



Commission protection contre les crues de l'association hydrosuisse (CIPC)

La revanche hydraulique dans les cours d'eau morphodynamiques

Recommandations de la Commission protection contre les crues

Résumé

La Commission protection contre les crues CIPC complète sa recommandation de 2013 concernant la revanche dans les projets de protection contre les crues et de l'analyse de dangers. Cette approche approfondie vise à prendre en compte les phénomènes qui se produisent dans les cours d'eau larges présentant une morphologie dynamique, tels que, par exemple, les largeurs variables du lit ou la formation de bancs de gravier et d'îles végétalisées. Ces phénomènes ont pour conséquence que le niveau d'eau et la ligne d'énergie ne sont pas répartis de manière uniforme sur la section transversale, mais varient dans l'espace et dans le temps. Plus un lit est ramifié, plus cette variation est importante.

Une méthode de calcul est proposée, permettant de décrire cette variation en fonction du style fluvial et de l'utiliser comme revanche partielle lors du calcul de la revanche nécessaire. La nouvelle recommandation est entièrement compatible avec celle de 2013.

Zusammenfassung / Riassunto

Die Kommission für Hochwasserschutz KOHS erweitert ihre Empfehlung aus dem Jahre 2013 zum Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Mit dem erweiterten Ansatz sollen Phänomene berücksichtigt werden, die in breiten Fließgewässern mit einer dynamischen Morphologie auftreten, also z. B. variable Flussbettbreiten oder die Bildung von Kiesbänken und bewachsenen Inseln. Es wird eine Berechnungsmethode vorgeschlagen, mit welcher diese Phänomene berücksichtigt werden können.

Link zur deutschen Fassung: www.hydrosuisse.ch/freibord

La Commissione per la protezione dalle piene (KOHS) amplia la propria raccomandazione del 2013 relativa al francobordo nei progetti di protezione dalle piene e alla valutazione dei pericoli. L'approccio ampliato tiene conto dei fenomeni che si verificano nei corsi d'acqua di ampia larghezza con una morfologia dinamica, come ad esempio, le larghezze variabili dell'alveo o la formazione di banchi di ghiaia. Viene proposto un metodo di calcolo del francobordo necessario tenendo conto di questi fenomeni.

Link alla versione italiana: www.hydrosuisse.ch/freibord

1. Introduction

Pour déterminer la capacité d'écoulement d'un cours d'eau et dimensionner les ouvrages de protection contre les crues, on tient généralement compte d'une revanche. Dans la pratique de l'ingénierie hydraulique en Suisse, les recommandations de la CIPC (2013) se sont imposées à cet effet. La revanche nécessaire définie dans ces recommandations tient compte des imprécisions dans la détermination du niveau d'eau, de la formation de vagues et du remous d'exhaussement au niveau des obstacles, ainsi que de l'espace nécessaire pour évacuer les débris flottants. Les recommandations de 2013 ont été élaborées pour des cours d'eau étroits à lit plat, présentant un écoulement uniforme et parallèle au cours d'eau, et dont la dynamique morphologique se limite à la variation du lit dans le profil longitudinal.

Dans les cours d'eau larges, tels que ceux créés par exemple par des élargissements de rivière, des processus hydrauliques et morphologiques dynamiques interviennent, ce qui complique la prévision du niveau d'eau déterminant. D'une part, l'imprécision dans le calcul du niveau d'eau moyen est plus importante ; d'autre part, le niveau d'eau n'est pas réparti uniformément sur la section transversale du lit et peut différer considérablement d'un niveau d'eau moyen calculé. La CIPC a donc élargi la méthode de calcul de la revanche nécessaire de 2013 afin de prendre en compte les processus qui influencent le niveau d'eau dans les cours d'eau à morphologie dynamique. La présente recommandation a été adoptée par la CIPC le 1er juin 2026. Elle s'appuie sur les études approfondies menées à ce sujet par un groupe de travail de la CIPC (CIPC 2026a).

La présente recommandation porte sur la revanche nécessaire f_e , qui doit être respectée afin de tenir compte des imprécisions et incertitudes prévisibles lors de la détermination de la capacité d'écoulement. Si d'autres exigences revêtent une importance particulière dans un concept de protection contre les crues, il appartient au maître d'ouvrage ou aux concepteurs de fixer une autre marge de sécurité, qui ne devrait toutefois pas, en règle générale, être inférieure à f_e .

2. Retour en arrière : la recommandation de 2013 relative à la revanche

En 2013, la CIPC a publié des recommandations pour la détermination de la revanche dans le cadre de projets de protection contre

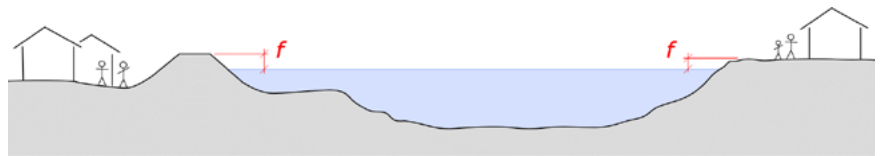


Figure 1 : La revanche correspond à la distance entre le niveau de l'eau et le bord supérieur de la berge.

les crues et lors de l'analyse des dangers (CIPC 2013). Celles-ci sont largement appliquées dans la pratique. La revanche désigne la distance verticale entre le niveau de l'eau et le bord supérieur de la berge ou d'un ouvrage hydraulique, tel qu'une digue longitudinale (Figure 1) ou le bord inférieur d'un pont. La revanche nécessaire f_e désigne la distance qui doit être respectée afin de garantir la capacité d'écoulement du lit déterminée par calcul.

La revanche nécessaire f_e se compose de plusieurs revanches partielles. Celles-ci tiennent compte, d'une part, des imprécisions qui surviennent lors du calcul du niveau d'eau en raison des imprécisions liées à la prévision de la position du lit et à la profondeur d'écoulement, et, d'autre part, des processus hydrauliques tels que la formation de vagues, le remous d'exhaussement au niveau des obstacles ou l'espace nécessaire sous les ponts pour l'évacuation des débris flottants. La revanche nécessaire est appliquée à une estimation optimale du niveau d'eau en cas de crue.

La revanche nécessaire *ne* tient pas compte des incertitudes liées aux scénarios hydrologiques (débit, apport de sédiments), des incertitudes liées au dimensionnement (statique, géotechnique) des ouvrages de protection, ni du potentiel de dommages ou de l'objectif de protection le long du cours d'eau.

La revanche nécessaire est calculée selon la formule (1) :

$$f_{\min} \leq f_e = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2} \leq f_{\max} \quad (1)$$

où : f_e = revanche nécessaire ; $f_{\min}$ = revanche minimale nécessaire, $f_{\min} = 0,3 \text{ m}$; $f_{\max}$ = revanche maximale nécessaire, $f_{\max} = 1,5 \text{ m}$, f_w = revanche nécessaire en raison d'imprécisions dans l'estimation de la ligne d'eau ; f_v = revanche nécessaire en raison de la formation de vagues et des remous d'exhaussement sur des obstacles ; f_t = revanche nécessaire en raison d'une section d'écoulement supplémentaire nécessaire pour le passage de débris flottants sous les ponts.

Pour le calcul et l'application des revanches partielles f_w , f_v et f_t , il convient de se reporter à la recommandation de 2013.

3. Processus dans les cours d'eau morphodynamiques

Dans les cours d'eau à morphologie dynamique, les processus suivants peuvent avoir une influence sur le niveau du lit et le niveau d'eau en période de crue, alors qu'ils sont inexistantes ou moins importants dans les cours d'eau à lit plat.

- La végétation peut se développer de manière variable selon les lieux et les périodes, ce qui fait varier la section transversale du lit parcourue par le cours d'eau le long de son tracé.
- Le bois flottant peut s'accumuler sur des îlots recouverts de végétation ligneuse et réduire encore davantage la section d'écoulement.
- La variation de la section transversale du lit entraîne une variation de la position du lit et du niveau d'eau, tant dans le sens du courant que transversalement à celui-ci.
- Dans les rétrécissements locaux, des affouillements se forment, tandis que dans les élargissements locaux, des dépôts s'accumulent. Dans les cours d'eau présentant des bancs, la position du fond du lit, calculée en moyenne sur la largeur totale du lit, peut donc s'écarter localement et dans le temps d'une valeur moyenne.
- La vitesse d'écoulement est répartie de manière inégale sur la section transversale. Il peut y avoir des zones où le débit est concentré et d'autres où il est ralenti. L'estimation des pertes hydrauliques d'énergie supplémentaires ainsi générées est associée à une plus grande incertitude que dans le cas d'un écoulement uniforme.
- Les courants secondaires dans les cours d'eau présentant des bancs entraînent des pertes d'énergie. Celles-ci peuvent être plus importantes que dans les cours d'eau à lit plat.
- Si un chenal secondaire est isolé hydrauliquement du chenal principal par de hauts

bancs de gravier ou une végétation très dense, le niveau d'eau dans le chenal secondaire ne s'aligne plus avec celui du chenal principal. Le niveau de crue peut être localement plus élevé ou plus bas près des berges que dans le reste de la section transversale du chenal.

En raison des processus mentionnés, la prévision du niveau d'eau qui correspond à la somme du niveau du lit et de la profondeur d'écoulement, est généralement entachée d'incertitudes plus importantes dans les cours d'eau présentant des bancs que dans ceux à lit plat.

Les méthodes existantes de calcul de la capacité de transport de sédiments et de la capacité d'écoulement dans les cours d'eau à bancs ont été développées dans des conditions d'équilibre et pour le style fluvial prévalant dans ces conditions. C'est pourquoi les processus hydrauliques et de charriage qui se produisent dans ces cours d'eau ne peuvent parfois être représentés que de manière insuffisante par les modèles fréquemment utilisés lors de la conception de projets. Il manque souvent des états de référence permettant de calibrer un calcul de débit. L'imprécision liée à la prévision du niveau de crue est donc plus importante dans un lit à morphologie dynamique présentant des bancs, et en particulier dans les grands élargissements de cours d'eau, que dans un lit étroit.

4. Distinction entre scénarios et revanche

La revanche est un paramètre du dimensionnement hydraulique du cours d'eau. Son calcul se base sur un scénario de dimensionnement, qui peut contenir par exemple les éléments suivants (CIPC, 2026b) :

- Débit liquide Q_{Dim}
- Débit solide $Q_{S Dim}$
- Charge de bois flottant $Q_{H Dim}$ (volume et dimensions)
- Géométrie de référence (section d'écoulement moyenne, pente, hauteur des digues)
- Végétation de référence (emprise et perméabilité-rugosité)
- Entretien (surveillance et concept d'entretien de la végétation et/ou de gestion des matériaux)

A noter qu'il peut s'agir non pas d'un seul mais d'une famille de scénarios de dimensionnement.

La revanche nécessaire est ajoutée au niveau d'eau calculé pour un scénario de dimensionnement Q_{Dim} et prend en compte :

- l'imprécision dans le calcul du niveau d'eau pour le scénario de dimensionnement,
- la variabilité du niveau d'eau et de la ligne d'énergie dans la section d'écoulement,
- les processus physiques tels que la formation de vagues et le remous d'exhaussement au niveau des obstacles, ainsi que
- l'espace nécessaire aux débris flottants.

La revanche ne sert toutefois pas à couvrir

- les incertitudes hydrologiques ;
- les variations du débit dues au changement climatique ;
- les scénarios de débits, charriage, bois flottants, géométrie ou végétation non couverts par le scénario de dimensionnement ;
- les modifications de l'ouvrage et l'évolution de la végétation non conformes à la convention d'utilisation

Ces points doivent être couverts par un choix approprié du scénario de dimensionnement.

5. Le franc-bord dans les cours d'eau présentant des bancs

5.1 Imprécision dans le calcul du niveau d'eau

Selon CIPC (2013), l'imprécision dans le calcul du niveau d'eau σ_w se compose des imprécisions liées à la prévision de la position du lit σ_{wz} et au calcul de la profondeur d'écoulement σ_{wh} et la relation suivante s'applique :

$$\sigma_w = \sqrt{\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2} \quad (2)$$

Cette approche est également reprise dans la présente recommandation. En 2013, une plage de valeurs comprise entre 0,1 et 1,0 m a été recommandée pour σ_{wz} . Une plage de valeurs similaire pour σ_{wz} doit s'appliquer aux cours d'eau présentant des bancs. Toutefois, il est recommandé de fixer une limite inférieure correspondant au moins au diamètre granulométrique d_{90} du matériau du lit.

Le calcul de la profondeur d'écoulement dans les cours d'eau présentant des bancs est entaché d'incertitudes plus importantes que dans ceux à lit plat, car toutes les rugosités ne peuvent pas être systématiquement prises en compte. CIPC (2013) postule une relation linéaire entre la profondeur d'écoulement et l'erreur d'estimation de celle-ci. Cette relation a été adaptée pour une application au cas des cours d'eau avec des bancs (Figure 2) et est donnée par :

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.10 h \quad (3)$$

5.2 Calcul de la revanche nécessaire

La revanche nécessaire pour les cours d'eau à morphologie dynamique est déterminée de manière analogue à la revanche nécessaire dans les cours d'eau à lit plat. On tient donc compte, en fonction de la délimitation du cours d'eau, d'une revanche partielle pour la marge d'imprécision dans la détermination du niveau d'eau, d'une revanche partielle pour prendre en compte la formation de vagues et le remous d'exhaussement au niveau des obstacles, ainsi que d'une revanche partielle due à la section d'écoulement supplé-

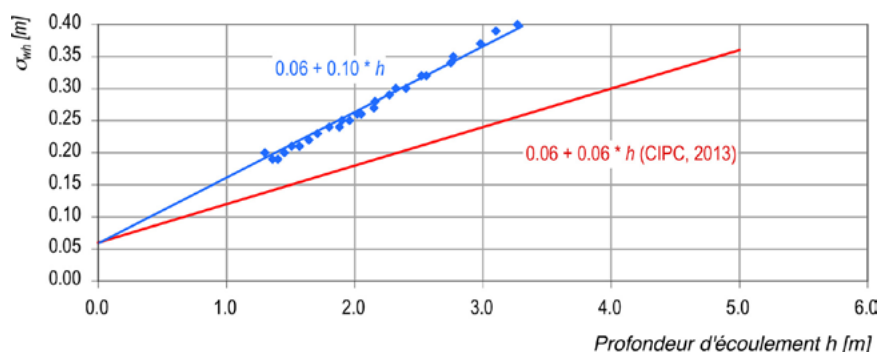


Figure 2 : Imprécision dans le calcul de la profondeur d'écoulement en fonction de la profondeur d'écoulement. Rouge : recommandation CIPC (2013) avec une erreur moyenne sur les paramètres de rugosité de 10 %, bleu : nouvelle recommandation avec une erreur moyenne sur les paramètres de rugosité de 20 %. Points bleus : erreurs calculées pour les cours d'eau étudiés dans CIPC (2026a).

mentaire nécessaire sous les ponts. Une revanche partielle supplémentaire est prise en compte pour la variabilité du niveau d'eau ou la variabilité de la hauteur d'énergie. De plus, l'imprécision dans la détermination du niveau d'eau est accrue par rapport à un calcul effectué dans un cours d'eau canalisé.

Dans un cours d'eau présentant des bancs, s'écoulant dans un lit incisé ou délimité par des digues résistantes au débordement, on applique :

$$f_{e_Lit_incisé} = \sqrt{f_w^2 + f_{w_morph}^2} \quad (4)$$

avec

$$f_w = \sigma_w = \sqrt{\sigma_{wz}^2 + \sigma_{wh}^2} \quad (5)$$

$$\sigma_{wz} = d_{90_matériaux_fond \text{ jusqu'à } 1.0 \text{ m}} \quad (6)$$

$$\sigma_{wh} = 0.06 + 0.10 h \quad (7)$$

et

$$f_{w_morph} = \omega_{zw} = 0.0075 W h \quad (8)$$

Dans un cours d'eau présentant des bancs, délimité par des digues non protégées contre l'écoulement ou s'écoulant sur un cône alluvial, on a :

$$f_{e_Digue} = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_{v_morph}^2} \quad (9)$$

avec

$$f_v = \frac{v^2}{2g} \quad (10)$$

et

$$f_{v_morph} = \omega_{ze} = 0.006 W h_e \quad (11)$$

Pour une section transversale de pont au-dessus d'un cours d'eau présentant des bancs, on a :

$$f_{e_Pont} = \sqrt{f_w^2 + f_v^2 + f_t^2 + f_{v_morph}^2} \quad (12)$$

où f_t est déterminé selon la recommandation de la CIPC (2013).

Le paramètre de style fluvial W est calculé à partir de la profondeur d'écoulement correspondant à l'écoulement morphogène Q_2 :

$$W = \frac{Y}{Z^{0.34}} = \frac{B/h_{HQ2}}{(h_{HQ2}/d_m)^{0.34}} \quad (13)$$

Pour le calcul de la revanche partielle f_v , il convient d'utiliser la vitesse d'écoulement déterminante dans chaque cas. Il s'agit généralement de la vitesse d'écoulement moyenne. La recommandation de la CIPC (2013) formule des exceptions à cette règle, qui doivent être appliquées comme suit dans les chenaux à morphologie dynamique :

- Dans un profil double (profil avec lit majeur – mineur), la vitesse d'écoulement moyenne sur le lit majeur est déterminante si sa largeur correspond au moins à cinq fois la profondeur d'écoulement sur le lit majeur et si une

dynamique morphologique et une concentration d'écoulement sur le lit majeur peuvent être exclues.

- Au niveau des ponts, la vitesse d'écoulement moyenne de la section partielle concernée (lit principal ou lit majeur) est considérée comme la vitesse locale.

En règle générale, il n'est pas nécessaire de prendre en compte séparément une concentration d'écoulement du côté extérieur d'un coude de rivière ; celle-ci est comprise dans la revanche partielle f_{v_morph} .



Figure 3 : La Singine près de Laupen avant la revitalisation. Photo prise en mars 2010.



Figure 4 : À gauche, le périmètre du projet d'élargissement prévu du Rhin à Maiefeld/Bad Ragaz ; à droite, le tronçon de référence de Mastrils situé immédiatement en amont. La végétation de ce dernier se présente actuellement dans un état fortement dégarni (arrière-plan de l'image : Swissimage, 2025).

6. Exemples d'application

6.1 Élargissements de la Singine et du Rhin alpin

L'approche décrite ci-dessus pour le calcul de la revanche nécessaire dans les cours d'eau à dynamique morphologique est examinée à travers deux exemples : la Singine en amont de Laupen et le Rhin alpin sur le tronçon de l'élargissement prévu du Rhin à Maienfeld/Bad Ragaz.

La Singine près de Laupen

La Singine, cours d'eau préalpin transportant d'importants volumes de sédiments, traverse près de Laupen un fond de vallée plat avant de se jeter dans la Sarine. À environ un kilomètre en amont de l'embouchure, dans le cadre d'un projet de protection contre les crues et de revitalisation, les digues de protection ont été reculées et les ouvrages de consolidation des berges existants ont été supprimés. Le lit du cours d'eau peut s'élargir spontanément de 25 m jusqu'à 100 m sur une longueur d'environ 1 km.

Élargissement du Rhin à Maienfeld/Bad Ragaz

Dans le tronçon canalisé du fleuve situé en aval de l'embouchure de la Landquart, un élargissement d'environ 3,5 km est prévu ; la plus grande des deux parties de cet élargissement prévoit de multiplier par près de deux et demi la largeur du lit du fleuve, pour atteindre environ 200 m. Le tronçon de référence pour l'état final du nouvel élargissement est la plaine alluviale située immédiatement en amont, près de Mastrils.

Le Rhin alpin se caractérise également par un fort transport de sédiments et par d'importants débits de crue, et s'écoule dans une vallée relativement plate. Il présente toutefois des dimensions nettement plus importantes que la Singine.

6.2 Revanche nécessaire en fonction de la largeur

Pour vérifier le calcul de la revanche, la profondeur d'écoulement a été calculée dans un canal de remplacement rectangulaire selon Zarn (1997), en tenant compte de la rugosité de forme et des parois.

Les Figure 5 et Figure 6 présentent les revanches nécessaires pour la Singine et pour le Rhin alpin en fonction de la largeur effective

de l'écoulement, calculées selon l'approche de 2013 et la recommandation actualisée.

Les revanches calculées selon la méthode de 2013 diminuent continuellement à mesure que la largeur augmente, ce qui s'explique par la réduction des profondeurs d'écoulement et des vitesses d'écoulement dans les chenaux élargis.

En supposant des imprécisions σ_{wz} et σ_{wh} identiques, la revanche calculée à l'aide de la nouvelle méthode 2026 dans le lit étroit reste largement identique aux valeurs obtenues selon l'approche de 2013. À mesure que la largeur de la section effective d'écoulement augmente, les revanches partielles f_{w_morph} et f_{v_morph} augmentent.

L'influence de f_{w_morph} est plus importante dans un cours d'eau s'écoulant dans un lit in-

cisé que celle de f_{v_morph} dans un cours d'eau délimité par des digues longitudinales.

Sur la Singine, là où le lit de 100 m de large est délimité par des digues longitudinales, une revanche de 0,75 m doit être respectée, contre 0,5 m selon la méthode de 2013. Sur le Rhin alpin, pour une largeur de 250 m et une configuration avec des digues longitudinales, la revanche nécessaire est de 1,3 m, contre 0,9 m selon CIPC (2013).

Remerciements

La CIPC remercie l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) pour son soutien dans l'élaboration de la recommandation relative à la revanche dans les cours d'eau présentant des bancs. Le groupe de travail remercie les

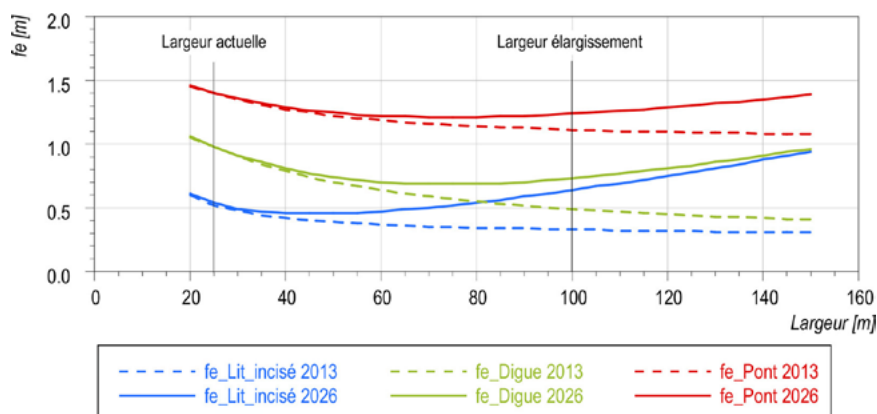


Figure 5 : Revanche nécessaire pour un débit de 400 m³/s sur la Singine près de Laupen selon CIPC (2026 et 2013), en fonction de la largeur d'écoulement effective du lit.

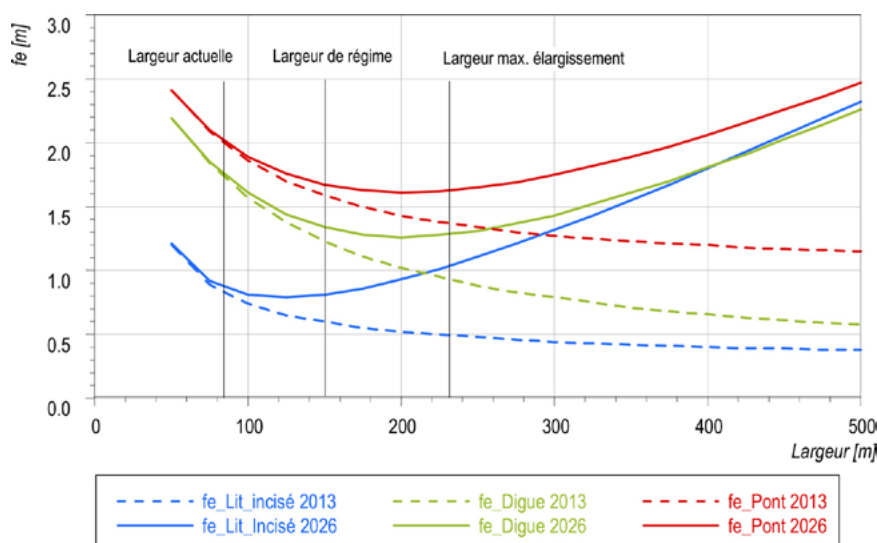


Figure 6 : Revanche nécessaire pour un débit de 3350 m³/s dans le Rhin alpin selon CIPC (2026 et 2013), en fonction de la largeur d'écoulement effective du lit.

membres de la CIPC ainsi que ceux du groupe « Echo » (*Paul Demuth, Jolanda Jenzer, Antoine Magnollay, Christina Rachelly, Viktor Schmidiger, Jürg Stüchelberger, Volker Weitbrecht et Benno Zarn*) pour leur examen critique de la méthodologie et pour leurs com-

mentaires. Dans le cadre de travaux d'étudiants menés aux Écoles polytechniques fédérales de Zurich (ETHZ) et de Lausanne (EPFL) ainsi qu'à la Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST), la variabilité du niveau des crues dans les cours d'eau ramifiés

ainsi que la méthodologie ont été vérifiées à l'aide d'études de cas. Nous remercions les étudiantes et étudiants pour leur travail, ainsi que *Paul Demuth* (ETHZ), *Giovanni De Cesare* (EPFL) et *Davood Farshi* (OST) pour leur encadrement. 🌱

Symboles :

▷ B	[m]	Largeur du lit du cours d'eau
▷ d_{90}	[m]	Diamètre des grains inférieur à 90 % (en pourcentage massique) des grains
▷ d_m	[m]	Diamètre moyen des grains
▷ f_e	[m]	Revanche nécessaire
▷ f_{max}	[m]	Limite supérieure de la revanche nécessaire
▷ f_{min}	[m]	Limite inférieure de la revanche nécessaire
▷ f_t	[m]	Revanche partielle due à la section d'écoulement supplémentaire
▷ f_v	[m]	Revanche partielle pour la hauteur de vitesse
▷ f_{vmorph}	[m]	Revanche partielle pour la variation de la position de la ligne d'énergie
▷ f_w	[m]	Revanche partielle liée à l'imprécision dans le calcul du niveau de l'eau
▷ f_{wmorph}	[m]	Revanche partielle pour la variation du niveau de l'eau
▷ g	[m/s ²]	Accélération gravitationnelle
▷ h	[m]	Profondeur d'écoulement
▷ h_e	[m]	Hauteur d'énergie
▷ HO_x	[m ³ /s]	Débit de crue de récurrence x
▷ k_{str}	[m ^{1/3} /s]	Coefficient de rugosité selon Strickler
▷ Q	[m ³ /s]	Débit
▷ Q_{Dim}	[m ³ /s]	Débit de dimensionnement pour un scénario x

▷ Q_{HDim}	[m ³ /événement]	Charge de bois flottant de dimensionnement pour un scénario x
▷ Q_{SDim}	[m ³ /événement]	Charge de sédiments de dimensionnement pour un scénario x
▷ T_x	[h]	Instant x dans les essais sur modèle physique
▷ v	[m/s]	Vitesse d'écoulement
▷ W	[-]	Paramètres de style fluvial
▷ Y	[-]	Largeur relative
▷ Z	[-]	Profondeur relative d'écoulement
▷ σ_w	[m]	Imprécision dans le calcul du niveau d'eau
▷ σ_{wh}	[m]	Imprécision dans le calcul de la profondeur d'écoulement
▷ σ_{wz}	[m]	Imprécision dans le calcul du niveau d'eau due à l'imprécision du niveau prévu du lit
▷ ω_{ze}	[m]	Variation de la ligne d'énergie
▷ ω_{zw}	[m]	Variation du niveau de l'eau

Bibliographie :

- ▷ CIPC (2026a) : La revanche hydraulique dans les cours d'eau morphodynamiques. Rapport de synthèse. hydrosuisse, www.hydrosuisse.ch/freibord.
- ▷ CIPC (2026b) : La revanche hydraulique et le concept de dimensionnement pour les ouvrages de protection contre les crues. Recommandations de la commission de protection contre les crues (CIPC). hydrosuisse, www.hydrosuisse.ch/freibord.

- ▷ CIPC (2013) : La revanche dans les projets de protection contre les crues et de l'analyse de dangers. Recommandations de la Commission de protection contre les crues (CIPC). « Wasser Energie Luft » 105/2, Baden, p. 122-132.
- ▷ Zarn B. (1997) : Einfluss der Flussbettbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 154, Zürich, 242 S.

Auteurs :

- La Commission pour la protection contre les crues (CIPC) est une commission d'hydrosuisse. Membres du groupe de travail « Freibord in Gerinnen mit Bänken » :
- ▷ **Lukas Hunzinger** (direction)
- ▷ **Tony Arborino**
- ▷ **Giovanni De Cesare**
- ▷ **Roger Kolb**
- ▷ **Jürg Speerli**



Plus d'informations :
www.hydrosuisse.ch/freibord