchent les dégâts d'érosion et les traces de raccourcis.



Il est important que les virages ne soient pas **alignés** (cf. fig. 27). Les tronçons entre les tournants doivent être de différentes longueurs afin de permettre à l'eau de s'évacuer dans les tournants et non vers le lacet situé juste en aval où elle causerait des dégâts d'érosion. Cet aménagement dissuade également les randonneurs de prendre un raccourci.

3.3.3 Mesures de canalisation

Pour des raisons de sécurité et de protection de la nature ainsi que pour éviter les dégâts aux cultures et les sentes indésirables, il est important que les randonneurs ne quittent pas les chemins. Les mesures suivantes permettent d'obtenir une canalisation efficace :

- Un **chemin bien aménagé et entretenu** constitue la meilleure mesure de canalisation. Les tronçons mal entretenus, boueux ou défoncés sont contournés. Cela vaut aussi pour les passerelles et escaliers trop étroits lorsqu'il s'agit de croiser ou de dépasser.
- Il est important d'effectuer un **marquage** bien visible et complet des chemins et de choisir un bon emplacement pour les **panneaux d'indication** (voir à ce propos le manuel « Signalisation des chemins de randonnée pédestre », OFROU, Suisse Rando, 2013). Lorsqu'ils n'identifient ni marquages ni destinations, les randonneurs ont tendance à longer les lignes de délimitation (lisières forestières, haies).
- Pour éviter que les randonneurs n'empruntent des sentes indésirables, il est possible de **planter des buissons** ou de **mettre en place des troncs d'arbre**, des blocs de pierre ou des tas de branches. Une fois la destination à portée de vue, les randonneurs préfèrent emprunter le chemin le plus direct. Après avoir atteint une certaine altitude, les randonneurs n'apprécient guère d'effectuer des descentes intermédiaires.



Fig. 28 Un tronc d'arbre barre l'accès à une sente indésirable.

3. Tracé des chemins

- Les **barrières** (cf. paragraphe 5.3) permettent également de signaler qu'il ne faut pas quitter le chemin à un endroit précis. (p. ex. endroits à risques suite à des dégâts dus aux intempéries).
- La pose de **clôtures** le long des chemins de randonnée pédestre devrait être envisagée si ces derniers traversent des prairies avec des chiens de protection des troupeaux, des taureaux, des vaches allaitantes ou des chevaux et lorsqu'il est impossible de déplacer le chemin ou la prairie. Les clôtures devraient être écartées d'au moins 30 cm par rapport au bord du chemin.

Les mesures de canalisation et l'installation de dispositifs permettent aussi de **diminuer** et de prévenir les conflits entre les randonneurs et d'autres groupes d'utilisateurs, comme les cyclistes, les cavaliers, etc. Par exemple, les VTT peuvent être canalisés vers les pistes adaptées aux vélos grâce à des obstacles faciles à passer pour les randonneurs.

Il incombe aux détenteurs d'animaux d'ériger les clôtures. Ils trouveront des renseignements auprès des responsables des chemins de randonnée, du SPAA et de Protection des troupeaux Suisse. Les bases spécifiques peuvent être acquises auprès de ces organisations.

Le papier de position « Coexistence entre randonnée pédestre et vélos/VTT » définit les principes de coordination (www.randonner.ch).





4. Écoulement des eaux

La plupart des **dégâts causés aux chemins résultent d'une évacuation des eaux déficiente**. Une évacuation des eaux adaptée aux circonstances (en fonction de la structure du terrain, de l'intensité des précipitations, des autres utilisations) permet de réduire considérablement les travaux d'entretien. L'évacuation des eaux des chemins de randonnée pédestre a pour fonction essentielle :

- d'évacuer les **eaux de pluie** accumulées sur la surface de marche ;
- d'évacuer les **eaux latérales** provenant du versant.

Les ouvrages d'évacuation des eaux bien construits collectent l'eau au bon endroit, l'éloignent du chemin puis la déversent à un emplacement approprié afin de prévenir l'érosion du chemin et du terrain. Les mesures d'évacuation des eaux doivent donc être parfaitement adaptées aux terrains environnants. Comme les zones humides et les surfaces agricoles peuvent être affectées par une évacuation des eaux inappropriée, les mesures doivent être examinées, en zones sensibles, avec les **spécialistes en agriculture et protection de la nature**. En principe, les ouvrages d'évacuation des eaux doivent être nettoyés régulièrement pour prévenir les dégâts. L'utilisation de matériel sur place permet d'installer des rigoles transversales à moindres frais.

4.1 Evacuation des eaux – Profil transversal

Un profil transversal permet l'écoulement direct de l'eau de la surface de marche vers les côtés. Ce type d'évacuation se fait souvent au moyen d'un dévers. En présence d'une pente longitudinale, il faut également aménager des rigoles transversales (cf. paragraphe 4.1.2).

4.1.1 Evacuation des eaux au moyen de dévers

Dévers aval

En cas de pentes légères à moyennes avec un faible écoulement d'eau du versant et un talus aval stable, il s'est avéré adéquat d'évacuer l'eau au moyen d'un dévers aval de 3 à 5%. L'avantage d'un écoulement vers l'aval (sur le bas-côté) réside dans le **faible entretien** qu'il nécessite ; il n'exige notamment pas l'aménagement de rigoles longitudinales. En revanche, la surface de marche et le talus aval sont exposés à un risque d'érosion si les écoulements provenant du versant sont importants.

Dévers amont

En cas de grande quantité d'eau provenant du versant ou de sol sensible à l'érosion, il est judicieux d'incliner la surface de marche de 3 à 5% vers l'amont. Cette mesure peut également s'avérer utile en terrain exposé lorsqu'il s'agit de prévenir un glissement vers l'aval. Les surfaces de marche inclinées vers l'amont sont pourvues de **fossés longitudinaux** et transversaux (cf. paragraphes 4.2 et 4.3).

Dévers sur chemins à profil en long plat

L'évacuation des eaux sur les chemins à profil en long plat peut également se faire par le biais d'un dévers ou d'un léger bombement. Aucune mesure

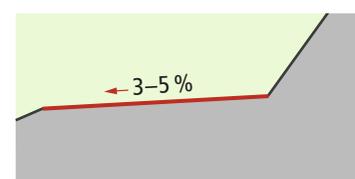


Fig. 29 Dévers aval

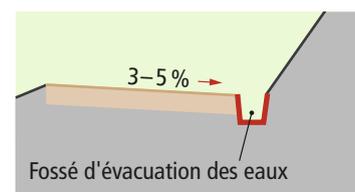


Fig. 30 Dévers amont

4. Evacuation des eaux

supplémentaire ne doit être prise si le terrain attenant peut recevoir suffisamment d'eau. Les sols peu perméables doivent en outre être dotés d'une pente longitudinale (cf. paragraphe 4.2). Il est nécessaire de renouveler régulièrement le dévers, car il s'aplatit avec le temps.

4.1.2 Eléments transversaux d'évacuation des eaux

Les rigoles transversales permettent l'évacuation latérale des eaux des chemins présentant des pentes longitudinales de 10 % et des eaux provenant des fossés longitudinaux.

Fig. 31 Rigole transversale

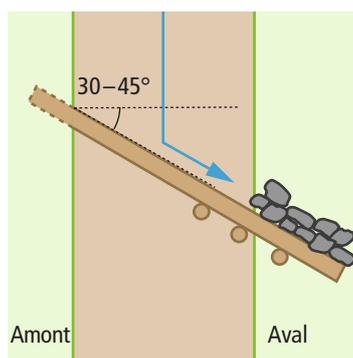


Fig. 32 Protection contre l'affouillement au moyen de pierres

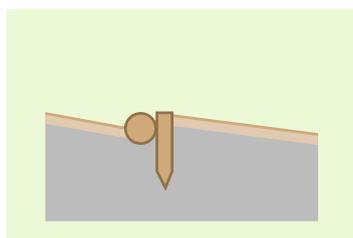


Fig. 33 Rigole transversale en rondin

Un emplacement correct et un entretien régulier des rigoles transversales sont essentiels. Pour que l'eau puisse s'écouler de façon contrôlée, il faut aménager les rigoles au-dessus des tronçons dans les lignes de chute, des ouvrages d'art (escaliers, bordures, murs de soutènement) et des virages (voir aussi paragraphe 4.2).

Pour obtenir le meilleur **autonettoyage** possible, il faut prévoir des rigoles transversales avec une pente d'env. 5 % et un angle de 30 à 45 degrés par rapport à l'axe longitudinal du chemin. Elles doivent déborder d'au moins 20 cm du chemin. Le talus aval doit être protégé contre l'affouillement à la sortie au moyen de pierres placées en dessous de la sortie de la rigole (fig. 32). Sur les pentes exposées au risque d'érosion, il faut évacuer de manière contrôlée les eaux d'écoulement, p. ex. vers les ruisseaux proches, les fossés ou les terrains plus stables.

Rigoles transversales en rondins ou en perches

Les rigoles transversales simples peuvent être réalisées en bois (fig. 33). Les rondins ou perches d'un diamètre maximal de 25 cm doivent être enfouis à une profondeur d'env. 10 cm dans le sol et fixés avec des piquets ou des fers d'armature. Il est également possible de poser des troncs entaillés dans le sens de la longueur, surface coupée vers le haut. Les rigoles transversales sont ancrées dans le talus amont pour que l'eau ne les contourne pas. Les rigoles transversales en rondins conviennent pour tous les types de chemins et toutes les conditions de précipitations.

Rigoles transversales en pierres naturelles

Les rigoles transversales simples peuvent aussi être réalisées en pierres naturelles. Les pierres sont alignées en travers du chemin et enfouies à une profondeur de 10 à 20 cm. La fixation à l'aide de piquets ou de fers d'armature empêche tout basculement. Il faut veiller à ancrer la première pierre dans le talus amont pour que l'eau ne contourne pas la rigole. Les pierres ne doivent pas dépasser de plus de 15 cm de la surface de marche. Les rigoles transversales en pierres naturelles sont souvent utilisées pour évacuer l'eau des chemins de randonnée de montagne. Elles conviennent pour toutes les conditions de précipitations.

Saignées avec talus de gravier

Une autre variante simple d'évacuation des eaux consiste à creuser des casis au travers du chemin. Le déblai est déposé et compacté le long de la saignée. Le dénivelé entre celle-ci et le talus ainsi formé est d'env. 20 cm, la largeur de la saignée peut atteindre 50 cm. La mise en place et l'entretien sont avantageux financièrement. Les saignées avec talus de gravier conviennent pour l'écoulement transversal des chemins qui ne sont pas empruntés par des machines et qui ont une faible pente longitudinale ainsi qu'un écoulement d'eau moyen.

Caniveaux transversaux

Les caniveaux transversaux sont souvent utilisés pour dériver les eaux des chemins de randonnée pédestre. Ils sont plus durables que les rigoles simples en bois ou en pierres naturelles ou les saignées ; leur mise en place est plus exigeante. Les rigoles transversales peuvent être réalisées sur place, en bois scié ou en pierres taillées (fig. 35). Il existe dans le commerce des rigoles transversales préfabriquées en bois, en béton et en acier. Les rigoles sont enfouies à une profondeur d'env. 15 cm, leur bord supérieur se trouve au même niveau que la surface du chemin. La largeur intérieure des rigoles doit mesurer entre 10 et 15 cm. Sur les chemins en pente, il peut arriver que les rigoles transversales s'enfoncent sous la pression de la montagne. Pour empêcher l'enfoncement des rigoles en bois, il suffit de les fixer avec des clameaux de charpente. La fixation verticale de la rigole dans la terre à l'aide de fers d'armature ou d'ancrages fournit une résistance supplémentaire à la pression venant du bas. Les rigoles transversales conviennent pour les chemins d'une largeur supérieure à 2 m présentant un fort écoulement d'eau.

Tuyaux

Pour l'évacuation des eaux des fossés longitudinaux, on peut aussi utiliser, outre les rigoles transversales, des tuyaux (paragraphe 4.2). Le diamètre intérieur doit être au moins de 15 cm. Du fait de leur enfouissement, les tuyaux permettent la réalisation de surfaces plates offrant un bon confort de marche. Les tuyaux nécessitent néanmoins un entretien important, car ils se bouchent facilement.

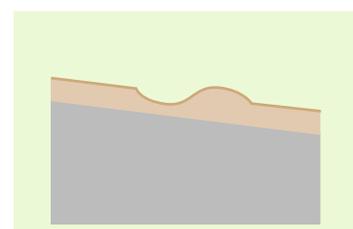


Fig. 34 Saignée avec talus de gravier

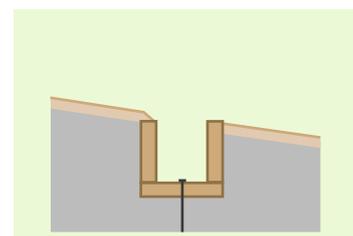


Fig. 35 Caniveau transversal en bois

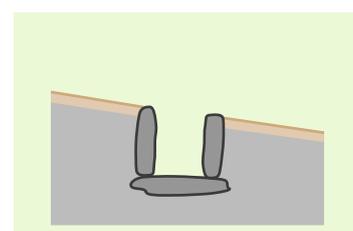


Fig. 36 Caniveau transversal en pierre

Remarque pour les chemins empruntés par les vélos et les VTT

Il s'agit de déterminer soigneusement l'écoulement des eaux pour les chemins empruntés à la fois par les randonneurs et les cyclistes. Les rigoles transversales sont dangereuses pour les cyclistes. Il convient d'aménager des saignées (cf. fig. 34), voire des caniveaux équipés de bords brisés. Pour garantir la sécurité des cyclistes, les bois des deux côtés doivent être intégrés à une distance maximale de 8 cm et à angle plat.

4.2 Fossé longitudinal

Le fossé longitudinal permet d'évacuer les eaux du versant ou de la surface de marche. Cette solution s'avère nécessaire lorsque l'eau est évacuée au moyen d'une pente transversale vers l'amont (cf. paragraphe 4.1.1) ou lorsque le terrain attenant présente une capacité de retenue d'eau insuffisante.

L'évacuation longitudinale s'effectue si possible à l'aide de fossés ouverts. Il faut prévoir une pente longitudinale continue de 3 à 5 % pour assurer un bon écoulement des eaux. Celui-ci s'effectue dans les virages et les tournants ou au moyen de rigoles transversales.

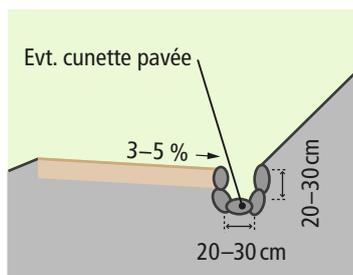


Fig. 37 Fossé d'évacuation des eaux

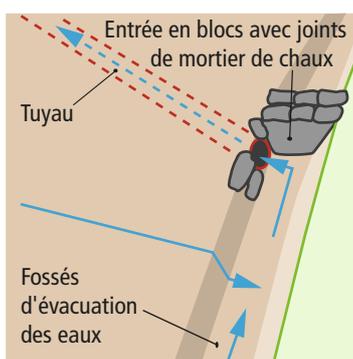


Fig. 38 Tête d'aqueduc

Fossés ouverts

Les fossés ouverts aménagés sur le côté amont constituent l'outil d'évacuation longitudinale le plus répandu (fig. 37). Le **dimensionnement** des fossés dépend du bassin de réception, de l'intensité des précipitations, de la pente longitudinale et de la distance entre les rigoles transversales. Dans la plupart des cas, il suffit de prévoir une largeur et une profondeur comprises entre 20 et 30 cm (largeur de pelle). En présence de soussols non stables et en cas de déclivités longitudinales supérieures à 15 %, il convient de renforcer le fond et les parois des fossés, de préférence avec des pierres. Les éléments en béton et les rigoles en acier sont moins esthétiques et doivent par conséquent être utilisés avec parcimonie.

Têtes d'aqueducs

Les têtes d'aqueducs permettent d'évacuer les eaux provenant des fossés longitudinaux vers les rigoles transversales. Pour cela, il faut doter le fossé d'une **tête d'entrée** là où l'eau doit être conduite. Cette entrée peut être réalisée en pierres, le cas échéant, jointoyées avec du mortier. Il est également possible d'utiliser des tuyaux en béton placés verticalement et fermés avec un couvercle (!). Pour protéger les petits animaux, il ne faut pas construire de têtes d'aqueducs avec des **bassins de décantation profonds** où l'eau stagne.

Tranchées drainantes

Les chemins de randonnée pédestre ne doivent être équipés qu'exceptionnellement de conduites de drainage (fig. 39), car leur mise en place est onéreuse et leur entretien plutôt exigeant. Les conduites de drainage ne doivent être envisagées qu'aux endroits où, pour des raisons de sécurité, il est impossible de réaliser des fossés ouverts.

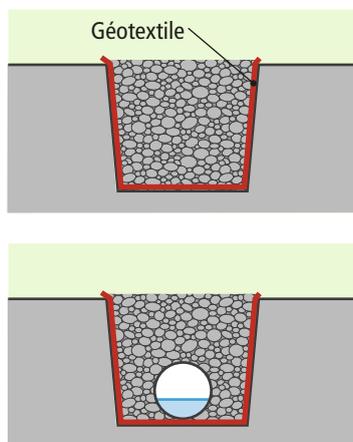


Fig. 39 Conduite de drainage, en bas avec tuyau de drainage

Pour le **remplissage** des tranchées de drainage (filtre de gravier), il est recommandé d'utiliser du grave propre et bien échelonné (Kuonen, 1983). Le gravier uniforme est moins adapté car il permet aux matériaux fins de pénétrer dans les interstices et les conduites peuvent ensuite se boucher. Pour l'évacuation des plus grandes quantités d'eau, il est possible de poser un tuyau au fond du fossé. Des **regards pour l'entretien** doivent être prévus à un intervalle d'env. 50 m ainsi qu'en cas de changements de direction et aux grandes embouchures. Il convient de nettoyer régulièrement les filtres de gravier et les tuyaux.

4.3 Evacuation des eaux des talus

Aucune évacuation des eaux n'est nécessaire sur les pentes et talus recouverts d'une couche végétale homogène et ne présentant aucun signe d'érosion ou de glissement de terrain. En présence de **talus instables et engorgés**, il faut prévoir une évacuation des eaux du talus amont et éventuellement aussi du talus aval.

Drainage par plantation de buissons

La plantation de buissons est efficace sur les talus à écoulement d'eau faible mais continu. Les buissons absorbent continuellement l'eau par leurs racines pour la rejeter ensuite par leurs feuilles. La plantation de buissons agit comme un vaste système de pompage qui draine le sol jusqu'aux couches plus profondes. En même temps, elle permet de stabiliser le talus par les racines (cf. paragraphe 5.5). Les buissons destinés au drainage doivent être plantés par des spécialistes. Les adresses des **entreprises spécialisées** peuvent être consultées sur le site Internet de l'Association du génie biologique (www.ingenieurbiologie.ch).

Barbacanes et remblais de gravier

La réalisation des chemins de randonnée pédestre en pente entraîne souvent la découpe des couches véhiculant de l'eau. Pour drainer et stabiliser efficacement ces talus, il convient de construire des barbacanes en forme d'Y et de les remplir de gros gravier ou de béton filtrant (fig. 40). En cas de fortes quantités d'eau, il peut s'avérer judicieux d'intégrer des remblais de gravier dans le talus. L'eau sortant des barbacanes ou des remblais de gravier s'écoule dans une **canalisation longitudinale** (cf. paragraphe 4.2).

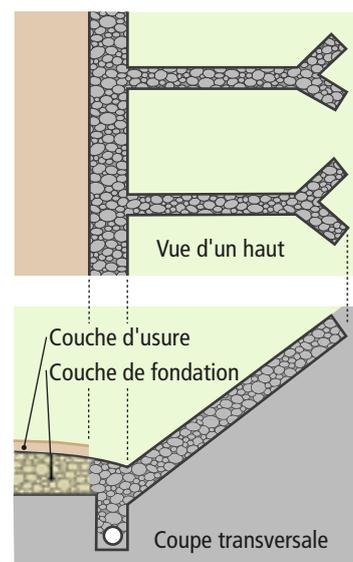


Fig. 40 Barbacanes



5. Ouvrages d'art

Les ouvrages d'art visent à stabiliser les chemins, à protéger les randonneurs contre les dangers et à augmenter le confort de marche. Or la construction et l'entretien des ouvrages d'art coûtent cher, si bien qu'il convient de réduire leur nombre au minimum selon la catégorie de chemin.

Le guide pratique « Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre » détaille la nécessité des ouvrages d'art permettant de traverser les cours d'eau et de protéger contre les chutes et les dangers naturels.

5.1 Franchissements des cours d'eau et des fossés

Le franchissement des cours d'eau et des fossés doit s'effectuer en toute sécurité et principalement à sec. Les mesures pour franchir les cours d'eau et les fossés doivent, d'une part, être adaptées au **débit maximal** et, d'autre part, répondre aux exigences de la **catégorie de chemin** respective. En principe (d'après les normes SN 640 829a), les cours d'eau situés sur les chemins de randonnée pédestre signalisés en jaune doivent être dotés de passerelles ou de ponts, alors que ceux situés sur les chemins de randonnée de montagne peuvent comporter des gués ou des pierres de gué. Les constructions permettant de traverser les cours d'eau sont **soumises à autorisation**.

5.1.1 Pierres de gué

Les pierres de gué constituent la solution la plus simple pour franchir un cours d'eau. Elles doivent être utilisées avec parcimonie en raison des exigences pour les randonneurs et conviennent uniquement pour les petits ruisseaux sans danger dont le niveau ne varie que très peu. Les pierres de gué sont posées dans le lit du ruisseau à une distance de 0,6 à 0,8 m.

5.1.2 Gués

Les gués sont des espaces naturels ou aménagés où passe un cours d'eau peu profond et qui peuvent être traversés à pied. Sur les chemins de randonnée pédestre, les gués conviennent lorsque les cours d'eau présentent un niveau inférieur à 10 cm et des faibles variations. Les gués doivent être le plus large possible pour que l'eau puisse se répartir sur une grande surface. Cela permet de maintenir l'eau à une faible profondeur. Il est souhaitable de recouvrir le lit du ruisseau de pierres naturelles provenant des environs. **Le ciment doit être utilisé avec précaution**, car la présence de ciment dans l'eau est toxique pour les espèces aquatiques.

5.1.3 Ponceaux

Les ponceaux sont des tuyaux en béton, en acier ondulé ou en plastique enfouis en travers du chemin. Ils conviennent pour les petits cours d'eau à faibles variations de niveau et à faible transport d'alluvions. Il est conseillé de prévoir des dimensions généreuses pour les ponceaux, car ils se bouchent facilement. Un entretien régulier est donc nécessaire.



Fig. 41 Pierres de gué



Fig. 42 Gué

5.1.4 Ponts pour piétons d'une portée maximale de cinq mètres

En ce qui concerne les normes de construction pour les ponts suspendus sur les chemins pédestres, il faut veiller à une protection contre les chutes (garde-corps) et à une protection visuelle suffisantes (p. ex. surface de marche homogène et garde-corps avec remplissage) ainsi qu'à une bonne résistance aux vibrations.

D'autres types de ponts sont décrits dans la publication « Construire en bois sur les chemins pédestres » (OFEFP 1992 ; OFROU 2009)

Le commerce propose des ponts en bois et en métal avec éléments préfabriqués.

Les ponts pour piétons exigent une planification soignée et une exécution parfaite. Ils nécessitent beaucoup de travail et de matériel, ainsi que des contrôles et un entretien réguliers. Le présent chapitre est consacré à la construction de ponts pour piétons d'une portée maximale de cinq mètres. Pour ce qui est des ponts d'une portée plus élevée, des ponts suspendus et des ponts également empruntés par les véhicules, les cavaliers ou le bétail, nous recommandons de prévoir une construction conforme aux normes en vigueur (cf. entre autres SIA 261, 263, 265).



Fig. 43 Pont sur chemin de randonnée avec main courante d'un seul côté

Choix de l'emplacement

Lors du choix de l'emplacement des ponts pour piétons, il faut tenir compte de deux critères :

- la largeur du cours d'eau/du fossé doit être la plus courte possible ;
- il faut trouver des endroits appropriés pour les appuis.

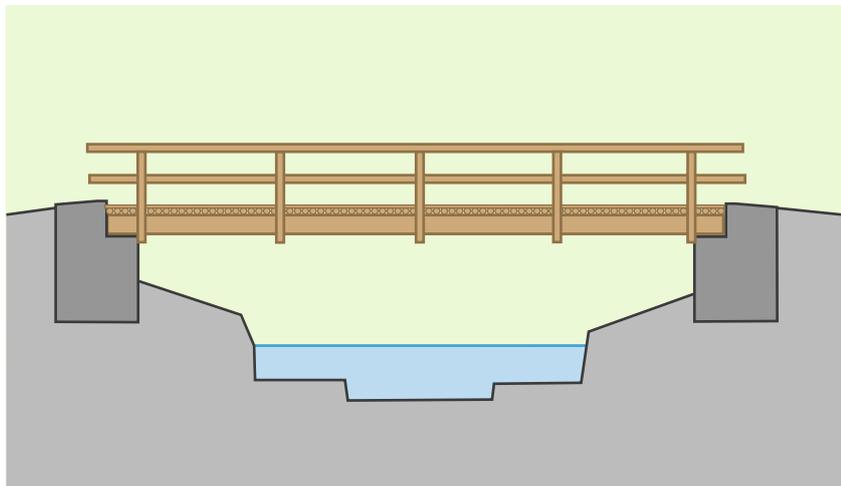


Fig. 44 Coupe transversale d'un pont en bois

5. Ouvrages d'art

Sont considérés comme emplacements inappropriés les rives exposées au risque d'érosion, notamment les courbes, car les talus y sont érodés à l'extérieur des courbes.

Dimensionnement et normes de construction

Il faut prévoir un **franc-bord** (marge de sécurité) entre le bord inférieur du pont et le niveau escompté des hautes eaux pour éviter tout risque d'inondation et d'occlusion de bois flottant. Les dimensions du francbord doivent être définies avec **l'autorité compétente qui vérifie que les conditions d'autorisation sont remplies.**

La largeur des ponts pour piétons correspond aux largeurs minimales recommandées de la catégorie de chemin de randonnée pédestre respective (cf. paragraphe 3.1). Les recommandations suivantes doivent être suivies lors de la construction de balustrades de ponts :

- En général, **aucune balustrade le long des chemins de randonnée pédestre signalisés en jaune** à une hauteur inférieure à 1 m du sol, en cas de traversée peu exposée sur les chemins de randonnée de montagne ainsi que sur les chemins de randonnée alpine ;
- **Balustrade d'un seul côté** sur les autres chemins de randonnée pédestre signalisés en jaune (fig. 43) ainsi qu'en cas de traversée exposée sur les chemins de randonnée de montagne ;
- **Balustrade des deux côtés** en cas de traversées exposées (gorges, ruisseaux impétueux, etc.) sur les chemins de randonnée pédestre signalisés en jaune.

Appuis

Les appuis doivent être réalisés sur un sol stable et sec. Une distance suffisante de la ligne de rive permet d'éviter tout risque d'affouillement. Le plus souvent, les appuis sont construits en blocs, en gabions ou en béton. Le bois est peu indiqué, car il pourrit rapidement dans des conditions d'humidité variables. Cependant, il est aussi possible de l'utiliser.

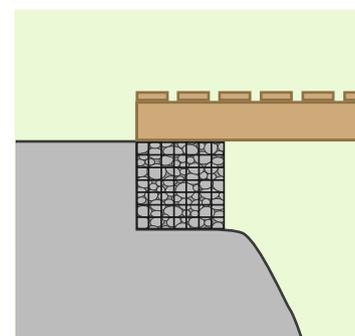


Fig. 45 Gabion servant d'appui

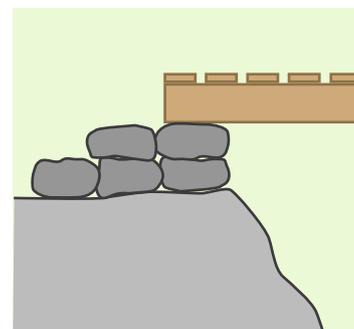


Fig. 46 Appui en blocs

Fig. 47 Appui en béton

5. Ouvrages d'art

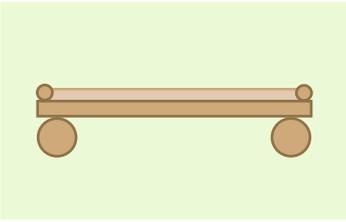


Fig. 48 Coupes transversales de ponts en bois

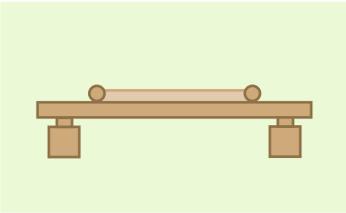


Fig. 49 (ci-contre) Pont en rondins



Fig. 50 Surface de marche en demi-rondins



Fig. 51 Surface de marche en planches brutes de sciage

Le terrain doit être stabilisé aux endroits où les conditions de terrain défavorables sont inévitables. Dans ces cas, il est judicieux de **remplacer le sol instable** par du grave, des blocs ou des gabions. En **zone marécageuse**, ces aménagements ne peuvent toutefois pas être réalisés pour des raisons écologiques. Il convient alors de planter des **poteaux en bois**, ce qui est tout aussi durable, car le sol acide des marécages conserve le bois.

Superstructure

Les superstructures des ponts pour piétons sont souvent entièrement réalisées en bois. L'avantage du bois par rapport au métal est sa disponibilité dans les alentours et sa facilité à être travaillé. Sur les chemins de randonnée pédestre, on rencontre beaucoup de ponts pour piétons avec deux poutres longitudinales en rondins d'un diamètre de 20 à 30 cm. Les poutrelles en acier galvanisé sont occasionnellement utilisées comme poutres longitudinales (il est essentiel de tenir compte des recommandations du fabricant au niveau de la capacité portante).



La surface de marche peut être réalisée en rondins ou en demirondins d'un diamètre d'env. 10 cm ainsi qu'en planches de bois d'une épaisseur de 5 à 6 cm. Pour augmenter la **propriété antidérapante** de la surface de marche, il est possible de recouvrir les rondins d'une fine couche de gravier. Sur les surfaces de marche planes, il convient également d'utiliser des treillis métalliques (métal déployé) ou un mélange de gravillon et de résine époxyde pour réaliser le revêtement.

Pour éviter tout risque de putréfaction, il faut construire les ponts en bois de sorte à ce qu'ils sèchent vite après les précipitations. Cela concerne notamment les poutres longitudinales. Moins la surface de contact entre les pièces en bois est importante, moins le risque d'humidité stagnante est élevé. C'est pourquoi l'utilisation de poutres longitudinales à section circulaire est particulièrement conseillée (fig. 48 en haut). Pour minimiser les surfaces de contact entre les poutres longitudinales à section rectangulaire et les traverses, il est possible d'intercaler une latte de bois (fig. 48 en bas). Selon le type de construction, il peut être envisagé de protéger les poutres et la surface de marche par des lés de bitume polymère. Il faut aussi veill-

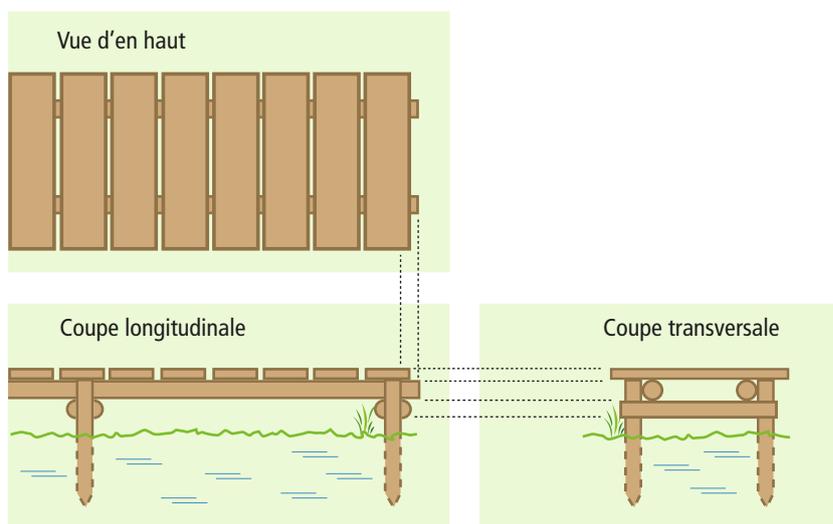
5. Ouvrages d'art

ler à ce qu'il n'y ait pas de contact direct entre les poutres métalliques et le bois, car l'acide tannique de ce dernier attaque le métal.

Pour des informations plus détaillées sur la construction des ponts pour piétons ainsi que sur les **mesures préventives structurelles**, il est recommandé de consulter la publication « Construire en bois sur les chemins pédestres » (OFEFP 1992 ; OFROU 2009). La construction des **ponts métalliques** doit être confiée à des entreprises spécialisées.

5.1.5 Passerelles

Les passerelles conviennent pour la **traversée de zones engorgées et sensibles** (marécages, zones alluviales, zones d'alluvionnement). Leur construction s'avère judicieuse notamment aux endroits où le régime hydrologique naturel du sol ne doit pas être perturbé (cf. paragraphe 3.1.4).



Généralement, la superstructure des passerelles est réalisée en bois. Sur terrain profondément engorgé, il convient d'utiliser des piliers en gros rondins ou en béton comme éléments d'appui. Si le sol n'est humide qu'en surface, il suffit d'appuyer la superstructure sur des traverses épaisses posées sur des pierres plates. Idéalement, les passerelles sont construites à partir de bois durables, tels que chêne et robinier (cf. annexe p. 79). Dans les zones humides, l'utilisation de bois imprégné en autoclave est proscrite pour des raisons de protection de l'environnement.

Les longues passerelles doivent avoir une largeur minimale de 120 cm pour permettre aux randonneurs de se croiser aisément et pour ne pas les obliger à se rabattre sur le terrain attenant. Les mains courantes des passerelles sont construites selon les mêmes recommandations que celles applicables aux ponts pour piétons (cf. p. 41). Pour obtenir des informations supplémentaires sur la construction des passerelles, il est conseillé de se référer à la publication « Construire en bois sur les chemins pédestres » (OFEFP, 1992 ; OFROU 2009).



Fig. 52 Passerelle sur pilotis



Fig. 53 Passerelle sur poutres transversales

5.2 Escaliers et échelles

Les escaliers et échelles sont utilisés sur des pentes raides et pour le franchissement d'obstacles. Il convient de les contrôler et de les entretenir régulièrement. Les escaliers et échelles mal entretenus présentent des risques.

5.2.1 Escaliers

Les escaliers facilitent la montée et la descente de pentes à partir de 25%. Lorsqu'ils sont bien placés et correctement drainés, ils réduisent également le **risque d'érosion**. La solution idéale consiste à alterner des courtes sections d'escalier avec des passages moins raides. Les escaliers longs doivent être munis toutes les 10 à 15 marches d'un palier long de quelques mètres. Cette mesure permet de réduire le risque d'érosion et de rendre la montée et la descente plus variées. Il est déconseillé d'aménager des marches isolées, car on risque de ne pas les voir et de **trébucher**.



Fig. 54 Escalier simple

La largeur des escaliers sans possibilité d'évitement ne doit si possible pas être inférieure à 80 cm. La hauteur idéale de la marche est de 17 à 20 cm. Le giron (largeur de la marche) doit avoir une profondeur minimale de 25 cm. La **règle** suivante est appliquée pour calculer les dimensions d'un escalier aisément praticable :

$$2 \times \text{hauteur de la marche} + \text{profondeur du giron} = 65 \text{ cm}$$

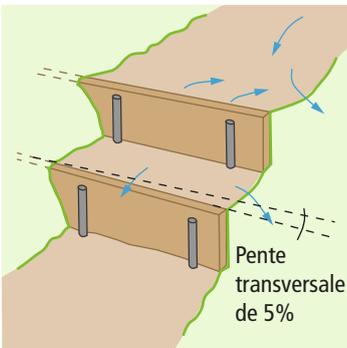


Fig. 55 Bien drainer les marches d'escalier



Fig. 56 Marche avec percements pour les fers d'armature

Escaliers en bois avec remblayage

Les escaliers simples peuvent être réalisés en planches, en poutres ou en rondins ancrés dans le talus d'un côté ou des deux côtés et remblayés de gravier ou de terre (fig. 54). En raison du contact avec la terre, il convient d'utiliser des **bois durables** (cf. annexe p. 79) ou des bois autoclavés. La fixation s'effectue à l'aide de piquets de bois ou de fers d'armature. Il faut s'assurer que les fixations ne dépassent pas, car cela présente un risque considérable de trébuchement et de blessure (cf. paragraphe 6.3.1).

En cas de marches encastrées dans le talus des deux côtés, l'**écoulement des eaux** est assuré par des surfaces de marche légèrement inclinées vers l'aval. D'où l'importance de prévoir un écoulement transversal des eaux sur les paliers intermédiaires (cf. paragraphe 4.1). Lorsque les marches ne sont encastrées dans le talus que d'un côté, l'écoulement des eaux peut se faire grâce à une inclinaison transversale des giron de 3 à 5% (fig. 55). Dans les zones fréquemment arrosées par de fortes précipitations, il peut s'avérer

5. Ouvrages d'art

judicieux d'aménager aussi un fossé latéral (cf. paragraphe 4.2). Si l'écoulement des eaux est insuffisant, le risque d'inondation de certaines marches ou de l'escalier entier est élevé.

Escaliers en pierres

Outre les escaliers simples en bois, il est possible de réaliser des escaliers en pierres. Pour ce faire, il faut enfoncer verticalement des pierres plates dans le chemin et les remblayer de gravier ou de terre. La profondeur d'encastrement doit être comprise entre 20 et 30 cm. La fixation peut être obtenue par la mise en place de fers d'armature. Il est conseillé d'émousser les bords des marches en pierres plates pour éviter tout risque de trébuchement. Les escaliers en pierres peuvent aussi être réalisés en gros blocs taillés en marches et posés en recouvrement comme des tuiles. Hormis ces aménagements, il existe une multitude de possibilités pour construire des escaliers en pierres. La technique utilisée est pratiquement identique à celle de la construction des **murs en pierres sèches** (cf. « Murs de pierres sèches : manuel pour la construction et la réfection », Fondation Actions en Faveur de l'Environnement, 2009). L'écoulement des eaux sur les escaliers en pierres se fait de la même façon que sur les escaliers en bois (cf. cidessus).

Escaliers suspendus

Les escaliers suspendus sont des constructions en bois ou en métal qui reposent sur des **appuis**. Les possibilités de réalisation sont diverses. Le plus souvent, les marches sont fixées sur des poutres longitudinales (fig. 58) ou sur des planches latérales, appelées limons (fig. 59). Les escaliers suspendus offrent l'avantage de réduire au minimum le contact de la construction avec la terre et de lui assurer ainsi une **longue durée de vie**. Pour obtenir des informations supplémentaires sur la construction des escaliers et la **protection constructive du bois**, la publication « Construire en bois sur les chemins pédestres » (OFEFP, 1992 ; OFROU 2009) s'avère très utile.

5.2.2 Echelles

Les échelles permettent de franchir les passages très raides. Elles sont utilisées sur les **chemins de randonnée alpine** et dans des cas exceptionnels sur les chemins de randonnée de montagne. Les échelles disposées sur les **chemins de randonnée de montagne** ne doivent pas dépasser 5 m de longueur. Compte tenu des conditions météorologiques extrêmes auxquelles sont exposées les échelles, il est préférable d'installer des constructions en acier massif avec des ancrages stables. Il est déconseillé d'utiliser des échelles en bois pour des raisons de sécurité et d'entretien. La construction et le montage des échelles sont réalisés par des spécialistes.



Fig. 57 Escalier en pierres



Fig. 58 Escalier suspendu



Fig. 59 Escalier suspendu



Fig. 60 Echelle

5.3 Barrières et mains courantes

5.3.1 Balustrades

Le guide « **Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre** » (OFROU, Suisse Rando, 2017) se fonde sur les caractéristiques de chute ainsi que sur les facteurs augmentant ou diminuant les risques pour expliquer dans quels cas il est nécessaire d'installer une barrière ou une main courante aux endroits exposés.

Les chemins de randonnée pédestre sont explicitement exclus de la **norme suisse « Garde-corps » 640 568**, car les indications qu'elle contient sont prévues pour la circulation des piétons et les réseaux de chemins pour piétons. Cette norme sert uniquement d'aide pour le dimensionnement des balustrades.

Les barrières servent à sécuriser les endroits à risque de chute. Sur les **chemins de randonnée pédestre signalisés en jaune**, elles sont placées aux endroits exposés et empêchent le randonneur de chuter dans le vide en cas de faux pas, ce qui entraînerait de lourdes conséquences.



Selon la norme SN 640 829a, les endroits à risque de chute sur les **chemins de randonnée de montagne** ne sont pas sécurisés par des balustrades, car ces chemins sont prévus pour les personnes ayant le pied sûr et ne souffrant pas de vertige (cf. paragraphes 1.4 et 5.3.3). Les ponts pour piétons peuvent constituer une exception (cf. paragraphe 5.1.4). En outre, les balustrades peuvent se révéler pertinentes sur les chemins fréquemment empruntés par les touristes. Sur les **chemins de randonnée alpine**, aucun garde-corps n'est aménagé.

La hauteur minimale des balustrades est fixée à 1 m. Une **latte intermédiaire** placée à mi-hauteur peut empêcher tout passage sous la traverse supérieure (main courante). Les piquets sont plantés à une distance de 2 à 3 m, et ce, à une profondeur correspondant à un tiers, voire la moitié de leur longueur. En cas de soussol souple, il est recommandé de sceller les piquets dans du béton. Le diamètre des piquets mesure entre 8 et 12 cm. Il convient d'utiliser des bois durables tels que chêne et robinier (cf. annexe p. 79) ou des bois autoclavés.

Des **balustrades à claire-voie** se justifient sur les chemins touristiques régulièrement empruntés par un large public. Elles sont composées de tubes d'acier et de colonnes disposées à une distance maximale de 12 cm. Les balustrades à claire-voie offrent une sécurité renforcée, car il est plus difficile de les escalader.

Les balustrades doivent être particulièrement bien entretenues. Celles qui ne sont pas conçues pour supporter le poids d'une personne peuvent constituer un danger.



Fig. 61 Balustrade métallique



Fig. 62 Balustrade en bois

5.3.2 Clôtures

L'installation de clôtures le long des chemins de randonnée pédestre ne doit être envisagée que lorsqu'elles s'avèrent nécessaires pour la **sécurité ou qu'elles servent de mesure de canalisation** (cf. paragraphe 3.3.3). Si une clôture sert à signaler un endroit à risque de chute, cela doit être bien clair pour le randonneur qu'elle n'est pas destinée à le retenir. Les clôtures de fils barbelés et les clôtures électriques sont peu appréciées. La distance minimale à observer entre le bord du chemin et la clôture est de 30 cm.

5.3.3 Mains courantes

Sur les chemins de randonnée de montagne et exceptionnellement aussi sur les chemins de randonnée alpine, il est d'usage d'équiper les passages particulièrement difficiles de mains courantes sur le côté amont. On utilise pour cet aménagement des chaînes, des câbles en acier chromé et plus rarement des tubes d'acier ou des barres de bois. Les mains courantes doivent faire l'objet d'un choix adapté à la situation, d'une installation réalisée dans les règles de l'art et d'un contrôle régulier (cf. checklist p. 76).



Fig. 63 Main courante en chaîne galvanisée



Fig. 64 Les mains courantes donnent un sentiment de sécurité

Les **chaînes galvanisées** conviennent particulièrement comme mains courantes. Les câbles ont l'inconvénient des torons qui se rompent facilement, ce qui peut causer des blessures. L'utilisation de **câbles plastifiés** est également déconseillée, car la couche de plastique s'effrite après quelques années seulement et le câble est ensuite soumis à une corrosion accélérée. Les chaînes utilisées doivent avoir des maillons d'un diamètre minimal de 7 mm. Le diamètre des câbles ne doit pas être inférieur à 10 mm.

Les **ancrages** doivent être installés au début, à la fin, à chaque changement de direction et à une distance de 3 m maximum. En roche rigide (granit, calcaire), il est possible d'utiliser des crochets à expansion ou des boulons d'ancrage à coller. En roche souple (grès, poudingue, roche altérée),



Fig. 65 Bon ancrage des chaînes



Fig. 66 Maillon à vis

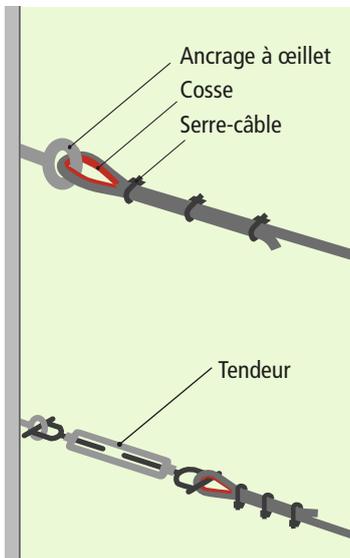


Fig. 67 Fixation des câbles

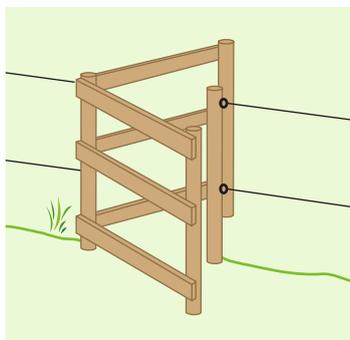


Fig. 68 Passage triangulaire

Fig. 69 Poignée de barrière avec fanion d'avertissement

il est judicieux d'assurer la fixation au moyen de longs ancrages à coller. Pour définir la longueur d'ancrage, il faut envisager d'effectuer des tentatives d'arrachage. Lors de l'installation des ancrages, il convient d'observer les **recommandations du fabricant**.

La fixation des chaînes aux ancrages s'effectue à l'aide d'un **maillon à vis** (maillon rapide). Les câbles doivent être fixés avec plusieurs **serre-câbles**. Les câbles doivent, pour leur protection, être dotés à chaque ancrage d'une **cosse** (fig. 67). Les chaînes et les câbles doivent être bien tendus, de préférence avec un **tendeur** (fig. 67). Il convient de fixer les chaînes et les câbles de sorte à éviter tout pincement des doigts.

5.4 Passages de clôtures

Les passages de clôtures devraient être simples à utiliser pour les randonneurs, tout en garantissant que le bétail ne s'échappe pas. Le choix du passage approprié se fait en concertation avec le détenteur du bétail. La situation doit être réexaminée chaque saison. Parmi les types les plus courants pouvant être employés dans diverses constructions, citons :

- Les **poignées de barrière** à accrocher (fig. 69), qui conviennent notamment pour les clôtures électriques. Elles sont bon marché et ont l'avantage de permettre un déplacement facile du passage. Pour une meilleure visibilité, il est possible de les doter d'un fanion d'avertissement. Inconvénient : un seul fil ne suffit pas à empêcher certains animaux de s'échapper.
- Les **passages triangulaires** (fig. 68) sont faciles à réaliser, en bois, et par conséquent très répandus. Ils conviennent particulièrement pour les prairies peuplées de gros bétail. Le petit bétail comme les chèvres et les moutons, mais aussi les veaux, peut se faufiler. La largeur du passage doit être d'au moins 50 cm, alors que l'espace randonneurs doit avoir une largeur minimale de 75 cm pour faire place au sac à dos.
- Les **tourniquets à bras** (fig. 70) conviennent pour les pâturages à gros bétail. Pour les pâturages peuplés de veaux, les bras doivent être ren-



5. Ouvrages d'art

forcés par des barres verticales qui empêchent les animaux de passer la tête au travers et de s'y coincer. Les tourniquets à bras sont fabriqués en acier et doivent être scellés dans du béton.

- Les **portails et les clédars** conviennent aussi pour les pâturages à petit bétail. Il est important de prévoir des montants stables et bien ancrés ainsi qu'un mécanisme de fermeture (loqueteau, boucle métallique). Les portails et clédars doivent si possible se fermer tout seuls. La largeur minimale du passage est fixée à 70 cm.
- Les **barrières à barres pivotantes** (fig. 71) conviennent pour les pâturages à gros bétail. Le passage doit avoir une largeur d'au moins 70 cm et être aménagé de façon à éviter tout pincement des doigts. Généralement, les barrières sont fabriquées en acier.
- Les **échelles doubles** (fig. 72) permettent de franchir des clôtures au moyen de quelques marches. Elles conviennent, selon le type de construction, pour les pâturages à gros et petit bétail. Elles exigent des randonneurs une technique de marche sûre et ne conviennent par conséquent **pas pour les chemins de randonnée pédestre signalés en jaune**. Il est important de prévoir sur un côté au point culminant la mise en place d'un dispositif d'appui (long montant, prolongement des longérons). Les échelles doubles en bois peuvent aisément être réalisées sur place ; elles sont fragiles.
- **Passage de clôture électrique** : En combinaison avec les clôtures électriques, il faut faire passer le fil de fer par un flexible en plastique sous le passage (fig. 73). Ce principe s'applique par exemple aux passages triangulaires, aux portails, aux clédars et aux barrières à barres pivotantes.



Fig. 70 Tourniquet

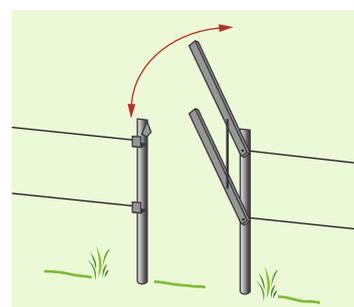


Fig. 71 Barrière à barres pivotantes

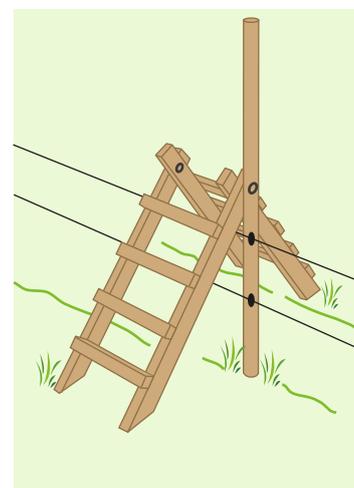


Fig. 72 Echelle double

Fig. 73 Passage de clôture électrique. Le courant passe par un fil isolé par-dessous le chemin.

Remarque concernant les chemins empruntés par les vélos et les VTT

Il convient de sélectionner soigneusement les passages de clôtures pour les chemins empruntés conjointement par les randonneurs et les cyclistes. Les passages de clôtures constituent à la fois un obstacle et un danger. Les cyclistes passent facilement les piquets articulés, les bras pivotants et les rampes prévues à cet effet.

5.5 Stabilisation des talus et des pentes

La réalisation de chemins sur les versants donne lieu à la formation de talus à protéger contre l'érosion. L'**inclinaison stable maximale** des talus de remblai est d'environ 30 degrés ou de 60 % (2:3), celle des talus de déblai est de 45 degrés ou de 100 % (1:1). Pour ces inclinaisons, il suffit normalement de réaliser une végétalisation pour protéger le talus contre l'érosion. Sur les talus présentant des inclinaisons plus importantes, il est judicieux de prévoir des constructions supplémentaires. La stabilisation de talus et de pentes doit être planifiée et réalisée par des spécialistes.

5.5.1 Végétalisation et stabilisation végétale

La végétalisation et la stabilisation végétale sont des méthodes très efficaces et économiques pour la stabilisation des talus. Le réseau dense des racines des plantes consolide mécaniquement le sol. En même temps, il absorbe son eau, ce qui produit un effet stabilisant supplémentaire. Contrairement aux constructions en matériaux non vivants, la végétalisation et la stabilisation végétale manifestent une efficacité illimitée dans le temps. Le manuel « Types de construction » publié par l'Association du génie biologique (Zeh, 2007) donne un vaste **aperçu des méthodes utilisées**.

Plaques de gazon

Une forme simple et efficace de stabilisation de talus en terrain non boisé est la pose de plaques de gazon. Il convient de prélever avant le début des travaux de terrassement des plaques d'env. 40 cm de côté et de les stocker à un endroit humide pour ensuite les poser sur les talus à stabiliser et les fixer avec des piquets.

Ensemencement

Il est possible de planter des semis de fleurs de foin pour stabiliser les talus. Les types d'herbes utilisés doivent être typiques de la région. L'utilisation de pelouses de jardin est déconseillée, car elles ne possèdent que de faibles propriétés stabilisatrices. Les informations sur les semences régionales sont disponibles auprès de la fondation Info Flora (www.infoflora.ch) ou sur www.regioflora.ch. Pour protéger le talus contre l'érosion, il faut poser des nattes de géotextile naturel (p. ex. jute) après l'ensemencement et fixer celles-ci avec des piquets.

Lits de plançons et de plantes

Les lits de plançons et de plantes sont utilisés pour la stabilisation végétale des talus ou des pentes. L'effet stabilisant est obtenu par l'aménagement en parallèle de rangées de végétaux ligneux (fig. 74 et 75). Pour les lits de plançons, il convient de planter des boutures capables de former des rejets et pour les lits de plantes des boutures avec racines.

Clayonnage

La stabilisation des pentes par clayonnage consiste à planter verticalement des piquets en rangées parallèles et à tisser entre les piquets des boutures de saule de sorte à former des treillages en travers de la pente. Ensuite, les

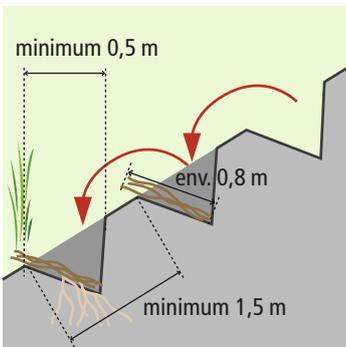


Fig. 74 Lit de plançons



Fig. 75 Lit de plançons



Fig. 76 Les nattes de jute protègent le talus pendant les travaux contre l'érosion

5. Ouvrages d'art

clayonnages sont remblayés de terre (fig. 77). Après quelques semaines seulement, les boutures forment des rejets et développent avec le temps un très bon effet stabilisant.

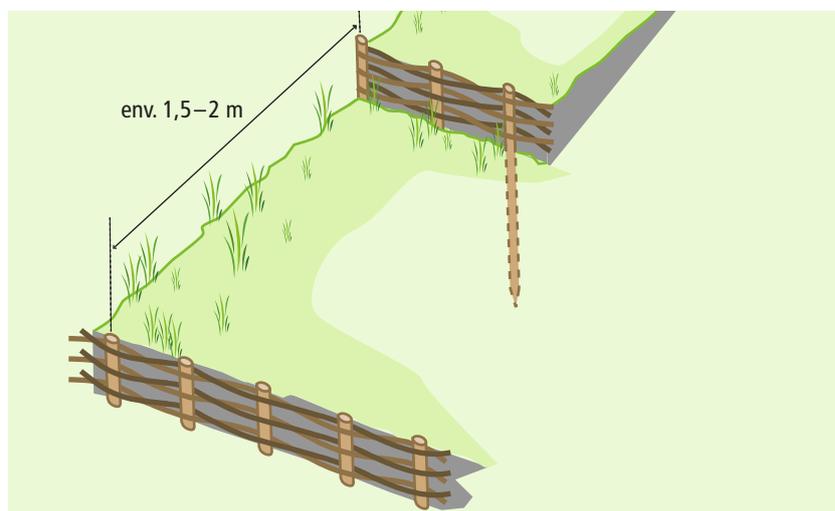


Fig. 77 Clayonnage

Fascines

Les fascines sont des fagots de boutures ligneuses capables de prendre racine. Elles sont surtout utilisées sur les pentes ayant besoin d'être stabilisées et drainées. Les travaux commencent par le creusement de saignées en diagonal sur la pente. Ensuite, il faut y placer les fascines, les fixer avec des piquets et les recouvrir avec un peu de terre. L'eau provenant du versant s'accumule dans les fossés, où une grande partie est absorbée par les végétaux ligneux. Les eaux peuvent également être collectées dans une rigole longitudinale (cf. paragraphe 4.2).

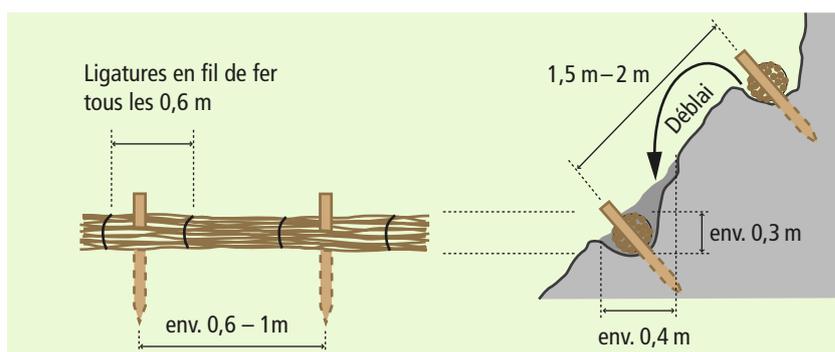


Fig. 78 Fascines

5.5.2 Ouvrages en bois

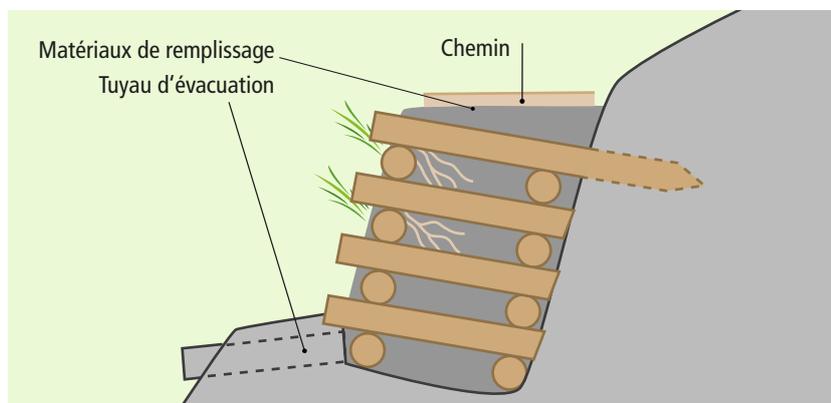
Pour stabiliser les talus raides d'**une pente de 45 degrés (100%) à env. 60 degrés (175%)**, il faut recourir, en plus de la stabilisation végétale, aux ouvrages en bois.

Caisson végétalisé, caisson en bois

Les caissons végétalisés, aussi appelés caissons en bois, sont utilisés pour consolider les talus, récents et anciens. Ils conviennent particulièrement pour



Fig. 79 Caisson en bois



la stabilisation des talus aval, car ils permettent ensuite la réalisation de chemins sur leur bord supérieur. Les caissons végétalisés sont construits de la manière suivante : Des rondins d'un diamètre de 20 à 30 cm sont empilés en croix à une distance régulière sur une surface inclinée en amont jusqu'à l'obtention d'une construction en forme de caisson de la hauteur souhaitée. Pour une meilleure fixation, il est possible de planter les rondins dans le talus ou de les munir d'un dispositif d'ancrage. Les caissons sont remplis de terre et de pierres et recouverts de végétaux adaptés.

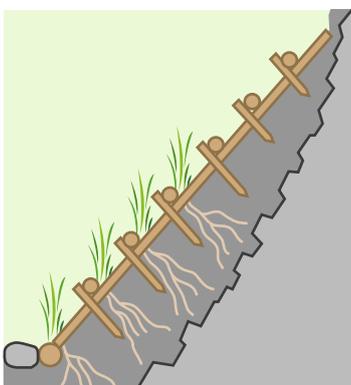


Fig. 80 Treillage

Treillages

Les talus d'une hauteur maximale de 20 m peuvent être stabilisés avec des treillages. Pour cela, il faut empiler en croix des poutres ou des rondins courts d'un diamètre de 10 à 30 cm sur la pente et les fixer avec des piquets ou des fers d'armature dans le sous-sol. De plus, les treillages doivent reposer au pied de la pente sur les fondations. Les interstices sont ensuite remplis de terre et recouverts de lits de plançons et de plantes (cf. paragraphe 5.5.1).



Fig. 81 Stabilisation d'un talus avec des caissons en bois (à gauche), des gabions (au fond) et un treillage (à droite).

5.5.3 Constructions en pierres

Sur les versants d'une **inclinaison supérieure à 60 degrés (175%)**, la stabilisation des talus est normalement assurée par des ouvrages en pierres.

Murs en pierres sèches et en blocs

En présence de pierres naturelles appropriées, il est recommandé de construire des murs en pierres sèches. Erigés sans mortier ni béton, les murs en pierres sèches n'ont pas besoin de fondations complexes. Ces murs résistent aux légers tassements ou aux mouvements dus au gel et au dégel. La construction des murs en pierres sèches doit se faire sous la supervision de spécialistes. Le manuel « Murs de pierres sèches : manuel pour la construction et la réfection » publié par la Fondation Actions en Faveur de l'Environnement (2009) fournit des exemples et des adresses utiles.

Sur les chantiers accessibles avec des gros engins de transport et de levage, il est également possible d'utiliser des blocs pour le soutènement des talus (cf. fig. 83). Derrière les murs en blocs, il faut poser un géotextile afin de protéger le remblai contre le lessivage.

Gabions

Les gabions constituent une alternative aux murs utilisés pour la stabilisation des talus (fig. 84). Leur mise en place doit s'effectuer conformément aux recommandations du fournisseur. Les gabions sont moins sensibles aux mouvements du sol que les murs en pierres sèches ou en blocs.



Fig. 82 Mur en pierres sèches

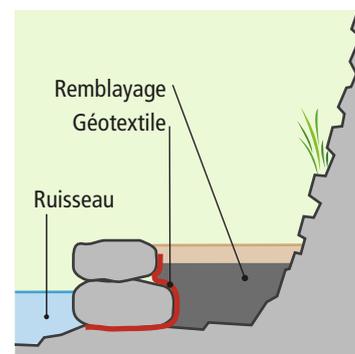


Fig. 83 Blocs



Fig. 84 Gabions



6. Contrôle et entretien des chemins

Des contrôles réguliers et un entretien adéquat contribuent grandement à la **sécurité et à l'attrait** des chemins de randonnée pédestre. Cependant, les randonneurs sont responsables de leur propre sécurité. Ils doivent toutefois pouvoir utiliser les chemins et les ouvrages d'art sans devoir craindre des pièges. Les aménagements sur les chemins de randonnée pédestre doivent être construits de façon irréprochable et entretenus de façon adéquate.

6.1 Contrôle de l'état des chemins

Le contrôle des chemins et des ouvrages d'art s'effectue par un **examen des lieux à réaliser** au moins tous les trois ans. On peut imposer des intervalles de contrôle plus courts en fonction de la nature et de l'ancienneté des ouvrages d'art ainsi que sur les tronçons particulièrement vulnérables, notamment après de violentes intempéries. Le présent manuel contient en annexe à la p. 76 et à la p. 78 une checklist et une feuille de procès-verbal à titre d'aide pour le contrôle de l'état des chemins. Les formulaires peuvent aussi être consultés sur le site www.randonner.ch.

Si l'on constate des dommages susceptibles de constituer un danger pour les randonneurs, il faut prendre immédiatement des **mesures pour éviter tout accident**. Si les dommages ne peuvent être réparés dans un délai adéquat, on peut, pour les petits dommages, placer un signal de danger ou une barrière à proximité immédiate de la zone dangereuse (principe de proportionnalité). Si ces mesures ne permettent pas de réduire le danger à un niveau acceptable, il faut barrer le chemin. Par exemple en recouvrant les indicateurs de direction aux points de départ des itinéraires et en plaçant un barrage sur le tronçon concerné (souvent en combinaison avec des panneaux d'interdiction pour piétons, cf. manuel « Signalisation des chemins de randonnée pédestre », OFROU, Suisse Rando, 2013). Il faut, si possible, prévoir la signalisation d'une déviation. En cas de barrages de longue durée, il est nécessaire de contrôler à intervalles réguliers l'état des barrages.

La gestion des **dangers naturels sur les chemins de randonnée pédestre** figure dans le guide pratique « Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre » (OFROU, Suisse Rando, 2017). En fonction du degré de danger et de la catégorie de chemins, il faut consulter le service cantonal compétent et déterminer avec lui si les responsables des chemins pédestres ou d'autres spécialistes doivent instaurer des mesures de protection (organisation, construction, planification), et si oui, lesquelles. C'est surtout lors de mesures récurrentes (contrôle des chemins, nettoyage de la roche, barrage temporaire, etc.) qu'il peut s'avérer judicieux de mettre en place un concept de sécurité.

Le guide pratique « Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre » (OFROU, Suisse Rando, 2017) détaille les processus de prévention des dangers sur les chemins en ce qui concerne leur réalisation et leur entretien.

Informations sur les dommages

La saisie systématique des informations sur les dommages aux chemins représente un instrument efficace de promotion de la qualité. Un bon contact avec les entreprises locales (agriculteurs, forestiers, sociétés de transport, etc.) permet d'informer rapidement des dommages. Les coordonnées affichées sur les indicateurs permettent aux randonneurs de signaler facilement les dommages qu'ils perçoivent. Les formulaires à cet effet, que l'on trouve p. ex. sur internet, y contribuent également.

La saisie des informations sur les dommages aux chemins relève en général de l'association cantonale de tourisme pédestre, dans le cadre d'un contrat de prestations conclu avec le canton.



Fig. 85 Barrage de chemin

6.2 Entretien courant

Les travaux d'entretien suivants doivent être réalisés régulièrement sur les chemins de randonnée pédestre :

- réparer les surfaces de marche ;
- débroussailler les bords de chemin ;
- nettoyer les rigoles et les passages de ruisseaux pour prévenir les dégâts d'érosion ;
- retirer la terre et les feuilles des ouvrages d'art pour empêcher l'humidification du bois (attaques de champignons) et la corrosion prématurée des pièces métalliques ;
- nettoyer les surfaces de marche pour éviter la formation de dépôts glissants ;
- resserrer ou remplacer les moyens d'assemblage utilisés pour la stabilisation des chemins et les ouvrages d'art ;
- tailler les bosquets en concertation avec les propriétaires fonciers.

6.3 Défauts et dommages fréquents

Ciaprès figurent des exemples de défauts et de dommages que l'on rencontre fréquemment sur les chemins de randonnée pédestre. Ces exemples complètent la **check-list Chemins et ouvrages d'art** (annexe p. 76).

6.3.1 Dépassement des fixations de marches

Problème : Dans l'exemple présenté (fig. 86), les marches d'escalier sont partiellement pourries et les fers d'armature dépassent de la surface de marche. Le dépassement des fixations et le détachement des marches présentent un risque de trébuchement et de blessure.

Causes : Le dépassement des fixations peut résulter de l'usure, de la détérioration ou de l'abaissement des marches. Le gel au sol peut aussi faire ressortir les fixations.

Mesures :

- Réparer les marches détachées.
- Enfoncer les fixations à une profondeur minimale de 40 cm. Elles ne doivent pas dépasser de la surface de marche.

6.3.2 Montants pourris en contact avec le sol

Problème : Le montant présenté à la fig. 87 commence à pourrir par le bas. Les ouvrages en bois pourris présentent un risque d'accident considérable.

Cause : Les champignons attaquant le bois poussent aux endroits alliant humidité et oxygène. Sur les ouvrages en bois, la pourriture se manifeste en général juste au-dessus de la surface du sol et dans les joints où l'humidité est permanente.



Fig. 86 Dépassement d'un fer d'armature



Fig. 87 Montant pourri

Mesures :

- Barrer l'accès à l'ouvrage en bois et le remplacer. Pour en savoir plus sur les bois durables, se référer à l'annexe p. 79.

6.3.3 Détérioration des bordures et surfaces de marche avec trous

Problème : Dans ce cas (fig. 88), des parties de la surface de marche ont glissé audessous de la bordure. Même les passerelles recouvertes d'un revêtement peuvent comporter des trous invisibles. Ces trous peuvent, dans les cas extrêmes, se transformer en piège pour les randonneurs.

Causes : La détérioration des bordures et les passerelles défectueuses résultent souvent d'un mauvais écoulement des eaux. L'eau d'infiltration et l'humidité provoquent des fissures et une inondation de la surface de marche qui s'étend progressivement jusqu'à ce qu'elle passe au-dessous de la bordure. Les inondations le long des cours d'eau peuvent détériorer les bordures.

Mesures :

- Barrer les trous, voire le chemin lorsque le risque est important (risque de glissement ou de chute) ;
- Enlever la couche de fondation et poser un géotextile sur la couche de terrassement pour empêcher l'inondation des matériaux fins ; fixer le géotextile sur les bords (cf. paragraphe 3.3.1) ; refaire la couche de fondation ;
- Veiller à remplir le chemin jusqu'au bord supérieur des bordures pour éviter tout affaissement susceptible d'entraîner une accumulation d'eau ;
- Remplacer les planches pourries et améliorer l'évacuation des eaux.

6.3.4 Eau stagnante sur la surface de marche

Problème : Dans ce cas (fig. 89), la surface de marche est de quelques centimètres plus profonde que le terrain environnant. L'eau de pluie ne peut donc pas s'écouler et forme de grandes flaques.

Cause : Le dévers de la surface de marche (cf. paragraphe 4.1.1) s'est aplati avec le temps. Il s'agit d'un processus naturel qui doit être compensé par un entretien régulier. En terrain plat, un affaissement de quelques centimètres peut déjà créer une retenue d'eau considérable.

Mesures :

- Restaurer le dévers ou rehausser la surface de marche par rapport au terrain attenant en le recouvrant de grave, puis bien compacter.



Fig. 88 Bordure détériorée



Fig. 89 Eau stagnante



Fig. 90 Chemin détrempe

6.3.5 Passages boueux

Problème : Le chemin présenté à la fig. 90 est très engorgé et donc difficilement praticable.

Causes : Dans le cas présent, le chemin est tracé sur un sol argileux, régulièrement emprunté par le bétail. Les eaux qui proviennent du versant ne peuvent ni s'infiltrer, ni s'écouler, alors que les précipitations et le bétail entraînent la formation de boue.

Mesures :

- Clôturer si possible le chemin pour que le bétail cesse de l'emprunter ;
- En fonction du matériel disponible, réaliser une couche de fondation d'une épaisseur d'env. 30 cm (cf. paragraphes 3.1.2 et 3.2.3), aménager un chemin de rondins (cf. paragraphe 3.1.4) ou poser de grandes pierres plates ; placer un géotextile sous la couche de fondation pour empêcher qu'elle ne se mélange avec le sous-sol ;
- Evacuer les eaux du chemin au moyen d'un fossé longitudinal et de rigoles transversales (cf. paragraphe 4.1.2.) ;
- Drainer le talus éventuellement par la plantation de buissons (cf. paragraphe 4.3).



Fig. 91 Rigole d'érosion

6.3.6 Rigoles d'érosion

Problème : Dans ce cas (fig. 91), une rigole d'érosion profonde s'est creusée au milieu du chemin. Les randonneurs sont obligés de l'éviter.

Causes : La formation de rigoles d'érosion résulte d'une évacuation insatisfaisante des eaux de la surface de marche. Les sols composés en grande partie de matériaux fins sont particulièrement vulnérables à l'érosion.

Mesures :

- Remplir les rigoles d'érosion de grave et, si possible, réutiliser les matériaux emportés par les eaux et déposés plus bas ;
- Réaliser un fossé longitudinal sur le côté amont ainsi qu'un dévers avec des rigoles transversales (cf. chapitre 4) ;
- Eventuellement poser des marches avec évacuation des eaux comme aide à la montée.

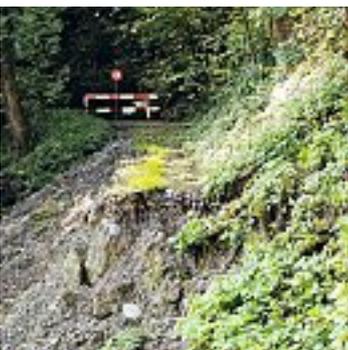


Fig. 92 Glissement de terrain

6.3.7 Coupure de chemin par glissement de terrain

Problème : Dans l'exemple présenté (fig. 92), un glissement de terrain a emporté une grande partie du chemin.

Causes : Dans le cas présent, le glissement a été déclenché par un engorgement du versant après des précipitations exceptionnellement fortes. La stabilisation de la pente et du chemin semblait pourtant suffisante de prime abord. Les tracés en pente raide peuvent néanmoins favoriser la pénétration des eaux dans le sous-sol. Aussi, le risque de glissement de terrain menace notamment les traversées de couloirs qui laissent s'écouler de grandes

6. Contrôle et entretien des chemins

quantités d'eau. Les crues et les inondations successives sont les principales causes de la dégradation des chemins longeant les cours d'eau.

Mesures :

- Barrer le chemin (mesure immédiate) et, si possible, indiquer une déviation temporaire ;
- Evaluer la charge de travail ; un déplacement (local ou à grande échelle) du chemin peut s'avérer plus judicieux que des mesures de réparation ;
- Stabiliser la zone emportée par le glissement p. ex. avec un caisson en bois (cf. paragraphe 5.5.2) ou avec un mur en blocs (cf. paragraphe 5.5.3) et faire passer le chemin par-dessus la construction ;
- Remarque : Dans l'exemple proposé, il n'était pas nécessaire de stabiliser le talus amont, car il était déjà recouvert de buissons qui le consolidaient suffisamment.

6.3.8 Couverture végétale excessive

Problème : Les chemins de randonnée recouverts de végétation et de matières végétales gardent plus longtemps l'humidité et sont difficilement praticables. Les éléments en bois pourrissent plus vite à cause de l'humidité persistante (fig. 93). Le chemin n'est quasiment plus praticable (fig. 94).

Cause : L'entretien du chemin est insuffisant.

Mesures :

- Débroussailler régulièrement les chemins, rabattre ou élaguer les bosquets, enlever les feuilles mortes des éléments en bois.
- Remplacer les éléments en bois pourris.

6.3.9 Mauvais entretien des rigoles transversales

Problème : Dans la fig. 95, la rigole transversale est bouchée et le bord est détérioré. L'eau qui s'écoule de façon incontrôlée érode la structure du chemin sur les côtés et par-dessus la rigole.

Cause : Les rigoles transversales d'écoulement des eaux se remplissent généralement de gravier, de terre et de feuilles. On oublie souvent qu'il faut entretenir régulièrement les ouvrages d'évacuation des eaux. Mais parfois, c'est aussi la manière dont ils sont aménagés qui ne permet pas un auto-nettoyage suffisant.

Mesures :

- Optimiser l'autonettoyage avec une pente de 5 % et un angle de 30 à 45 degrés par rapport à l'axe longitudinal (cf. paragraphe 4.1.2) ;
- Protéger le talus aval contre l'affouillement au moyen de pierres ;
- Enlever régulièrement des rigoles transversales le gravier, la terre et les feuilles.



Fig. 93 Les feuilles mortes humides font pourrir les éléments en bois



Fig. 94 Chemin recouvert de végétation



Fig. 95 Mauvais entretien de la rigole transversale

6.4 Mesures à prendre lors de la suppression de chemins de randonnée pédestre

Les réseaux cantonaux de chemins de randonnée font continuellement l'objet de modifications, mineures et importantes. Il existe diverses raisons motivant la suppression de certains tronçons ou d'itinéraires entiers :

- réorganisation du réseau de chemins et d'itinéraires dans une région ;
- suppression d'un itinéraire pour des raisons de sécurité ou de qualité ;
- déplacement de tronçons.

La principale mesure à prendre en vue de la suppression de chemins de randonnée pédestre consiste à enlever complètement la signalisation et les aménagements qui ne sont plus entretenus (cf. manuel « Signalisation des chemins de randonnée pédestre » et guide pratique « Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre », OFROU, Suisse Rando, 2013/2017). Si un chemin supprimé qui n'est pas utilisé à d'autres fins comporte des dangers, l'accès fortuit doit être empêché par le biais des mesures suivantes :

- barrer le passage avec des clôtures, des pierres, des branches, des troncs, etc. ;
- supprimer les ouvrages d'art comme les balustrades, échelles, cordes, passerelles, etc. ;
- renaturer, planter des buissons, etc.



Abréviations

| | |
|------------|--|
| bpa | Bureau de prévention des accidents |
| CFST | Commission fédérale de coordination pour la sécurité au travail |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| EN | Norme européenne |
| FSP | Fonds suisse pour le paysage |
| Info Flora | Centre national de données et d'informations sur la flore de Suisse |
| IVS | Inventaire des voies de communication historiques de la Suisse |
| LAT | Loi sur l'aménagement du territoire |
| LCPR | Loi fédérale sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre |
| LCR | Loi fédérale sur la circulation routière |
| LPN | Loi fédérale sur la protection de la nature et du paysage |
| OCPR | Ordonnance sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre |
| OFEFP | Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (aujourd'hui OFEV) Cst Constitution fédérale |
| OFEV | Office fédéral de l'environnement (anciennement OFEFP) |
| OFROU | Office fédéral des routes |
| Procap | Association de et pour personnes avec handicap |
| RS | Recueil systématique du droit fédéral |
| SIA | Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes |
| SIG | Système d'information géographique |
| SN | Norme suisse |
| SPAA | Service de prévention des accidents dans l'agriculture |
| SUVA | Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents |
| VSS | Association suisse des professionnels de la route et des transports |

Sources

Les guides de recommandations et la documentation sur la mobilité douce figurent aux dernières pages. Il en va de même pour les publications relatives à l'Inventaire des voies de communication historiques (IVS).

Téléchargement : www.admin.ch/gov/fr/accueil/droit-federal/recueil-systematique.html

Adresses de référence :
www.bfu.ch
www.snv.ch
www.suva.ch
www.vss.ch
www.webnorm.ch

Bibliographie

- OFROU, Suisse Rando
Guide de recommandations Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre, 2017
- OFROU, Suisse Rando
Manuel « Planification du réseau de chemins de randonnée pédestre », 2014
- OFROU, Suisse Rando
Manuel « Signalisation des chemins de randonnée pédestre », 2013
- OFROU, Suisse Rando
Construire en bois sur les chemins pédestres, 2009
(publié à l'origine par l'OFEFP, 1992)
- OFROU, Suisse Rando
Objectifs de qualité des chemins de randonnée pédestre de Suisse, 2007
- Fachstelle für Langsamverkehr Graubünden
Unterhalt von Wander- und Mountainbikewegen, 2015
- Kuonen, Viktor
Wald und Güterstrassen, 1983
- Suisse Rando
Guide Signalisation pour les offres proches de la randonnée pédestre, 2008
- Fondation Actions en Faveur de l'Environnement
Murs de pierres sèches, manuel pour la construction et la réfection, 2009
- Zeh, Helgard
Génie biologique, Types de construction, 2007

Lois et ordonnances

- RS 451 Loi fédérale du 1^{er} juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage (LPN)
- RS 451.1 Ordonnance du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage (OPN)
- RS 700 Loi fédérale sur l'aménagement du territoire (LAT) du 22 juin 1979
- RS 700.1 Ordonnance sur l'aménagement du territoire (OAT) du 28 juin 2000
- RS 704 Loi fédérale du 4 octobre 1985 sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (LCPR)
- RS 704.1 Ordonnance du 26 novembre 1986 sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre (OCPR)
- RS 741.01 Loi fédérale du 19 décembre 1958 sur la circulation routière (LCR)
- RS 741.21 Ordonnance du 5 septembre 1979 sur la signalisation routière (OSR)
- RS 921.0 Loi fédérale du 4 octobre 1991 sur les forêts (Loi sur les forêts, LFo)

Normes et directives

- bpa Gardecorps et parapets, brochure spécialisée, 2006, N° comm. 9401

Sources

- DIN 68364 Propriétés physiques des bois – fermeté, élasticité, résistance naturelle des bois, 2003
- DIN EN 350 Durabilité du bois et des produits de bois, 2016
- CFST Directive « Travaux forestiers », 1991, 2134.F
- SIA 261 Actions sur les structures porteuses, 2014
- SIA 263 Construction en acier, 2013
- SIA 265 Construction en bois, 2012
- SIA 266/2 Maçonnerie en pierre naturelle, 2012
- SIA 318 Aménagements extérieurs, 2009
- SN 640 200A Profil géométrique type : Principes généraux, définitions et éléments, 2003
- SN 640 201 Profil géométrique type : Dimensions de base et gabarit des usagers de la route, 1992
- SN 640 240 Traversées à l'usage des piétons et des deux-roues légers – Bases, 2003
- SN 640 568 Sécurité passive dans l'espace routier – Garde-corps, 2013
- SN 640 722B Entretien des routes, 1991
- SN 640 741 Surfaces de circulation à superstructure sans liants, norme de base, 2005
- SN 640 744 Surfaces de circulation à superstructure sans liants, exécution et entretien, 2005
- SN 640 829a Signaux routiers, signalisation du trafic lent, 2006
- SN 670 241a Géotextiles ; exigences pour les fonctions de séparation, de filtration et de drainage, 2014
- SUVA Mesures de sécurité et de santé sur les chantiers, 2014, 88218.F
- SUVA Liste de contrôle Travailler avec une débroussailleuse, 2013, 67059.D
- SUVA Liste de contrôle Travaux à la tronçonneuse, 2015, 67033.F
- SUVA Liste de contrôle Petits engins de chantier, 2009, 67039.F
- SUVA Transport manuel de charges, 2016, 67089.F
- SUVA Equipement de protection individuelle, Liste de contrôle, 2014, 67091.F
- SUVA Règles relatives à l'exploitation de grues à câbles ou de téléphériques pour le transport de matériaux, 2013, 2136.F
- SUVA Règles relatives à l'emploi d'engins mécaniques de terrassement et de véhicules de transport, 2002, 1574.F
- SUVA Protection des tiers et des choses lors du travail en forêt, 1997, 44027.F
- SUVA La sécurité en s'encordant, feuillet d'information, 2015, 44002.F
- SUVA Les échelles portables peuvent aussi être très dangereuses, 2016, 44026.F
- SUVA Risques d'accidents et règles de sécurité lors de l'abattage des arbres, 2013, 44011.F
- SUVA Travaux forestiers. Obligations fondamentales en matière d'assurance accidents et de sécurité au travail, feuillet d'information, 2004, 88202.F



Check-list pour la planification des travaux

| Procédure | Explications | Chapitre dans le manuel |
|---|--|-------------------------|
| Démarches préliminaires | | |
| Consulter les plans et les bases légales | ■ Cartes nationales 1:25 000 | 1.3 |
| | ■ Plans d'ensemble 1:5 000 à 1:10 000 ou registre foncier et plan cadastral 1:500 à 1:2 000 | 1.5 |
| | ■ Plan cantonal des chemins de randonnée pédestre | |
| | ■ Plans directeurs, plans d'affectation, plans d'équipement et de zone | |
| | ■ Lois et normes | |
| | ■ Inventaire des voies de communication historiques de la Suisse (IVS) [www.ivs.admin.ch/] | |
| | ■ Inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels d'importance nationale (IFP), Inventaire fédéral des sites marécageux et autres inventaires de sites à protéger (Confédération, canton) [map.geo.admin.ch pour les inventaires fédéraux] | |
| | ■ Cartes des dangers ou expertises des risques (lorsqu'elles existent) | |
| | ■ Eventuellement cartes géologiques | |
| | ■ Autres projets communaux et cantonaux | |
| Prise de contact avec les autorités et les groupes d'intérêts | Interlocuteurs potentiels (selon la situation de départ) : | 1.1 |
| | ■ Service cantonal responsable des chemins de randonnée pédestre | 2.3 |
| | ■ Association cantonale de tourisme pédestre | |
| | ■ Services cantonaux et communaux issus des domaines transports, voies de communication historiques, dangers naturels, sylviculture, agriculture, environnement, chasse, cours d'eau, etc. | |
| | ■ Propriétaires fonciers | |
| | ■ Détenteurs d'animaux | |
| | ■ Organisations touristiques | |
| | ■ Autres groupes d'intérêts : par ex. protection de la nature, sport (VTT, équitation, etc.), Procap | |
| | Contenus de la première prise de contact : | |
| | ■ Informations et coordination (!), échange sur les projets en cours | |
| | ■ Discuter des besoins et des conditions cadres | |
| | ■ Clarifier les compétences | |
| | ■ Discuter de la collaboration | |
| | ■ Convenir d'un examen commun des lieux | |
| Tirer au clair les questions relatives au libre-accès | ■ Clarifier les droits de passage | 1.5 |
| | ■ Consulter les propriétaires fonciers | 2.3 |
| | ■ Négocier un droit de passage et consigner cet accord par écrit | |
| Clarifier le type et l'intensité de l'utilisation des chemins | ■ Droits d'utilisation ■ Groupes d'usagers, fréquences d'utilisation ■ Eventuels conflits d'utilisation | 2.2.1 |

| Procédure | Explications | Chapitre dans le manuel |
|---|--|-------------------------|
| Clarifications sur le terrain | | |
| Evaluer le terrain | Examiner éventuellement les mesures de stabilisation du terrain. | 2.2 |
| | Terrains inappropriés : | 2.3 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Zones exposées à un risque d'érosion (présence de fissures ou de glissements de terrain) ■ Zones marécageuses (présence d'humidité permanente et de plantes indicatrices) ■ Zones présentant un risque de chute ou un danger naturel | |
| Esquisser le tracé | Examiner éventuellement différentes options. Les exigences dépendent de la catégorie du chemin. Voici quelques critères du tracé : | 2.1 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ■ Tracé logique, varié et sûr ■ Intégrer de manière judicieuse les chemins existants ■ Adapter le chemin aux structures naturelles du terrain ■ Tenir compte de la compatibilité avec le paysage et les sites à protéger ■ Pas de chemin dans la ligne de chute ■ Eviter les endroits à risques ■ Eviter les pâturages à bétail ou concertation avec le détenteur des animaux (cf. feuilles d'information sur www.randonner.ch) ■ Eviter les zones exposées à un risque d'érosion et les zones marécageuses ■ Tenir compte des comportements des randonneurs (mesures de canalisation) | 2.4 3.3.3 |
| Clarifier la nécessité des ouvrages d'art | <ul style="list-style-type: none"> ■ Traversée des cours d'eau et des fossés ■ Escaliers, échelles ■ Barrières, mains courantes ■ Passages de clôtures ■ Stabilisation des talus et des pentes | 5 |
| | | |
| Clarifier la disponibilité des matériaux de construction naturels | <ul style="list-style-type: none"> ■ Y a-t-il des matériaux de construction (bois et pierres) à proximité du site ? | 2.3 |
| Clarifier les chemins de transport pour la phase de réalisation | <ul style="list-style-type: none"> ■ Le transport des matériaux et des personnes vers le site est-il possible par véhicule ou téléphérique ou doit-il se faire par hélicoptère ? | 2.5 |

| Procédure | Explications | Chapitre dans le manuel |
|--|--|-------------------------|
| Conception du projet | | |
| Définir le tracé, relever les profils transversaux | ■ Examen des lieux avec le propriétaire foncier, marquage du tracé sur le terrain | 2.1 2.3 |
| | ■ Relever les profils transversaux aux endroits où la topographie change | |
| Définir le standard de construction | ■ Chemin stabilisé ou non, chemin de rondins, etc. | 2.2 |
| | ■ Ecoulement des eaux | 3.1 4 |
| | | |
| Clarifier les besoins en personnel | ■ Les travaux seront-ils effectués par une entreprise, par des établissements cantonaux ou communaux ou par d'autres organisations (associations, armée, protection civile, etc.)? | 2.5 |
| Clarifier les besoins en matériels et engins de chantier | ■ Clarifier les besoins en matériels et en engins de chantier, et les coûts | 2.6 Annexe p. 72 |
| Clarifier les mesures de sécurité | ■ Faut-il prendre des mesures particulières pendant la phase de réalisation pour protéger les ouvriers et les passants? | 2.7 |
| Clarifier les mesures de protection de l'environnement | ■ Faut-il prendre des mesures particulières pendant la phase de réalisation pour protéger l'environnement? | 2.6 |
| Clarifier les exigences relatives à la demande de permis de construire | ■ Demander au canton ou à la commune la liste des documents à présenter | 2.4 |
| Clarifier les exigences relatives aux marchés publics (appel d'offres) | ■ A partir d'un certain montant, les travaux doivent normalement faire l'objet d'un appel d'offres (demander le formulaire auprès des services cantonaux) | 2.4 |
| Elaborer un projet | ■ Autorisation écrite des propriétaires fonciers | 2.4 |
| | ■ Estimation du coût ou devis | 2.5 |
| | ■ Calendrier et planification des ressources | Annexe p. 70 |
| | ■ Rapport technique | |
| | ■ Plan de situation | |
| | ■ Profils transversaux types | |
| | ■ Profils types | |
| Prise de contact avec les bailleurs de fonds possibles | ■ Communes, cantons, Confédération | 1.1 |
| | ■ Fondations, associations | |
| Demander les autorisations | ■ Présenter la demande de permis de construire | 2.4 |
| | ■ Demander éventuellement l'autorisation de défrichement | |
| Clarifier les assurances | ■ Assurance des ouvriers (p. ex. volontaires) | 2.7 |
| | ■ Assurance responsabilité civile | |
| | ■ Assurance travaux de construction pour ouvrages d'art | |
| | ■ Autres | |

Contenu du rapport technique (exemple)

1. Situation de départ

- Lieu, commune, exposé du problème, justification du besoin
- Maître d'ouvrage
- Rapports de propriété, servitudes, droit de passage
- Rapport avec d'autres projets

2. Situation topographique

- Topographie
- Conditions de terrain
- Zones sensibles (sites inventoriés, zones protégées)

3. Description des travaux à réaliser

3.1. Caractéristiques techniques

Tableau avec données (chiffres-clés) : longueur totale, largeur du chemin, quantités de terre à creuser (cubages), matériaux, machines, etc.

3.2. Tracé

- Plan de situation avec réseau de chemins existants et projetés (en annexe)
- Endroits à risques
- Objets d'inventaires et sites protégés
- Signalisation

3.3. Profils types

Esquisse de coupe transversale du tracé pour en dévoiler la structure. Les profils types du chemin et des constructions sont souvent intégrés dans le profil transversal du terrain.

3.4. Ecoulement des eaux

Description des mesures à prendre pour l'écoulement des surfaces de marche et des talus.

3.5. Ouvrages d'art

Description des éventuels ouvrages d'art.

3.6. Financement

Estimation des frais de construction ; éventuellement répartition des coûts.

4. Mesures de sécurité et de protection de l'environnement

Eventuelles mesures à prendre pour la protection des ouvriers, des passants et de l'environnement durant la phase de travaux.

5. Calendrier

Tableau présentant le calendrier des étapes du projet, indiquer en tout cas le début et la fin des travaux.

6. Entretien

Régler la répartition des responsabilités liées à l'entretien.

Formulaire de devis

Les frais de construction des chemins de randonnée pédestre dépendent largement de la situation topographique, du niveau d'aménagement, des chemins de transport et des matériaux utilisés sur place. Il est préférable de se baser sur des devis d'entreprise concrets pour établir une estimation.

Téléchargement des modèles de formulaire sur www.randonner.ch

[Donneur d'ordre], maître d'ouvrage : [...]

[Désignation du projet], devis

Section [N°] : [bref descriptif du terrain]

| Pos. | Catégorie de travaux | Unité | Nombre | Prix unitaire | Montant CHF | Total CHF |
|----------|---|-------|--------|---------------|--------------|--------------|
| 1 | Installation | | | | | |
| 1.1 | Forfaits | p | 1 | xx.xx | xx.xx | |
| 1.x | | | | xx.xx | xx.xx | |
| | Total installation | | | | xx.xx | |
| 2 | Travaux de régie | | | | | |
| 2.1 | | h | | xx.xx | xx.xx | |
| 2.x | | | | xx.xx | xx.xx | |
| | Total travaux de régie | | | | xx.xx | |
| 3 | Infrastructure, talus | | | | | |
| 3.x | | | | xx.xx | xx.xx | |
| | Total infrastructure, talus | | | | xx.xx | |
| 4 | Superstructure | | | | | |
| 4.x | | | | xx.xx | xx.xx | |
| | Total superstructure | | | | xx.xx | |
| 5 | Ecoulement des eaux | | | | | |
| 5.x | | | | xx.xx | xx.xx | |
| | Total évacuation des eaux | | | | xx.xx | |
| 6 | Ouvrages d'art | | | | | |
| 6.x | | | | xx.xx | xx.xx | |
| | Total ouvrages d'art | | | | xx.xx | |
| 7 | Conception du projet et surveillance | | | | | |
| | [ca. 10 % de pos. 1 - 6], min. 500 CHF | % | 10 | | 500.00 | |
| 8 | Imprévus | | | | | |
| | [ca. 10 % de pos. 1 - 6], min. 500 CHF | % | 10 | | 500.00 | |
| | Total | | | | | xx.xx |
| | TVA | % | 8 | | xx.xx | |
| | Total y compris TVA | | | | | xx.xx |

Valeurs indicatives pour les frais de construction des chemins de randonnée pédestre

Les valeurs indicatives spécifiées pour les frais de construction des chemins pédestres ont été établies sur la base des exemples de projets des années 2015/2016 issus de différentes régions de Suisse et permettent une première estimation des frais de construction et d'entretien des chemins de randonnée pédestre. Pour les projets dont le coût total dépasse les 20 000 francs, il est recommandé de faire un calcul préalable sur la base d'offres concrètes d'entreprises. Il sera alors possible de convenir de contrats forfaitaires ou d'un décompte en fonction de la charge de travail avec plafonnement des coûts. Une grille électronique pour le calcul des frais de construction et d'entretien est disponible sur www.randonner.ch.

Les valeurs indicatives peuvent fortement varier selon le site, la région, le personnel mobilisé, la technique de construction et le matériel. En principe, une analyse globale est indispensable. Par exemple, il peut s'avérer judicieux d'utiliser de grosses machines afin d'économiser du temps.

Le tableau suivant présente différents facteurs de coûts :

| Facteurs de coûts | Facteurs de renchérissement | Conseils |
|------------------------------|--|---|
| Situation locale du chantier | <ul style="list-style-type: none"> ■ Terrain en pente (pente topographique >30°) ■ Aucune route d'accès direct au chantier ■ Terrain inaccessible avec haut degré de sécurisation (sécurité au travail) ■ Tracé dans la roche et en zone humide (sécurisation du terrain) | |
| Choix du matériel | Matériaux non disponibles localement ; matériaux partiellement préfabriqués | Utiliser le matériel sur place |
| Transport du matériel | Recours à l'hélicoptère (peut se révéler pertinent pour les chantiers isolés) | Utiliser le matériel sur place, collaboration avec la protection civile, train ; coordination des vols en hélicoptère |
| Personnel | Personnel spécialisé externe (frais : ravitaillement, transport, hébergement) | Recours à la protection civile et aux bénévoles, industrie du bâtiment locale |
| Technique utilisable | Grosses machines, appareils | Travail manuel, recours aux bénévoles |

Annexe

Le tableau suivant contient les prix indicatifs pour les travaux de fond, l'utilisation de machines et les prestations d'une entreprise de construction (état 2016) :

| Travaux de fond, frais divers | Prix indicatif à l'unité |
|---|--|
| Débroussaillage, réparations mineures | CHF 3–7 par m' |
| Remise en état du tracé | CHF 10–25 par m' |
| Excavation, égalisation du terrain à la main | CHF 75 par m ³ par heure |
| Gravier | CHF 20 par m ³ |
| Livraison du gravier | CHF 100 par m ³ |
| Petite pelleuse | CHF 60 par heure |
| Transport de personnes | CHF 250 pour un minibus |
| Attribution/Encadrement des bénévoles | CHF 100 par heure |
| Ravitaillement, boissons pour la journée de travail | CHF 20 par personne |
| Outils, machines, appareils | CHF 200–400 par jour pour une équipe de 4 |
| Imprévus | 10 % de supplément sur les frais de construction |
| Conception du projet et surveillance | 10 % de supplément sur les frais de construction |
| Taxe sur la valeur ajoutée TVA | 8 % |

Valeurs indicatives pour les ouvrages individuels sur les chemins de randonnée pédestre

Valeurs indicatives, y compris matériaux, utilisation de machines et prestations d'une entreprise de construction; frais de transport exclus; état 2016.

| Catégorie de travaux | Prix indicatif à l'unité |
|--|--------------------------------|
| Passerelle pour piétons Pont en bois sur deux appuis en béton avec balustrade Portée : 5 m Largeur : 1 m | CHF 5000 pour l'ouvrage entier |
| Passerelle Passerelle en bois sur poteaux sans balustrade Largeur : 1,5 m | CHF 400 à 500 le m' |
| Balustrade en bois | CHF 40 à 60 le m' |
| Balustrade en tubes d'acier | CHF 150 à 200 le m' |
| Main courante avec chaîne sur le côté amont, avec ancrage | CHF 40 à 50 le m' |
| Fossé longitudinal Coupe transversale : 0,3 x 0,2 m | CHF 10 à 20 le m' |
| Rigole transversale en rondins Longueur des rondins : 1,5 m Fixation : fers d'armature | CHF 60 à 80 la pièce |
| Bordure en rondins Fixation : fers d'armature | CHF 60 à 80 le m' |
| Marches Largeur du chemin : 1 m Longueur des rondins : 1,5 m Fixation : fers d'armature | CHF 80 à 100 la pièce |
| Tracé simple, plat Revêtement : couche de gravier, 15 cm, compacté Largeur du chemin : 1 m | CHF 40 à 50 le m' |
| Tracé en pente Revêtement: couche de gravier, 15 cm, compacté Largeur du chemin : 1 m | CHF 50 à 60 le m' |
| Passage clôturé en tubes d'acier Type: barrière à barres pivotantes | CHF 500 la pièce |

Source : Chemins pédestres bernois, Schwyzer Wanderwege (2008), commission technique Suisse Rando, centre pour le génie forestier (2016)

Procès-verbal de réception des travaux

Téléchargement des modèles de formulaire
sur www.randonner.ch

Procès-verbal de réception des travaux

Participants

| Nom | Organisation / Fonction |
|-----|-------------------------|
| | |

Bref descriptif des travaux réalisés

| Objet | Description / Explications | Propriétaire |
|-------|----------------------------|--------------|
| | | |

Liste des défauts

| Défauts | Délaï accordé pour les corriger |
|---------|---------------------------------|
| | |

Notes relatives à l'entretien

| | |
|----------------------------|--|
| Responsable | |
| Intervalles des contrôles | |
| A contrôler en particulier | |

Remarques

| |
|--|
| |
|--|

| Lieu et date | Nom (entreprise / maître d'ouvrage) | Signatures |
|--------------|-------------------------------------|------------|
| | | |

Annexe

Plan d'ensemble 1:25 000

Check-list Chemins et ouvrages d'art

La check-list peut être utilisée en combinaison avec le procès verbal de dommage. Ces deux documents peuvent être téléchargés sur : www.randonner.ch

La check-list contient une sélection de défauts susceptibles de survenir sur les chemins de randonnée pédestre. La check-list apporte une aide précieuse lors du contrôle de l'état des chemins. Les défauts concernant la signalisation ne sont pas pris en considération (voir à ce propos le manuel « Signalisation des chemins de randonnée pédestre », OFROU, Suisse Rando, 2013).

| Défauts | Mesures possibles (chapitre dans le manuel « Construction et entretien ») |
|--|---|
| Surface de marche | |
| <input type="checkbox"/> Bordure détériorée | Éventuellement barrer l'accès ; renouveler la bordure (3.3.1) ; améliorer l'évacuation des eaux (4) ; éventuellement poser un géotextile (6.3.3) |
| <input type="checkbox"/> Surface de marche glissante | En fonction de la situation : améliorer l'évacuation des eaux (4) ; recouvrir de gravier ; poser des marches (5.2.1) |
| <input type="checkbox"/> Zones engorgées, boue | Améliorer l'évacuation des eaux (4.1) ; poser une couche de fondation (3.1.2) ; construire un chemin de rondins ou une passerelle (3.1.4 / 5.1.5) |
| <input type="checkbox"/> Dégâts d'érosion | Améliorer l'évacuation des eaux (4) |
| <input type="checkbox"/> Ornières, traces d'usure dans le tracé | Remplir ; éventuellement améliorer l'évacuation des eaux (4) |
| <input type="checkbox"/> Chemins recouverts de végétation | Débroussailler ; nettoyer les bords ; tailler les boisés ; renouveler la couche de gravier |
| <input type="checkbox"/> Chemins doubles, sentes | Elargir le chemin principal ; mesures de canalisation (3.3.3) |
| <input type="checkbox"/> Nouveau revêtement dur (sur toute la surface, voies) | Annoncer à la direction technique |
| Talus | |
| <input type="checkbox"/> Endroits détrempés | Améliorer le drainage des eaux (4.3) ; mesures de fixation (5.5) |
| <input type="checkbox"/> Fissures | |
| <input type="checkbox"/> Rigoles d'érosion | |
| <input type="checkbox"/> Glissements de terrain | |
| Drainage des eaux | |
| <input type="checkbox"/> Rigoles transversales endommagées | Remplacer (4.1.2) |
| <input type="checkbox"/> Rigoles transversales, tranchées drainantes, aqueducs bouchés | Nettoyer ou remplacer (4.1.2) |
| Escaliers et échelles | |
| <input type="checkbox"/> Dépassement des fers d'armature ou des piquets de marches | Enfoncer les fers d'armature et les piquets à une profondeur minimale de 40 cm ; ils ne doivent pas dépasser de la surface de marche.. |
| <input type="checkbox"/> Marches détachées | Fixer ou remplacer (5.2.1) |
| <input type="checkbox"/> Éléments de bois détrempés, pourris ou déformés | Remplacer par des bois durables (annexe p. 79) ; mesures préventives structurelles ; protection chimique du bois si pas d'autre possibilité. |

| Défauts | Mesures possibles (chapitre dans le manuel « Construction et entretien ») |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Pièces métalliques corrodées, cassantes ou déformées | Remplacer |
| <input type="checkbox"/> Ancrages endommagés ou lâches | Fixer ; resceller dans du béton ou remplacer |
| <input type="checkbox"/> Surfaces de marche glissantes ou érodées | Remplir ou remplacer et améliorer l'évacuation des eaux (5.2.1) |
| <input type="checkbox"/> Rigoles d'érosion latérales | Ancrer les marches sur les côtés dans le talus et améliorer l'évacuation des eaux (5.2.1) |
| Balustrades et mains courantes | |
| <input type="checkbox"/> Eléments en bois détrempés, pourris ou déformés | Remplacer par des bois durables (annexe p. 79); protection constructive du bois ; protection chimique du bois si pas d'autres possibilités |
| <input type="checkbox"/> Pièces métalliques corrodées, cassantes ou déformées (aussi éléments d'assemblage) | Remplacer |
| <input type="checkbox"/> Ancrages endommagés ou lâches | Fixer ; resceller dans du béton ; remplacer |
| <input type="checkbox"/> Pièces à arrêtes tranchantes, torons de câbles en saillie | Renouveler les pièces ; si possible, remplacer les câbles par des chaînes (5.3.3) |
| <input type="checkbox"/> Câbles recouverts de toile isolante | Il ne faut pas recouvrir les câbles, car cela entraîne une corrosion accélérée. |
| Ponts pour piétons et passerelles | |
| <input type="checkbox"/> Lessivage des fondations | Stabiliser / remplacer les fondations (5.1.5) |
| <input type="checkbox"/> Eléments en bois détrempés, pourris ou déformés | Remplacer par des bois durables (annexe p. 79) ; mesures préventives structurelles ; protection chimique du bois si pas d'autres possibilités |
| <input type="checkbox"/> Pièces métalliques corrodées, cassantes ou déformées (aussi éléments d'assemblage) | Remplacer |
| <input type="checkbox"/> Ancrages endommagés/lâches | Renouveler |
| <input type="checkbox"/> Eléments à arrêtes tranchantes | Supprimer |
| <input type="checkbox"/> Surface de marche glissante | Adapter le revêtement (5.1.4 / 5.1.5) |
| <input type="checkbox"/> Occlusion par du bois flottant | Consulter un spécialiste ; év. enlever le bois flottant et le déposer dans la zone de rivage ; si nécessaire, rehausser le pont |
| <input type="checkbox"/> Trous dans la surface de marche | Barrer l'accès ; renouveler la surface de marche |
| Signalisation | |
| <input type="checkbox"/> Signalisation défectueuse | Le manuel « Signalisation des chemins de randonnée pédestre » (OFROU, Suisse Rando, 2008) contient une check-list pour le contrôle de la signalisation. |
| Question de contrôle | |
| <input type="checkbox"/> Le contrôle a-t-il permis de constater des défauts présentant un risque pour les randonneurs ? | |

Procès-verbal de dommage

Le procès-verbal de dommage peut être utilisé en combinaison avec la check-list Contrôle des chemins. Ces deux documents peuvent être téléchargés sur : www.randonner.ch

Formulaire permettant de relever les dommages et les défauts constatés sur les chemins de randonnée pédestre, sur les chemins de randonnée de montagne et sur les chemins de randonnée alpine.

Procès-verbal de dommage

Données relatives au tronçon contrôlé :

| | | |
|--|-----------------------|------------------|
| Désignation : | Début du tronçon : | Fin du tronçon : |
| Commune(s) / Canton : | Catégorie de chemin : | |
| Date du contrôle : | Responsable : | |
| Le contrôle a-t-il permis de constater des défauts présentant un risque pour les randonneurs? | | |

Dommages relevés :

| Descriptif du dommage/cause/remarques (cf. aussi check-list Contrôle des chemins) | Emplacement / Coordonnées | Photo n° |
|---|---------------------------|----------|
| | | |
| Mesures : | | |
| Descriptif du dommage/cause/remarques (cf. aussi check-list Contrôle des chemins) | Emplacement / Coordonnées | Photo n° |
| | | |
| Mesures : | | |

Durabilité des bois

Durabilité des bois (bois de cœur) et résistance aux champignons selon DIN EN 350-2 et DIN 68364.

| Essence du bois | Durabilité bois de cœur | Classe de résistance |
|---|-------------------------|----------------------|
| Robinier faux acacia (<i>Robinia pseudoacacia</i>) | 15–25 ans | 1–2 |
| Chêne (<i>Quercus sp.</i>) Châtaignier (<i>Castanea sativa</i>) | 15–25 ans | 2 |
| Sapin de Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) Pin (<i>Pinus sp.</i>) Mélèze (<i>Larix decidua</i>) | 10–15 ans | 3–4 |
| Epicéa (<i>Picea abies</i>) Orme (<i>Ulmus sp.</i>) Sapin blanc (<i>Abies alba</i>) | < 10 ans | 4 |
| Erable (<i>Acer sp.</i>) Bouleau (<i>Betula sp.</i>) Hêtre (<i>Fagus sylvatica</i>) Aulne (<i>Alnus sp.</i>) Frêne (<i>Fraxinus excelsior</i>) Tilleul (<i>Tilia sp.</i>) Peuplier (<i>Populus sp.</i>) Marronnier (<i>Aesculus hippocastanum</i>) | < 5 ans | 5 |

- 1 : très résistant
- 2 : résistant
- 3 : moyennement résistant
- 4 : peu résistant
- 5 : pas résistant

Les publications de la mobilité douce

Source et téléchargement: www.mobilite-douce.ch

Guides de recommandations de la mobilité douce

| N° | Titre | Année | Langue | | | |
|----|---|-------|--------|---|---|---|
| | | | a | f | i | e |
| 1 | <i>Directives concernant le balisage des chemins de randonnée pédestre (éd. OFEFP) → Remplacé par n° 6</i> | 1992 | x | x | x | |
| 2 | Construire en bois sur les chemins pédestres (éd. OFEFP) | 1992 | x | x | x | |
| 3 | <i>Revêtement des routes forestières et rurales: goudronnées ou gravelées? (éd. OFEFP) → Remplacé par n° 11</i> | 1995 | x | x | | |
| 4 | <i>Signalisation de direction pour les vélos en Suisse → Remplacé par n° 10</i> | 2003 | x | x | x | |
| 5 | Conception d'itinéraires cyclables | 2008 | x | x | x | |
| 6 | Signalisation des chemins de randonnée pédestre | 2008 | x | x | x | |
| 7 | Stationnement des vélos | 2008 | x | x | x | |
| 8 | La conservation des voies de communication historiques – Guide de recommandations techniques | 2008 | x | x | x | |
| 9 | Construction et entretien des chemins de randonnée pédestre | 2009 | x | x | x | |
| 10 | Signalisation de direction pour vélos, VTT et engins assimilés à des véhicules | 2010 | x | x | x | |
| 11 | Obligation de remplacement des chemins de randonnée pédestre – Guide de recommandations à l'égard de l'art. 7 de la loi fédérale sur les chemins de randonnée pédestre (LCPR) | 2012 | x | x | x | |
| 12 | Recommandation pour la prise en considération des inventaires fédéraux au sens de l'article 5 LPN dans les plans directeurs et les plans d'affectation | 2012 | x | x | x | |
| 13 | Planification du réseau de chemins de randonnée pédestre | 2014 | x | x | x | |
| 14 | Planification des réseaux de cheminements piétons | 2015 | x | x | x | |
| 15 | Prévention des risques et responsabilité sur les chemins de randonnée pédestre | 2017 | x | x | x | |

Documentation sur la mobilité douce

| N° | Titre | Année | Langue | | |
|-----|---|-------|--------|---|-----|
| | | | a | f | i e |
| 101 | <i>Responsabilité en cas d'accidents sur les chemins de randonnée pédestre (éd. OFEFP)</i> → Remplacé par N° 15 | 1996 | x | x | x |
| 102 | Evaluation einer neuen Form für gemeinsame Verkehrsbereiche von Fuss- und Fahrverkehr im Innerortsbereich | 2000 | x | r | |
| 103 | Nouvelles formes de mobilité sur le domaine public | 2001 | | x | |
| 104 | Projet Plan directeur de la locomotion douce | 2002 | x | x | x |
| 105 | Efficiency des investissements publics dans la locomotion douce | 2003 | x | r | s |
| 106 | PROMPT Schlussbericht Schweiz (inkl. Zusammenfassung des PROMPT- Projektes und der Resultate) | 2005 | x | | |
| 107 | Concept de statistique du trafic lent | 2005 | x | r | s |
| 108 | Problemstellenkataster Langsamverkehr. Erfahrungsbericht am Beispiel Langenthal | 2005 | x | | |
| 109 | CO ₂ -Potenzial des Langsamverkehrs – Verlagerung von kurzen MIV-Fahrten | 2005 | x | r | s |
| 110 | Mobilität von Kindern und Jugendlichen – Vergleichende Auswertung der Mikrozensen zum Verkehrsverhalten 1994 und 2000 | 2005 | x | r | s |
| 111 | Verfassungsgrundlagen des Langsamverkehrs | 2006 | x | | |
| 112 | La mobilité douce dans les projets d'agglomération – Aide de travail | 2007 | x | x | x |
| 113 | Objectifs de qualité des chemins de randonnée pédestre de Suisse | 2007 | x | x | x |
| 114 | Expériences faites avec des chaussées à voie centrale banalisée à l'intérieur de localités (CD-ROM) | 2006 | x | x | |
| 115 | Mobilité des enfants et des adolescents – Constats et tendances tirés des microrecensements de 1994, 2000 et 2005 sur le comportement de la population en matière de transports | 2008 | x | r | s |
| 116 | Forschungsauftrag Velomarkierung – Schlussbericht | 2009 | x | r | r |
| 117 | Wandern in der Schweiz 2008 – Bericht zur Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2008» und zur Befragung von Wandernden in verschiedenen Wandergebieten | 2009 | x | r | r |
| 118 | Aides financières destinées à la conservation des voies de communication historiques en vertu de l'article 13 de la LPN – Relèvement exceptionnel des taux de subvention : mise en œuvre de l'art. 5, al. 4, de l'OPN par l'OFROU | 2009 | x | x | x |
| 119 | Velofahren in der Schweiz 2008 – Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2008» | 2009 | x | r | |
| 120 | Coûts occasionnés par la construction des infrastructures de mobilité douce les plus courantes – Vérification destinée à l'évaluation des projets d'agglomération transports et urbanisation | 2010 | x | x | x |
| 121 | Parkings à vélos publics – Recommandations pour le recensement (2 ^e édition révisée) | 2011 | x | x | x |
| 122 | Ordonnance concernant l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse – Ordonnance; Rapport explicatif | 2010 | x | x | x |

x = texte intégral r = résumé s = summary

Documentation sur la mobilité douce

| N° | Titre | Année | Langue | | | |
|-----|---|-------|--------|---|---|---|
| | | | a | f | i | e |
| 123 | Tour d'horizon de la formation suisse en matière de mobilité douce – Analyse et recommandations pour les étapes à venir | 2010 | x | x | x | |
| 124 | Fondements économiques des chemins de randonnée pédestre en Suisse | 2011 | x | r | r | s |
| 125 | Le piéton dans l'entre-deux des villes – Vers les IFF* de demain, urbaines et multimodales (*Installations à forte fréquentation) | 2012 | x | x | | |
| 126 | Zur Bedeutung des Bundesgerichtsentscheides Rüti (BGE 135 II 209) für das ISOS und das IVS | 2012 | x | | | |
| 127 | Vélostations – Recommandations pour leur planification et mise en service | 2013 | x | x | x | |
| 128 | Aide à la traduction de la terminologie de l'inventaire fédéral des voies de communication historiques de la Suisse | 2013 | x | x | x | |
| 129 | Concept Offre de formation Mobilité douce | 2013 | x | x | | |
| 130 | Geschichte des Langsamverkehrs in der Schweiz des 19. und 20. Jahrhunderts Eine Übersicht über das Wissen und die Forschungslücken | 2014 | x | | | |
| 131 | Wandern in der Schweiz 2014 – Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2014» und Befragung von Wandernden in verschiedenen Wandergebieten | 2015 | x | r | r | s |
| 132 | Velofahren in der Schweiz 2014 – Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2014» und Erhebungen auf den Routen von Veloland Schweiz | 2015 | x | r | r | s |
| 133 | Mountainbiken in der Schweiz 2014 – Sekundäranalyse von «Sport Schweiz 2014» und Erhebungen auf den Routen von Mountainbikeland Schweiz | 2015 | x | r | r | s |
| 134 | Service cantonal des réseaux piétons – Tâches et organisation | 2015 | x | x | x | |
| 135 | Mobilité des enfants et des adolescents – Evolution de 1994 à 2010, Analyse basée sur les micro-recensements «Mobilité et transports» | 2015 | x | r | | s |
| 136 | Voies Express Vélo – document de base | 2016 | x | x | | |

x = texte intégral r = résumé s = summary

Documentation sur les voies de communication historiques (IVS) : monographies cantonales

Source et téléchargement: www.ivs.admin.ch

Les monographies cantonales retracent l'histoire des transports et présentent divers témoins du passé particulièrement intéressants de par leur construction, leur aspect dans le paysage ou d'autres caractéristiques. Des informations sur la genèse, la structure, l'objectif et l'utilité de l'IVS complètent ces publications, qui s'adressent à un large public.

