Annexe

Fiches descriptives des études de cas

Les dix études de cas analysées sont présentées ci-après sur une double page chacune. Ainsi, un aperçu général de chaque exemple et de ses particularités est donné. La structure des fiches descriptives correspond à la structure du concept de gestion des systèmes de protection vieillissants en 4 étapes. Le sens de lecture est de gauche à droite sur toute la double page (l'étape 1 est répartie sur les deux pages). Les symboles, abréviations et sources utilisées dans les fiches descriptives sont définis dans la partie principale de la publication.

Par souci de comparabilité entre les exemples, il a été nécessaire de simplifier les contextes complexes. Les fiches descriptives se concentrent sur la vision globale et le concept de protection dans ses grandes lignes. Toutes les mesures individuelles d'un système de protection ne sont donc pas mentionnées. En revanche, les mesures qui sont centrales pour la mise en œuvre du concept de protection en question sont mises en évidence. En ce qui concerne les systèmes de protection existants, les mesures mentionnées peuvent donc diverger considérablement des mesures individuelles qui existaient au moment de la vérification. Par exemple, une carte des dangers était disponible au moment de la vérification dans chacun des exemples examinés. Cependant, les mesures d'aménagement du territoire n'étaient centrales pour le concept de protection initial que dans quelques systèmes de protection, les cartes de dangers n'existant pas à l'époque.

Les thèmes abordés dans la partie principale de la publication sont repris (citations des exemples au chapitre 3 et chapitre 4). Dans chaque exemple, il existe des particularités et des facteurs de réussite qui n'ont pas trouvé leur place dans les doubles pages suivantes. Pour plus d'informations sur les études de cas, nous renvoyons aux documents de projet cités dans la bibliographie ainsi qu'aux participants à l'échange d'expériences listés à la fin de l'Annexe. Les abréviations suivantes sont utilisées quand nécessaire : BV pour bassin versant, LT pour lave torrentielle et PCC pour protection contre les crues.

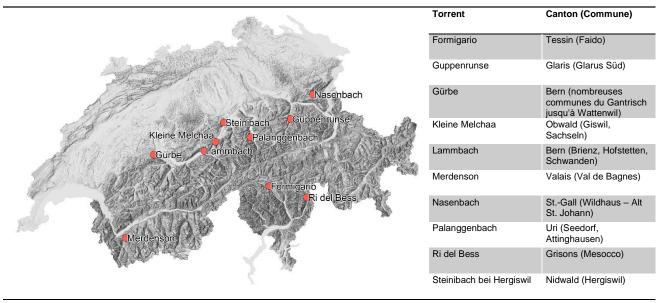


Figure : Aperçu des dix torrents analysés dans les Alpes et les Préalpes suisses (données © swisstopo)

Formigario (TI)

1	Conditions-cadres		*†† †			
Canton	Tessin	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Commune	Faido	Etat: 2011 [36] LT = Laves torrentielles				extrême
Maître d'ouvrage	Consorzio manutenzione media Leventina, Faido	Débit de pointe [m³/s]	160	230	300	400
Exécution	Studio di ingegneria Lucchini - Mariotta e	Charriage [m³]	30'000	60'000	90'000	120'000
(début du projet)	Associati SA (2003)	Bois flottant [m3]	_	_	_	_
Surface du BV	4.2 km ²	Processus déterminant	LT	LT	LT	LT
Etat du projet fin 2021	Projet partiel terminé		<u> </u>		<u> </u>	<u> </u>
Caractéristiques du BV	Bassin versant escarpé, géologiquement ins charriés par des glissements et de l'érosion,					
Caractéristiques du torrent	Chenal raide avec une activité torrentielle int hauteur des berges (2.6-5.5 m) que de la lar de Faido, sous la ligne de chemin de fer du 0 le Ticino à Faido	geur du lit (7-13 m) ; le Foi	migario pa	sse à l'oues	st du cent	re du village
Processus	Laves torrentielles (LT) influencées par des	glissements de terrain, éro	sion régres	sive ; séisn	ne possib	le
Evolution historique Jusqu'à la vérification	Espace culturel : nette augmentation du pote ligne ferroviaire du Gothard (construction ver	Laves torrentielles (LT) influencées par des glissements de terrain, érosion régressive ; séisme possible Espace naturel : nombreux glissements actifs dans le BV Espace culturel : nette augmentation du potentiel de dommage dans le cône de déjection, surtout en raison de la ligne ferroviaire du Gothard (construction vers 1890). Avec la construction du tunnel de base, le potentiel de dommages sur la ligne ferroviaire a de nouveau nettement diminué				



Système de protection existant



Mise en place et adaptations



Construction après des événements avec dommages vers 1870 ; assainissements et compléments après d'autres événements dommageables (p. ex. construction d'un dépotoir à alluvions après les événements de 1992/1993)

Objectif de protection

Protection des infrastructures (notamment la ligne ferroviaire du Gothard et la route cantonale) et des habitations sur le cône de déjection

Mise en œuvre du concept de protection



Stabilisation du lit et des pentes du cours d'eau et rétention des matériaux charriés dans le BV par une succession de seuils (seuil "B18" h=28.5 m, V=60'000 m³). Retenue du charriage au sommet du cône depuis 1995 Transit dans un canal sur le cône de déjection depuis 1910



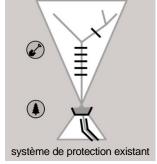
Aucune connue historiquement



Aucune connue historiquement



Gestion forestière pour stabiliser les glissements et réduire l'apport en charriage dans le lit; partie importante du système de protection global

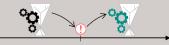


Vérification de l'adéquation

Le BV, dans lequel se trouvent de nombreux ouvrages, est difficile d'accès et les glissements de terrain ne peuvent pas être stoppés par les ouvrages de protection ; l'efficacité de la succession de seuils, remblayés, est limitée, les ouvrages ne sont pas antisismiques ; le cas de surcharge du dépotoir à alluvions n'est pas réglé ; la capacité du chenal renforcé est trop faible



Comparaison des systèmes de protection existant et futur

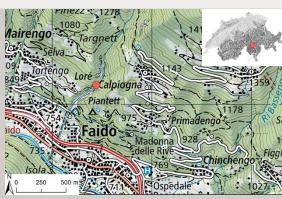


Un maintien fonctionnel du système a été privilégié : les ouvrages de protection existants ont été partiellement assainis et adaptés. Justification du maintien du système existant par, entre autres :

- La construction et l'agrandissement de seuils dans le BV ne sont pas économiquement justifiables, car ils sont très coûteux et compliqués en raison de la mauvaise accessibilité et de la grande quantité de matériaux charriés.
- L'abandon des seuils dans le bassin versant n'est pas possible. Il y aurait une libération trop importante de matériaux charriés qui ne pourraient pas être collectés ou évacués dans la région du cône de déjection.
- Grande quantité de matériaux charriés derrière le seuil "B18" un abandon serait très exigeant.
- Il n'y a pas de place pour un nouveau dépotoir à alluvions.
- Le réseau de transport et le milieu bâti sont des conditions-cadres rigides qui limitent les variantes envisageables.







Ouvrages de protection vieillissants : seuil B18 (à gauche [40]), dépotoir B19 (au centre [38])

Carte © swisstopo

Evénements marquants Au cours des 200 dernières années, plusieurs laves torrentielles ont causé des dégâts parfois considérables à Faido et dans ses environs ; les événements les plus importants ont eu lieu vers 1860 et ont conduit à la mise en place des premières mesures de protection ; le système de protection a été complété et assaini après les événements de 1987, 1992, 1993 et 2010.

Conditions-cadres particulières

Le seuil "B18" et la retenue de matériaux charriés "B19" sont soumis à l'ordonnance sur les ouvrages d'accumulation. L'ancienne ligne du Gothard se trouve dans la zone de danger ; certaines anciennes mesures de protection ont été financées par la société ferroviaire de la ligne du Gothard, aujourd'hui les ressources financières sont limitées; projet partiel, d'autres étapes du projet suivront.

Evolution future À partir de la vérification

Espace naturel: augmentation attendue des glissements de terrain, des instabilités de pente et du transport de matériaux charriés, notamment en raison du changement climatique.

Espace culturel: augmentation attendue du potentiel de dommages; sans mesures d'aménagement du territoire, les zones autrefois évitées seraient de plus en plus utilisées comme territoires urbanisés.



Système de protection futur



Vérification de l'existant

Le contrôle régulier de l'état des ouvrages et l'établissement de la carte des dangers en 2011 ont révélé un état lacunaire et des déficits de protection

Objectif de protection

Protection des infrastructures et des milieux bâtis sur le cône de déjection (l'importance du chemin de fer a diminué avec la construction du tunnel de base du Gothard, la protection des milieux bâtis est devenue plus importante en raison de l'augmentation du potentiel de dommages)

Mise en œuvre du concept de protection



Stabiliser le lit et les pentes du cours d'eau ainsi que rétention des matériaux charriés dans le BV par l'assainissement et la surveillance de la succession de seuils. Retenir les matériaux charriés au niveau du sommet du cône de déjection avec une surcharge contrôlée. Transiter sur le cône de déjection par le biais d'un chenal renforcé (phase d'avant-projet). Gestion de l'entretien, mesures d'entretien



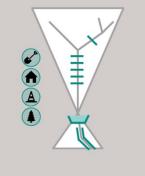
Carte des dangers (2011) et sa prise en compte dans les plans d'affectation



Monitoring et relevé du BV et de l'état des ouvrages, en particulier du seuil "B18", planification des mesures d'urgence et mesures d'intervention



Poursuite de la gestion forestière en tant qu'élément essentiel de l'ensemble du système de protection pour stabiliser les versants dans le BV

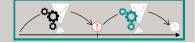


système de protection futur

Critères principaux de décision

Manque d'alternatives. Il y a trop de matériaux charriables dans le BV pour qu'ils puissent être gérés uniquement sur le cône de déjection ; l'espace disponible est limité ; pas d'indication sur le rapport coût-efficacité, car mesures d'entretien ; l'accès aux ouvrages de protection et la gestion des matériaux charriés sont des critères importants





- Le projet se concentre sur la gestion du seuil vieillissant "B18".
- Le système de protection existant n'a pas été vérifié et adapté dans son ensemble, mais dans différents projets individuels. Des sections et des mesures individuelles ont été évaluées dans différents projets et la meilleure variante a été mise en œuvre à chaque fois. Pour chaque élément, différentes variantes ont été examinées, du démantèlement au maintien en passant par la transformation.
- Bonne acceptation du futur système de protection, car justifié de manière compréhensible et pas de modification de l'espace nécessaire par rapport au système de protection existant.
- Le suivi régulier et les mesures d'entretien restent essentiels dans le futur système de protection.
- Les connaissances sur l'état constructif effectif des ouvrages ont simplifié leur évaluation et l'étude des variantes.
- Les membres locaux du Consorzio manutenzione media Leventina Faido ont une grande connaissance de l'histoire et de la région de Formigario.

Guppenrunse (GL)

1	Conditions-cadres		***		-	
Canton	Glaris	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Commune	Glarus Süd (Schwanden/Schwändi/Mitlödi)	Etat: 2017 [65] LT = Laves torrentielles				extrême
Maître d'ouvrage	Guppenrunskorporation Glarus Süd	Débit de pointe [m³/s]	20	30	40	55
Exécution (début du projet)	Marty Ingenieure AG Schubiger AG Bauingenieure (2011)	Charriage [m³]	35'000	70'000	125'000	200'000
Surface du BV	3 km²	Bois flottant [m³]	-	_	-	-
Etat du projet fin 2021	Terminé	Processus déterminant	LT	LT	LT	LT
Caractéristiques du BV	Zone d'éboulis récents avec flancs rocheux a continu ; zone calcaire Couverture du sol : 10% glacier (Guppenfirn)			charriables	sont gér	nérés en
Caractéristiques du torrent	volume de charriage et non le débit de pointe	Phénomènes de LT et traces d'événements clairement visibles ; la durée de l'événement est déterminante pour le volume de charriage et non le débit de pointe ; le chenal est peu ou pas incisé ; cône d'éboulis en cours de formation ; la Guppenrunse passe au sud du centre du village de Schwändi et se jette dans la Linth entre Mitlödi e Schwanden				rs de
Processus	Laves torrentielles et crues charriant des alluvions, également avalanches et chutes de pierres et de blocs			locs		
Evolution historique Jusqu'à la vérification	Espace naturel : recul du glacier entraînant u Espace culturel : augmentation du potentiel d					



Système de protection existant



Mise en place et adaptations



Construit après une LT qui a causé d'importants dégâts en 1889. Travaux de remise en état et compléments selon les besoins, notamment en réaction à des événements dommageables

Objectif de protection

Protéger les villages situés sur le cône de déjection, empêcher les apports importants de matériaux charriés dans la Linth ; accent mis sur l'influence sur les processus de danger dans le BV

Mise en œuvre du concept de protection



Stabilisation et retenue par une succession de seuils dans le BV depuis 1890 Transiter dans un chenal renforcé sur le cône de déjection depuis 1890 Retenue partielle dans le dépotoir sur le cône de déjection depuis 1997



Aucune connue historiquement



Création de la Runsenkorporation en 1889



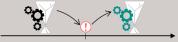
Aucune connue historiquement



Avant 2010/2011 : Constructions bien entretenues, la confiance dans le système de protection était grande. Après les événements de 2010 et 2011 : Succession de seuils et canal délabrés, très peu d'effet ; même après assainissement, des dommages seraient à prévoir en cas d'événements ; risques et déficit de protection importants ; système de protection non durable



Comparaison des systèmes de protection existant et futur



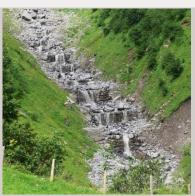
système de protection existant

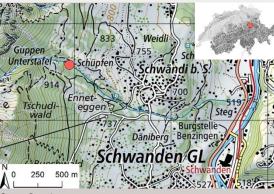
Un changement fonctionnel du système a eu lieu : Abandon des seuils dans le BV, nouveaux grands espaces de retenue sur le cône de déjection.

Justification du changement de système par, entre autres :

- Les ouvrages de protection existants étaient en fin de vie et n'avaient plus guère d'influence sur le processus de danger. Un assainissement aurait été plus coûteux et les risques restants plus importants qu'avec le changement de système.
- Les exigences en matière de sécurité au travail ont nettement augmenté et ne pourraient guère être respectées pour les travaux dans le BV.
- Les possibilités techniques de gestion des matériaux charriés sur le cône de déjection (en termes de construction et de l'utilisation de machines) sont aujourd'hui disponibles.
- L'examen sur la durée de vie des ouvrages montre que le changement de système est un investissement dans l'avenir et un bon héritage.
 L'entretien du futur système de protection est moins exigeant et plus efficace en termes de coûts que le système de protection existant.
- Création d'un système capable de résister aux surcharges et plus flexible.







Ouvrages de protection vieillissant (gauche [42], milieu [41])

Carte © swisstopo

Evènements marquants Les événements majeurs de 1889 et 2010/2011 ont conduit à la révision de l'existant et à la mise en place du système de protection (1890) ou à son adaptation (à partir de 2011).

Conditions-cadres particulières

La Guppenrunse traverse une zone de protection des eaux, l'approvisionnement en eau du village de Schwändi est concerné ; le terrain pour le futur système de protection était principalement en propriété communale ; souvent de grandes avalanches jusqu'à la hauteur du village de Schwändi; en raison des laves torrentielles et des avalanches (dépôts de neige) la fenêtre temporelle pour les mesures constructives dans le BV est très courte.

Evolution future À partir de la vérification

Espace naturel : augmentation de la mobilisation des matériaux charriés et des débits en raison de la fonte des glaciers (changement climatique).

Espace culturel : il faut s'attendre à une concentration des valeurs et à une augmentation du potentiel de dommages dans les zones menacées.



Système de protection futur



Vérification de l'existant



Les LT de 2010 et 2011, qui ont causé d'importants dégâts aux ouvrages, ont mis en évidence les limites des aménagements existants ; nouvelle constatation : des LT plus importantes peuvent détruire tout le système ; après la révision de la carte des dangers en 2012, il est apparu que les risques et les déficits de protection étaient importants

Objectif de protection

Réduction des risques pour les biens et les personnes sur les territoires urbanisés et les infrastructures de transport, prévention d'apports importants de matériaux charriés dans la Linth. Focus sur la réduction des risques et des déficits de protection existants. Gestion des matériaux charriés principalement sur le cône de déiection

Mise en œuvre du concept de protection



Stabilisation ponctuelle à deux endroits clés du BV (seuils) Transit par un chenal renforcé sur le cône de déjection, rétention dans des dépotoirs (deux nouveaux avant le milieu bâti, un existant sur le cône de déjection. Gestion de l'entretien, mesures d'entretien



Carte des dangers et sa prise en compte dans les plans d'affectation



Planification des mesures d'urgence et mesures d'intervention



Préservation des espaces naturels par des mesures de compensation et de substitution écologiques ; Suppression des zones de protection des eaux

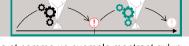


système de protection futur

Critères principaux de décision

Protection (combiné LT et avalanches), efficacité des coûts > 4, les mesures sont robustes, flexibles et capables de résister aux surcharges, amélioration globale ; pas d'effets négatifs en cas de surcharge ; prise en compte des effets du changement climatique ; outre la protection contre les crues, d'autres aspects ont été valorisés, par exemple dans les domaines de l'écologie, des loisirs de proximité et du paysage, de l'eau potable, de l'agriculture, etc.





- Actuellement, la Guppenrunse est considérée comme un exemple de gestion intégrée des risques et comme un exemple montrant qu'un changement de système peut être tout à fait profitable. Tant le système de protection existant que le futur système ont été jugés "modernes" pour leur époque de construction respective et ont été considérés comme des projets exemplaires.
- Bases de communication détaillées et bien préparées sur différents canaux d'information : par exemple, propre site web http://guppenrunse.ch/, affiches, fêtes, présentations, etc. Temps prévu pour la prise de décision. Une gestion de projet claire.
- Projet global de protection contre les crues et d'approvisionnement en eau : Le concept de protection contre les crues et d'assainissement de la Guppenrunse se compose d'un projet partiel d'ouvrages de protection et d'un projet partiel d'approvisionnement en eau.
- Le processus de décision a été rendu difficile par le contexte politique : une fusion de communes en 2011 et la modification de la loi cantonale en 2014 sur le financement des projets d'aménagement de cours d'eau ont entraîné l'arrêt du projet. Solution trouvée grâce à la réactivation de la Corporation Guppenrunse et à une révision du financement basé sur l'utilisation.

Gürbe (BE)

Guibe (BE)						
1	Conditions-cadres		¥iii		+	
Canton	Berne	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Communes	4 communes, du Gantrisch à Wattenwil	Etat 2016 [51]				extrême
Maître d'ouvrage	Wasserbauverband Obere Gürbe	Débit de pointe [m³/s]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Exécution	Flussbau AG SAH, Impuls AG,	Charriage [m³]	20'000	70'000	120'000	250'000
(début du projet)	NDR Consulting GmbH, Hunziker Gefahrenmanagement (2014)	Bois flottant [m³]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Surface du BV	12.1 km² en amont de Hohli (131 km² au total)	Processus déterminant	Crue avec charriage	Crue avec charriage	Crue avec charriage	Crue avec charriage
Etat du projet fin 2021	Planification globale terminée					
Caractéristiques du BV	Divisible en deux : partie montagneuse abrupte e trouve de grands glissements de terrain de 20 à 3 roche meuble ; la topographie est très accidentée géologique avec quatre unités tectoniques est co	30 m de profondeur dan e en raison de l'activité c	s des zone l'érosion et	es avec d'é : de glisser	paisses m nent ; la st	asses de ructure
Caractéristiques du torrent	Torrent classique des Préalpes provoquant des re précipitations ; nettement divisé en deux : dans le dans le cours moyen et inférieur, le charriage est l'écoulement et la déposition de matériaux fins, q	e cours supérieur, problè d'une importance secon	ème de cha ndaire, les	arriage et o principaux	de débit, tra	aces de LT ;
Processus	Crues avec matériaux charriés, influencées par le	es activités d'érosion et	de glissem	ent de terr	ain dans le	e BV
Evolution historique Jusqu'à la vérification	Espace culturel : augmentation du potentiel de do	space naturel : emprise de la forêt inchangée, composition plus stable car moins de jeunes forêts space culturel : augmentation du potentiel de dommages ; en 1990, la fusion des corporations de digues et associations d'aménagement de cours d'eau (de plusieurs communes) a parfois entraîné des désaccords sur épartition des coûts				
	Système de protection cotyal			°0′_	\1	

2

Système de protection actuel



Mise en place et adaptations



"L'endiguement en montagne de la Gürbe" (trad.) 1858-1911 était la dernière partie du projet de correction et de l'assainissement du cours inférieur de la Gürbe

Objectif de protection

Retenir les matériaux charriés dans le BV pour protéger les terres agricoles du cône de déjection contre les événements fréquents (≤100a.) ; protection des milieux bâtis seulement secondaire ; l'aménagement du cours supérieur de la Gürbe était une condition préalable à l'aménagement existant dans le cours inférieur

Mise en œuvre du concept de protection



Stabiliser le lit et les berges du cours d'eau et retenir ou réduire l'apport de matériaux charriés dans le BV par une succession de seuils depuis 1858 Sur le cône de déjection, transit par des digues et des seuils depuis env. 1958 Retenir dans élargissement depuis 1990



Aucune connue historiquement, Aménagement des ouvrages de protection vers 1950



Corporations de digues (depuis 1990, associations d'aménagement de cours d'eau)



Les aménagements ont été accompagnés de reboisements dans le BV : stabilisation des glissements de terrain



système de protection existant

Vérification de l'adéquation

L'état des seuils était bon à très bon jusqu'à l'événement de glissement de 2018 ; le système actuel est robuste et redondant, mais sa capacité d'adaptation est limitée ; de nombreux ouvrages, parfois difficiles d'accès dans le BV, ont été détruits à plusieurs reprises ; bonne efficacité lors d'événements de faible/moyenne ampleur, limitée lors d'événements importants



Comparaison des systèmes de protection existant et futur

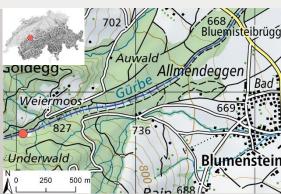


Une **adaptation fonctionnelle du système** est prévue (à long terme, un changement fonctionnel du système est envisagé par étapes) : abandon de la maintenance sur la succession de seuils dans le BV, mais maintien de tronçons clés avec l'option de les abandonner ou les démanteler progressivement. Ceci est entre autres justifié car :

- Certains ouvrages de protection existants sont en fin de vie et une reconstruction de l'ensemble du système n'est pas judicieuse ou pas rentable : des mesures d'entretien récurrentes sont nécessaires et le système de protection actuel est en partie redondant.
- Après l'abandon de la succession de seuils dans le BV, un nouvel état d'équilibre sera atteint. Même en l'absence d'ouvrages dans le BV, il ne faut pas s'attendre à des événements ayant des conséquences catastrophiques sur le cône de déjection.
- Conservation temporaire de certains ouvrages clés dans quatre tronçons clés sans ou avec nettement moins de seuils dans le BV. Ceci
 réduit les volumes de charriage, maintient le niveau de protection existant et assure une transition sans dommage et en douceur vers le
 système futur. Le maintien de certains seuils augmente également l'acceptation politique et la compréhension du futur système de
 protection. Le changement de système ne se fait pas soudainement, mais de manière progressive et contrôlée sur une longue période.







Ouvrages de protection vieillissants (à gauche vers 1900 de [52], au milieu vers 2020 [Ingenieurbüro Speerli GmbH])

Carte © swisstopo

Evènements marguants

Depuis 1692, plusieurs crues et glissements de terrain ont été documentés sur la Gürbe ; après des événements survenus vers 1850, la "loi sur l'aménagement de la Gürbe de 1854" (trad.) a été adoptée et les premiers ouvrages de protection ont été construits ; les seuils existants ont été régulièrement détruits et reconstruits suite à des événements, p. ex. en 1927, 1929, 1938, 1990; en particulier après la grande crue de 1990, des investissements massifs ont été réalisés dans la rénovation des ouvrages de protection existants (25 millions de CHF); Un glissement en 2018 a détruit, en partie fortement, 14 seuils.

Conditions-cadres particulières

Le cône de déjection n'est pratiquement pas aménagé ; Utilisation des seuils de la Gürbe à des fins de détente et de loisirs : la Gürbe est un système très complexe, tant du point de vue des interactions avec l'espace naturel que du point de vue de l'attachement de la population locale au système de protection en place.

Evolution future À partir de la vérification extrêmes.

Espace naturel : pas de changements majeurs attendus, le changement climatique pourrait influencer les événements

Espace culturel: pas de changements majeurs attendus.



Système de protection futur



Vérification de l'existant



Considérations sur le rapport coût/efficacité : La condition posée par la Confédération pour l'octroi de subventions à l'assainissement du système de protection était l'examen d'alternatives rentables ; il n'y avait pas de déficit de protection

Objectif de protection

Maintenir l'effet de protection tout en améliorant l'efficacité en termes de coûts du système de protection et éviter les redondances ; se concentrer sur les événements majeurs (>100 ans)

Mise en œuvre du concept de protection



Stabilisation ponctuelle par des tronçons clés dans le BV, les éventuelles adaptations et/ou compléments des mesures existantes pour la gestion du charriage sur le cône de déjection restent à définir (état fin 2021). Gestion de la maintenance, mesures d'entretien



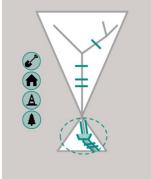
Carte des dangers et prise en compte de celle-ci dans les plans d'affectation, maintien des chemins/infrastructures pour la surveillance de l'état du BV, autres mesures encore à définir (état fin 2021)



Planification des mesures d'urgence, mesures d'intervention, autres mesures à définir (état fin 2021)



Poursuite de la gestion forestière, d'autres mesures restent à définir (état fin 2021). L'objectif est de préserver la zone de détente et de loisirs

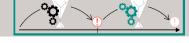


système de protection futur

décision

Critères principaux de Meilleur rapport coût-efficacité, extensible à long terme et donc plus flexible et adaptable qu'auparavant ; évite les redondances mais reste robuste (protection conservée)





- Les ouvrages existants ont une grande importance émotionnelle pour la population locale. Ils ont été construits, entretenus et réparés pendant des générations. Les seuils sont bien desservis et servent de zone de loisirs et de détente (chemin de randonnée, lieux de
- Il existait des avis et des attentes préconçues impliquant des résistances au changement. Une réflexion permanente sur le projet a permis d'accroître les connaissances et de trouver un consensus. Ce processus a pris du temps.
- Il était important d'impliquer les leaders locaux, d'associer les personnes critiques et de communiquer lors d'entretiens personnels et par des actions. L'information au public a été longtemps repoussée.
- Le scepticisme à l'égard de l'évaluation technique du système de protection existant était grand au début. Des événements ont soutenu les conclusions et ont ouvert la voie à l'examen d'une adaptation du système et vers un changement de système. Une compréhension commune du système était une condition préalable à la recherche de solutions. Pour les décisions au niveau du concept, des évaluations qualitatives étaient suffisantes.
- Remarque: fin 2021, la stratégie de gestion du système de protection existant était disponible sous forme de projet, la décision concernant les mesures concrètes n'était pas encore prise.

Kleine Melchaa (OW)

1	Conditions-cadres		₹		-	
Canton	Obwald	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Commune	Giswil (le nouveau tracé du cours d'eau	Etat 2007 [57]				extrême
	traverse Sachseln)	Débit de pointe [m³/s]	70	100	130	180
Maître d'ouvrage	Commune Giswil	Charriage [m³]	n.d.	60'000	70'000	n.d.
Exécution (début du projet)	Schubiger AG Bauingenieure (2006)	Bois flottant [m³]	n.d.	900	1'500	n.d.
Surface du BV	27.8 km ²	Processus déterminant	n.d.	Crue avec charriage	Crue avec charriage	n.d.
Etat du projet fin 2021	Terminé		4			
Caractéristiques du BV	Dans le BV, surtout des matériaux morainiques la vallée, surtout des moraines graveleuses et dépôts à grain fin/sédiments du lac de Sarnen économie alpestre. Il n'est pas habité toute l'an	des dépôts alluvionnaires (sable, silt, tourbe) ; le Mel	(gravier,	sable, pierre	es), imbriqu	iés avec des
Caractéristiques du torrent	Dans la partie supérieure du bassin versant, apport de matériaux charriés par plusieurs ruisseaux latéraux ; gorge abrupte de 2 km avant le sommet du cône de déjection ; forte tendance à l'atterrissement au sommet du cône (rupture de pente, réduction de la capacité de transport) ; sur le cône, relativement faible pente du lit (0.5 -10%) ; jusqu'à présent : embouchure près de Giswil dans le Dreiwässerkanal; à l'avenir : embouchure directe dans le lac de Sarnen					
Processus	Crues avec charriage influencées par les proce Fortes tendances à l'atterrissement au somme			rdements su	r le cône	

2

Système de protection existant



Mise en place et adaptations



Déviation de la Kleine Melchaa à travers le territoire urbanisé au cours de l'industrialisation dans le but d'exploiter la force hydraulique ; mise en place de mesures de protection supplémentaires en 2000 en raison de fréquents événements dommageables

Espace naturel : le cours du ruisseau traversant les zones industrielle et artisanale et le territoire urbanisé de Giswil ne

correspond pas au tracé naturel (19e siècle); lors d'événements, le cours du ruisseau se déplace en partie. Espace culturel: après la construction du chemin de fer du Brünig (1889) et de la gare de Giswil, forte augmentation de l'urbanisation et du potentiel de dommages sur le cône; forte augmentation des exigences écologiques

Objectif de protection

Evolution historique

Jusqu'à la vérification

L'objectif du déplacement du cours d'eau au 19e siècle à travers le territoire urbanisé était l'exploitation de la force hydraulique et l'assainissement du fond de la vallée pour l'utilisation agricole ; les ouvrages de protection construits par la suite (retenue au moyen d'un élargissement au niveau du sommet du cône de déjection, transit) devaient notamment protéger le territoire urbanisé des débordements

Mise en œuvre du concept de protection



Pas d'ouvrages de protection dans le BV. Renforcement du chenal sur le cône de déjection depuis le 19e siècle et ouvrages-guide/digues depuis 2000 pour la dérivation et le transit à travers le territoire urbanisé. Élargissement au sommet du cône de déjection pour la rétention des matériaux charriés (2000)



Aucune connue historiquement



Concept de mesures d'urgence et d'alarme, très nombreuses interventions en cas d'événement



Forêts de protection dans le BV



Vérification de l'adéquation

Le système de protection actuel n'atteint pas les objectifs de protection, surtout sur le territoire urbanisé, et est insuffisant sur le plan écologique, notamment en raison du cours d'eau fortement aménagé, peu flexible, peu adaptable et peu robuste ; mesures d'entretien importantes et nombreuses interventions en cas d'événement



Comparaison des systèmes de protection existant et futur



Un changement fonctionnel du système a eu lieu : Le cours d'eau a été déplacé. Justification de ce changement de système par :

- Si le système de protection existant avait été maintenu, un assainissement complet aurait été nécessaire.
- Dès 2004, il a été proposé de déplacer le cours d'eau de manière similaire au tracé initial/naturel de la Kleine Melchaa. L'événement de 2005 a servi de "catalyseur" pour le choix de variante. L'événement a permis de vérifier la carte des dangers et les résultats de l'étude des variantes, car le cours d'eau a lui-même emprunté pendant l'événement le tracé proposé.
- Le déplacement du ruisseau implique cependant une grande intervention dans une zone de protection de la nature et un bas-marais d'importance nationale, mais conduit globalement à une nette amélioration de la situation écologique.
- Un changement de système est un bon héritage et investissement pour l'avenir (voir critères principaux). Le système est flexible, adaptable et robuste et il entraîne une amélioration considérable de la situation globale (protection, écologie, économie, société).



Evènements marquants Plusieurs événements historiques connus ; entre 1936 et 1984, le territoire urbanisé et la gare ont été inondés à cinq reprises (de la sortie des gorges/du sommet du cône de déjection jusqu'à l'embouchure du Dreiwässerkanal) ; les crues de 2005 ont causé des dommages massifs sur le cône de déjection ainsi qu'aux ouvrages de protection ; la Kleine Melchaa a déplacé plusieurs fois son cours pendant l'événement de 2005.

Conditions-cadres particulières

Une zone de protection naturelle et un bas-marais d'importance nationale, le chemin de fer (Zentralbahn) et la route cantonale limitent l'étude des variantes

Le cours de la Kleine Melchaa au début du projet ne correspondait pas au tracé original et naturel depuis la dernière glaciation: celui-ci menait directement dans le lac de Sarnen (analogue au futur système de protection).

Evolution future À partir de la vérification

Le déplacement du cours d'eau entraîne de grands changements, notamment dans l'espace et la société. Espace naturel : nouvelles conditions écologiques, nouveau paysage et nouvelles zones de danger. Espace culturel: Changement dans l'exposition, les responsabilités, les accès, le développement, nouvelle image.



Système de protection futur



Vérification de l'existant



Les dommages fréquents sur le cône de déjection et l'établissement de la carte des dangers en 1999/2001 montrent un déficit de protection ; aménagement du territoire limité, dépenses annuelles pour l'entretien ; l'événement de 2005 montre la situation de danger et soutient la possibilité de déplacer le ruisseau

Objectif de protection

Réduction du déficit de protection (personnes, industrie/commerce, milieu bâti, infrastructure)

Contrôle des dangers résiduels ; autres objectifs : rentabilité, minimisation des coûts d'entretien et de l'occupation des sols, protection de la nature et du paysage

Mise en œuvre du concept de protection



Nouvelle construction d'une rétention de matériaux charriés et de bois flottant au sommet du cône de déjection après la gorge ; Transiter sur le cône de déjection avec nouveau tracé dans un lit à forte rugosité à l'écart du territoire urbanisé, déversement dans le lac de Sarnen, gestion de l'entretien, mesures d'entretien



Définition de corridors pour la surcharge, carte des dangers prise en compte dans le plan d'affectation



Alerte précoce, planification des mesures d'urgence et plans d'intervention



Garantie de l'espace nécessaire et de la dynamique du cours d'eau, amélioration de la connectivité longitudinale et de la diversité structurelle, etc. La valorisation écologique était une condition importante pour la réalisation du concept de protection contre les crues

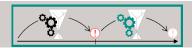


système de protection futur

Critères principaux de décision

Protection, écologie, système nécessitant peu d'entretien et amélioration la situation générale ; situation relativement claire, car l'objectif de protection ne pouvait être garanti que par une déviation ; rapport bénéfices/coûts = 9





- Exemple montrant qu'une bonne communication (c'est-à-dire précoce, ouverte et sans faille) permet d'obtenir de bons résultats. Les planificateurs bénéficient de clarifications approfondies, notamment utiles en matière de communication. Une véritable concertation et participation favorise la volonté de coopération.
- Une étude de variantes justifiée est d'une grande importance. Grâce à elle, des mesures constructives ont été autorisées dans le basmarais protégé au niveau national et dans la zone naturelle protégée au niveau cantonal, contrairement aux conditions-cadres légales.
- Le choix d'un moment favorable pour le projet ("la bonne occasion") a été mis à profit : différentes conditions-cadres ont soutenu le changement de système (événement, création de la commission des aménagements de cours d'eau, insatisfaction par rapport à l'ancien système, beaucoup de terrains appartenant à la commune, etc.).
- L'attachement au système précédent était faible ou chargé de sentiments négatifs, ce qui a facilité la mise en œuvre des changements.
- Le déplacement d'un cours d'eau est une intervention très importante, pour les espaces naturel et culturel. L'aspect général du cours d'eau, les zones de danger et les responsabilités sont modifiés. Le cours d'eau traverse désormais aussi la commune de Sachseln.

Lammbach (BE)

1	Conditions-cadres		* •†† † ♠		-	
Canton	Berne	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Communes	Brienz, Hofstetten, Schwanden	Etat 2018 [60] LT = Laves torrentielles				extrême
Maître d'ouvrage	Corporations de digues de Brienz, Schwanden et Hofstetten	Débit de pointe [m³/s]	8.3	15.0	23.0	30.0
Exécution	Mätzener&Wyss Bauingenieure AG	Charriage [m³]	50'000	125'000	220'000	750'000
(début du projet)	(2010)	Bois flottant [m ³]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Surface du BV	3.6 km ²	Processus déterminant	LT	LT	LT	LT
Etat du projet fin 2021	En cours		<u>i</u>		<u>[</u>	<u> </u>
Caractéristiques du BV	Chenal massif, éboulis raides avec matériaux g gros blocs sont presque absents ; la stratificatio pentes raides et non boisées (processus de glis (surtout processus de chute) ; sur le cône de de	n inclinée des roches dét ssement) ; versant sud : p	ermine la to entes raide	pographie s, en grand	du BV ; v le partie l	versant est : herbeuses

Caractéristiques du torrent

Enorme potentiel de charriage, interaction complexe des conditions météorologiques, de l'érosion, des glissements de terrain et des ouvrages de protection ; de très grandes quantités de matériaux charriables se trouvent dans le cours moyen et supérieur, qui peuvent être mobilisées en cas de précipitations extrêmes ou d'événements rares ; il faut s'attendre à des dépôts de grande ampleur sur le territoire urbanisé

Processus

LT en partie superposées et influencées par des chutes de pierres, glissements de terrain, avalanches et l'érosion

Evolution historique Jusqu'à la vérification

Espace naturel: grands défrichements du Moyen Age ont déstabilisé les versants; avec les mesures de reboisement (dès 1896), la qualité et la surface de la forêt, et donc la stabilité des versants, ont fortement augmenté. Espace culturel: forte croissance démographique (19e et 20e siècles). Avec le système de protection et en l'absence de grands événements, la zone du cône de déjection a été de plus en plus utilisée (augmentation du potentiel de dommages)



Système de protection existant



Mise en place et adaptations



La lave torrentielle de 1896 a causé de gros dégâts sur le cône de déjection

Objectif de protection

Protection du potentiel de dommages (milieu bâti, infrastructure et terres agricoles)

Mise en œuvre du concept de protection



Stabilisation du lit et des pentes par une succession de seuils (env. 20) depuis 1896 ; Ouvrages déflecteurs pour la protection contre les débordements au niveau du sommet du cône de déjection ; Le lit actuel au niveau du sommet du cône de déjection est fortement incisé :

Dépotoir à alluvions pour la rétention sur le cône de déjection depuis 1896 Transit au moyen d'un chenal renforcé et de digues sur le cône de déjection depuis 1896, seuils pour stabiliser le chenal du cône depuis 1950



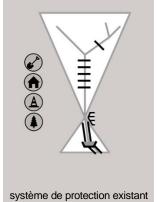
Les espaces paysagers sur le cône de déjection ("Louwene") ont été préservés (pour des raisons de sécurité, mais aussi en raison de l'utilisation de terres agricoles)



Des corporations de seuils, prélevant une taxe séparée et affectée au cours d'eau, existent depuis le 19° siècle dans chaque commune



Reboisement pour stabiliser les glissements de terrain et réduire le charriage dans le chenal depuis 1896 (élément principal du système de protection avec les ouvrages)



Vérification de l'adéquation Des mesures constructives et forestière ont stabilisé le système du chenal, le Lammbach était considéré comme "dompté" ; le volume de rétention des seuils est cependant épuisé, leur stabilité est en partie compromise



Comparaison des systèmes de protection existant et futur



Une adaptation fonctionnelle du système a eu lieu : le système de protection existant a été conservé, optimisé et complété. Ceci est justifié car :

- L'efficacité de l'ensemble du système de protection existant est bonne.
- Les seuils ont atteint la fin de leur durée de vie mais remplissent encore leur fonction et stabilisent le lit. Bonne efficacité sauf en cas d'événements rares.
- Des adaptations sont nécessaires, car le volume de rétention des seuils est épuisé et la stabilité est en partie compromise.
- L'abandon de la succession de seuils entraînerait la libération d'un volume de charriage trop important. Le maintien des constructions empêche l'aggravation de la situation de danger.
- Le degré de protection est massivement amélioré par des adaptations. Un système capable de résister aux surcharges est mis en place et la flexibilité est augmentée.
- La solution trouvée est en accord avec la GIR. Elle différencie les risques et consiste en une combinaison optimale de mesures :
 - 1) Les nouveaux risques sont évités par des mesures d'aménagement du territoire
 - 2) Les mesures constructives empêchent les fortes intensités sur le territoire urbanisé (c'est-à-dire pas de victimes)
 - 3) Les intensités moyennes et faibles sont acceptées ; les risques qui en découlent sont réduits par des mesures de protection des objets
 - 4) Les risques résiduels sont réduits par des mesures organisationnelles





Ouvrages de protection vieillissants (gauche [60], milieu [Jungfrauzeitung 2019])

Carte © swisstopo

Evènements marquants Depuis le 15e siècle, de nombreux événements sont documentés ; les événements majeurs de 1499 et 1797 ont eu des conséguences catastrophiques sur le cône de déjection ; l'événement majeur de 1896, provoqué par un glissement de terrain, a entraîné de gros dégâts et déclenché la construction du système de protection existant; aucun événement dommageable n'a eu lieu depuis.

Conditions-cadres particulières

Projet de protection contre les crues avec des conditions-cadres complexes, une grande étendue de projet et de nombreux acteurs. Lacune en termes d'événements : aucun sinistre n'a eu lieu depuis 1896 (plus de 120 ans !). La succession de seuils n'est pas visible depuis le territoire urbanisé et demeure difficilement accessible Le tourisme est important, la conservation du cadre paysager doit être garantie par le projet.

Les intempéries catastrophiques de 2005 dans toute la Suisse et le débordement des ruisseaux voisins ont mis en

Evolution future À partir de la vérification

Espace naturel : évolution incertaine, de nouvelles mesures pour la stabilisation (forêt) Espace culturel : le tourisme et la préservation du cadre paysager restent importants.



Système de protection futur



Vérification de l'existant

évidence la situation de danger ; Le Lammbach, quant à lui, est resté dans son lit. La carte des dangers 2010 montre un déficit de protection

Objectif de protection

Protection du milieu bâti et des infrastructures sur le cône de déjection, mise en œuvre de la GIR

Mise en œuvre du concept de protection

Assainissement de seuils dans le BV pour stabiliser le lit et les pentes Nouveau dépotoir à alluvions au sommet du cône de déjection pour compléter la rétention des matériaux charriés

Extension du dépotoir à alluvions existant sur le cône pour la rétention Transit au moyen d'un renforcement du chenal et de digues ; La gestion de l'entretien et l'entretien des ouvrages dans le BV restent centraux



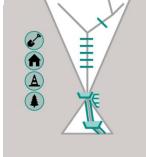
Carte des dangers et sa prise en compte dans les plans d'affectation



Planification des mesures d'urgence et plans d'intervention, le transfert de connaissances est assuré, la surveillance des ouvrages dans le BV reste centrale



Poursuite des mesures forestières dans le BV (centrales pour le concept d'aménagement ainsi que pour l'écologie)



système de protection futur

Critères principaux de décision

Protection, rapport coût-efficacité, robustesse et adaptabilité, faisabilité technique et acceptation politique





- Projet complexe, traité de manière approfondie et détaillée. Les documents de projet détaillent l'examen de toutes les possibilités, les décisions motivées et les nombreuses clarifications indépendantes réalisées lors de l'élaboration des bases du projet. L'étude des variantes repose sur des objectifs de projet clairs.
- Un compromis a été trouvée entre la sécurité contre les crues, le développement urbain et l'utilisation efficiente des ressources. Les acteurs locaux ont joué un rôle central : ils connaissent la région, l'histoire et la population et sont des personnes dont l'opinion est
- Un facteur de réussite a été l'interaction de l'équipe de projet expérimentée et se soutenant mutuellement avec des acteurs de tous les domaines pertinents (locaux, planificateurs, autorités) ainsi que la communication organisée via les organes et les voies existants (interne : ouverte, honnête et approfondie, externe : unanime, basée sur des faits, digne de confiance).
- Un nouveau dépotoir à alluvions dans le futur système de protection a été initié par des interventions lors de la procédure de participation. La variante a été examinée et acceptée de manière ouverte et sérieuse. Une véritable participation a été possible dès le début du projet.
- On a laissé suffisamment de temps pour toutes les étapes jusqu'à la recherche d'une solution (élaboration des bases, étude des variantes et processus de décision). Une communication transparente, continue et honnête a accompagné le processus et a permis d'orienter les attentes

Merdenson (VS)

1	Conditions-cadres		***		1	
Canton	Valais	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Commune	Val de Bagnes (Vollèges, Bagnes)	Etat 2017 [65] LT = Laves torrentielles				extrême
Maître d'ouvrage	Commune Val de Bagnes	Débit de pointe [m³/s]	15 Crue		เทด	30-40 Crue
Exécution	DEALP SA (2010)		140 LT	200 LT		300 LT
(début du projet)	1527 (2010)	Charriage [m³]	60'000	150'000	n.d.	400'000
Surface du BV	3.6 km ²	Bois flottant [m ³]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Etat du projet fin 2021	En cours. Début de la construction été 2021	Processus déterminant	LT	LT	LT	LT
Caractéristiques du BV	BV avec trois sous-bassins versants très raide (10%) et de surfaces boisées (65%); les différ grandes quantités de matériaux charriés mobil	ents cours d'eau sont raide	es et soumi	s à une fort		
Caractéristiques du torrent	Les 3 affluents présents dans le BV se rejoigne Dranse après environ 2.2 km, à la cote 780 ; p précipitations exceptionnelles ; dépôt dans des du cône (env. 10'000 m³/an) ; les LT liquides p	lusieurs laves torrentielles s sections critiques sur le c	par an (5-1 ône de déje	0 par an !), ection, surto	même en out au nive	l'absence de eau du sommet
Processus	LT influencée par des processus d'érosion et de chute dans le BV ainsi que par des dépôts d'événements antérieurs					
Evolution historique Jusqu'à la vérification		Espace naturel : le BV est très dynamique et soumis à des changements constants. Espace culturel : extension modérée du milieu bâti sur le cône de déjection depuis 1980, la voie ferrée et la route donne un cadre				
				V 1/		



Système de protection existant



Mise en place et adaptations



Evénements récurrents et fréquents, en partie avec des conséquences dommageables, notamment pour le hameau de Cries (Vollèges) ; adaptations, compléments et surtout mesures d'entretien et prélèvements de matériaux charriés après chaque événement

Objectif de protection

Rétention des matériaux charriés dans le BV, apport dosé de matériaux charriés sur le cône. Transit sans dommage des laves torrentielles par le cône jusque dans la Dranse

Mise en œuvre du concept de protection



Depuis 1942, la succession de seuils dans le BV stabilisent berges et chenal et retiennent les matériaux charriés (100'000 m³ au total).

Des digues au sommet du cône empêchent les débordements sur le territoire urbanisé Une série de petits seuils stabilise le chenal sur le cône de déjection Transit sur le cône avec maintien du chenal grâce à l'entretien et au prélèvement de

Transit sur le cône avec maintien du chenal grâce à l'entretien et au prélèvement de matériaux charriés (surtout au niveau du sommet du cône et de l'embouchure), documenté depuis le milieu du 20e siècle ; élément central du système de protection



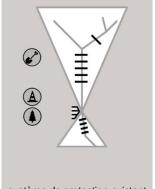
Aucune connue historiquement



Interventions en cas d'événement



Réduction du charriage par la stabilisation des talus et la réduction de l'érosion avec des travaux forestiers dans le BV (depuis au moins 1962) et l'entretien des berges



système de protection existant

Vérification de l'adéquation De nombreux ouvrages dans le BV sont en mauvais état ou détruits, le système n'est pas efficace ; les ouvrages sont difficiles d'accès et leur entretien est coûteux ; l'objectif de rétention des matériaux charriés dans le BV n'est pas atteint, les seuils sont rapidement remblayés ; le système n'est pas robuste, pas flexible, pas adaptable, pas adéquat



Comparaison des systèmes de protection existant et futur



Un changement fonctionnel du système a eu lieu: Les constructions non appropriées dans le BV sont abandonnées, leur détérioration est surveillée. Concentration sur la gestion des matériaux charriés par une combinaison optimale de mesures sur le cône de déjection. Le changement de système s'est imposé, entre autres pour les raisons suivantes:

- Le BV est trop abrupt et il y a trop de matériaux mobilisables pour que l'on puisse empêcher l'apparition du processus de danger. Cela signifie qu'il fallait trouver une solution pour la gestion des matériaux charriés sur le cône de déjection.
- Le BV est difficilement accessible, les travaux de construction ne sont possibles que dans des conditions difficiles: terrain escarpé, processus d'éboulement et d'érosion.
- Seuils existants en partie en très mauvais état ou détruits; chaque fois, après peu de temps, les ouvrages de retenue sont remblayés ou détruits.
 L'histoire montre que les constructions dans le BV ne sont pas durables. Il est décidé de renoncer à ces constructions à l'avenir. A long terme, trois à quatre ouvrages clés seront maintenus dans un état minimal pour conserver l'efficacité du système de protection.
- Le prélèvement de matériaux charriés reste une tâche permanente. Objectif : maintenir le canal libre pour le transit des matériaux charriés.
- Les mesures de génie biologique restent un élément important du système de protection, Objectif: réduction de l'apport de matériaux charriés, maintenir le canal libre.
- Le futur système de protection permettra d'atteindre le maximum réalisable actuellement. Les objectifs de protection sont différenciés et les grands événements sont déviés.





Ouvrages de protection vieillissants (gauche) et travail d'entretien (milieu) [64]

Carte © swisstopo

Evènements marquants

Vaste historique d'événements : 5 à 10 événements ont lieu chaque année ! De grandes laves torrentielles, par exemple en 1933, 1941, 1961, 2001, 2009, 2015 ont entraîné des dommages sur le cône de déjection et des mesures subséquentes (surtout constructives et d'entretien).

Conditions-cadres particulières Gros travaux d'entretien annuel en raison des fréquentes et inévitables laves torrentielles ; dynamique très élevée !
En 1956, la construction d'une centrale hydroélectrique sur la Dranse a entraîné une diminution de la capacité de transport et une augmentation du remous d'exhaussement à l'embouchure du Merdenson. Un contrat avec FMM SA (Forces Motrices de Mauvoisin) règle le prélèvement des matériaux charriés à l'embouchure jusqu'en 2043.

Evolution future À partir de la vérification Espace naturel : le système et les processus restent très dynamiques, des changements supplémentaires dus au changement climatique sont possibles.

Espace culturel : la gestion des matériaux charriés à l'embouchure de la Dranse après 2043 n'est pas encore définie.



Système de protection futur



Vérification de l'existant



Situation générale insatisfaisante : la situation de danger existante et les travaux d'entretien nécessaires chaque année ont conduit à une vérification ; en 2002, un état des lieux a montré que de nombreux seuils étaient en mauvais état

Objectif de protection Objectifs sécuritaires, environnementaux et socio-économiques ; gestion du charriage sur le cône de déjection ; différenciation des biens à protéger : protection des bâtiments/des infrastructures principales contre les crues rares, protection partielle de l'agriculture contre les crues fréquentes, événements extrêmes maîtrisés dans la zone agricole

Mise en œuvre du concept de protection



Focalisation sur les ouvrages clés, la plupart des constructions dans le BV ne sont pas conservées; Protection de l'agglomération contre les débordements par des digues au sommet du cône (à droite); Equilibrage du profil en long et maintien de seuils sur le cône pour un transit optimal et une stabilisation du chenal; Digues sur le cône pour diriger les débordements vers des zones à faible potentiel de dommages; Gestion de l'entretien, mesures de maintenance, le système est optimisé en permanence grâce à l'entretien



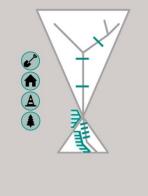
Carte des dangers et sa prise en compte dans les plans d'affectation



Alerte précoce, planification des mesures d'urgence et plans d'intervention La surveillance du BV reste un élément central



Poursuite des travaux forestiers dans le BV et entretien des berges sur le cône Mesures de remplacement dans le cadre des dispositions légales

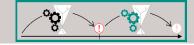


système de protection futur

Critères principaux de décision

Atteinte des objectifs de protection, durabilité des mesures, comportement en cas de surcharge, rapport bénéfices-coûts ; investissement dans l'avenir, car on s'attend à des coûts de rénovation et d'entretien futurs moindres





- La décision de changer de système était rationnelle et logique. Néanmoins, la formalisation écrite de l'abandon des ouvrages dans le BV a nécessité du temps aux personnes concernées, beaucoup de travail et d'efforts ayant été investis par le passé dans ces constructions.
- Les ouvrages dans le BV ne sont plus entretenus, mais leur détérioration est surveillée.
- La gestion du charriage doit être considérée dans son ensemble : rétention, prélèvement des matériaux et stratégie d'utilisation.
 La gestion du charriage doit être planifiée à long terme : le potentiel de charriage a toujours été important et le restera à l'avenir.
- Les grandes digues au sommet du cône de déjection (hauteur d'environ 15 m) représentent une atteinte au paysage.
- Les objectifs de projet largement soutenus ont permis de garder une vue d'ensemble du projet et de procéder de manière ciblée pendant des années
- Le futur système du cours d'eau sera créé en plusieurs étapes et sur plusieurs années (processus).
- Fusion de communes pendant le projet de protection contre les crues. Le degré d'implication et d'intérêt pour le projet de protection contre les crues varie d'une commune à l'autre.
- L'implication des acteurs locaux est essentielle pour saisir toutes les conditions-cadres de l'espace naturel et culturel (elles ne sont pas toujours visibles).
- La documentation des décisions importantes, y compris leur justification, permet de les comprendre aujourd'hui et à l'avenir.

Nasenbach (SG)

1	Conditions-cadres		*	+		
Canton	Saint-Gall	Scénarios de base	30ans	100	300	Evénement
Communes	Wildhaus - Alt St. Johann	Stand 2020 [66] OP = Ouvrage de protection		ans	ans	extrême
Maître d'ouvrage	Commune de Wildhaus – Alt St. Johann	Débit de pointe [m³/s]	7	10	14	n.d.
Exécution (début du projet)	Basler&Hofmann AG (2013)	Charriage [m³]	3'200 sans OP 4'500 destruction OP	5'900 sans OP	n.d.	n.d.
Surface du BV	1.5 km ² (ensemble avec la Wildhuser Thur 17.2 km ²)	D 1 1 2	2'500 avec OP			
	,	Bois flottant [m ³]	50	100	150	n.d.
Etat du projet fin 2021	Le projet de mise à l'enquête est disponible sous forme d'ébauche	Processus déterminant	Crue	Crue	Crue	Crue
Caractéristiques du BV	BV hétérogène karstique avec écoulement soute influence plutôt faible sur l'écoulement du Nasent		rstique varient fort	ement,	mais o	nt une
Caractéristiques du torrent	Le Nasenbach a deux chenaux partiels équivalents ; le ravin occidental est escarpé (Ø 30%) avec des talus en partie très raides, sujets aux glissements. Seul ce versant du BV est aménagé et contribue au charriage ; dans le cours moyen, profonde incision et flancs abrupts avec niches d'arrachement et des dépôts d'éboulis ; sur le cône de déjection, le chenal n'est que peu marqué, des inondations de grande ampleur sont possibles ; dans la zone d'habitation, embouchure dans la Wildhuser Thur					
Processus	Inondations, épandage d'alluvions					
Evolution historique Jusqu'à la vérification		Espace naturel : pas de changements importants connus Espace culturel : augmentation du potentiel de dommages dans le milieu bâti sur le cône de déjection				

Système de protection existant



Mise en place et adaptations



Événements : La branche ouest du Nasenbach a probablement été aménagée avec des seuils en bois dans les années 1920, suite à un événement survenu en 1919

Objectif de protection Protection des zones d'habitation et des terres agricoles par la rétention des matériaux charriés dans le BV (réduction de l'apport de matériaux charriés et approfondissement du lit).

Un objectif économique supplémentaire possible était la création d'emplois

Mise en œuvre du concept de protection



Succession de seuils (seuils tous les 1.5-2 m) dans le BV pour stabiliser le chenal Transit sur le cône par un chenal renforcé ; Rétention des matériaux charriés dans un petit dépotoir à alluvions avant l'embouchure dans la Wildhuser Thur



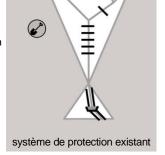
Aucune connue historiquement



Aucune connue historiquement ; en cas d'événement, les forces d'intervention maintiennent libre le passage sous les ponts



Aucune connue historiquement

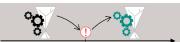


Vérification de l'adéquation

Mauvais état des ouvrages, efficacité insuffisante, il faut s'attendre à la destruction ou à la destruction partielle d'ouvrages déjà lors d'événements fréquents ; une grande quantité de matériaux charriés et de bois mort se sont accumulés à proximité du chenal dans le BV ; les seuils sont peu flexibles, difficiles d'accès, coûteux à entretenir

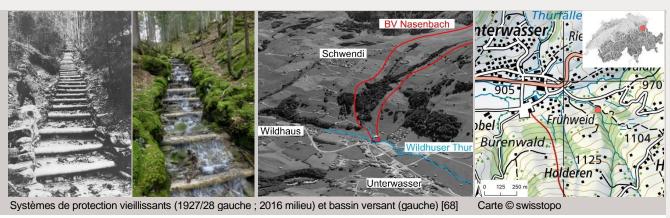


Comparaison des systèmes de protection existant et futur



Un changement fonctionnel du système a eu lieu : La succession de seuils dans le bassin versant est abandonnée et n'est plus entretenue. A l'avenir, la gestion du charriage se fera sur le cône de déjection et non plus dans le BV comme auparavant. Le changement de système a été justifié par :

- Mauvais état des ouvrages de protection, effondrement possible de l'ensemble du système. L'entretien a probablement été négligé en raison d'une mauvaise accessibilité, d'un manque de clarté dans les responsabilités et d'un manque de conscience de l'utilité du système. Un maintien du système serait nettement plus coûteux que le changement de système.
- La prise en compte de la durée de vie totale du système, de l'entretien futur et de l'héritage à la/aux génération(s) suivante(s) plaide en faveur d'un changement de système en tant qu'investissement dans l'avenir (en termes d'entretien, de fiabilité et d'adéquation des mesures).
- L'état écologique du sous-bassin versant occidental est fortement dégradé en raison des aménagements constructifs réalisés jusqu'à présent. Le nouveau système apporte une amélioration dans de nombreux domaines : protection contre les crues, écologie et société.
- La phase de transition est réalisable : entretien approprié, surveillance et entretien des forêts de protection accompagnent la dégradation contrôlée des ouvrages (dégradation = scénario pertinent pour le dimensionnement du nouveau dépotoir). Le futur système résiste mieux aux surcharges et est plus flexible que le précédent.
- Stratégie globale : rétention des matériaux charriés au niveau du Nasenbach avant l'embouchure, en combinaison avec une stratégie de transit vers la Wildhuser Thur.



Evènements marquants L'histoire des évènements du Nasenbach est difficilement séparable de celle de la Wildhuser Thur Dernières inondations sur le cône de déjection en 1990, 2000, 2011 et 2015.

Conditions-cadres particulières

Le système de protection contre les crues du Nasenbach n'est pas un projet isolé, mais a été traité dans le cadre du concept de protection de la Wildhuser Thur ; le Nasenbach doit être considéré comme partie du système global comprenant la Wildhuser Thur.

Evolution future À partir de la vérification Espace naturel : changements possibles (par ex. dans la végétation) en raison du changement climatique Espace culturel : le tourisme (et donc p. ex. la préservation du paysage et le développement touristique) reste important.



Système de protection futur



Vérification de l'existant

Le projet de protection contre les crues sur la Wildhuser Thur a déclenché la vérification du Nasenbach : motifs : réflexion sur la rentabilité, potentiel de charriage, état écologique et état des ouvrages de protection du Nasenbach ; pour la solution sur la Wildhuser Thur, l'intégration du Nasenbach est nécessaire ; la carte des dangers 2012 et les inondations ont mis en évidence le déficit de protection

Objectif de protection

Objectifs pour la PCC, la nature, le paysage, la socio-économie et les coûts. Gestion du charriage sur le cône : écoulement sans inondation ou débordement sur le territoire urbanisé, pas de défaillance de l'ensemble du système

Mise en œuvre du concept de protection



Abandon de la succession de seuils dans le BV

Transit des matériaux charriés sur le cône de déjection dans un chenal renforcé agrandi (lit à forte rugosité); Rétention des matériaux charriés sur le cône, avant l'embouchure dans le cours d'eau récepteur, avec un dépotoir à alluvions agrandi Gestion de l'entretien, entretien comme tâche continue sur le long terme



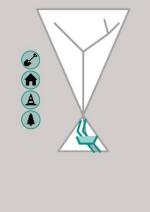
Mise à disposition d'un espace d'épandage des sédiments suffisant Déplacement du cours d'eau sur le cône de déjection, adaptation du plan de zones Carte des dangers et prise en compte de celle-ci dans le plan d'affectation



Monitoring pour un contrôle périodique des mesures Alerte précoce, planification des mesures d'urgence, concept d'alarme



Reboisement de la forêt protectrice, travaux d'entretien dans le cours d'eau Revalorisation écologique globale, p. ex. par l'interconnexion de l'ensemble de l'espace du cours d'eau et de la variabilité (morphologique et hydraulique)



système de protection futur

Critères principaux de décision

Coûts (en termes de cycle de vie complet et d'entretien des ouvrages), héritage pour la ou les générations futures, valorisation écologique, sécurité, système capable de résister à la surcharge et robuste, adaptable et flexible





- La recherche d'une solution n'était possible qu'avec une vision d'ensemble, l'entièreté du système, y compris tous les affluents, devant être considérée. Les conditions-cadres légales ont donné une direction pour l'élaboration d'un système de protection approprié.
- Il n'y avait guère d'attachement émotionnel aux constructions existantes. Cela ressort notamment de l'histoire du système de protection : p. ex., manque d'entretien/d'investissement et le fait que la construction a éventuellement eu lieu pour des raisons de création d'emplois.
- Scénarios de dimensionnement différenciés par variante ; la comparaison des variantes a soutenu la décision et la communication.
- Le nouveau dépotoir a nécessité plus d'espace et un déplacement de certaines infrastructures (route, conduites). L'implication précoce des personnes, une communication objective et justifiée et la confiance au sein de l'équipe de projet ont été des facteurs de réussite.
- La rentabilité n'est qu'un des critères. Différents domaines profitent du projet de protection. Une répartition des coûts transparente et justifiée est importante. Un rapport bénéfices-coûts tout juste insuffisant a pu être relativisé par une réflexion au-delà de la durée de vie.
- Avec la mise en œuvre du futur système de protection, le Nasenbach deviendra un cours d'eau communal. L'obligation d'entretien passe ainsi des propriétaires fonciers à la commune.

Palanggenbach (UR)

1	Conditions-cadres		***		+	
Canton	Uri	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Communes	Seedorf, Attinghausen	Etat 2015 [70]				extrême
Maître d'ouvrage	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	Débit de pointe [m³/s]	17-23	26-35	34-46	n.d.
	génie civil	Charriage [m ³]	32'000	50'000	67'000	n.d.
Exécution (début du projet)	Kissling+Zbinden (2017)	Bois flottant [m ³]	75	150	250	n.d.
Surface du BV	10.8 km²	Processus déterminant			Crue avec	n.d.
Etat du projet fin 2021	En cours		charriage	charriage	charriage	<u> </u>

Caractéristiques du

ΒV

La partie supérieure du bassin versant, jusqu'à peu avant le sommet du cône de déjection, est naturelle et sauvage ; les apports de matériaux charriés se font par de nombreuses ravines propices aux LT ainsi que par des processus d'éboulement et de glissement (par ex. la "grosse Breche", une surface d'érosion d'environ 50'000 m²). Le profil en long peut être divisé en trois zones : 1) Tronçon montagneux dans la partie supérieure du BV (Ø18% de pente) ; 2) tronçon de gorge jusqu'au sommet du cône de déjection (Ø26%) ; 3) cône de déjection du torrent (Ø6%). Embouchure dans la Reuss

Caractéristiques du torrent

Le BV est propice aux laves torrentielles ; aucune LT n'est attendue en aval du sommet du cône de déjection ; les processus de glissement et les éboulements influencent considérablement le volume de charriage : les événements dommageables ont toujours été précédés d'un apport de matériaux dans le chenal ; le torrent escarpé a une très grande capacité de transport et un charriage important ; la problématique du bois flottant doit être prise en compte

Processus Sur le cône de déjection : crues avec charriage influencées par des processus de glissement et de chute dans le BV

Evolution historique Jusqu'à la vérification

Espace naturel : pas de changements importants dans le BV ; les affluents sur le cône de déjection ont été mis sous terre au 20e siècle. Espace culturel : extension du milieu bâti ; la construction de digues sur la Reuss a provoqué un écoulement à travers le milieu bâti suite à un débordement du cours d'eau en rive gauche ; l'obligation d'aménager les eaux a été transférée de la commune au canton, ce qui a entraîné une diminution de la responsabilité individuelle



Système de protection existant



Mise en place et adaptations



Dès 1890, construction d'ouvrages dans le BV après plusieurs événements majeurs ; révision, assainissement et adaptation permanente, surtout après des événements ; les mesures tendent à se déplacer vers le cône de déjection

Objectif de protection

Retenir partiellement les matériaux charriés juste en amont du sommet du cône Transit des débits et protection contre les débordements sur le cône (évmt. majeurs)

Mise en œuvre du concept de protection



Quelques seuils ponctuels dans le BV depuis 1890 stabilisent le lit et les pentes Dans le tronçon des gorges (avant le sommet du cône), retenue du charriage dans dépotoir à alluvions depuis 1988 ; Transit sur cône avec aménagement en dur, en partie en forme de canal (digues et succession de seuils) du sommet du cône à l'embouchure. Prélèvements de matériaux charriés dans le dépotoir, sur le cône et à l'embouchure, documentés depuis 1995, élément central du système de protection



Aucune connue historiquement



Interventions en cas d'événement



Léger élargissement de la zone d'embouchure après la crue de la Reuss en 1987



Vérification de l'adéquation

Capacité des ouvrages de protection insuffisante (dépotoir à alluvions) ou en mauvais état (seuils avec des fondations pas suffisamment profondes, digues non résistantes aux débordements, nécessité d'assainir divers ouvrages) ; efficacité généralement insuffisante, surcharge incontrôlée ; déficits écologiques importants



Comparaison des systèmes de protection existant et futur



Un maintien fonctionnel du système a été privilégié avec deux adaptations centrales : Augmentation de la rétention au niveau du sommet du cône et élargissement du chenal au niveau du cône, avec point de débordement et corridor de surcharge. La fonction initiale (rétention au niveau du sommet du cône, transit sur le cône) est maintenue et un système de protection plus robuste et plus écologique est créé. Ceci est motivé par :

- Les seuils dans le BV sont conservés, car ils sont encore en bon état. Les seuils individuels ne sont toutefois pas d'importance systémique et leur avenir doit être déterminé au cas par cas en temps voulu. A moyen terme (dans 20 à 40 ans), il faudra trouver une solution pour le seuil "Loch" au sommet du cône. La solution actuelle, avec le nouveau dépotoir à alluvions situé directement en aval de ce seuil, est flexible et éventuellement utile en cas de futur démantèlement contrôlé du seuil. Un changement de système éventuel concernant le seuil "Loch" a été initié, il est ainsi possible d'agir en cas d'événement.
- Un assainissement partiel est suffisant dans le cours inférieur: la succession de seuils est en très bon état sur un long tronçon, les anciennes protections de berges sur deux courts tronçons sont renforcées (point de débordement) ou renouvelées (élargissement du chenal). Gain de robustesse et amélioration du point de vue écologique.
- Le futur système de protection n'est pas définitif pour les générations à venir, mais a l'ambition de ne pas bloquer les adaptations futures.
- Les mesures se concentrent sur le sommet du cône et le cône de déjection et non plus sur le BV. Ainsi, un éventuel futur changement ou une adaptation du système est préparé. Ces travaux préparatoires soutiennent les futures décisions relatives à la gestion du système de protection.







Ouvrages vieillissants de g. à d. : Seuil 5 et seuil "Loch" dans le BV, seuils au sommet du cône [69]

Carte @ swisstopo

Evènements marquants

1981-2020 : événements réguliers de crue charriant des matériaux ; au moins une fois par an, des prélèvements de matériaux charriés sont nécessaires dans la zone de l'embouchure ; les événements dommageables se concentrent au tournant des 19e et 20e siècles et entre les années 1960 et 1980 ; le début de ces périodes a été marqué par un apport important de matériaux dans le cours d'eau.

Conditions-cadres particulières

Le cours inférieur du Palanggenbach forme la frontière entre les communes de Seedorf (rive gauche) et d'Attinghausen (rive droite); l'écomorphologie du cours inférieur est fortement dégradée, des sites pollués et des plantes néophytes sont présentes ; un site de reproduction de batraciens d'importance nationale (inventaire fédéral) et une zone de protection du paysage (plan d'affectation) se trouvent dans le périmètre du projet ; dans le très fréquenté espace de loisir du Bodenwald, la coordination et la gestion des exigences de différents groupes sont importantes.

Evolution future

Espace naturel: pas de changements importants attendus.

À partir de la vérification Espace culturel : pas de changements importants attendus, la topographie du BV limite l'utilisation.



Système de protection futur



Vérification de l'existant



Constatation du déficit de protection dans le cadre de la cartographie des dangers de 2002 ; des lacunes ont été constatées lors du contrôle de l'état et de l'efficacité des ouvrages de protection existants ; frais d'entretien élevés (prélèvement de matériaux charriés)

Objectif de protection Transit sans dommage des crues rares, pas de défaillance du système en cas de surcharge, valorisation écologique ; Principe : les mesures mises en place ne doivent pas limiter de futures études de variantes.

Mise en œuvre du concept de protection



Maintien des seuils dans le bassin versant si économiquement supportable Dans le tronçon des gorges, rétention des matériaux charriés par les dépotoirs (l'existant et le nouveau)

Adaptation de l'aménagement du lit sur le cône (digues et seuils) Complément avec point de débordement et des digues secondaires pour le cas de surcharge ; Gestion de l'entretien, l'entretien du chenal est assuré à long terme



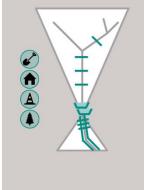
Garantie avec l'aménagement du territoire du corridor de surcharge sur le cône Carte des dangers et sa prise en compte dans les plans d'affectation



Planification des mesures d'urgence et mesures d'intervention



Élargissement du cours d'eau et assainissement du régime de charriage dans la zone de l'embouchure ; Revitalisation des affluents

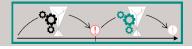


système de protection futur

décision

Critères principaux de Protection, efficacité des coûts, faisabilité technique, sécurité au travail, valorisation écologique Pas de restriction pour les mesures futures





- La réévaluation des scénarios de base pour le projet de protection aboutit à des valeurs bien inférieures à celles de la carte de danger 2002.
- Deux communes concernées. En cas d'événement, déviation ciblée du cours d'eau sur la commune de Seedorf. Cela a pu être justifié de
- Le potentiel de dommages présent sur le cône est relativement faible. Cela a des répercussions aussi bien sur les possibilités concernant l'espace nécessaire pour les futurs systèmes de protection (il y a relativement beaucoup de place disponible) que sur le risque accepté (des incertitudes plus grandes sont tolérées).
- La coordination par une personne centrale (canton), une petite équipe de projet, des rôles clairement définis et une communication directe ont simplifié le déroulement du projet. L'implication de différents autres spécialistes a eu lieu à différents moments, selon les besoins.
- Les synergies ont été exploitées et la situation globale a été améliorée par le projet de protection (protection, loisirs, énergie hydraulique, écologie). La revitalisation des affluents a été examinée de manière plus critique que les nouveaux ouvrages de protection. Les besoins ont été évalués différemment.
- La gestion du système de protection vieillissant était et reste un processus qui se manifeste non seulement par des mesures actives (p. ex. constructions), mais aussi par exemple par l'absence d'entretien (focalisation croissante sur les constructions à proximité du cône de déjection au lieu du BV). Une stratégie claire, vers laquelle on tend, oriente les décisions et les développements.

Ri del Bess (GR)

1	Conditions-cadres		*†† †		-	
Canton	Grisons	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Communes	Mesocco - Val Misox	Etat 2020 [72] LT = Laves torrentielles				extrême
Maître d'ouvrage	Commune de Mesocco	Débit de pointe [m³/s]	12	17	24	n.d.
Exécution	TBA Graubünden, AFRY Schweiz AG (2017)	Charriage [m³]	12'500	17'500	25'000	n.d.
(début du projet) Surface du BV	3 km ²	Bois flottant [m³]	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Etat du projet fin 2021		Processus déterminant	LT	LT	LT	LT

Caractéristiques du BV Le BV est le Val de Gervan ; Géologie : gneiss, schistes, moraines et alluvions ; roches cristallines et sédiments ; géomorphologie marquée par les glaciations de l'époque glaciaire (moraine de fond) ; BV escarpé avec potentiel de charriage illimité, plaine alluviale et cône d'alluvionnement ; utilisation du sol surtout forêt, prairies alpines et milieu bâti

Caractéristiques du torrent

Torrent susceptible de produire des laves torrentielles, cirque avec potentiel de charriage illimité, torrent à chenal raide dans un matériau meuble ; chenal rocheux escarpé avec possibilité d'apports latéraux dus à des glissements de terrain ; le Ri del Bess s'écoule au milieu d'un territoire urbanisé (centre du village de Mesocco) et se jette dans la Moesa

Processus Laves torrentielles et avalanches

Evolution historique Jusqu'à la vérification

Espace naturel : de larges reboisements dans le Val Misox ont stabilisé le BV et réduit l'apport en matériaux charriés Espace culturel : augmentation du potentiel de dommages sur le cône de déjection, surtout augmentation du trafic (A13 axe nord/sud San Bernardino)



Système de protection actuel



Mise en place et adaptations



Les événements à l'origine de la mise en place de mesures et de leur adaptation ont toujours été des LT Cône de déjection : protections de berges connues depuis 1935, canal de dérivation des LT depuis 1945 (événements 1935, 1944); BV : des seuils ont été construits dans le Val de Gervan dans le cadre de deux projets d'aménagement de cours d'eau indépendants en 1951/52 et 1986/87 (événements en 1944 et 1978)

Objectif de protection

Protection du milieu bâti et des infrastructures (notamment l'A13) sur le cône par une limitation de l'apport en matériaux charriés dans le chenal, une rétention du charriage dans le BV et un transit sur le cône de déjection

Mise en œuvre du concept de protection



Succession de seuils dans les cours supérieur et moyen du BV pour stabiliser le lit et les pentes ainsi que pour retenir les matériaux charriés dès 1951, travaux en 1987 Canal de dérivation des laves torrentielles sur le cône depuis 1945



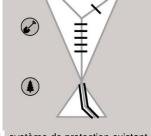
Aucune mesure d'aménagement du territoire documentée n'est connue, mais aucun bâtiment ancien ne se trouve à proximité immédiate du chenal.



Aucune connue historiquement



Reboisements dans le cadre de la construction de l'A13 (forêt de protection de type A) système de protection existant



Vérification de l'adéquation

Le système de protection a en principe fait ses preuves, mais les contrôles techniques ont montré des déficits et une efficacité limitée ; les seuils dans le BV sont en partie en mauvais état ; la stabilité des différents ouvrages et la stabilité globale de la succession de seuils n'est plus garantie ; la capacité du canal sur le cône est trop faible



Comparaison des systèmes de protection existant et futur



Un maintien fonctionnel du système a eu lieu : le système de protection actuel a été maintenu et les mesures optimisées. Le principe de limitation du potentiel de charriage dans le bassin versant est maintenu et mis en œuvre en renonçant sciemment à une partie des ouvrages. Les justifications du maintien du système étaient notamment les suivantes :

- Au moment de la vérification des ouvrages dans le BV (Ri del Bess 2), l'assainissement du canal à lave torrentielles sur le cône de déjection était déjà terminé (Ri del Bess 1). Un changement de système sur le cône n'a donc plus été examiné à ce moment-là. Les mesures prises dans le BV doivent être adaptées aux mesures prises sur le cône de déjection.
- L'abandon de tous les seuils dans le BV n'est pas possible. En effet, pour la sécurité contre les crues de Mesocco, il est nécessaire de limiter la mobilisation des matériaux charriés dans le BV afin que la capacité de débit du canal à laves torrentielles sur le cône de déjection soit suffisante pour le débit de dimensionnement.
- La remise en état ponctuelle de la succession de seuils n'est pas suffisante pour garantir la stabilité globale du système de protection.
- De nombreux seuils existants sont en très mauvais état. D'un point de vue économique et technique, il n'est pas judicieux de les entretenir tous. C'est pourquoi il faut se concentrer sur les ouvrages clés et les rénover afin de garantir la stabilité globale du système tout en limitant les coûts. Les autres ouvrages ne seront plus entretenus et leur abandon sera surveillé.



Evènements marquants LT documentées pour les années 1935, 1944 (10-15'000 m³), 1979 (5'000 m³) et 2015 (7-9'000 m³) Des événements dommageables ont déclenché la mise en place (1935, 1944) et l'adaptation du système de protection (1979, 2015).

Conditions-cadres particulières

Zone du projet divisée en Ri del Bess 1 (canal de dérivation des LT sur le cône de déjection) et Ri del Bess 2 (seuils dans BV). En 2019, un projet d'aménagement hydraulique approuvé en 2017 a été stoppé et remanié ; lors d'une visite de terrain, les mesures de remise en état proposées dans le projet dans la partie supérieure du BV ont été jugées non efficaces ; La route nationale A13 est une condition-cadre rigide ; aucune zone protégée n'est concernée : les finances sont limitées

Evolution future À partir de la vérification Espace naturel: aucun changement important n'est attendu.

Espace culturel: une nouvelle augmentation du trafic nord-sud sur l'A13 est attendue.



Système de protection futur



Vérification de l'existant



L'événement de LT de 2015, qui a causé des dommages aux ouvrages, met en évidence les risques existants et a été le déclencheur d'un projet d'aménagement hydraulique en 2017 ; une visite du BV en 2019 a été le déclencheur de la vérification des mesures envisagées dans le Val de Gervan

Objectif de protection

Limitation de la mobilisation des matériaux charriés dans le BV (Ri del Bess 2) Transit par le village de Mesocco (Ri del Bess 1)

L'objectif est avant tout de protéger le milieu bâti et les infrastructures sur le cône

Mise en œuvre du concept de protection



Rétention des matériaux charriés et stabilisation de l'ensemble du système par le maintien des seuils principaux (ouvrages clés) dans le BV (Ri del Bess 2) Augmentation de capacité du canal de dérivation des LT sur le cône de déjection (Ri del Bess 1); Gestion de l'entretien, mesures d'entretien



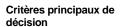
Carte des dangers et sa prise en compte dans les plans d'affectation



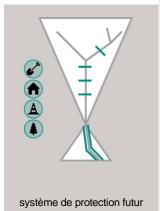
Mesures d'entretien et carte d'intervention



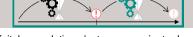
Entretien des forêts de protection



Sécurité structurale, aptitude au service, durabilité et rentabilité des mesures







- Les seuils dans le BV sont difficiles d'accès et ne sont pas visibles depuis les habitations. De ce fait, la population n'est pas consciente de l'état et de l'utilité des seuils. De plus, les travaux de construction dans le BV sont exigeants et coûteux.
- Les plans historiques des projets ne correspondent pas aux seuils sur le terrain. Les données documentées ne peuvent être vérifiées que sur place. Cette étape doit avoir lieu au début du projet, car des bases peu claires ou incorrectes doivent être retravaillées, ce qui peut retarder un projet et entraîner des coûts supplémentaires.
- L'expérience et les connaissances spécialisées des planificateurs sont essentielles pour le traitement d'un projet aussi complexe que celui du Ri del Bess.
- Un projet d'aménagement hydraulique déjà approuvé a été stoppé et retravaillé. Cela s'est avéré payant, car des erreurs subséquentes
- Les bénéfices et le coût des mesures (rentabilité) étaient des facteurs d'évaluation centraux. Outre les nouvelles constructions, l'entretien et l'assainissement des mesures sur l'ensemble de leur cycle de vie, il faut également tenir compte de l'abandon éventuel et/ou du démantèlement des constructions existantes et des coûts qui en découlent. Les subventions peuvent orienter le choix des variantes.
- Une liste des intérêts des différents acteurs et des conflits possibles, établie au début du projet, a permis de garder une vue d'ensemble pendant toute la durée du projet et d'aborder et de résoudre de manière précoce les éventuels conflits. En matière de communication, il était essentiel de créer une compréhension mutuelle malgré les différences de langues et de vocabulaire technique des participants.

Steinibach bei Hergiswil (NW)

1	Conditions-cadres		* ∗iii † ♠			
Canton	Nidwald	Scénarios de base	30ans	100ans	300ans	Evénement
Commune	Hergiswil	Stand 2012 [78]				extrême
Maître d'ouvrage	Commune d'Hergiswil	Débit de pointe [m³/s]	20	30	50	75
Exécution	Schubiger AG Bauingenieure	Charriage [m³]	18'000	28'000	41'000	53'000
(début du projet)	(2009)	Bois flottant [m3]	100	100-500	500	700
Surface du BV	3 km ²	Processus déterminant	Crue avec	Crue avec	Crue avec	Crue avec
Etat du projet fin 2021	Projet partiel terminé, d'autres sont en cours de planification ou sur le point d'être mis en œuvre		charriage	charriage	charriage	charriage
Caractéristiques du BV	Bassin versant très escarpé ; 65% de forêts, 10% plusieurs chenaux d'érosion qui fournissent de l'ea rocheux, dans le cours moyen et inférieur, il est co moyen avec de nombreux glissements, en partie a	u et des matériaux charriés institué de roches meubles	s ; le sous-s ; le charria	sol dans la ge détermin	région de nant provi	s sources est ent du cours
Caractéristiques du torrent	Le Steinibach est l'un des six ruisseaux qui prennent leur source dans la région du Pilatus et se jettent dans le Lac des Quatre-Cantons à Hergiswil ; il passe au milieu de Hergiswil et divise le milieu bâti en deux quartiers ; la pente du ruisseau dans le BV est de 15-20% (jusqu'à 30%) et dans le cône de déjection de 7-9% ; en raison de la diminution de la capacité de transport et du transport limité de matériaux charriés, les endroits clés sont depuis toujours les ruptures de pente au niveau du sommet du cône et peu avant l'embouchure du lac (près de l'actuelle route cantonale)				te du ruisseau e la capacité	
Processus	Crues avec charriage ; érosion sur les versants lat	éraux, glissements de terra	ain dans le E	3V		

2

Système de protection actuel



Mise en place et adaptations



Les ouvrages ont été initiés après de nombreux événements dommageables, notamment après l'événement de 1896, puis agrandis, rénovés et adaptés après d'autres événements, notamment ceux de 1977 et 1979

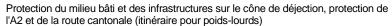
Espace naturel : les glissements et les pentes latérales ont été stabilisés par la construction de seuils dans le BV

Espace culturel : augmentation du potentiel de dommages sur le cône de déjection ; exigences écologiques accrues

Objectif de protection

Evolution historique

Jusqu'à la vérification



Mise en œuvre du concept de protection



La succession de seuils dans le BV stabilise les pentes et le lit et retient les matériaux charriés ; Un dépotoir au niveau du sommet du cône retient les matériaux charriés avant le milieu bâti ; La succession de seuils stabilise le chenal dans la partie supérieure du cône, soumise à une forte érosion ; Le chenal renforcé sur le territoire urbanisé dirige l'écoulement et les matériaux charriés du sommet du cône vers le lac



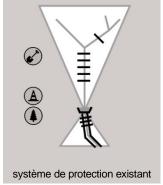
Historiquement, aucune connue lors de l'établissement du système de protection, carte des dangers depuis plus de 20 ans, les zones de danger sont connues



1879 Création de la Commission du torrent, intégration et création d'autres organismes tels que des commissions techniques cantonales, les assurances et les fonds d'aide



Forêts de protection dans le BV et mesures forestières pour le drainage des versants



Vérification de l'adéquation

L'état et donc l'efficacité des ouvrages de protection sont insuffisants : les seuils dans le BV présentent en partie un risque de rupture ou sont affaiblis par l'affouillement ; déficit de capacité, surtout pour les dépotoirs et les passages sous pont ; l'effondrement des ouvrages et un exhaussement du lit sont possibles au niveau du chenal renforcé ; grand déficit de protection, risque de dommages sur les bâtiments et les personnes extrêmement élevé sur le territoire urbanisé (près de 1 million de CHF par an) ; le cours d'eau est fortement perturbé sur le plan écologique



Comparaison des systèmes de protection existant et futur



Il y a eu un **maintien fonctionnel du système**. Le type de fonction des ouvrages de protection est maintenu : Stabilisation et retenue dans le BV, transit sur le cône. Des éléments isolés sont assainis, élargis, adaptés et en partie modifiés de manière significative. Le cours inférieur est modifié par un aménagement proche de l'état naturel du chenal renforcé (lit à forte rugosité) ; la fonctionnalité écologique ainsi que la connectivité longitudinale et transversale sont fortement améliorées.

- Il y a peu de marge de manœuvre pour différents concepts de protection contre les crues: ils sont limités par la topographie et l'espace limité (BV abrupte, grandes différences de pente, charge de matériaux charriés élevée, milieu bâti dense et des infrastructures sur le cône). Il n'est pas possible de changer de système, par exemple en abandonnant les seuils dans le bassin versant ou avec une déviation sur le cône (le volume de charriage est trop important et aucun aménagement de grande envergure n'est possible sur le cône de déjection). Le maintien fonctionnel du système reste la seule possibilité, l'adaptation des ouvrages est nécessaire.
- Grâce à des modifications parfois importantes des ouvrages de protection (lit à forte rugosité à la place du chenal renforcé) et à une combinaison optimale de mesures, un futur système de protection adéquat a pu être mis en place malgré les grands défis et les conditions-cadres exigeantes.
 Les coûts d'entretien et de remise en état des seuils dans le BV peuvent être réduits en se concentrant sur les seuils inférieurs (<1'100 m d'altitude) et en augmentant la capacité du dépotoir à alluvions. Amélioration notamment de la robustesse et de l'écologie du système.
- Amélioration globale dans tous les domaines : protection, écologie, économie et société, de manière durable et selon les principes de la GIR.





Ouvrages de protection du système de protection existant [78]

Evènements marquants Depuis le 18e siècle, de nombreux événements sont documentés ; Hergiswil a souvent été inondée, les ouvrages de protection ont été endommagés ; Les inondations de 1896, 1977, 1979 (événement le plus important à ce jour, avec 40'000 m³ de matériaux charriés) et 2005 ont été particulièrement importantes ; elles ont à chaque fois déclenché la création ou l'adaptation d'une partie du système de protection.

Conditions-cadres particulières

Espace naturel : le BV du Steinibach se trouve dans l'inventaire fédéral des paysages, sites et monuments naturels (IFP); dans la zone de la source se trouve un haut-marais à protéger. Espace culturel : en 2002, le canton de NW est classé comme canton à forte capacité financière par la Confédération et a perdu son droit aux subventions ; un projet de protection en cours a alors été interrompu et n'a été repris qu'après l'introduction d'une nouvelles directive de péréquation financière ; Traditions : depuis 1670, il existe des jours de fête pour les cours d'eau (Ascension) en raison des "méchant cours d'eau" (trad.) ; le Vendredi saint, des inspections de ces cours d'eau avaient lieu, à la suite desquelles des mesures d'entretien étaient décidées.

Evolution future À partir de la vérification Espace naturel : augmentation du débit et du charriage attendue à cause du changement climatique. Espace culturel: densification du territoire urbanisé et augmentation du potentiel de dommages sont attendus.



Système de protection futur



Vérification de l'existant



La vérification a été déclenchée par différentes impulsions : l'évaluation des dangers et des risques, la carte des dangers 1999, l'événement de 2005 sans dommages sur le Steinibach et la révision de la carte des dangers 2008 ont mis en évidence un déficit de protection et limité le développement urbain ; concept de PCC établi en 2002

Objectif de protection

Objectifs: suppression des points faibles, définition des objectifs de protection, revalorisation écologique

Système de protection : stabilisation et rétention des matériaux charriés dans le BV et au sommet du cône et transit amélioré par l'augmentation de la capacité d'écoulement, prévention d'une "onde stationnaire" et de l'érosion sur le cône

Mise en œuvre du concept de protection



Maintien et assainissement des seuils dans le BV ; Agrandissement et adaptation de la retenue au sommet du cône (matériaux charriés et bois)

Stabilisation et transit sur le cône avec seuils assainis et adaptés, renaturation et agrandissement du chenal renforcé (lit à forte rugosité) et construction de carénage de ponts, gestion de l'entretien et mesures d'entretien



Adaptation de la carte des dangers et prise en compte de celle-ci dans les plans d'affectation, délimitation des espaces réservés au cours d'eau, des voies d'écoulement et des zones de danger

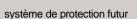


Planification des mesures d'urgence, établissement cantonal d'assurance, commission spécialisée dans les dangers naturels, fonds d'aide, délimitation de zones de décharge en cas de crue, etc.

Définition à long terme de l'exploitation, de la surveillance et de l'entretien



Les mesures forestières dans le BV pour le drainage des versants et l'entretien des forêts de protection restent une tâche permanente ; amélioration substantielle des conditions écologiques dans et autour du chenal



Critères principaux de décision

Transit des crues, robustesse, aspects écologiques et sociaux et système à faible entretien





- L'étude des variantes est influencée par les conditions-cadres et les planificateurs. Les marges de manœuvres ont été communiquées ouvertement. L'expérience et la connaissance technique, de la région et des personnes impliquées ont facilité la mise en œuvre du projet.
- Comme il n'y avait pas eu de sinistre depuis le dernier assainissement du chenal renforcé, la population avait confiance dans le système existant. Le mauvais état (effondrement possible du chenal) n'était pas évident et la population n'en avait pas conscience. Des changements ont pu être mis en œuvre grâce à une communication continue et claire (notamment des analogies, des visites communes).
- La renaturation du cours inférieur a d'abord suscité le scepticisme, un "désert de pierres" (trad.) n'étant pas souhaité. Les aspects esthétiques du système de protection étaient également importants dans la phase de transition. Aujourd'hui, la zone renaturée représente une énorme amélioration pour la flore, la faune et la société (utilisation récréative et sécurité), elle constitue un point d'attraction et sert même à des fins publicitaires.
- Le déficit de protection n'est pas encore totalement éliminé par les mesures mises en œuvre jusqu'à présent. Au niveau des ruptures du profil en long près de la route cantonale et dans la zone du delta, des atterrissements et des débordements restent possibles. Le projet de PCC se poursuit, la mise en œuvre du lot de construction 5.5 dans le cours inférieur (de Allmendi au lac) est prévue (état fin 2021).

Participants à l'échange d'expériences par exemple de cas

Formigario (TI)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Perito Gian Luigi Viviana Prada	Ufficio dei corsi d'acqua, Ct. TI Ufficio dei corsi d'acqua, Ct. TI, modératrice de l'échange d'expériences et membre du groupe d'accompagnement de la publication
Commune/Organisation responsable de l'entretien du cours d'eau	Alberto Giambonini	Consorzio manutenzione arginature e premunizioni valangarie Media Leventina (ancien membre)
Planification	Andrea Pedrini	Lucchini-Mariotta e Associati SA
Equipe de projet	Catherine Berger Sandro Ritler Maike Schneider	geo7 AG HOLINGER AG geo7 AG

Guppenrunse (GL)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Marianne Hefti	Fachstellenleiterin Wasserbau, Abteilung Tiefbau Kt. GL
Commune/Organisation responsable de	Kurt Luchsinger	Präsident Guppenrunskorporation Schwanden
l'entretien du cours d'eau	Adolf Tschudi	Commune Schwanden Süd, Departement Wald und Landwirtschaft
Planification	Markus Gächter	Marty Ingenieure AG; membre du groupe d'accompagnement de la publication
Equipe de projet	Catherine Berger	geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences
	Sandro Ritler	HOLINGER AG
	Maike Schneider	geo7 AG

Gürbe (BE)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Bruno Gerber	Projektleiter Wasserbau, TBA Kt. BE, OIK II
Commune/Organisation responsable de	Kurt Ruchti	Präsident Wasserbauverband Obere Gürbe
l'entretien du cours d'eau		
Planification	Markus Zimmermann	NDR Consulting GmbH, membre de l'équipe de projet de la publication : superviseur
Equipe de projet	Catherine Berger	geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences
	Sandro Ritler	HOLINGER AG
	Maike Schneider	geo7 AG

Kleine Melchaa (OW)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Urs Hunziker	Abteilungsleiter Naturgefahren, Kreisforstingenieur Giswil und Lungern
Commune/Organisation responsable de l'entretien du cours d'eau	Sepp Enz	Präsident Wasserbaukommission Giswil
Planification	Peter Scheiwiller	Schubiger AG Bauingenieure, membre du groupe d'accompagnement de la publication
Equipe de projet	Catherine Berger Sandro Ritler Maike Schneider	geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences HOLINGER AG geo7 AG

Lammbach (BE)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Oliver Hitz	Projektleiter Wasserbau, TBA Kt. BE, OIK I
Commune/Organisation responsable de l'entretien du cours d'eau	Simeon Mathyer	Präsident Schwellenkorporation Schwanden
Planification	Martin Amacher Markus Zimmermann	Mätzener&Wyss Bauingenieure AG NDR Consulting GmbH, membre de l'équipe de projet de la publication : superviseur
Equipe de projet	Catherine Berger Sandro Ritler Maike Schneider	geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences HOLINGER AG geo7 AG

Merdenson (VS)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Eric Vez	Ingénieur cours d'eau, Canton du Valais (Ing. études Bas-Valais)
	Christian Studer	Ingénieur cours d'eau, Canton du Valais (Ing. réalisations Haut-Valais)
	Stéphane Bovier	Ingénieur cours d'eau, Canton du Calais (Ing. réalisations Bas-Valais)
Commune/Organisation responsable de	Jean-Christophe Bessard	Chef d'exploitation, Commune de Val de Bagnes
l'entretien du cours d'eau	Guillaume Joris	Travaux Publics et Environnement, Commune de Val de Bagnes
Planification	Georges Rossier	Idealp SA
Equipe de projet	Alain Foehn	HOLINGER AG, modérateur de l'échange d'expériences
	Catherine Berger	geo7 AG
	Sandro Ritler	HOLINGER AG
	Maike Schneider	geo7 AG

Nasenbach (SG)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Heinz Meier	Abteilungsleiter Abteilung Wasserbau, Kt. SG, membre du groupe d'accompagnement de la publication
	Jürg Marthy	Projektbegleitung Kt. SG
Commune (Maître d'ouvrage)	Thomas Diezig	Bauverwalter Gemeinde Wildhaus – Alt St. Johann
Planification	Lukas Schmocker Ueli Schälchli	Basler&Hofmann, Erarbeitung Auflageprojekt Flussbau AG SAH
Equipe de projet	Catherine Berger Maike Schneider	geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences geo7 AG

Palanggenbach (UR)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Herbert Duss	Projektleiter Abteilung Projekte, Amt für Tiefbau Kt. UR; Projektleiter Projektentwicklung und Ausführung der HWS-Massnahmen am Palanggenbach
Commune/Corporation Uri	Andreas Arnold Daniel Gisler Lukas Wyrsch	Commune Attinghausen Commune Seedorf Korporation Uri, Vertretung Eigentümer
Planification	Markus Knellwolf	Kissling+Zbinden AG
Equipe de projet	Catherine Berger Maike Schneider	geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences geo7 AG

Ri del Bess (GR)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Peter Mosimann	Tiefbauamt Graubünden, Wasserbau, membre du groupe d'accompagnement de la publication
Equipe de projet	Catherine Berger Sandro Ritler Maike Schneider	geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences HOLINGER AG geo7 AG

Steinibach bei Hergiswil (NW)

	Personne de contact	Fonction
Canton	Markus Klauser	Leiter Fachstelle Naturgefahren Kt. NW
Commune/Organisation responsable de l'entretien du cours d'eau	Roman Huber	Abteilungsleiter Werke und Schutz Hergiswil
Planification	Peter Scheiwiller	Schubiger AG Bauingenieure, membre du groupe d'accompagnement de la publication
Equipe de projet	Eva Gertsch-Gautschi Catherine Berger Sandro Ritler Maike Schneider	OFEV, Section Protection contre les crues, direction de projet de la publication geo7 AG, modératrice de l'échange d'expériences HOLINGER AG geo7 AG