

CIVIL-410
Hydraulique fluviale et
aménagement de cours d'eau

Source: Zanini et al, (2018): Dranse à Sembrancher et Vollèges (VS), aquarelle des lignes directrices imaginées au début du processus de revitalisation et protection contre les crues en 2007, Journal génie biol. 1/18

Motivations

Umsetzung Revitalisierung

[Thomas et al. 2021; aktualisiert]

Ziel

Ziel ist es, bis 2090 rund $\frac{1}{4}$ der verbauten und korrigierten Gewässer in der Schweiz zu revitalisieren. Das entspricht 4 000 km in 80 Jahren. Somit liegt das Soll der Umsetzung bei 50 km pro Jahr.

Wo stehen wir?

Umsetzung: 2011 bis 2020 = 190 km revitalisiert, davon 182 km Fliessgewässer und 8 km Seeufer.
Durchschnittl. Umsetzung 2011–2020: 19 km / Jahr
Durchschnittl. Umsetzung 2018–2020: 25 km / Jahr

Weitere Infos Umsetzung 2011-2019

Anteil Revitalisierungs- zu Kombiprojekte
[Hochwasserschutzprojekt kombiniert mit Revitalisierungsmaßnahmen]: 92.5 % zu 7.5 %
Anteil Programmvereinbarungs- zu Einzelprojekten
[«kleine versus grosse» Projekte]: 96.7 % zu 3.3 %
Durchschnittl. revitalisierte Länge pro Projekt:
361 m
73% der Projekte an kleinen Bächen
Projekte zu gleichen Anteilen im Siedlungsraum und Landwirtschaftsland [je 41 %].

Mise en œuvre de la revitalisation

Objectif -> revitaliser en Suisse d'ici 2090 environ $\frac{1}{4}$ des cours d'eau aménagés et corrigés.

Correspond à 4'000 km sur 80 ans, soit 50 km/an

Où en sommes-nous?

Mise en œuvre : 2011-2020 = 190 km fait, dont 182 km cours d'eau et 8 km rives lacs

Mise en œuvre moyenne 2011-2020 : 19 km/an

Mise en œuvre moyenne 2018-2020 : 25 km/an

Info additionnelle

2011-2019 -> Proportion de projets de revitalisation par rapport aux projets combinés (projet de protection contre les crues avec mesures de revitalisation): **92.5% contre 7.5%**

Part des projets de convention-programme par rapport aux projets individuels (petits vs grands) : **96.7% contre 3.3%**

Longueur moyenne revitalisée par projet: **361 m**

73% des projets sur des petits ruisseaux

Projets à parts égales dans des zones urbanisées et terrains agricoles (41% chacun).

Le team enseignant (chargé de cours EPFL)



Stéphanie André

Master génie civil/côtier, Ecole Centrale Nantes, PhD en hydraulique EPFL

Cheffe de la Division EAU - Direction Générale de l'Environnement - Etat de Vaud

Avant chez Stucky Gruner, Renens, cheffe du Département «Eau et Environnement»



Tony Arborino

Ing. civil dipl. EPFL

Expert-conseil indépendant

«Conseil – Coaching – Communication»

Avant «Chef de Projet 3^{ème} correction du Rhône»

Le team enseignant (chargé de cours EPFL)

Giovanni De Cesare

Ing. civil dipl. EPFL, PhD en hydraulique EPFL

Faculté ENAC, Section de génie civil SGC



- Directeur opérationnel de la Plateforme de constructions hydrauliques PL-LCH
- Membre de la Commission protection contre les crues (KOHS, avec Tony Arborino)
- Président de l'Association pour le génie biologique
- Membre du comité directeur de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux
- Membre du comité de pilotage du Programme de recherche «Aménagement et écologie des cours d'eau»
- Membre du conseil de la Fondation de prévention des établissements cantonaux d'assurance

Responsabilité académique EPFL du cours

Intervenant interne



➤ Giulio Calvani

Master Uni Florence, PhD

Post-doc PL-LCH, Spécialiste en interaction
plantes-écoulement et morphologie fluviale

Les assistants



- Meghan Irving
- Romain Van Mol
- Assistants-doctorants PL-LCH

Résumé

1. Le cours donne aux étudiants des connaissances théoriques en hydraulique fluviale
2. La gestion intégrale des risques de crue est enseignée
3. Les outils et méthodologie de l'analyse de risque et de planification des mesures sont présentés
4. Les bases de l'ingénierie fluviale et aménagement des cours d'eau sont enseignées
5. Le but est de concilier la protection contre les crues et la protection de l'environnement
6. Le cours est illustré par des projets concrets et visite(s)

Objectifs du cours / Acquis de formation

A la fin de ce cours l'étudiant doit être capable de

- Appliquer les bases théoriques de l'hydraulique fluviale
- Décrire l'importance de l'interaction entre écoulement et sédiments
- Dimensionner les mesures les plus importants d'aménagements de cours d'eau pour la protection des rives et lits contre les érosions
- Appliquer l'importance de la protection contre les crues et la protection de l'environnement

Compétences transversales

- Etre conscient et respecter des directives légales pertinentes et du code éthique de la profession
- Etre responsable des impacts environnementaux de ses actions et décisions
- Accéder aux sources d'informations appropriées et les évaluer

Compétences requises / prérequis

Cours prérequis indicatifs

- Mécanique des fluides
- Hydrologie
- Ouvrages et aménagements hydrauliques (Bachelor GC et SIE)

Concepts importants à maîtriser

- Connaissances de base en hydraulique
- Connaissances de base en mathématique

Objectifs du cours / Acquis de formation

Préparation pour

- Projets de semestre, laboratoire, construction
- Projets ENAC
- Projet de diplôme Master GC et SIE
- votre futur professionnel

CIVIL-410 - Hydraulique fluviale et aménagement de cours d'eau

Matières traitées

Écoulement permanent et non permanent: équations hydrodynamiques, lignes d'eau, rétention des crues

Transport de sédiment et autre matière: description et modélisation des phénomènes (équations hydrodynamiques, transport par charriage, transport en suspension, transport total), morphodynamique alluviale

Pour savoir plus en milieu urbain et travail sur le terrain

- ENV-418 Eco-morphodynamique fluviale et génie biologique (même semestre)
- CIVIL-413 Urban hydraulic systems (printemps)

CIVIL-410 - Hydraulique fluviale et aménagement de cours d'eau

Matières traitées

Conception des aménagements de cours d'eau et de protection contre les crues.

Analyse de dangers et objectifs de la protection

Planification et dimensionnement des mesures de protection sur les cours d'eau; protection des rives et stabilisation des lits contre érosions: enrochements, murs de protection, épis, seuils, traversées, rampes en bloc et élargissements

CIVIL-410 - Hydraulique fluviale et aménagement de cours d'eau

Matières traitées

Importance du charriage pour la protection contre les crues

Méthodes de revitalisation des rivières et espace nécessaire

Ressources Bibliographiques

Livres

TGC 16 «Hydraulique fluviale»

Walter H. Graf et Mustafa Altinakar, PPUR 2011

-> ce livre existe également en anglais, John Wiley & Sons, Ltd

TGC 15 «Constructions Hydrauliques»

Willi Hager et Anton Schleiss, PPUR, 2009

Polycopiés (ancien)

Aménagements des cours d'eau, Schleiss, édition 2012

«Ouvrages et aménagements hydrauliques»

Transparents des enseignants et littérature

Distribués ou liens sur Moodle

Ressources Bibliographiques

Cours en ligne hydrologie

Cours "Hydrologie générale« , Prof. André Musy

<https://echo2.epfl.ch/e-drologie/>

1. [Le cycle et le bilan hydrologiques](#)
2. [Le bassin versant et son complexe](#)
3. [Les précipitations](#)
4. [L'évaporation et l'interception](#)
5. [L'infiltration et les écoulements](#)
6. [Le stockage et ses variations](#)
7. [La mesure hydrologique](#)
8. [L'organisation et le contrôle des données](#)
9. [Les régimes hydrologiques](#)
10. [Les processus hydrologiques](#)
11. [La réponse hydrologique](#)

[Annexe 1: l'analyse fréquentielle](#)

[Annexe 2: bibliographie générale du cours](#)

AMÉNAGEMENTS DE COURS D'EAU



Dr Anton Schleiss
Professeur

Génie civil Cycle master

Nouvelle édition
Lausanne, septembre 2012

EPFL

OUVRAGES ET AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES



Editeurs :
Dr Giovanni De Cesare
Dr Pedro Manso

Civil-312

Edition 2023

■ Ecole
polytechnique
fédérale
de Lausanne

Plateforme de
Constructions
Hydrauliques

EPFL ENAC IIC PL-LCH
Station 18
CH - 1015 Lausanne

+ 41 21 693 23 85
secretariat.pl-ich@epfl.ch
<http://ich.epfl.ch>

EPFL

OUVRAGES ET AMÉNAGEMENTS HYDRAULIQUES



EXERCICES

Editeurs :
Dr Giovanni De Cesare
Dr Pedro Manso

Civil-312

Edition 2023

■ Ecole
polytechnique
fédérale
de Lausanne

Plateforme de
Constructions
Hydrauliques

EPFL ENAC IIC PL-LCH
Station 18
CH - 1015 Lausanne

+ 41 21 693 23 85
secretariat.pl-ich@epfl.ch
<http://ich.epfl.ch>

— Traité de Génie Civil —
de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Volume 15

CONSTRUCTIONS HYDRAULIQUES

Écoulements stationnaires

Willi H. Hager et Anton J. Schleiss

Nouvelle édition entièrement revue et augmentée



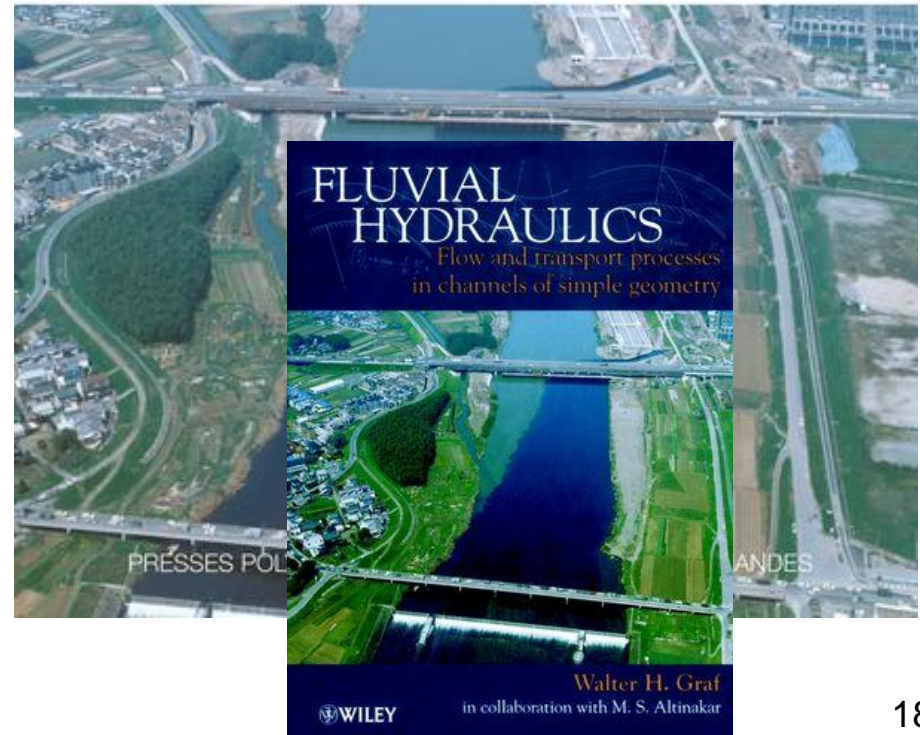
— Traité de Génie Civil —
de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

Volume 16

HYDRAULIQUE FLUMIALE

Écoulement et phénomènes de transport
dans les canaux à géométrie simple

Walter H. Graf
en collaboration avec M. S. Altinakar



Autre ressources – cours online

Un MOOC de niveau Master en français est également disponible en Hydraulique fluviale

1. Écoulements à surface libre
 2. Sédiments et morphologie fluviale
- chez edX.org
 - développé par une équipe internationale d'enseignants et chercheurs
 - de l'Université catholique de Louvain (UCL)
 - de l'EPFL
 - avec A. Amini, G. De Cesare, P. Manso, et M. Franca
 - et de l'Université d'Etat d'Haïti (UEH)

Autre ressources – cours online



VERIFIED



LouvainX

Hydraulique fluviale 1 -
Écoulements à surface



VERIFIED



LouvainX

Hydraulique fluviale 2 :
Sédiments et

<https://www.edx.org/learn/engineering/universite-catholique-de-louvain-hydraulique-fluviale-1-ecoulements-a-surface-libre>

Autre ressources – cours online



VERIFIED



LouvainX

Hydraulique fluviale 1 -
Écoulements à surface



VERIFIED



LouvainX

Hydraulique fluviale 2 :
Sédiments et

<https://www.edx.org/learn/engineering/universite-catholique-de-louvain-hydraulique-fluviale-2-sediments-et-morphologie-fl>

Autre ressources - livres

Les livres suivants sont également conseillés comme livre de référence pour les matières traitées dans le cadre du cours :

1 - Open-Channel Flow

M. Hanif Chaudry, Prentice-Hall, Inc., 1993

Un excellent livre sur les écoulements à surface libre et sur leur modélisation numérique

2 - Hydraulics of Sediment Transport

W.H. Graf, Water Resources Publications, 1984

Un livre classique qui traite tous les aspects du transport de sédiments

Autre ressources - livres

Les livres suivants sont également conseillés comme livre de référence pour les matières traitées dans le cadre du cours :

- 3 - Fluvial Processes et Fluvial Processes Solution Manual
M. Selim Yalin et A.M. Ferreira da Silva, IAHR Monograph, 2001

Un excellent guide pour celui qui veut comprendre les processus physiques régissant l'interaction entre le cours d'eau et son lit. Le manuel de solutions contient beaucoup d'exemples réalistes

- 4 - River Mixing

Rutherford J.C., J. Wiley & Sons, Ltd., 1994

Un excellent livre sur l'advection-dispersion de la matière dans les cours d'eau

Conditions d'évaluation du cours

Exercices

Il y aura deux exercices écrits pour la partie enseignée par Tony Arborino et Giovanni De Cesare

Les exercices seront fait en groupe

Détermination de la note finale

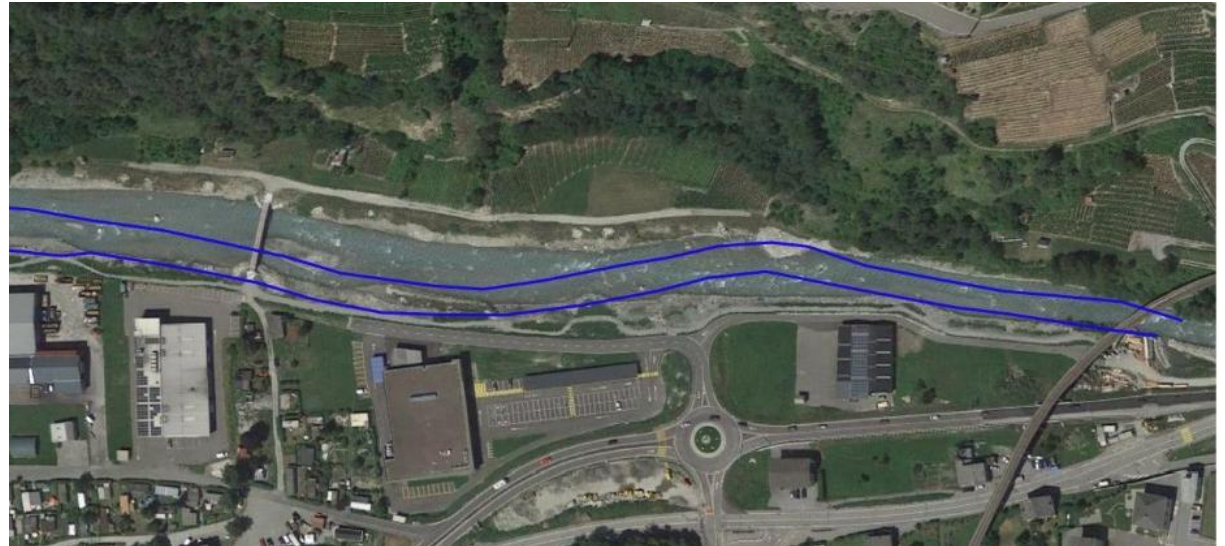
Poids

- | | |
|--|------|
| A. Rendu obligatoire de tous les exercices | 50 % |
| B. Examen oral lors de la session d'examen | |
| 1. Question hydraulique fluviale | 25 % |
| 2. Question aménagements de cours d'eau | 25 % |

Bon cours



Elargissement du lit de 8-14 mètres à **24-37** mètres



Bon cours



Barrage filtrant sur la Drance, essais sur modèle physique et réalisation

