

---

**LCH**

Laboratoire de Constructions Hydrauliques  
Laboratory of Hydraulic Constructions

---



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# **Rapport d'activité**

## ***Activity Report***

### **2015**

Editeur : Prof. Dr A. Schleiss



# Préface / Foreword

En observant les marchés financiers et les révélations récentes concernant les compagnies offshores on peut avoir l'impression que l'économie mondiale est avant tout contrôlée par des spéculations financières. Néanmoins la santé de l'économie mondiale dépend fortement des investissements dans la réalisation et la maintenance des infrastructures. Parmi ces dernières les ouvrages hydrauliques et les infrastructures de l'eau sont décisifs pour tout développement. L'histoire nous apprend que la prospérité économique d'une société et sa richesse culturelle étaient toujours étroitement liées au développement des infrastructures de l'eau. En vue des changements climatiques ces infrastructures de l'eau – inclus les mesures de protection contre les crues avec revitalisation des cours d'eau, la force hydraulique et les réservoirs et barrages – joueront un rôle très important comme infrastructures d'atténuation et d'adaptation pour satisfaire les besoins vitaux en eau, énergie et nourriture dans les différents continents pendant ce cycle.

Avec ses 29 projets de recherche en cours, qui couvrent des questions pertinentes dans le domaine vaste de l'ingénierie hydraulique, le Laboratoire de constructions hydrauliques contribue aux défis du 21<sup>ème</sup> siècle pour le développement et la gestion des infrastructures vitales de l'eau comme le montre le présent rapport d'activité. Les projets d'infrastructures de l'eau sont complexes et nécessitent de l'excellence dans l'ingénierie multidisciplinaire. Avec deux autres missions à côté de la recherche, à savoir l'enseignement et le transfert de technologie, le LCH contribue également à ce besoin.

Pour conclure, je tiens à remercier sincèrement nos partenaires de la recherche et de l'industrie pour leur soutien qui est primordial pour accomplir nos missions.

*Looking at the financial markets and the recent revelations regarding offshore companies one can have the impression that the world economy is mainly controlled by financial speculations. Nevertheless, the soundness of the world economy strongly depends on investments for the creation and maintenance of infrastructures. Among the latter, the hydraulic schemes and water infrastructures are decisive for any development. History teaches us that the economic prosperity of a society and its cultural wealth has always been closely related to the level of the development of water infrastructures. In view of climate change, these water infrastructures including flood protection works with river restoration, hydropower, reservoirs and dams, will play an important role as mitigation and adaptation infrastructures in order to satisfy in this century the vital needs in water, renewable energy and food in the different continents worldwide.*

*With his 29 ongoing research projects, covering relevant scientific questions in the wide field of hydraulic engineering, the Laboratory of Hydraulic Constructions contributes to the challenges of the 21th century in the development and management of the vital water infrastructures as revealed by the present activity report. Water infrastructures projects are complex and require excellence in multidisciplinary engineering. With his other two missions besides research, namely teaching and knowledge transfer, LCH makes also a contribution to that need.*

*On the behalf of the entire LCH team, I would like to sincerely thank our funding research and industrial partners for their support in fulfilling our important missions.*



Prof. Dr Anton Schleiss  
Avril / April 2016




 Schweizerisches Talsperrenkomitee  
 Comité suisse des barrages  
 Comitato svizzero delle dighe  
 Swiss Committee on Dams

Sponsors:



# TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

<b>1</b>	<b>Recherche / Research</b>	<b>1</b>
1.1	Recherche fondamentale / <i>Fundamental research</i>	1
1.1.1	Hydro-morphodynamique des confluences en canaux ouverts avec de faibles ratios de débits et une fourniture sédimentaire dominante de l'affluent / <i>Hydro-morphodynamics of open-channel confluences with low discharge ratio and dominant tributary sediment supply</i>	1
1.1.2	Analyse de rupture en fonction du temps des enrochements à large blocs protégeant les rives des rivières de montagne / <i>Time-dependent failure analysis of large block size riprap as bank protection in mountain rivers</i>	4
1.1.3	Étude expérimentale de l'influence d'un changement de pente abrupt sur les caractéristiques de l'écoulement sur coursiers en marche d'escalier/ <i>Experimental study on the influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways</i>	8
1.1.4	Conception de projets hydroélectriques sous incertitudes / <i>Hydropower Design under Uncertainties</i>	11
1.1.5	Performance hydraulique des aérateurs sur coursiers en marches d'escalier et leur effets sur l'écoulement aval / <i>Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features</i>	13
1.1.6	Frottement de surface non permanent et comportement rhéologique inélastique des conduites en charge à écoulements transitoires / <i>Unsteady skin friction and pipe inelastic rheological behavior in pressurized transient flows</i>	16
1.1.7	Influence des imperfections géométriques et des fissures dans les soudures longitudinales sur le dimensionnement des blindages des tunnels et puits en charge en considérant l'anisotropie de la roche / <i>Influence of geometrical imperfections and flaws in the longitudinal butt welded joints on the design of steel liners of pressure tunnels and shafts considering rock anisotropy</i>	20
1.1.8	Développement d'une méthodologie pour l'estimation de crues extrêmes pour barrages / <i>Development of a methodology for estimating extreme floods for dams - CRUEX++</i>	23
1.1.9	Technique de réapprovisionnement en sédiments à l'aval d'un barrage – Erosion et processus de transport des dépôts artificiels / <i>Replenishment of sediments downstream a dam – Erosion and transportation process of artificial deposits</i>	25
1.1.10	Force hydraulique et efficacité énergétique dans les réseaux hydrauliques / <i>Hydropower and energy efficiency in water systems</i>	28
1.1.11	Conception des barrages de correction de torrents permettant le passage des sédiments pendant des crues fréquentes / <i>Bedload trap design in order to allow sediment transfer during frequent floods</i>	31
1.1.12	Efficacité de l'évacuation des courants de turbidité sous débits de vidange restreints / <i>Turbidity current venting efficiency under restrained outlet discharges</i>	33

1.1.13	Caractérisation du comportement hydraulique des orifices à l'entrée de cheminée d'équilibre / <i>Characterisation of hydraulic behaviour of surge tank orifices</i>	36
1.1.14	Impact hydrodynamique des vagues contre les structures / <i>Hydrodynamic impact of bore waves on structures</i>	38
1.1.15	Erosion et déposition causées par des courants de gravité sur un lit mobile / <i>Erosion and deposition caused by gravity currents over a mobile bed</i>	41
1.1.16	Influence of macro-rough channel banks on transport processes of suspended sediments / <i>Influence de macro-rugosités de rives sur les processus du transport des sédiments en suspension</i>	43
1.1.17	Probabilité de blocage et augmentation du niveau d'eau à l'entrée de d'un évacuateur de crue sous l'impact de bois flottants / <i>Blocking probability and increase of head at spillway inlets under driftwood impact</i>	46
1.1.18	Nouvelle approche pour obtenir des courbes de débits classés dans des bassins versants alpins non jaugés en tenant compte des incertitudes / <i>New approach for obtaining flow duration curves under uncertainties in ungauged Alpine catchments</i>	48
1.1.19	Assimilation de données en temps réel pour la modélisation hydrologique et la prévision de crues dans des bassins alpins perturbés / <i>Real-time data assimilation for hydrological modelling and flood forecasting in equipped alpine catchments</i>	50
1.1.20	Gestion durable des zones inondables et force hydraulique / <i>Sustainable floodplain management and hydropower</i>	52
1.1.21	Etude théorique et expérimentale sur la structure interne de courants de densité en état stationnaire / <i>Theoretical and experimental study on the inner structure of steady-state density currents</i>	54
1.1.22	Modelization numérique du transport des dépôts artificiels / <i>Numerical modelling of replenishments of sediments</i>	57
1.1.23	Directives pour la sédimentation en réservoirs / <i>Reservoir sedimentation guidelines</i>	58
1.1.24	Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy (SCCER-SoE)	59
1.1.25	STREST – approche intégrée de stress tests sur des infrastructures critiques vis-à-vis des risques naturels / <i>STREST – harmonized approach to stress tests for critical infrastructures against natural hazards</i>	61
1.1.26	Base de données du African Dams Project (ADAPT-DB) / <i>African Dams Project Database (ADAPT-DB)</i>	63
1.1.27	MIMOSA: Modélisation du méso-habitat comme outil pour l'évaluation et mitigation du marnage hydroélectrique dans des cours d'eau alpins / <i>Mesohabitat modeling as a tool for assessment and mitigation of hydropeaking operation in alpine streams.</i>	65
1.1.28	Comportement hydraulique de jonctions avec des écoulements torrentiels et des décalages de fond à l'entrée / <i>Hydraulic behaviour of supercritical junctions with inlet bottom offsets</i>	68
1.1.29	L'impact de la variabilité et de la fréquence des hydrogrammes sur la morphodynamique des rivières à lit de gravier / <i>The impact of</i>	

	<i>hydrograph variability and frequency on the morphodynamics of gravel-bed rivers</i>	71
1.2	Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	74
1.2.1	EES-Aménagement hydroélectrique de Gondo – renouvellement du groupe 3 : Etude sur modèle physique de la cheminée d'équilibre / <i>EES – Gondo Hydropower plant – New group 3: Study on physical model of the surge tank</i>	74
1.2.2	Fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny: étude sur modèle physique / <i>Chancy-Pougny dam plunge pool: Physical Model Study</i>	75
1.2.3	Etude sur modèle physique d'un puits à vortex à la commune de Cossonay / <i>Physical model study of a vortex drop shaft in the Cossonay municipality</i>	77
1.2.4	Étude expérimentale d'un barrage filtrant en amont des communes de Martigny-Combe et de Martigny (VS) / <i>Experimental study of a filter check dam upstream of the municipalities of Martigny-Combe and Martigny (VS)</i>	79
1.2.5	Élevage de perche de Valperca: Distribution de l'écoulement dans le bassin / <i>Perch farm Valperca: Flow field in rearing basin</i>	80
1.2.6	Simulation numérique de la l'aspirateur de la 4 <sup>ème</sup> machine de l'ancienne usine hydroélectrique de Hagneck / <i>Numerical simulation of 4<sup>th</sup> turbine draft tube of the old Hagneck hydroelectric power plant</i>	82
1.2.7	Augmentation de la puissance de l'aménagement Hongrin-Léman. Prise d'eau dans le Léman - Etude sur modèle numérique / <i>Power increase of the Hongrin-Léman hydropower plant. Intake at Lake Lemman – numerical simulation study</i>	84
1.2.8	Mesures d'assainissement des effets des éclusées hydroélectriques : le fonctionnement du bassin de modulation de Innertkirchen / <i>Hydropeaking remediation measures: Performance of Innertkirchen compensation basin with operation of Trift dam</i>	85
1.2.9	Etude de venting de courant de turbidité dans la retenue de Rudbar Lorestan / <i>Study on turbidity currents venting at Rudbar Lorestan dam</i>	88
<b>2</b>	<b>Enseignement / Teaching</b>	<b>90</b>
2.1	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2014/2015) / <i>Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2014/2015)</i>	90
2.1.1	Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / <i>Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering</i>	90
2.1.2	Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in sciences and environmental engineering</i>	91
2.1.3	Ecole doctorale EDCE / <i>Doctoral school in Civil Engineering</i>	91
2.2	Cours hors EPFL / <i>Courses outside EPFL</i>	92
2.3	Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2014-2015, de printemps 2015 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2014-2015 spring semester 2015</i>	92
2.4	Projets et laboratoires en section SIE – semestres d'hiver 2014-2015 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2014-2015</i>	94

2.5	Travaux de Master 2014-2015 (Automne) et 2015 (Printemps) / <i>Master thesis project 2014-2015 (Autumn) and 2015 (Spring)</i>	94
2.6	Excursions d'étudiants / <i>Student field trips</i>	96
2.6.1	Visite de l'usine de potabilisation, Service des eaux, Lausanne, 13.04.2015	96
2.6.2	Visite du chantier et de la centrale hydroélectrique à Hagneck, 04.05.2015	96
2.6.3	Barrage de Chancy-Pougny, sortie du 2 novembre 2015	97
2.6.4	Barrage de Rossens et de Schiffenen, sortie du 1 Décembre 2015	98
2.7	Livres / <i>Books</i>	99
2.8	Polycopiés / <i>Student course books</i>	99
<b>3</b>	<b>Manifestations scientifiques / <i>Scientific events</i></b>	<b>100</b>
3.1	Participation à des manifestations scientifiques hors EPFL	100
3.1.1	SediTrans Winter school à l'Université de Chypre, Nicosia, Chypre, 11-13 février 2015	100
3.1.2	Auentagung à Aarau, le 12 et le 13 Mars 2015	101
3.1.3	European Geoscience Union (EGU) – General Assembly à Vienne, du 13 au 17 Avril 2015	101
3.1.4	EWRI – ASCE World Environmental & Water Resources Congress, Austin, Texas, May 17-21, 2015.	103
3.1.5	First International Workshop on Sediment By-pass Tunnels, VAW-ETH Zurich, 27-29.04.2015	103
3.1.6	XX National Conference of Fishing Users of Lakes, rivers and reservoirs "Development of inland fisheries representatives cooperation as a way of implementation of principles of sustainable use of fisheries resources", Grudziądz, Pologne, 13-15 mai 2015	104
3.1.7	World Tunnel Congress (ITAWTC 2015), May 22-28, 2015, Dubrovnik, Croatia	105
3.1.8	SEDITRANS Mid-Term Review Meeting à l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve, Belgium, 4 Juin 2015	105
3.1.9	Professeur Anton Schleiss élu président du CIGB, 13-20 Juin, Stavanger, Norvège	106
3.1.10	Field course in Fluvial-Geomorphic & Ecological Tools, 14-20 June, 2015	107
3.1.11	Symposium of the Working group on Alpine Hydropower (AGAW) in Innsbruck, 25.6. – 26.6.2015	108
3.1.12	26 <sup>th</sup> IUGG General Assembly Prague, 22 juin – 2 juillet 2015	108
3.1.13	36 <sup>th</sup> IAHR World Congress à la Haye (Pays-Bas), 28 juin – 3 juillet 2015	109
3.1.14	Pontresina – Journées d'étude du CSB 2015, 2-3 juillet 2015	111
3.1.15	9 <sup>th</sup> Symposium for European Freshwater Sciences, Geneva, July 5-10 2015.	112
3.1.16	SEDITRANS Workshop and the Summer School at IST (University of Lisbon), July 27-30, 2015	112
3.1.17	Gravel Bed Rivers 8 workshop, Kyoto and Takayama, 13 - 19 août 2015	113

3.1.18	17 <sup>ème</sup> réunion de JuWi à Dresde, 26-28 août 2015	113
3.1.19	9 <sup>th</sup> Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, Iquitos, 30 août à 3 septembre 2015	113
3.1.20	SCCER-SoE Annual Conference 2015 “Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production in Switzerland, Neuchâtel, 10-11 septembre 2015	114
3.1.21	Coastal Structures and Solutions to Coastal Disasters – Boston 8-11 September 2015	114
3.1.22	HYDRO 2015, Bordeaux, France, 26-28 Octobre 2015	115
3.1.23	Assemblée générale du conseil mondiale de l'eau. 12 à 15 novembre 2015, Marseille, France.	117
3.1.24	12 <sup>th</sup> International conference on Pressure Surges, Dublin, 18 – 20 November 2015	117
3.1.25	Visit of the hydraulic laboratory within the frame of SIREN 2015, Friday, November 20, 2015	118
3.1.26	Visite des représentants de la Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe	119
3.1.27	SEDITRANS Winter School à l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve, Belgium 7-9 Décembre 2015	119
3.2	Organisation des conférences	120
3.2.1	ICOLD BMW Workshop 8-11 September 2015	120
3.2.2	2 <sup>ème</sup> Séminaire VSA/EPFL Hydraulique des canalisations, EPFL, 8 septembre 2015	121
3.3	Conférences publiques au LCH / <i>Public conferences at the LCH</i>	122
3.4	Conférences internes données au LCH / <i>Internal conferences given at the LCH</i>	123
3.5	Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	124
<b>4</b>	<b>Personnel / Staff</b>	<b>125</b>
4.1	Organisation du LCH (2015) / <i>Organisation of the LCH (2015)</i>	125
4.2	Collaborateurs en 2015 / <i>Staff in 2015</i>	126
4.3	Professeurs invités et hôtes académiques / <i>Visiting professors and academic visitors</i>	128
4.4	Événements spéciaux / <i>Special events</i>	129
4.4.1	La RTS filme dans la Halle d'hydraulique du LCH, Lausanne, EPFL, LCH, 17 février 2015	129
4.4.2	Visite des gymnasiens au LCH, Lausanne, EPFL, LCH, 6 et 13 mars 2015	130
4.4.3	Visite du modèle réduit du puits à vortex à Cossonay – 17 et 26 mars	130
4.4.4	Weekend de Ski LCH, Châtel, Portes du Soleil, France, du 20 au 22 mars 2015	131
4.4.5	Thesis defence of Yos Simanjuntak : Prestressed concrete-lined tunnels - Towards Improved Safety and Economical Design, Technical University of Delft, 22 April 2015	131
4.4.6	2 <sup>ème</sup> Salon des Technologies et de l'Innovation de Lausanne, 13 mai 2015	132
4.4.7	Journée des classes - Un jour au cœur de la science, EPFL, LCH, 2 juin 2015	132

4.4.8	Mise en eau du modèle de la Drance à Martigny – Combe (VS), 23 juin 2015	133
4.4.9	Grillades chez M. et Mme Schleiss 8 juillet 2015	134
4.4.10	Journée d'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, Vendredi 11 septembre 2015	135
4.4.11	Inauguration de la dérivation partielle des crues de l'Arbogne à Corcelles-près-Payerne, vendredi 26 septembre 2015	136
4.4.12	Anniversaire Chancy-Pougny – 2 octobre 2015	137
4.4.13	Visite du bureau Norbert Géologues-Conseils au LCH, EPFL, 5 octobre 2015	137
4.4.14	Visite de l'Association intercommunale pour l'épuration des eaux usées de la région morgienne au LCH, EPFL, 7 octobre 2015	138
4.4.15	Visit of Druk Green Power Corporation of Bhutan for a future R&D centre in hydropower, 4-6 novembre 2015	139
4.4.16	Souper de Noël LCH, Thierrens, 10 décembre 2015	141
<b>5</b>	<b>Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i></b>	<b>142</b>
<b>6</b>	<b>Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i></b>	<b>145</b>
6.1	Invités / <i>Invited</i>	145
6.2	Autres conférences / <i>Other conferences</i>	146
<b>7</b>	<b>Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i></b>	<b>149</b>
<b>8</b>	<b>Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i></b>	<b>151</b>
<b>9</b>	<b>Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research funds</i></b>	<b>152</b>
<b>10</b>	<b>Publications</b>	<b>154</b>
10.1	Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	154
10.1.1	Référés / <i>Refereed</i>	154
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	155
10.2	Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	156
10.2.1	Référés / <i>Refereed</i>	156
10.2.2	Autres / <i>Others</i>	157
10.3	Revue de presse / <i>Press reviews</i>	159
10.4	Communications du LCH / <i>LCH Communications</i>	160
10.5	Rapports non publiés (recherche appliquée) / <i>Unpublished reports (applied research)</i>	160
<b>11</b>	<b>Prix et récompenses dans la recherche / <i>Research prizes and awards</i></b>	<b>161</b>

# 1 Recherche / Research

## 1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research

### 1.1.1 Hydro-morphodynamique des confluences en canaux ouverts avec de faibles ratios de débits et une fourniture sédimentaire dominante de l'affluent / *Hydro-morphodynamics of open-channel confluences with low discharge ratio and dominant tributary sediment supply*

Les confluences de rivières dans lesquelles la charge principale de sédiments est fournie par l'affluent et le débit majoritaire par la rivière principale sont usuellement observées dans les bassins montagneux. Dans le bassin du Haut Rhône, en Suisse, les confluences sont également caractérisées par des rivières très canalisées par les travaux réalisés les deux derniers siècles pour des raisons sécuritaires, ainsi que pour le développement urbain et agricole. Ces transformations ont appauvri l'écosystème fluvial et il en résulte des affluents étroits et à forte pente rejoignant la rivière principale avec de grands angles de jonction.

L'état des connaissances sur l'hydrodynamique, la morphodynamique et les processus sédimentaires des confluences de rivières de montagne est éparé. En effet, la plupart des études sur la dynamique des confluences portent sur les rivières de plaines. La compréhension des dynamiques impliquées dans les confluences en régions montagneuses est donc un outil essentiel pour récupérer—partiellement ou totalement—les écosystèmes dégradés, par des projets de restauration. Dans ce contexte, cette étude a pour but d'approfondir la compréhension de l'hydro-morphodynamique et la sédimentologie des confluences de rivières en montagne, notamment dans le cas du bassin du Haut Rhône.

Dans cet objectif, 12 expériences en laboratoire ont été conduites dans deux installations expérimentales : l'une située au Laboratoire de Constructions Hydrauliques de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (LCH-EPFL), et l'autre à l'Instituto Superior Técnico de Lisboa (IST-UL). Ces installations ont permis la couverture d'un grand nombre de configurations incluant trois ratios de débits unitaires ( $q_r = q_i/q_m = 0.37, 0.50, \text{ et } 0.77$ ), deux angles de jonction ( $\alpha = 90^\circ \text{ et } 70^\circ$ ), deux mélanges de sédiments avec des coefficients

*River confluences in which the tributary supplies the dominant sediment load, and the flow discharge is abundantly provided by the main river, are typically observed in mountain-river basins. In the Upper-Rhone river basin in Switzerland, confluences are also characterized by highly channelized rivers as a result of the river training works, which were performed in the last two centuries for flood safety reasons and urban and agricultural development. These works impoverished the fluvial ecosystem and resulted in steep and narrow tributaries that join the main river at high junction angles.*

*The existent knowledge on the hydrodynamic, morphodynamic and sedimentary processes involved in mountain-river confluences is sparse, since most of the studies on confluence dynamics focus on low land confluences. However, the understanding of the dynamics involved in this type of confluence constitutes an essential tool for recovering total or partially the degraded ecosystems by means of restoration projects. In this context, the present research study aims to deepen the knowledge on the hydro-morphodynamics and sedimentology of mountain-river confluences inspired in those of the Upper-Rhone river basin.*

*For that purpose 12 laboratory experiments were conducted in two experimental facilities: one located at the Laboratory of Hydraulic Constructions of the École Polytechnique Fédérale de Lausanne (LCH-EPFL), and the other one located at the Instituto Superior Técnico de Lisboa (IST-UL). The experimental setups covered a wide range of configurations including three unit-discharge ratios ( $q_r = q_i/q_m = 0.37, 0.50, \text{ and } 0.77$ ), two junction angles ( $\alpha = 90^\circ \text{ and } 70^\circ$ ), two sediment mixtures with different gradation coefficients ( $\sigma = 4.51 \text{ and}$*

de gradation différents ( $\sigma = 4.15$  et  $1.35$ ), et deux ratios de largeurs ( $B/B_m = 0.30$  et  $0.15$ ). Les expériences ont été réalisées dans des conditions de lit mobile et un apport continu en sédiments dans les deux canaux, cette dernière caractéristique représentant une innovation importante dans l'étude de ce type de confluence. Les flux de sédiments qui ont été testés sont  $Q_{st} = 0.5$  kg/min pour l'affluent et  $Q_{sm} = 0.3$  ou  $0.6$  kg/min pour le canal principal, dépendant du ratio des largeurs.

Des relevés systématiques de la topographie du lit ainsi que de la surface libre ont été enregistrés à différents instants pendant les expériences, et une fois la situation d'équilibre atteinte. Cette condition était satisfaite lorsque les flux sédimentaires à l'entrée et la sortie étaient quasi-identiques, et lorsque la topographie du lit devenait quasi-invariable. De plus et toujours en situation d'équilibre, des mesures de vitesse ponctuelles ont été effectuées et les distributions spatiales et granulométriques des sédiments du lit ont été analysées. Ces mesures ont permis d'étudier l'influence du ratio de débits, de l'angle de jonction, de la gradation sédimentaire et du ratio de largeurs sur l'hydro-morphodynamique des confluences de canaux à surface libre.

La morphologie et l'hydrodynamique du lit ont montrés des particularités communes dans toutes les expériences (Figure 1). Les caractéristiques morphologiques principales ont été : i) un banc latéral le long de la rive intérieure à l'aval de la confluence ; ii) une zone d'affouillement s'étendant de l'embouchure de l'affluent jusqu'à la rive opposée, traversant le banc attaché à la rive intérieure ; et iii) une barre traversant l'embouchure de l'affluent qui produit une remarquable discordance de lits entre le canal principal et l'affluent. Concernant l'hydrodynamique, les caractéristiques principales suivantes ont été observées dans toutes les expériences : i) une courbe de remous de type M1 induite par l'écoulement de l'affluent dans le canal principal ; ii) une zone de stagnation dans le coin amont de la jonction, caractérisée par une augmentation locale du niveau d'eau, et occasionnellement par une déposition de sédiments ; iii) une zone de vitesses réduites favorisant la déposition dans le coin aval de la jonction ; iv) un écoulement ascendant associé à une zone de réduction de pression dans le coin aval de la jonction ; v) une zone de déflexion des fluxes

*1.35), and two width ratios ( $B/B_m = 0.30$  and  $0.15$ ). The experiments were performed under movable bed conditions and with continuous sediment supply to both flumes, which represents a novelty in the study of this type of confluence. The sediment rates were  $Q_{st} = 0.5$  kg/min for tributary and  $Q_{sm} = 0.3$  or  $0.6$  kg/min for the main channel, depending on the width ratio.*

*Systematic surveys of bed topography and water surface were recorded at different instants during the experiments and at equilibrium condition. This condition was reached when the outgoing sediment transport rate was similar to the incoming rate and the bed topography had attained a quasi-steady state. Additionally and also at equilibrium, point velocities were measured and the spatial and grain size distribution of the bed sediments were analyzed. These measurements allowed the analysis of the influence of the discharge ratio, junction angle, sediment gradation and width ratio on the hydro-morphodynamics of open channel confluences.*

*The bed morphology and hydrodynamics displayed some common features in all the experiments (Figure 1). The main morphological features were: i) a bank-attached bar along the inner bank of the main channel downstream of the confluence; ii) a scour hole which extended from the tributary mouth to the opposite bank flanking the bar; and iii) a tributary-mouth bar which produced a marked bed discordance between the tributary and main channel. Regarding the hydrodynamics, the following features were observed in all the experiments: i) a M1-type backwater curve induced by the tributary inflow in the upstream reach of the main channel; ii) stagnation zone characterized by a local increase of the water surface and eventually by sediment deposition at the upstream junction corner; iii) a zone of reduced flow velocities which promoted deposition at the downstream junction corner; iv) flow upwelling associated with a low pressure zone at the downstream junction corner; v) a zone of flow deflection where each flow deviated each other to become aligned with the post-confluence channel; vi) a shear layer which separated the flows coming from the tributary and main channel at the post-confluence, vii) a zone of*

où chaque écoulement se détourne de l'autre avant de se réaligner dans la zone post-confluence ; vi) une couche de séparation des écoulements venant de l'affluent et du canal principal à la post-confluence ; vii) une zone d'accélération à l'aval de la confluence ; et viii) une zone de recouvrement à l'aval de la confluence, où l'écoulement tend vers des conditions uniformes en adoptant une hauteur d'écoulement quasi-constante. La dynamique de la confluence a été influencée par chacun des paramètres testés.

*flow acceleration downstream of the confluence, and viii) a recovery zone downstream of the confluence, where the flow tended to uniform conditions by adopting a nearly constant flow-depth. All these hydrodynamic features were influenced by each of the tested parameters.*

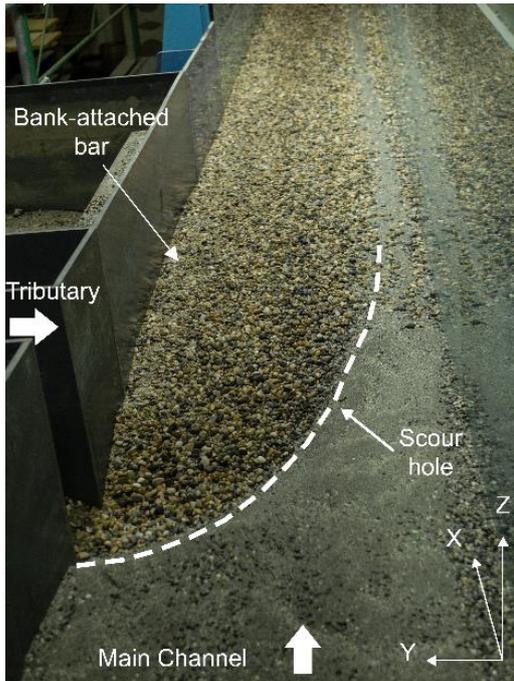


Figure 1: Caractéristiques morphologiques à l'équilibre

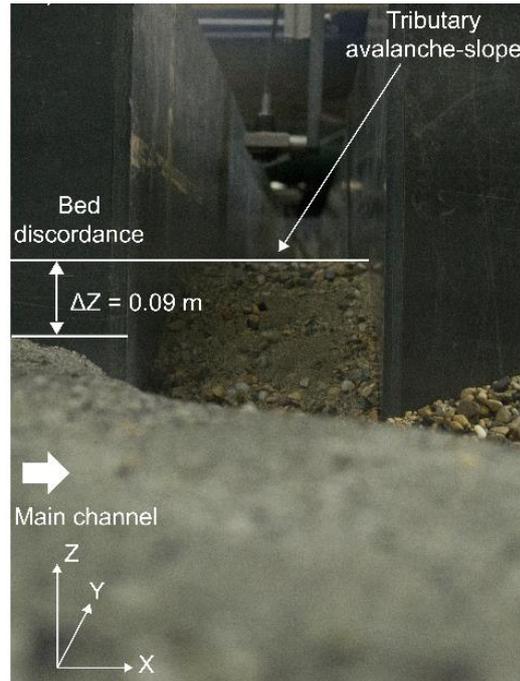


Figure 1: Morphodynamics features at equilibrium

En résumé, ce projet de recherche présente une analyse étendue de l'hydrodynamique, la morphodynamique et des processus sédimentaires qui ont lieu dans les confluences caractérisées par de faibles ratios de débits, et où la charge dominante en sédiments est apportée par l'affluent. Cette analyse contribue à élargir l'état des connaissances sur la dynamique de ce type de confluence et constitue non seulement une référence pour de futures études, mais également un outil important pour des projets de restauration.

*In summary, this research study presents a broad analysis of the hydrodynamic, morphodynamic and sedimentary processes involved in confluences characterized by low discharge ratios, and where the dominant sediment load is supplied by the tributary. This analysis contributes to widen the existent knowledge on the dynamics of this type of confluence and constitutes a benchmark for further studies, as well as a valuable tool for restoration projects.*

Financement: Fondation pour la Science et la Technologie Portugaise (FCT) et LCH-EPFL.

*Funding: Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) and LCH-EPFL.*

Thèse de doctorat : Sebastián Guillén Ludeña (initiative de doctorants communs IST-EPFL)

*Ph.D. Thesis : Sebastián Guillén Ludeña (under the joint IST-EPFL doctoral initiative)*

## 1.1.2 Analyse de rupture en fonction du temps des enrochements à large blocs protégeant les rives des rivières de montagne / *Time-dependent failure analysis of large block size riprap as bank protection in mountain rivers*

Pendant les crues dans les rivières de montagnes, les berges des rivières doivent être protégées contre l'érosion. Les conséquences d'effondrement des berges englobent surtout l'érosion latérale non contrôlée et les inondations causant des dégâts désastreux dans les zones résidentielles ou endommageant les infrastructures. Parmi les différentes mesures de protection contre les crues afin d'éviter l'érosion et l'endommagement des berges de rivières, le revêtement par enrochement est la plus utilisée. Afin d'assurer un dimensionnement le plus sûr, la taille de l'enrochement est le facteur le plus important. Plusieurs méthodes de dimensionnement existent, les plus avancées étant celles des blocs déposés à taille moyenne. Toutefois, dans les rivières de montagnes à fortes pentes, une stabilité supplémentaire doit être assurée en utilisant de larges et lourds blocs pour la protection en enrochement. Ces derniers doivent être mis en place un à un en raison de leurs poids. Une telle disposition assure une plus grande résistance contre l'érosion produite par l'écoulement vu que l'espace entre les blocs est minimisé et les forces d'emboîtement entre les blocs sont augmentées. Le comportement d'une telle protection a été rarement étudié pour le cas de rivières alpines et aucun critère de dimensionnement adapté n'existe.

Par conséquent, une étude expérimentale a été menée se concentrant sur la stabilité de tels enrochements compactés en tant que moyens de protection des berges riveraines. La présente recherche étudie l'effet des enrochements compactés sur le dimensionnement, la résistance à la rupture et le temps jusqu'à la rupture. La comparaison avec d'autres méthodes de dimensionnement a été faite basée sur l'effet de la largeur de l'enrochement ainsi que la pente de la berge. Cela est accompli en effectuant 121 tests systématiques avec enrochements compactés ainsi que 34 tests avec enrochements déposés. Les tests ont eu lieu dans un canal de 10 m de long et de 1.5 m de large avec un fond rugueux fixe au sein du Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'Ecole

*Erodible river banks need to be safe against the possible scouring during flood events in mountain rivers. The consequences of the bank failure are probably lateral uncontrolled erosion and flooding with disastrous losses in residential areas or damage of infrastructures. Among all flood protection measures that keep the riverbank safe against erosion and damage, riprap revetment is one of the most commonly used structures. In order to ensure the safest design, determining the required riprap size is one of the most important factors. Several methods of riprap sizing exist which are mostly evolved for dumped median size blocks. However, in mountain rivers and steep channels, the extra stability has to be ensured by using the large, heavy blocks as bank riprap protection, which have to be individually placed because of their weight. Such arrangement generates additional resistance against flow erosion since the space between the blocks is minimized, and the interlocking forces among the blocks are increased. The behavior of the latter protection was rarely studied for alpine river conditions, and no adapted design criteria exist.*

*Therefore, an experimental study was carried out focusing on the stability of such compressed riprap as river bank protection. This research investigates the effect of packed placement of riprap on sizing, the resistance to failure and the time to failure of riprap. Comparison with the existing design methods is also performed considering the effect of riprap thickness and bank slope. This is studied by means of 121 tests of compressed riprap and 34 tests of dumped ones. The experiments were carried out using a 10 m long and 1.5 m wide flume with a rough fixed bed at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) at École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Riprap was reproduced with uniform crushed blocks with three block sizes namely  $D_{50} = 0.037, 0.042$  and  $0.047$  m. Tests were conducted on stream-wise*

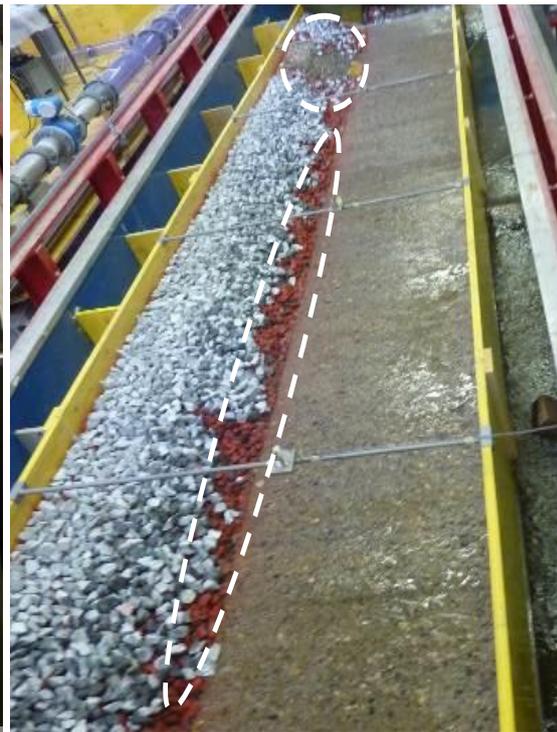
Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). Les enrochements ont été reproduits à l'aide de pierres uniformes concassées de trois diamètres différents  $D_{50} = 0.037, 0.042$  et  $0.047$  m. Trois pentes différentes du lit ont été testées  $S = 0.015, 0.03$  et  $0.055$ . Les pentes des enrochements sont de  $35^\circ, 31^\circ$  et  $27^\circ$  sous des conditions d'écoulement torrentiel et les tests ont été faits pendant un maximum de trois heures. La porosité, qui est un facteur à forte influence sur la stabilité, est évaluée et les résultats montrent une réduction de 2% pour les blocs compactés les plus petits et de 10% pour les plus larges.



Figure 1 : Exemple montrant la défaillance des enrochements, avant (a) et après (b) le test avec la double couche.

Une relation empirique entre la rugosité relative et le nombre de Froude modifié est discutée. Ensuite, une formule empirique pour les blocs larges placés individuellement dans un écoulement torrentiel est développée en tenant en compte de l'épaisseur des enrochements ainsi que la pente des berges. Cette relation empirique est comparée avec des formules existantes. Une relation empirique a été établie permettant l'estimation du temps jusqu'à la rupture de l'enrochement. Par conséquent, ce résultat peut être utilisé comme modèle de prévision de rupture pour les enrochements compactés, dans le champ d'application des tests sur modèle.

*bed slopes of  $S = 0.015, 0.03$  and  $0.055$ , and riprap bank slopes of  $35^\circ, 31^\circ$  and  $27^\circ$  under supercritical flow conditions and for a maximum of three hours of test duration. The porosity which is an effective factor on the stability is assessed and the results show a reduction of 2% for smallest size to 10% for the largest size of packed blocks.*



*Figure 1 : Example of riprap failure, before (a) and after (b) a double layer test.*

*An empirical relationship between relative roughness and modified Froude number is discussed. Then, a sizing riprap empirical formula for large blocks individually placed on supercritical flow was developed considering the riprap thickness and bank slope. This empirical relationship is compared with existing formula. An empirical relationship was established which allows to estimate the time to failure of the riprap bank protections. Consequently, it can be used as a failure forecasting model for compressed riprap in the range of application of the model tests.*

L'effet d'une seconde couche sur le temps à la rupture et sur la stabilité des berges est également analysé. Les résultats montrent que pour la même pente longitudinale du canal et de la berge, la seconde couche stabilise considérablement la digue et retarde le moment de rupture. Néanmoins, pendant le test, le taux d'érosion de blocs a augmenté (environ deux fois) pour le cas avec deux couches par rapport à celui avec une seule couche d'enrochement. L'épaisseur de l'enrochement a une influence plus importante sur la protection en enrochement pour les grandes pentes de berge que pour les petites. Cela implique que la seconde couche a un rôle stabilisant plus important lorsque la pente d'enrochement est plus proche de l'angle de frottement interne des blocs. De plus, l'effet de l'épaisseur d'enrochement est plus important pour les grandes pentes de canal que pour les petites.

Finalement, une méthode d'analyse de rupture probabiliste des enrochements est développée en prenant en considération que les digues de rivières existantes peuvent être exposées à plus de risque si le régime de crue et de sédiments change dans le futur. Les probabilités du potentiel de rupture des enrochements sont évaluées en utilisant la méthode de simulation de Monte Carlo, les méthodes d'Analyse de Moment, ainsi que la méthode d'Estimation Ponctuelle de Rosenblueth. La probabilité de rupture par différents modes, notamment l'érosion directe de blocs, l'érosion de la base et la submersion a été définie. Ainsi, la variation du niveau du lit est utilisée dans ce modèle basée sur le charriage du lit décrit à l'aide d'une fonction probabiliste de débit de pointe. Cette méthode de simulation probabiliste peut être directement mise en place dans les modèles de calculs de surface d'eau et de charriage. La méthode a été appliquée à deux rivières en Suisse: Kleine Emme et Brenno.

*The influence of a second layer on the time to the failure and on the bank stability is also analyzed. The results reveal that, for the same longitudinal channel slope and bank slope, the second layer significantly stabilizes the bank protection and postpones its failure time. Nevertheless, during the test, the block erosion rate is increased significantly (almost twice) for two layers comparing to one-layer riprap. The thickness of the riprap has a considerable influence on riprap protection for higher bank slope than the flatter ones. It means that the second layer has more stabilizing role when the riprap bank slope gets closer to the angle of repose of the blocks. Furthermore, the effect of the riprap thickness is smaller for higher channel slopes comparing to lower channel slopes.*

*Finally, a probabilistic failure analysis method of riprap is developed considering that existing riverbank riprap revetments could be exposed to higher risk of failure if flood and sediment regime changes in future. The potential failure probabilities of riprap are evaluated by using Monte Carlo Simulation and Moment Analysis Methods as well as Rosenblueth Point Estimation Method. The probability of failure in various modes, namely direct block erosion, toe scouring and overtopping, has been defined. Therefore, bed level variation is used in the model based on bedload transport described with a probabilistic function of the peak discharge. This probabilistic simulation method can be directly implemented in water surface and bed load calculation models. The method was applied to two rivers in Switzerland: Kleine Emme and Brenno.*

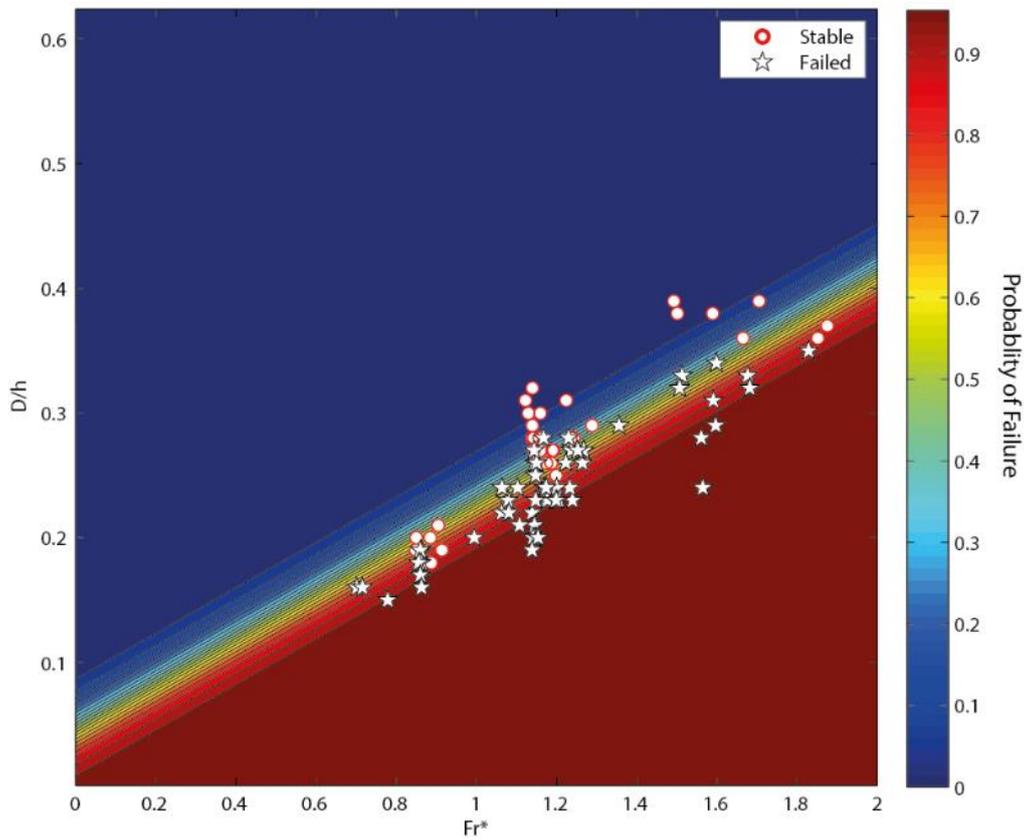


Figure 2 : Rugosité relative en fonction du nombre de Froude modifié en utilisant une classification logistique des tests échoués et stables

Figure 2 : Relative roughness as a function of modified Froude number using a logistic classification of failed and stable tests

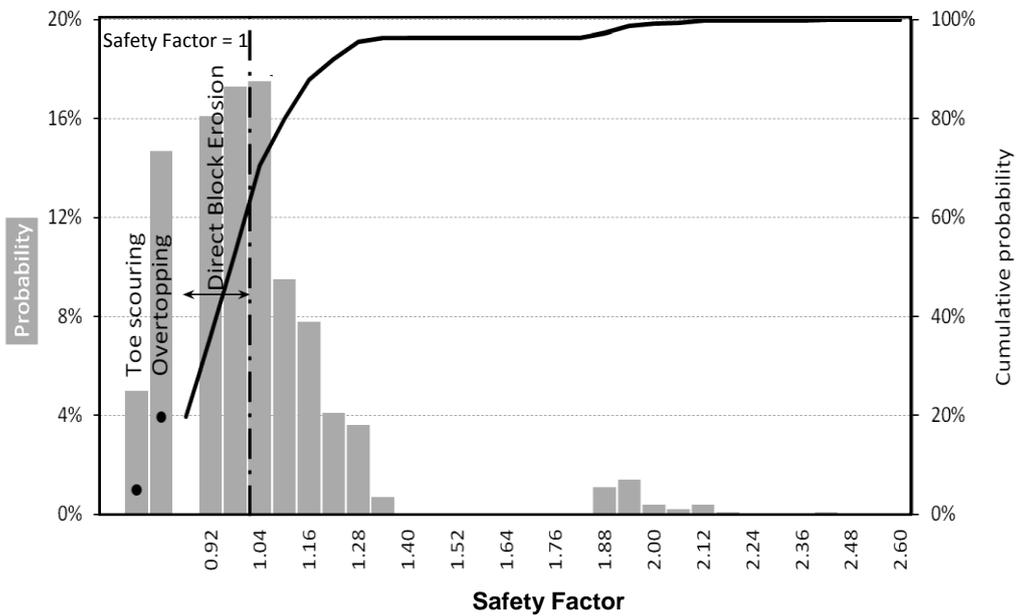


Figure 3: Probabilité associée au facteur de sécurité dans les différents modes de section trapézoïdale choisis de défaillance

Figure 3 : The probability of the safety factor in different failure modes of a selected trapezoidal section

Financement: Office Fédérale de l'environnement (OFEV).

Funding: Swiss Federal Office of Environment (FOEN).

Thèse de doctorat: Mona Jafarnejad

Ph.D. Thesis: Mona Jafarnejad

### 1.1.3 Étude expérimentale de l'influence d'un changement de pente abrupt sur les caractéristiques de l'écoulement sur coursiers en marche d'escalier/ *Experimental study on the influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways*

L'application de déversoirs en marche d'escalier augmente le taux de dissipation d'énergie sur de l'évacuateur de crues et peut réduire les dimensions du dissipateur d'énergie aval. Cette dissipation d'énergie prononcée rend les déversoirs en marche d'escalier attrayants sous diverses conditions, à savoir en tant que déversoirs sur les barrages-poids en BCR et sur les flancs de vallée pour des digues en remblai. Pour ces deux situations, dans certains cas, un changement de pente abrupte peut être nécessaire pour suivre la topographie du site et minimiser les excavations nécessaires et donc des coûts respectifs. Le changement de pente abrupte sur les déversoirs en marche d'escalier peut influencer les propriétés d'écoulement tel que l'entraînement d'air, la distribution de vitesses et de pressions, et la dissipation d'énergie. Un nombre limité de déversoirs en gradins ont été construits avec un changement de pente abrupte, comme le Upper Stillwater Dam aux Etats-Unis, New Victoria Dam en Australie, et de la Basse-Siah Bishe Dam en Iran, comme le montre la Fig.1, alors qu'aucune étude scientifique systématique pour la conception de ce type de configuration n'a été réalisée à ce jour. Ainsi, des informations complètes sur l'effet d'un changement de pente abrupte sur les caractéristiques d'écoulement sont manquantes.

*Application of stepped spillways increases the energy dissipation rate along the spillway and may reduce the dimensions of the terminal energy dissipation structure. This pronounced energy dissipation makes stepped chutes attractive under various conditions, namely as service spillways on RCC gravity dams and on valley flanks near earth dams. For both, in some cases, an abrupt slope change may be required to be implemented on stepped chutes in order to follow the site topography and to minimize the needed excavations and hence respective costs. An abrupt slope change along stepped spillways can influence the flow properties such as the air entrainment, velocity and pressure distribution, and the energy dissipation. Only singular projects as well as the associated physical model studies included a stepped spillway with an abrupt slope change, such as the Upper Stillwater Dam in USA, the New Victoria Dam in Australia, and the Lower Siah-Bishe Dam in Iran, as shown in Fig. 1, whereas no systematic scientific investigation for designing such type of configuration has been conducted to date. Accordingly, comprehensive information on the effect of an abrupt slope change on the flow features is missing.*

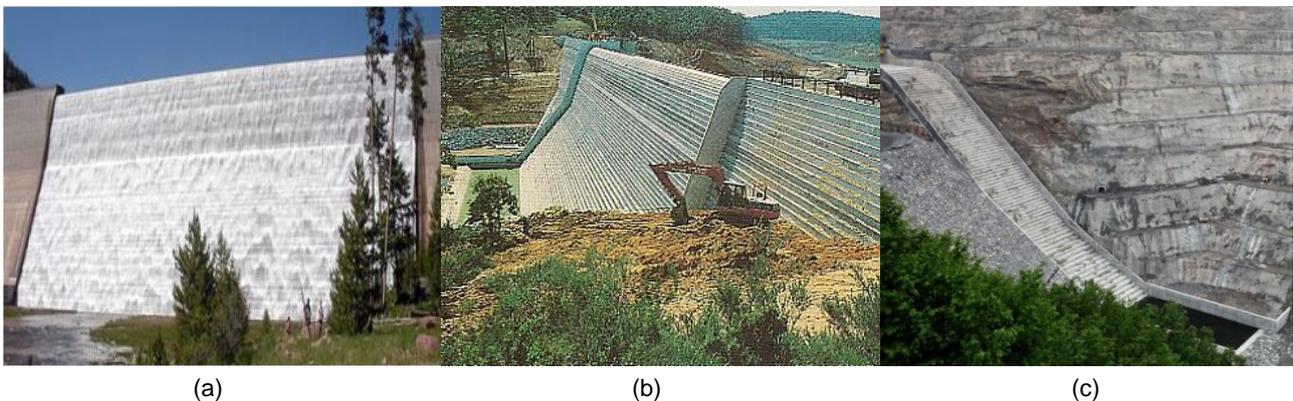


Figure 1: déversoir en gradins avec changement abrupt de pente. (a) Upper Stillwater dam spillway, USA (<http://www.google.com>); (b) New Victoria Dam, Australia (<http://www.pickeringbrookheritagegroup.com/infrastructure8.html>); (c) Siah-Bishe lower Dam, Iran, (<http://www.iwpc.ir>)

Figure 1: Stepped spillways with an abrupt slope change (a) Upper Stillwater dam spillway, USA (<http://www.google.com>); (b) New Victoria Dam, Australia (<http://www.pickeringbrookheritagegroup.com/infrastructure8.html>); (c) Siah-Bishe lower Dam, Iran, (<http://www.iwpc.ir>)

Par conséquent, la présente recherche vise à examiner l'effet d'un changement de pente abrupt sur les caractéristiques d'écoulement en mousse, en analysant l'entraînement d'air, le gonflement de l'écoulement, le développement de la vitesse et de la pression dynamique ainsi que de la dissipation de l'énergie sur une rampe en gradin. La modélisation physique a été réalisée dans un canal à relativement grand échelle avec une configuration de changement de pente de  $50^\circ$ - $18.6^\circ$  ( $\Delta\theta = 31.4^\circ$ ) ou  $50^\circ$ - $30^\circ$  ( $\Delta\theta = 20^\circ$ ), (Figure 2,3). Des mesures détaillées du débit air-eau ont été effectuées à plusieurs sections transversales (au bord extérieur des marches) de la rampe, en amont et en aval de la variation de pente. En outre, des mesures de pression dynamiques ont été obtenues sur les faces verticales et horizontales de plusieurs marches dans le voisinage et loin en aval du changement de pente.

Therefore, the present experimental research work aimed to examine the effect of an abrupt slope change (from steep to mild) on the skimming flow features, by analysing the air entrainment, flow bulking, velocity and dynamic pressure development and energy dissipation along the stepped chute. Physical modelling was conducted in a relatively large scale facility with  $50^\circ$ - $18.6^\circ$  ( $\Delta\theta=31.4^\circ$ ) and  $50^\circ$ - $30^\circ$  ( $\Delta\theta=20^\circ$ ) slope change configurations, (Figure 2,3). Detailed air-water flow measurements were conducted at several cross-sections (step edges) along the chute, upstream and downstream of the slope change. In addition, dynamic pressure measurements were obtained on both vertical and horizontal faces of several steps in the vicinity and far downstream of slope change cross-section.

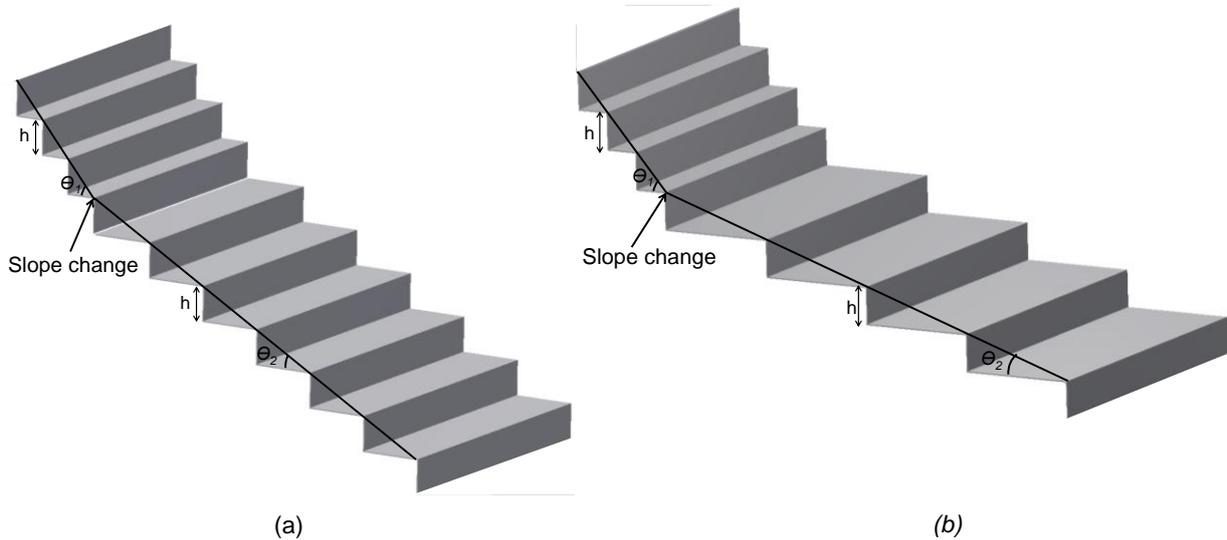


Figure 2: Dessin des configurations de changement de pente: a)  $50^\circ$ - $30^\circ$  et b)  $50^\circ$ - $18.6^\circ$

Figure 2: Sketch of the slope change configurations: a)  $50^\circ$ - $30^\circ$  and b)  $50^\circ$ - $18.6^\circ$  configuration

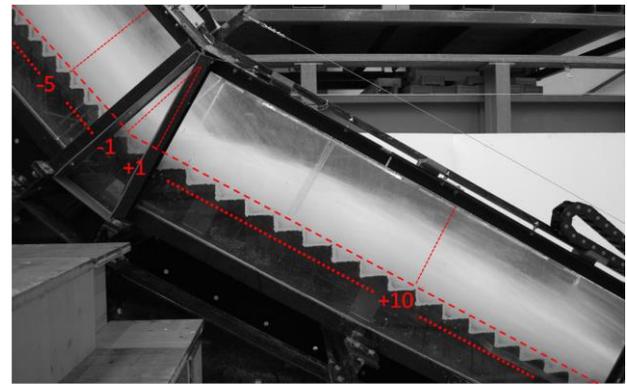
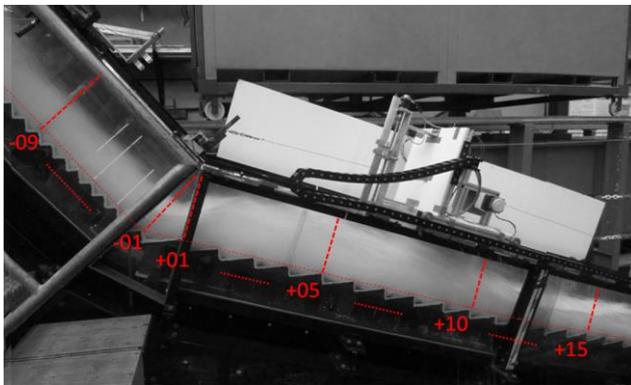


Figure 3: Modèle expérimental (gauche)  $50^\circ$ - $18.6^\circ$  ( $\Delta\theta=31.4^\circ$ ); (droite)  $50^\circ$ - $30^\circ$  ( $\Delta\theta=20^\circ$ )

Figure 3: Experimental set up (left)  $50^\circ$ - $18.6^\circ$  ( $\Delta\theta=31.4^\circ$ ); (right)  $50^\circ$ - $30^\circ$  ( $\Delta\theta=20^\circ$ )

Les résultats indiquent une influence substantielle des changements de pente abrupts sur les propriétés de l'écoulement pour la gamme de débit testé ( $2.6 \leq d_c/h \leq 9.2$ ), en particulier en comparaison avec les résultats typiques d'écoulement sur déversoirs en gradins à pente constante, (Fig 4). Quatre principales sous-régions ont été définies pour décrire les régions d'écoulement air-eau typiques à proximité et plus en aval de la variation de la pente, à savoir en ce qui concerne la concentration d'air moyenne (moyenne sur la profondeur), la distribution de la concentration de l'air, la concentration d'air au pseudo-fond, la fréquence de la phase d'air et les profondeurs d'écoulement caractéristiques. Des formules empiriques ont également été développées pour prédire la concentration moyenne d'air et des profondeurs d'écoulement caractéristiques le long du tronçon sous l'influence de la variation de la pente.

The results indicated a substantial influence of abrupt slope changes on the flow properties for the tested range of relative critical depths ( $2.6 \leq d_c/h \leq 9.2$ ), particularly in comparison with typical results for constant sloping stepped spillway flows, (Fig 4). Four main local sub-regions have been found to describe the typical air-water flow patterns in the vicinity and further downstream of the slope change, namely with regard to the mean (depth-averaged) air concentration, air concentration distribution, pseudo-bottom air concentration, air-phase frequency and characteristic flow depths. Empirical formulae were developed for predicting the mean air concentration and characteristic flow depths along the reach under the influence of the slope change.

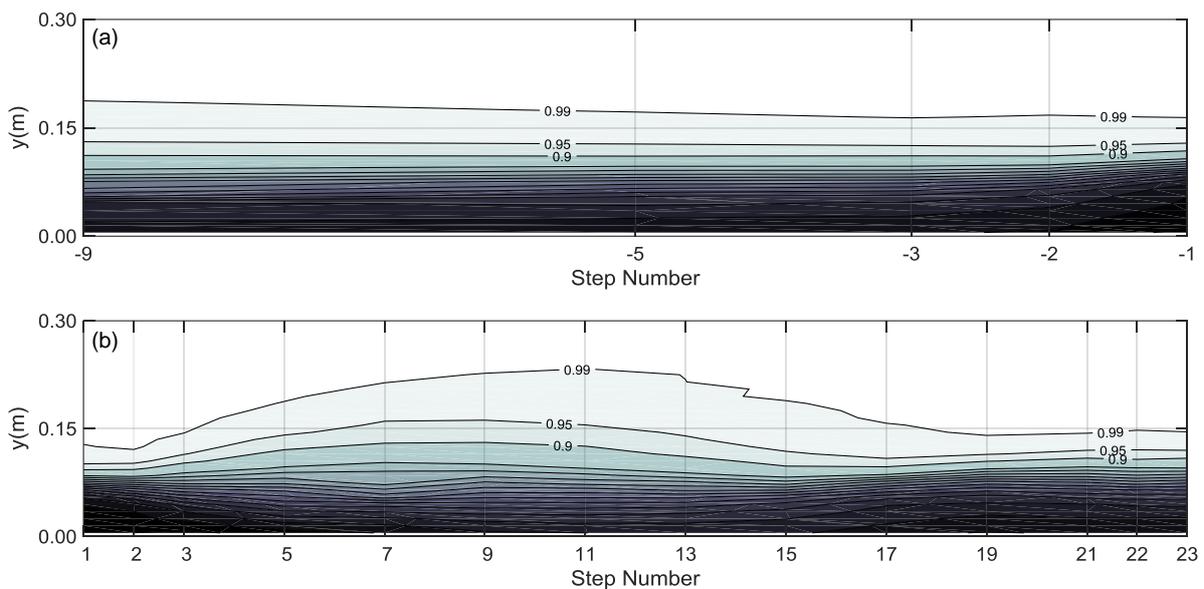


Figure 4: Profils typiques de la concentration d'air : a) à l'amont du changement de pente; b) à l'aval du changement de pente ( $\theta_1 = 50^\circ$ ;  $\theta_2 = 30^\circ$ ;  $d_c/h = 3.8$ ;  $Re = 3.4 \times 10^5$ )

Figure 4: Typical air concentration contour plot: a) upstream the slope change; b) downstream of the slope change; ( $\theta_1 = 50^\circ$ ;  $\theta_2 = 30^\circ$ ;  $d_c/h = 3.8$ ;  $Re = 3.4 \times 10^5$ )

La perte de charge relative du tronçon sous l'influence de la variation de la pente s'avère varier entre 38% à 51%, pour la gamme de débits ( $2.6 \leq d_c/h \leq 4.6$ ) et les changements de pente testés. Des pressions moyennes jusqu'à approximativement 21 fois la profondeur équivalente de l'eau claire (approximativement 13 fois la hauteur de marche) ont été observées sur les faces horizontales des marche à proximité du changement de pente pour la

The relative head loss corresponding to the reach under the influence of the slope change was found to vary between 38% to 51%, for the tested range of relative critical depths ( $2.6 \leq d_c/h \leq 4.6$ ) and slope change configurations. Mean pressures up to approximately 21 times the equivalent clear water depth (approximately 13 times the step height) were observed on the horizontal step faces in the vicinity of slope change cross-section for the tested range of

gamme de profondeurs critiques relatives testée ( $2.6 \leq d_c/h \leq 4.6$ ). Des valeurs négatives du 5e centile de la pression ont été trouvées sur les faces verticales des marches, en particulier dans le voisinage du changement de pente. Cependant, ils ne devraient pas être suffisamment importants pour provoquer de la cavitation. En conclusion, pour la première fois, l'influence d'un changement de pente abrupte sur les propriétés de l'écoulement en mousse sur déversoirs en gradins a été étudiée avec des expériences systématiques sur deux configurations de changement de pente et pour une large gamme de profondeurs critiques relatives.

Financement: Fondation pour la Science et la Technologie Portugaise (FCT) et LCH-EPFL.

Doctorant: Mohammad Javad Ostad Mirza (initiative de doctorants communs IST-EPFL).

*relative critical depths ( $2.6 \leq d_c/h \leq 4.6$ ). In conclusion, for the first time, the influence of an abrupt slope change on skimming flow properties on stepped spillways was investigated with systematic experiments on two slope change configurations and for a wide range of relative critical flow depths.*

*Funding: Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) and LCH-EPFL.*

*Ph.D. student: Mohammad Javad Ostad Mirza (under the joint IST-EPFL doctoral initiative).*

#### **1.1.4 Conception de projets hydroélectriques sous incertitudes / *Hydropower Design under Uncertainties***

La conception de centrales hydroélectriques est déterminée par des prévisions à long terme. Celles-ci sont hautement incertaines et sont l'une des sources majeures de risque pour tels projets.

La tâche traditionnelle d'ingénierie est d'optimiser la centrale hydroélectrique de manière à ce qu'elle satisfasse le scénario prévu. Les approches d'ingénieur et économique qui gouvernent virtuellement tous les planifications hydrauliques considèrent que les processus hydrologiques et du marché sont stationnaires, bien qu'il soit connu que ces processus peuvent changer. Aucuns de ceux-ci sont statiques et une prévision est très complexe et contient beaucoup d'incertitudes. Des incertitudes supplémentaires peuvent aussi provenir de l'interprétation de données incomplètes. Une aberration des valeurs effectives des prévisions peu avoir une conséquence majeur sur le succès d'un projet.

Malgré les risques élevés encourus sur les projets hydroélectriques, étonnamment peu de connaissances systématiques existent sur l'incorporation de la gestion des incertitudes dans la conception technique des centrales.

L'incertitude couvre les deux extrêmes de la distribution entourant les projets hydroélectriques. En conséquence, l'incertitude

*The design of hydropower plants is determined by long-term forecasts. These forecasts are highly uncertain and are one of the sources of major risk for hydropower projects.*

*The traditional engineering task is to optimize the hydropower plant so that it meets the forecasted scenario. The engineering and economic approaches that underlie virtually all water planning assume that the hydrological processes and market processes are stationary, even if it is well known that these processes can change. None of these are static and a forecast is highly complex and contains many uncertainties. Additional uncertainties may also stem from interpretation of incomplete data. An aberration of the effective values from the forecasts can highly affect the success of a project.*

*Despite the high risks taking over on hydropower projects, surprisingly little systematic knowledge exists about the incorporation of uncertainty management into the technical design of hydropower plants.*

*Uncertainty covers both tails of the distributions that surround hydropower projects. Consequently uncertainty can be an opportunity*

peut être une opportunité (effet positif) ou une menace (effet négatif). La large gamme des incertitudes potentielles touchant un projet hydroélectrique complexe, notamment politique, marquée et relative au projet sont incluses dans la recherche.

*to increase the project performance (upside effects) or a threat (downside effect). The wide range of potential uncertainties affecting a complex hydropower project, namely political, marked and project related uncertainties are included in our research.*

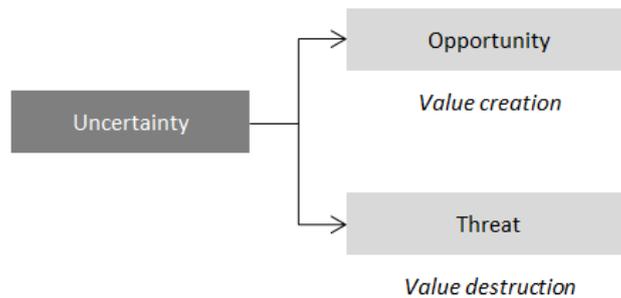


Figure 1: Incertitude, opportunité et menace

Figure 1: *Uncertainty, Opportunity and Threat*

Un registre orienté performance des incertitudes a été élaboré. Ce registre permet une évaluation ascendante des incertitudes touchant un projet hydroélectrique spécifique.

*A performance oriented register of uncertainties have been elaborated. This register allows a bottom up assessment of uncertainties affecting a specific hydropower project.*

En plus des incertitudes listées dans le registre orienté performance, un biais optimiste et une présentation stratégique tendancieuse mène à une inexactitude des prévisions. Pour inclure ces incertitudes dans l'évaluation, "Outside View" a été appliquée comme une méthode d'analyse générale fondée sur les faits.

*In addition to the uncertainties listed in the performance oriented register, optimistic bias and strategic misrepresentation leads to inaccuracy of forecasts. To include these uncertainties into the assessment the "Outside View" has been applied as general, evidenced-based analysis method.*

Le plus grand ensemble de données de projets de petites centrales hydroélectriques réalisées et d'analyse d'incertitude de projets de petites centrales hydroélectriques a été créé. Le résultat des deux principales sources d'incertitude, soit le dépassement de coût et la surestimation de la production, suggère que les petits projets hydroélectriques font face à des menaces significatives. Le dépassement de coût moyen est de 40% et plus de la moitié des projets dépassent les coûts. De plus, l'étude indique une surestimation significative de la production. La production effective est en moyen environ 35% plus faible que celle estimée.

*The largest dataset of realised small hydropower projects have been elaborated and an uncertainty analysis of small hydropower projects has been carried out. The results of the two main sources of uncertainty, namely cost overrun and production overestimation, suggest that small hydropower projects face significant threats. The average cost overrun is about 40% and more than half of the projects suffer a cost overrun. In addition the study indicates a significant production overestimation. The actual production is in average about 35% lower than the estimated figures.*

Plusieurs mesures d'atténuation du risque pour de grands projets hydroélectriques ont été établies les dernières décennies. Ces mesures couvrent une large gamme de la recherche de connaissance supplémentaire du transfert du risque, la nuisance ou le groupement du risque. Cependant, après l'application de ces mesures, le risque résiduel des incertitudes peut toujours être significatif.

*Several mitigation measures for risk management for large hydropower have been established over the last decades. These measures cover a wide spectrum from searching for additional relevant knowledge to transferring of risk, injuring or pooling of risk. However, after the application of these measures the residual uncertainties can be still significant.*

Les incertitudes particulièrement élevées

*Epecially high uncertainties stemmed from*

découlant de la libéralisation du marché de l'énergie et du changement climatique mènent à des incertitudes résiduelles qui sont difficiles à gérer avec les méthodes de réduction classiques. Pour surmonter ce manque, des méthodes de conception permettant un façonnage de ces incertitudes résiduelles est en cours d'élaboration. Les approches les plus prometteuses sont « Real Option Analysis » et « Robust Design ». Dans cette recherche, ces méthodes sont intégrées dans le processus de conception et testées sur de projets réels. Cette partie est actuellement en préparation.

Financement: Office Fédéral de l'Energie.

Doctorant: Felix Oberrauch

*liberalized energy market and climate change leads to residual uncertainties which are difficult to manage by the classical mitigation measures. To overcome this gap design methods which allow a shaping of these residual uncertainties are under preparation. The most promising approaches are Real Option Analysis and Robust Design. In this research project, we incorporate these methods into the engineering design process and test them on real projects. This working package is currently under preparation.*

*Funding: Swiss Federal Office of Energy.*

*Ph.D. student: Felix Oberrauch*

### **1.1.5 Performance hydraulique des aérateurs sur coursiers en marches d'escalier et leur effets sur l'écoulement aval / *Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features***

La cavitation sur les déversoirs et coursiers a endommagé de nombreuses structures avant que les premiers aérateurs aient été construits. Depuis que ces ouvrages sont étudiés par la recherche et mis en place dans la pratique, plus aucun dommage n'a été reporté. En parallèle, un nouveau type de coursier s'est développé ces dernières décennies : les coursiers en marches d'escalier. Les débits spécifiques sont normalement inférieurs aux coursiers classiques pour éviter tout dégât, car les marches ont supposément un plus grand potentiel de dommages. Cependant, ces restrictions sont de plus en plus ignorées.

Jusqu'à présent, aucune étude systématique n'a été faite pour définir des règles de dimensionnement pour des aérateurs sur coursiers en marches d'escalier. Pour éliminer ce manque de connaissances, le concept d'aération des coursiers standards est appliqué aux coursiers en marches d'escalier. L'intention est d'analyser systématiquement et d'optimiser des aérateurs sur un modèle physique pour finalement pouvoir donner des recommandations de dimensionnement générales. Tous les paramètres affectant l'efficacité de ces aérateurs sont connus.

Les essais sont effectués sur un canal en marche d'escalier de 0.5 m de large où l'eau est fournie par une jetbox. L'aérateur comprend un déflecteur avec un fond lisse à l'amont, ainsi

*Cavitation on chutes and spillways damaged many structures before first bottom aerators were applied. Since these devices are studied in research projects and implemented in practice, no more damages are reported. In parallel, a new spillway type was established over the last decades with different flow features: stepped chutes. There, the discharge load was usually limited compared to classical chutes to avoid cavitation damages, as stepped spillways have presumably a higher damage potential. However, these restrictions are more and more ignored.*

*No systematic studies were so far conducted providing general design guidelines for the application of aerators on stepped spillways. To reduce this gap in knowledge, the chute aeration concept as known from classical chutes is applied on stepped spillways in this research project. It thus intends to systematically investigate and optimize related aerators on a physical model to finally give reliable and general applicable design recommendations. All relevant parameters affecting the efficiency of such aerators are known.*

*Tests are carried out on a 0.5 m wide stepped channel where water is supplied by a jetbox. The aerator consists of a deflector with a smooth upstream bottom and an air supply*

qu'un système alimentant la première marche avec de l'air (Figure 1). Six différents déflecteurs ont été testés. De plus, une géométrie de référence sans aérateur a été testée pour mieux évaluer la performance de l'aérateur. Les essais de référence donnent des résultats similaires à la littérature sur les déversoirs en marches d'escalier.

system providing air into the first step (Figure 1). Six different deflectors were tested. In addition, a reference geometry without aerator was tested to better assess the aerator effect. The reference tests compare well with the stepped spillways literature.

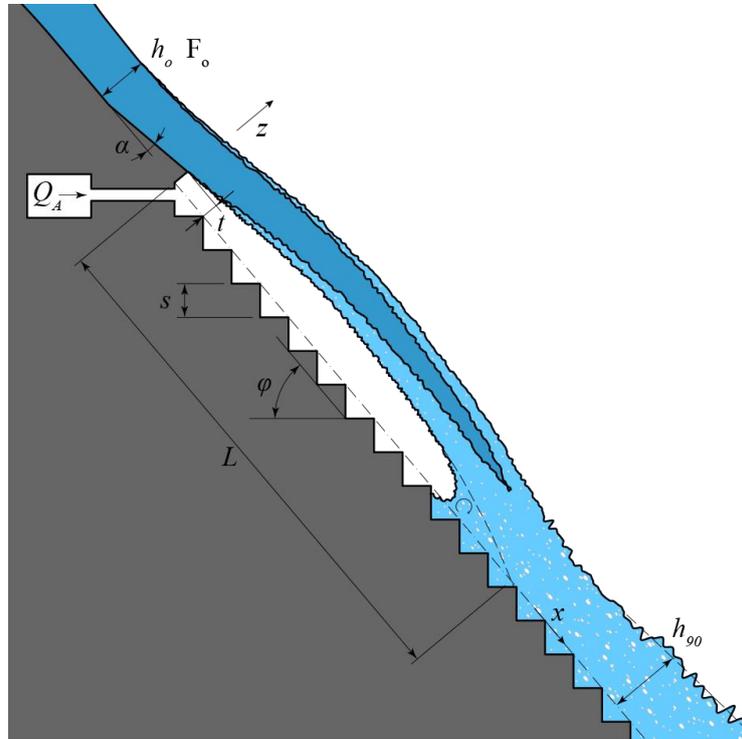


Figure 1: Schéma de définition des paramètres

Figure 1: Parameters definition scheme

Les paramètres suivants sont examinés de façon systématique pour déterminer leur influence sur l'aérateur :

The following parameters are systematically investigated to assess the aerator performance:

- le nombre de Froude  $F_o$
- la profondeur de l'écoulement  $h_o$
- l'angle du pseudo-fond  $\varphi$
- la hauteur de marche  $s$
- l'angle du déflecteur  $\alpha$
- la hauteur du déflecteur  $t$
- the approach flow Froude number  $F_o$
- the approach flow depth  $h_o$
- the pseudo-bottom (chute) angle  $\varphi$
- the step height  $s$
- the deflector angle  $\alpha$
- the deflector height  $t$

Les principales zones d'écoulement à l'aval de l'aérateur sont similaires aux coursiers aérés avec un fond lisse. Le déflecteur soulève l'écoulement du fond ce qui crée un jet avec une cavité d'air dessous. L'aération de l'écoulement se produit aux surfaces supérieures et inférieures du jet. L'impact du jet sur le pseudo-fond génère une quantité variable d'embruns dépendant de la configuration et des conditions d'écoulement. Une zone de développement suit l'impact du jet. Des

The main flow zones downstream of the aerator are similar to aerated chutes with a smooth bottom. The deflector lifts the flow from the bottom which creates a jet with an air cavity under it. Flow aeration occurs on both the upper and lower surfaces of the jet. The impact of the jet on the pseudo-bottom generates various amount of spray depending on the configuration and flow conditions. A development flow zones follows the impact of the jet. Quasi-uniform flow conditions are reached rapidly, after about 3-4

conditions d'écoulement quasi-uniformes sont rapidement atteintes, après 3-4 fois la longueur du jet.

La Figure 2 montre l'écoulement non-aéré (transparent) à l'amont de l'aérateur, qui devient progressivement aéré (couleur blanche) dans le jet. L'aération naturelle se produit après 8 marches pour l'essai de référence (R).

*times the jet length.*

*Figure 2 shows unaerated flow (transparent blackwater) upstream of the aerator, which progressively turns to aerated flow (whitewater) in the jet. Self-aeration occurs after 8 steps for the reference test (R).*

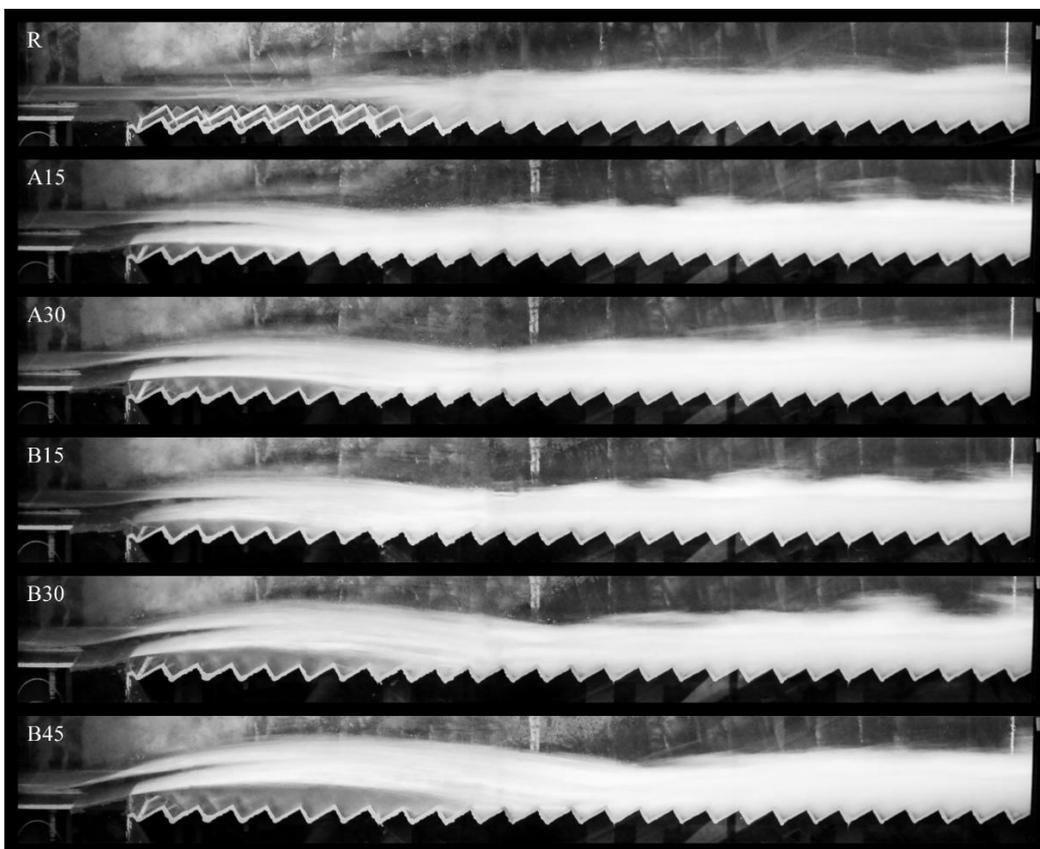


Figure 2: Comparaison de l'écoulement sur la moitié supérieure du canal pour l'essai de référence sans aérateur (R) ainsi que cinq déflecteurs pour des conditions d'écoulement identiques

*Figure 2: Flow comparison on the upper half of the channel for the reference test (R) as well as five deflectors for identical flow conditions*

Le coefficient d'entraînement d'air  $\beta$  est déterminé à partir des débits d'air et d'eau. Il a été trouvé qu'il est corrélé avec la longueur relative du jet  $L/h_o$ .

*The air entrainment coefficient  $\beta$  is obtained from the air and water discharge. It was found to be well correlated with the relative jet length  $L/h_o$ .*

Des profils de concentration d'air régulièrement espacés et mesuré à l'aide d'une sonde fibre-optique à double pointe permettent d'obtenir la distribution spatiale de l'air dans l'écoulement à l'aval de l'aérateur. La concentration moyenne d'air sur la profondeur  $C_a$  typique augmente rapidement dans la zone du jet (Figure 3). La compression de l'écoulement à l'impact du jet réduit la concentration d'air. Un maximum est atteint dans la zone de développement. A la fin du canal, la concentration d'air moyenne est comparable aux valeurs d'écoulement uniforme pour des coursiers lisses et en marche

*Regularly spaced air concentration profiles measured by means of a double fiber-optical probe allow obtaining the spatial distribution of air in the flow downstream of the aerator. The typical depth-average air concentration  $C_a$  rapidly increases in the jet zone (Figure 3). The flow compression that occurs at the jet impact reduces the average air concentration. A maximum is reached in the development zone. At the end of the channel, the average air concentration compares well with uniform flow values for smooth and stepped chutes. The bottom air concentration  $C_b$ , important to protect*

d'escalier. La concentration d'air au fond  $C_b$ , importante pour prévenir la cavitation, montre une rapide diminution à l'impact du jet. Elle se stabilise ensuite rapidement, et certaines configurations montrent une concentration d'air similaire à l'écoulement uniforme sur coursier lisse.

*against cavitation, shows a rapid decrease at the jet impact. It rapidly stabilizes afterwards, and some configurations show bottom air concentrations similar to that of smooth chute uniform flow.*

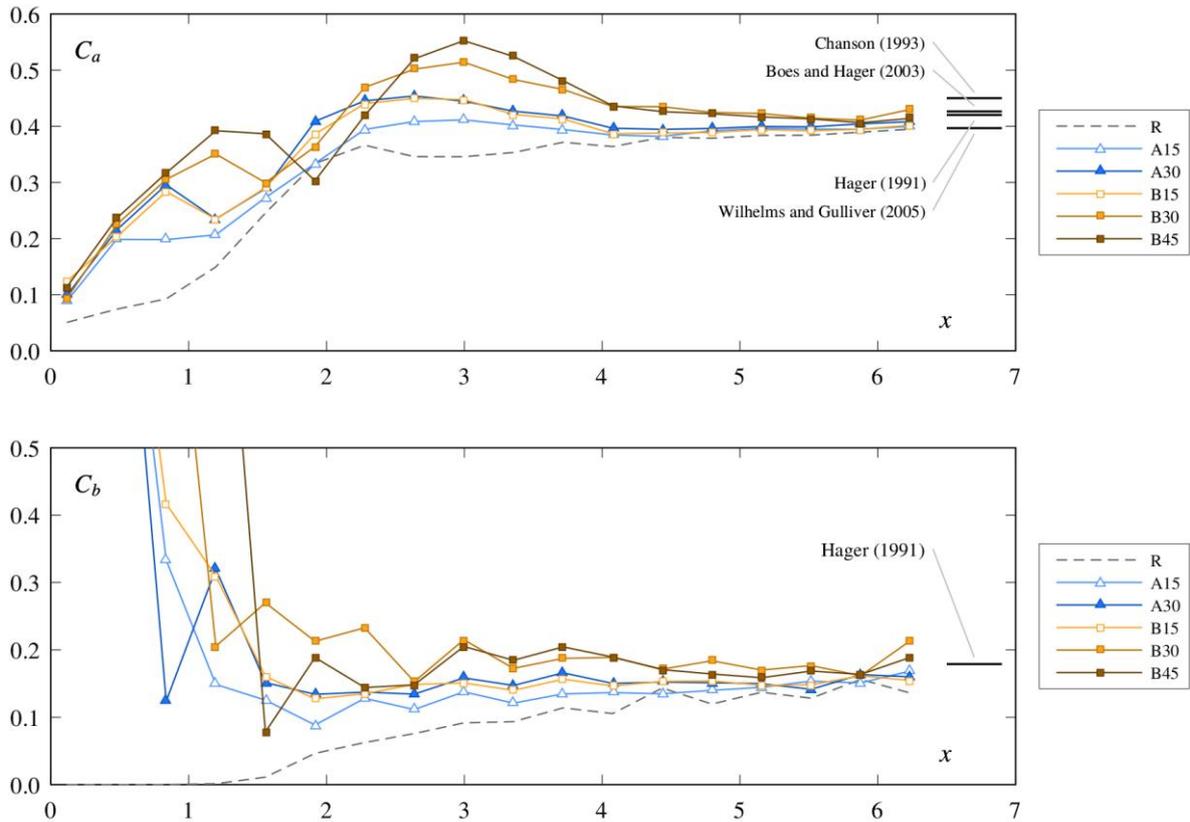


Figure 3 : Développement longitudinal de la concentration d'air moyenne  $C_a$  et de la concentration d'air au fond  $C_b$  comparés avec les valeurs pour un écoulement uniforme selon différents auteurs

*Figure 3: Average streamwise air concentration  $C_a$  and bottom air concentration  $C_b$  development compared with uniform flow values according to different authors*

Financement: Fonds national suisse FNS et Fondation Lombardi.

*Funding: Swiss National Science Foundation SNSF and Lombardi Foundation.*

Doctorant : Stéphane Terrier

*Ph.D. student : Stéphane Terrier*

### 1.1.6 Frottement de surface non permanent et comportement rhéologique inélastique des conduites en charge à écoulements transitoires / *Unsteady skin friction and pipe inelastic rheological behavior in pressurized transient flows*

Les pressions transitoires extrêmes calculées par la plupart des solveurs ne sont pas suffisamment précises pour décrire le comportement physique observé dans les systèmes réels. Plusieurs facteurs tels que le comportement viscoélastique du matériau de la conduite, les pertes, les obstructions, le

*Extreme transient pressures calculated by most solvers are not accurate enough to describe the physical behavior observed in real life systems. Several factors, which are not described in classical water-hammer theory, affect water hammer wave attenuation, shape and timing, such as viscoelastic*

frottement non permanent, la cavitation et l'interaction fluide-structure ne figurent pas dans la théorie classique des coups de bélier mais affectent l'atténuation des ondes due aux coups de béliers, ainsi que leurs formes et timing. Ces divergences surgissent lorsque, dans la dérivation des équations des écoulements transitoires, les hypothèses de base sont utilisées, telles que les flux axisymétriques 1D, le frottement stationnaire ou le comportement linéaire-élastique du fluide et du matériau de la conduite. L'une des principales sources d'incertitude est la description précise et la distinction entre le comportement rhéologique de la paroi de la conduite et la friction dynamique.

L'objectif de cette thèse est d'améliorer la caractérisation de ces phénomènes physiques, à la fois expérimentalement et numériquement, en mettant l'accent sur l'interaction fluide-structure et le comportement rhéologique de la paroi de la conduite. Le but ultime est le développement de nouveaux outils pour l'amélioration de la conception technique. A cet effet, plusieurs sous-tâches sont proposées:

- Analyse contrainte-déformation: dans une première étape, des essais expérimentaux seront réalisés dans une installation de bobine hélicoïdale en cuivre dans le but de comprendre la déformation axiale et circonférentielle de la paroi de la canalisation lors des coups de bélier.
- Interactions fluide-structure (IFS) dans des conduites en bobine: les connaissances acquises dans l'analyse contrainte-déformation seront utilisées dans un modèle IFS.
- Mise en évidence expérimentale des mécanismes d'amortissement durant des phénomènes hydrauliques transitoires en écoulement de conduite; en se concentrant sur l'interaction fluide-structure, les frictions instationnaires et la visco-élasticité des parois de la conduite.
- Interaction fluide-structure pour des conduites rectilignes ancrées pour empêcher des mouvements longitudinaux ; incluant les frottements instationnaires, le frottement sec et l'inertie des blocs d'ancrage.

*behavior of pipe-wall material, blockage and leakage, unsteady friction, cavitation and fluid-structure interaction. These discrepancies arise when, deriving transient-flow equations, basic assumptions like 1D axisymmetric flow, steady friction or linear-elastic behavior of the liquid and pipe-wall are assumed. One of the main sources of uncertainty is the accurate description and distinction between rheological behaviour of the pipe wall and unsteady friction.*

*The aim of the present PhD research is to improve the characterization of these physical phenomena, both experimentally and numerically, focusing on the fluid-structure interaction and pipe-wall rheological behaviour. The ultimate goal is the development of novel tools for the enhancement of engineering designs. For this purpose, several subtasks can be listed:*

- *Stress-strain analysis: in a first stage, experimental tests will be carried out in a copper pipe-coil facility with the goal to understand the axial and circumferential deformation of the pipe wall during pressure surges.*
- *Fluid-structure interaction (FSI) in pipe coils: the knowledge acquired from the stress-strain analysis will be used to develop a FSI model.*
- *Experimental evidence of damping mechanisms during hydraulic transients in pipe flow; focusing on fluid-structure interaction, unsteady friction and pipe-wall viscoelasticity.*
- *Fluid-structure interaction in straight pipelines anchored against longitudinal movement; including unsteady friction, dry friction and anchoring blocks inertia.*

Jusqu'à présent, le candidat a effectué un examen approfondi de la littérature, ce qui lui a permis d'identifier les lacunes de la recherche actuelle, afin de fonder les bases des hypothèses de recherche. Le candidat a également effectué des essais expérimentaux de coup de bélier sur trois configurations expérimentales (voir Figure 1) assemblées dans le Laboratoire d'Hydraulique Expérimental et d'Environnement de l' « Instituto Superior Técnico » (LHE/IST) de Lisbonne (Portugale). Une conduite rectiligne en cuivre, une conduite en bobine en cuivre et une conduite en bobine en polyéthylène ont permis de mettre en évidence les principales relations mécano-hydrauliques durant des phénomènes hydrauliques transitoires au moyen d'une analyse des pressions transitoires observées et des ondes de contraintes dans les différentes configurations.

*So far the PhD candidate carried out an extensive literature review which has allowed him to identify the current research gaps from where to base the research hypotheses. The candidate has also carried out waterhammer tests in three different experimental set-ups (see Figure 1) assembled at the Laboratory of Hydraulics and Environment of Instituto Superior Técnico (LHE/IST), Lisbon, Portugal. A straight copper pipe, a coil copper pipe and a coil polyethylene pipe allowed the identification of the principal mechanical-hydraulic relationships during hydraulic transients by means of the analysis of observed transient pressure and stress waves in the different pipe rigs.*

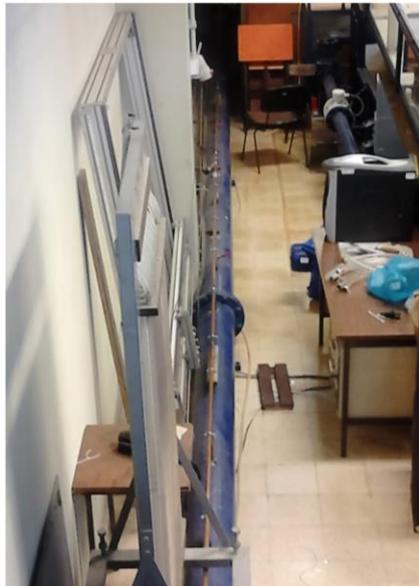


Figure 1 : Configurations expérimentales utilisées pendant la thèse : (gauche) conduite rectiligne en cuivre ; (centre) conduite en bobine en cuivre et (droite) conduite en bobine en polyéthylène

*Figure 1 : Experimental facilities used during the PhD research: (left) straight copper pipe; (center) coil copper pipe; and (right) coil polyethylene pipe.*

La Figure 2 représente les différents comportements observés durant les coups de bélier.

*Figure 2 depicts different observed behaviors during waterhammer events.*

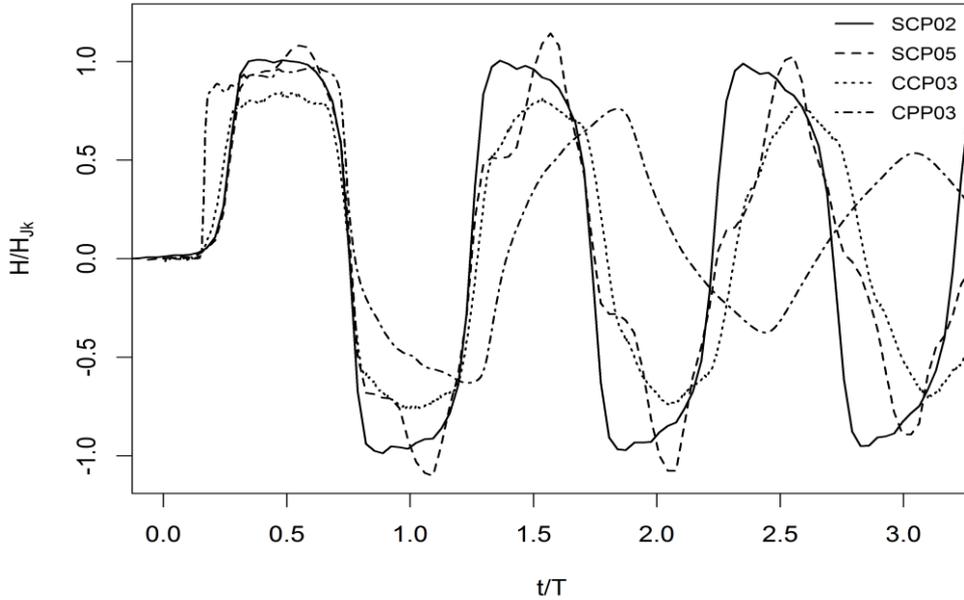


Figure 2: Evolution de la pression sans dimension pour les trois configurations expérimentales. Mesures réalisées à l'aval de la conduite

Figure 2: Dimensionless pressure traces at the three different experimental facilities. Measurements taken at the downstream pipe-end

Après la partie expérimentale, le doctorant s'est concentré sur la modélisation numérique de l'interaction fluide-structure (IFS) en démarrant de la configuration la plus facile, qui est la conduite rectiligne en cuivre. Dans ce but, un modèle à quatre équations (deux modes) a été implémenté.

After this experimental stage, the PhD candidate focused on the numerical modelling of fluid-structure interaction (FSI); first starting from the simpler case, which is the straight copper pipe. For this purpose a four-equation (two-mode) model was implemented.

Le système d'équations suivant de [1] à [4] représente les équations de base de ce modèle à quatre équations.

The following system of equations [1] to [4] represent the fundamental equations of the four-equation model.

$$\frac{\partial V}{\partial t} + g \frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{f}{4r} (V - U) |V - U| \quad [1]$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} + \frac{g}{a_f^2} \frac{\partial H}{\partial t} = \frac{2\nu}{E} \frac{\partial S}{\partial t} \quad [2]$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} - \frac{1}{\rho_s} \frac{\partial S}{\partial x} = \frac{\rho_f A_f f}{\rho_s A_s 4r} (V - U) |V - U| \quad [3]$$

$$\frac{\partial U}{\partial x} - \frac{1}{\rho_t a_s^2} \frac{\partial S}{\partial t} = -\rho_f g \frac{rv}{eE} \frac{\partial H}{\partial t} \quad [4]$$

Le modèle numérique est capable de décrire l'ISF pour des conduites rectilignes en incluant le comportement de blocs d'ancrage, qui sont modélisés comme des conditions internes prenant en compte leur inertie et le frottement sec avec le sol. La Figure 2 montre une analyse de sensibilité réalisée en variant la masse du bloc présent à l'aval de la conduite.

The numerical model is aimed to describe the FSI in a straight pipelines including the behavior of anchoring blocks, which are modelled as internal conditions taking into account their inertia and the dry friction with the ground. Figure 3 shows a sensitivity analysis carried out varying the mass of a block located at the downstream pipe-end.

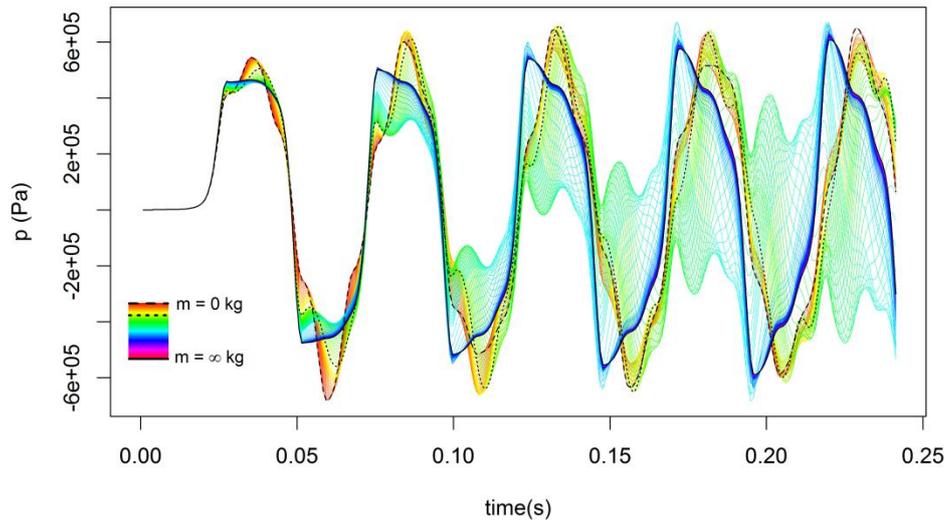


Figure 3: Analyse de sensibilité de la masse d'un bloc situé à la section aval de la conduite

Figure 3: Sensitivity analysis of a mass block located at the downstream pipe-section

Des investigations complémentaires se concentrent sur l'application du modèle à deux modes pour des structures plus compliquées telles que des conduites en bobine. Ces structures autorisent l'utilisation de longues conduites dans un espace réduit; ce qui les rend pratique pour l'analyse de phénomènes hydrauliques transitoires. Par conséquent, la compréhension et la distinction des ISF se produisant dans des conduites en bobine est important pour la recherche dans le cadre des coups de bélier.

Further investigation will be focused on the application of the two-mode model to more complex structures such as the pipe coil. These structures allow long pipes in a reduced space, hence they are very convenient for hydraulic transient analyses. Consequently, understanding and distinguishing the FSI occurring in pipe coils is paramount for waterhammer research.

Financement: Fondation pour la Science et la Technologie Portugaise (FCT) et LCH-EPFL.

Funding: Portuguese Foundation for Science and Technology (FTC) and LCH-EPFL.

Doctorant: David Ferràs Segura (initiative de doctorants communs IST-EPFL)

Ph.D. student: David Ferràs Segura (under the joint IST-EPFL doctoral initiative)

### 1.1.7 Influence des imperfections géométriques et des fissures dans les soudures longitudinales sur le dimensionnement des blindages des tunnels et puits en charge en considérant l'anisotropie de la roche / Influence of geometrical imperfections and flaws in the longitudinal butt welded joints on the design of steel liners of pressure tunnels and shafts considering rock anisotropy

De par l'augmentation des nouvelles sources d'énergies renouvelables dans le réseau électrique européen, les aménagements de pompage-turbinage doivent opérer sous des conditions exigeantes afin de stabiliser le réseau électrique. Les conduites et puits blindés s'en retrouvent sujets à des variations de pression plus fréquentes que par le passé.

Due to increasing integration of volatile new renewable energy in the European electric grid, storage hydroelectric power plants have to operate under harsh conditions in order to stabilize the electricity grid. As a result, pressure tunnels and shafts are subjected to more frequent pressure surges than before. High-strength steels (HSS) are being used to

Les aciers haute-résistance (HSS) sont utilisés pour réduire les coûts des aménagements à haute-chute, normalement équipés avec des turbines Pelton. L'utilisation des HSS limite l'épaisseur des blindages mais rend le soudage plus délicat et les procédures d'évaluation de la résistance à long-terme sont encore à clarifier. Quand le rocher est adéquat, le dimensionnement peut considérer le partage de la pression interne entre le blindage et le système béton-rocher (voir le modèle standard du système à la Figure 1). Il est d'usage en pratique de considérer un comportement isotrope de la roche pour le calcul des contraintes dans le blindage. En Europe, les recommandations du C.E.C.T. (1980) sont normalement utilisées pour le dimensionnement, mais ne sont plus à jour avec l'utilisation des HSS. Plusieurs procédures dites horizontales sur l'analyse de la fiabilité et de la rupture sont également utilisées pour les qualifications des matériaux et pour le dimensionnement. Il n'y a en revanche pas de méthode spécifique au cas des HSS pour les blindages de puits en charge.

*reduce costs of high-head hydropower schemes, which are normally equipped with Pelton turbines. The use of HSS limits the thickness of the steel liners but raises new challenges regarding the welding procedure and long-term resistance that are not yet satisfactorily solved. When the rock conditions are adequate, the design can consider load-sharing between the steel liner and the concrete-rock system (see the standard multilayer system in Figure 1). It is common practice to consider isotropic rock behavior for the computations of the stresses in the steel liners. In Europe, the C.E.C.T. (1980) recommendations are commonly used for the design, but are no longer adequate when using HSS. Various horizontal standards on reliability and failure assessment are also used for the qualifications of materials and for the design. There is still a lack of updated recommendations when using HSS in the specific case of steel-lined pressure shafts.*

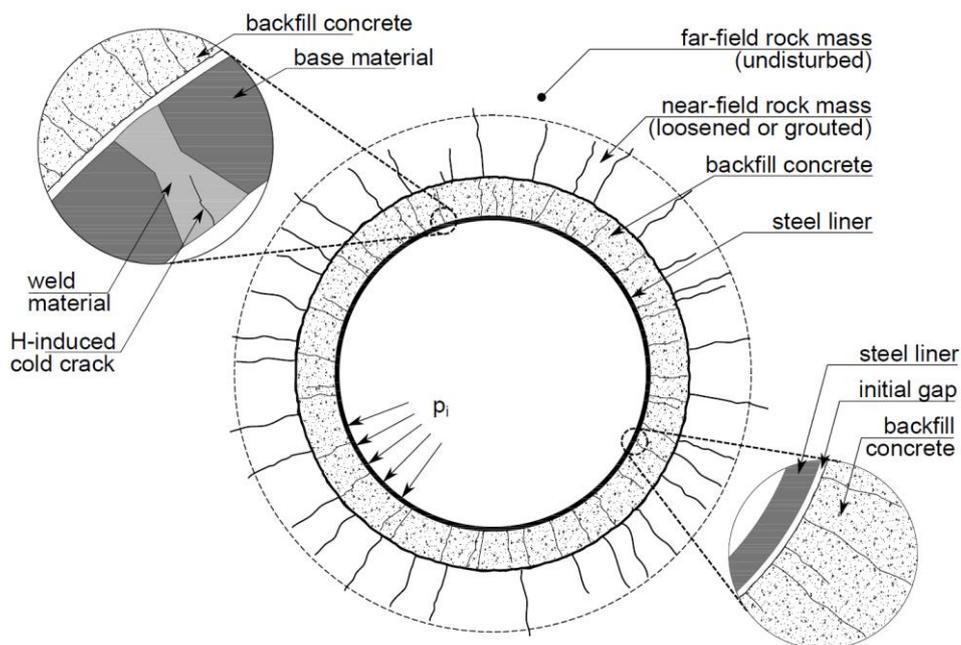


Figure 1: Schéma du modèle multi-couche standard pour les tunnels et puits blindés en charge excavés en profondeur dans le rocher

Figure 1: Definition sketch of the standard multilayer system for steel-lined pressure tunnels and shafts embedded in deep rock

Ce projet de recherche a pour but d'étudier ces problèmes par analyse numérique systématique, à l'aide de la méthode des éléments finis. Plusieurs aspects sont traités, i.e. (1) l'influence de l'anisotropie de la roche ; (2) l'influence des imperfections géométriques

*This research project aims at addressing these issues by means of systematic numerical studies, with the finite element method. Several aspects are investigated, i.e., (1) the influence of anisotropic rock behavior; (2) the influence on the fatigue life of geometrical imperfections*

des soudures longitudinales sur la durée de vie à la fatigue (approches par contraintes locales, voir les résultats éléments finis à la Figure 2) ; et (3) la probable présence de fissures dans les cordons des soudures longitudinales (approche par la mécanique de la fracture). Cette étude offrira une compréhension avancée du comportement prototype ainsi que de nouvelles recommandations pour un dimensionnement intégré et probabiliste pour les puits et tunnels blindés en charge.

*of the longitudinal welded joints (local hot-spot and notch stresses approaches, see finite element results in Figure 2); and (3) the probable presence of flaws in the seam welded longitudinal joints (Fracture Mechanics approach). This would provide new insights to prototype physical behavior as well as new recommendations for an integrated and probabilistic design approach for steel-lined pressure tunnels and shafts.*

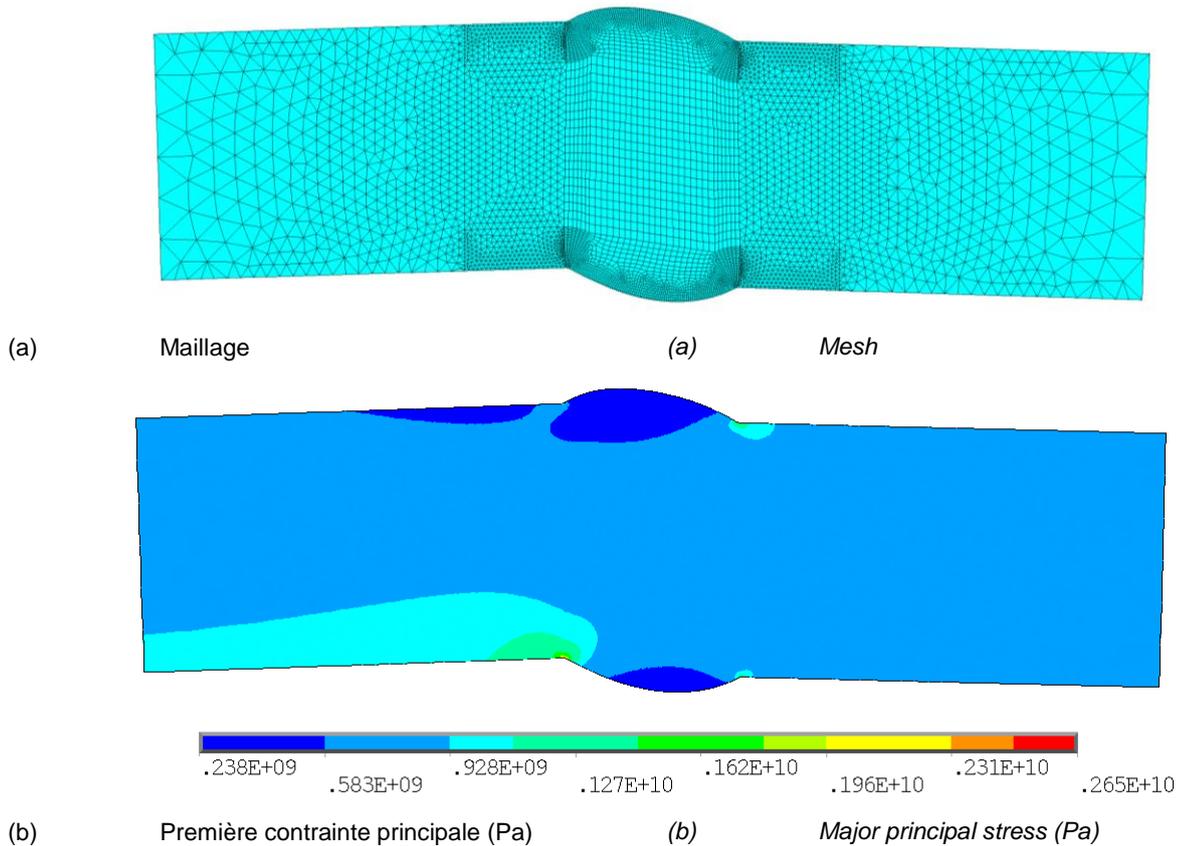


Figure 2 : Exemple d'une analyse éléments finis linéaire élastique des contraintes locales (selon la procédure de l'International Institute of Welding, IIW). L'épaisseur du blindage est 30 mm, le rayon interne est 2 m, la pression interne est 120 bar, et l'excentricité et le renforcement de la soudure sont respectivement 150% and 100% des tolérances recommandées par le C.E.C.T. (1980)

*Figure 2 : Example of linear elastic finite elements results for notch stresses (according to the procedure of the International Institute of Welding, IIW). Liner thickness is 30 mm, internal radius is 2 m, internal pressure is 120 bar, eccentricity and weld reinforcement are 150% and 100% of the tolerance given by C.E.C.T. (1980) respectively*

Financement: Centre de Compétence Energie et Mobilité (CCEM), swisselectric research et l'Office Fédérale de l'Energie (OFEN).

*Funding: Competence Center Energy and Mobility (CCEM), the swisselectric research and the Swiss Federal Office of Energy (OFEN).*

Doctorant : Alexandre Jean Pachoud

*Ph.D. student : Alexandre Jean Pachoud*

### **1.1.8 Développement d'une méthodologie pour l'estimation de crues extrêmes pour barrages / Development of a methodology for estimating extreme floods for dams - CRUEX++**

Le projet CRUEX++, initié en 2012, a pour but de développer une méthodologie d'estimation de crues extrêmes pour la vérification de la sécurité des barrages en termes de capacité des évacuateurs de crues. Le projet est la continuation du projet CRUEX qui a commencé il y a une vingtaine d'année. A côté du développement de plusieurs modèles hydrologiques, des cartes de PMP (Probable maximum precipitation) ont été réalisées. Cependant, l'utilisation de ces cartes n'a pas été clarifiée. En effet, il faut une analyse scientifique afin de formuler une méthodologie claire expliquant l'utilisation des cartes de PMP afin de transformer la PMP en PMF (Probable Maximum Flood) par l'intermédiaire d'un modèle hydrologique.

Après une revue de littérature conséquente lors de la première année de thèse, des besoins de recherche ont pu être déterminés et traités de manière ciblée afin de développer une méthode d'estimation de crues intégrée basée sur le concept PMP-PMF. Les besoins de recherches déterminés lors de la revue de littérature sont : (1) la détermination de la température pour les simulations PMP-PMF qui sont du type événementiel ; (2) la détermination des conditions initiales de saturation du sol et de neige et (3) les limites d'applications des cartes de PMP.

En ce qui concerne la température, une solution pouvait être trouvée en analysant des radiosondages de Payerne et de Milan. Il était possible de trouver une corrélation entre la température (en terme d'altitude de l'isotherme 0°C) et la durée de l'événement de pluie qui suit. Cette relation fera partie de la méthodologie finale et sert à déterminer la température à introduire dans le modèle hydrologique pour les simulations PMP-PMF.

Les conditions initiales (saturation du sol et hauteur de neige) avant un événement pluvieux n'ont pas pu être mises en relation avec les caractéristiques de l'événement de pluie qui suit. Leur détermination se fait donc pas de manière déterministe mais avec une approche probabiliste. Les données de saturation du sol et de neige sont extraites des simulations avec le modèle hydrologique calibré basé sur des données mesurées sur plusieurs années.

*The CRUEX++ project, initiated in 2012, aims at developing a methodology for extreme flood estimation in order to verify the safety of dams in terms of spillway capacity. The project is the continuation of the project that started 20 years ago. Beside the development of different hydrological models, this project lead to the realization of PMP maps (Probable Maximum Precipitation maps). The utilization of these maps, however, has not been clarified. Indeed, scientific research has been necessary to formulate a methodology explaining the usage of the PMP maps in order to transform the PMP data into PMF (Probable Maximum Flood) discharges using a hydrological model.*

*After a detailed literature review during the first year of the thesis, targeted research issues could be treated in order to develop an integrated flood estimation method based on the PMP-PMF concept. The identified lacks of knowledge gaps that could be determined during the literature review are: (1) a strong need to fix the temperature conditions for event based PMP-PMF simulations; (2) the determination of the initial soil moisture and snow conditions and (3) the application limits of the PMP maps.*

*The first issue (temperature) could be elucidated by analyzing meteorological soundings from Payerne and Milan. It has been possible to relate the temperature (in terms of 0°C isothermal altitude) to the duration of the following rainfall event. This relation is introduced into the methodology and serves the determination of the temperature for a PMP-PMF simulation.*

*The antecedent initial conditions (soil moisture and snow height) are not directly correlated to the following rainfall event. Their determination is thus based on a probabilistic approach. The data of soil moisture and snow height necessary for the probabilistic analysis are extracted from the calibrated hydrological model simulating several years with measured meteorological data.*

La question des limites d'applicabilité des cartes de PMP est actuellement traitée. 18 bassins versant de différentes tailles sont modélisés et des simulations PMP-PMF sont réalisées. Les résultats sont alors reportés sur un graphique « surface-débit spécifique » (S-q). En hydrologie, il est connu que le débit spécifique de crues mesurées est inversement proportionnel à la surface du bassin versant. Pour des estimations de PMF réalistes, ce comportement devrait être retrouvé. A partir d'une certaine surface, les simulations de PMF basées sur les cartes de PMP vont probablement mener à un comportement différent du graphe S-q. Ce changement définit les limites d'applicabilité des cartes de PMP.

Finalement, la méthodologie va rassembler les approches d'estimation de crues basées sur la statistique et sur la simulation. Les résultats PMF vont être comparés et intégrés comme informations supplémentaires dans les estimations statistiques, augmentant la fiabilité des estimations des crues ayant une période de retour élevée.

En plus, au cours de l'année passée, un logo pour le projet CRUEX++ a été développé en collaboration avec la Fondation Le Relais. Il est représenté à la Figure 1.

*The question of the application limits of the PMP maps is currently been treated. 18 alpine catchments with different areas are modeled and PMF estimations are undertaken. The results are reported on an S-q plot (catchment surface vs specific discharge). In hydrology, it is known that the specific flood discharge for measured data reciprocal proportional to the catchment area. For realistic PMF estimations, this behavior should also be found. From a certain catchment surface on, PMF simulations based on the PMP maps will probably lead to a change in the behavior of this S-q plot. This change defines the application limits of the maps.*

*Finally, the methodology will bring together the simulation and statistical flood estimation approaches. The PMF results will be compared to statistical extrapolations and eventually integrated as additional information for statistical flood estimations, enhancing the reliability of flood estimations with high return periods.*

*Furthermore, during the last year, a logo for the project CRUEX++ has been developed in collaboration with Fondation le Relais. It is represented on Figure 1.*



Figure 1: Logo officiel du projet CRUEX ++

*Figure 1: Official logo of the CRUEX++ project*

Financement: Office Fédérale de l'Énergie (OFEN).

*Funding: Swiss Federal Office for Energy (SFOE).*

Docteurant : Fränz Zeimetz

*Ph.D. student: Fränz Zeimetz*

### 1.1.9 Technique de réapprovisionnement en sédiments à l'aval d'un barrage – Erosion et processus de transport des dépôts artificiels / *Replenishment of sediments downstream a dam – Erosion and transportation process of artificial deposits*

Tous les barrages bloquent les sédiments et stockent l'eau dans le réservoir à l'amont, interrompant ainsi le transport solide le long la rivière. À l'aval des barrages, la capacité de transport de la rivière est parfois plus grande que l'apport en sédiments, et l'eau devient "affamée". L'absence de transport solide produit une série d'effets négatifs sur l'hydrologie et la morphologie dans les rivières, comme l'incision du lit, l'instabilité des berges, l'établissement d'une couche pavée et la création d'un lit plus grossier. En plus, pendant les dernières décennies, une diminution des habitats pour les poissons a aussi été observée. La réduction des effets négatifs à l'aval des barrages est devenue un sujet essentiel pour les ingénieurs et les géomorphologistes, et le réapprovisionnement en sédiments est en train de devenir une mesure adaptée dans plusieurs rivières du monde. Des précédents études ont démontré la capacité de cette méthode pour recréer des formes du lit, mais encore beaucoup de travail doit être fait pour déterminer le débit à relâcher et la quantité de cailloux.

*Dams trap sediment and store water in the upstream reservoir, thus interrupting the sediment continuum of valleys. Downstream dams, it may occur that the transport capacity exceeds the sediment supply and, therefore, the water becomes "hungry". The lack in sediment transport leads to negative effects in terms of hydrology and morphology, such as riverbed incision, bank instability and the generation of an armoured river-bed. In the last decades, it was observed that these negative outcomes induce a loss in spawning and riparian fish habitats. The reduction of the negative effects downstream of dams is nowadays a core topic for engineers and geomorphologists, and the replenishment of sediment is becoming more and more a suitable method applied in several rivers worldwide. Former studies demonstrated the effectiveness of artificial material deposits in re-creating bed morphological forms. Nevertheless, the released discharge and the amount of sediments are far from being completely investigated.*

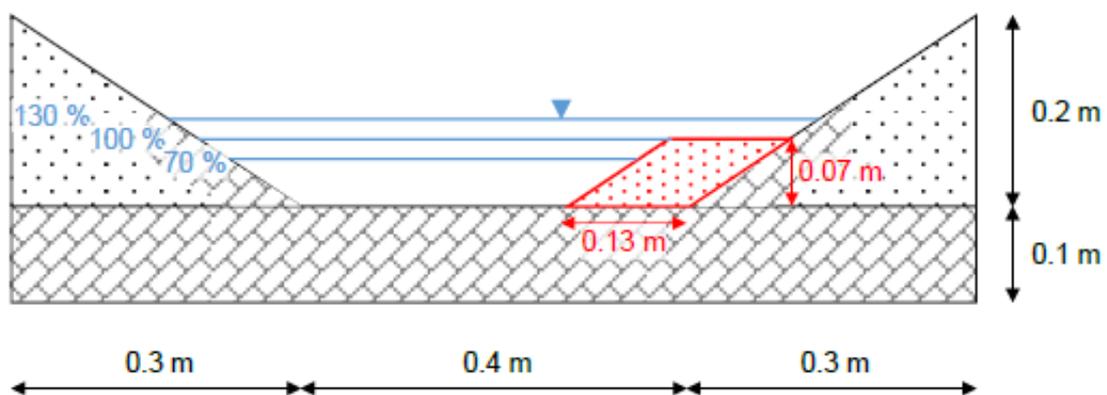


Figure 1: Schéma de la section transversal de l'installation expérimentale (en pointillé rouge, le réapprovisionnement en sédiment; en bleu, les conditions de submersion)

Figure 1: Sketch of the cross-section of experimental installation (in fine red dots, the replenishment volume; in blue, the three submergence conditions)

Ce projet de recherche vise à répondre à ces questions à travers une série de tests systématiques en laboratoire. Les tests sont réalisés dans un canal de 15 m de longueur, 2,5 m de largeur et 0,7 m de hauteur. À l'amont du canal, il y a un bassin de rétention qui assure un débit constant contrôlé par à système de pompes. Deux canaux symétriques sont

*By performing series of laboratory experiments, the herein research aims at filling this gap of knowledge. Tests are run in a 15 m long, 2.5 m wide and 0.7 m high channel. At the upstream end of the channel, a stilling basin ensures a continuous steady flow into the flume. A pump system controls the discharge. The flume is divided in two geomorphological identical*

créés dans le canal principal, pour augmenter le rapport longueur-largeur et pouvoir simultanément tester deux configurations géométriques. Les canaux ont une section transversale trapézoïdale, avec une largeur du lit de 0.4 m et les berges ont une pente de 2:3 (hauteur : longueur) (Figure 1). La section du canal est maintenue constante sur toute la longueur. La même quantité de cailloux est utilisée pour tous les tests, divisée en quatre volumes ayant les mêmes dimensions. Trois conditions de submersion de la hauteur du volume de réapprovisionnement sont testées (Figure 1). La condition plus favorable est définie comme celle qui permet une érosion complète des volumes, assurant toujours la persistance de sédiment réapprovisionné sur le lit du canal, et permettent la récréation de la complexité morphologique du lit dans la rivière aval. Tout en considérant ces exigences, la condition à 100% de submersion (hauteur d'eau = hauteur de volume réapprovisionné) a été vérifiée comme la meilleure. Six configurations géométriques sont testées pour définir les différentes réponses morphologiques du lit du canal au réapprovisionnement en sédiments (Figure 3). Les volumes sont placés sur les berges créant des configurations parallèles ou bien alternées (Figure 2, gauche). Pour enregistrer l'évolution du lit du canal pendant le test, une caméra et un laser scanner sont installés sur un chariot que pouvant bouger le long le modèle (Figure 2, droite).

*channels in order to increase the length-to-width-ratio and in order to test two different geometrical configurations simultaneously. The channels have a trapezoidal cross section, with a channel bed width of 0.4 m and a bank slope of 2:3 (vertical : horizontal) (Figure 1). The channel cross section is kept constant along its entire length. The same amount of grains is used in all the performed test. The grains are divided in four volumes having the same dimensions. Three submergence conditions for the replenishment volume were tested (Figure 1). The most adequate discharge is defined as the released amount of water which allows a complete volume erosion, assuming however a persistence of the placed material on the channel bed, and permits the reconstruction of bed morphology complexity in the downstream reach. Considering that, a submergence of 100% (water depth = replenishment deposit height) was verified to be the best. Experiments were run with six different geometrical configurations in order to define the morphological response of the channel bed to replenishment geometries (Figure 3). The volumes are placed on both the channel banks forming either parallel or alternated configurations (Figure 2, left). A camera and laser scanners installed on a moveable carriage are used for recording the channel evolution during the test duration (Figure 2, right).*



Figure 2: (Gauche) exemple de deux configurations pour le réapprovisionnement en train d'être testées, (droite) instrumentations installés sur le chariot (caméra, laser et ordinateur)



Figure 2: (Left) example of two geometrical configurations of the replenishment being tested, (right) instrumentation installed on carriage (camera, laser and laptop)

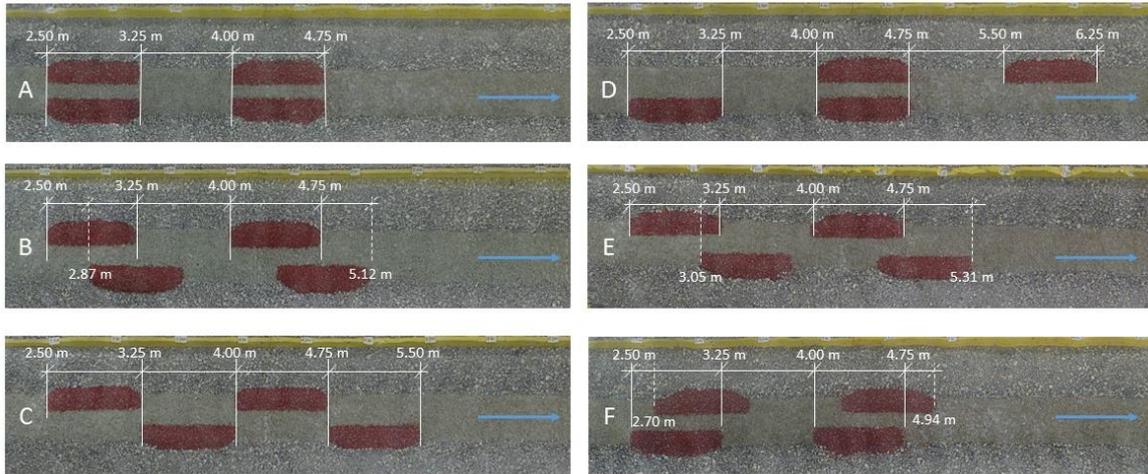


Figure 3: Configurations testées, (en blanc: les références pour les configurations, et distances le long la direction de l'écoulement)

Figure 3: Tested configurations, (in white: configuration reference, and distances along the flow direction)

Plusieurs paramètres sont définis pour évaluer comment le réapprovisionnement influence la morphologie du lit. La surface recouverte (CS) donne une indication sur la portion du canal recouverte par le réapprovisionnement pendant la durée du test. L'aspect des formes du lit est analysé en termes de compacité (NDC). En plus, l'éventuelle périodicité cachée des formes du lit est recherché par analyse de la distribution spectrale du signal de la distribution de l'occupation (OCR). Les configurations alternées accomplissent des résultats meilleurs en termes de NDC. La périodicité créée par ces configurations sur le lit suit une longueur d'onde égale à la longueur de réapprovisionnement en sédiment. Par contre, aucune périodicité n'est apparue lors des configurations parallèles (Figure 4).

Several parameters are built up for evaluating how the replenishment changes the morphology of the channel bed. The covered surface (CS) is an indicator of the portion of channel bed covered by replenishment during time. The shape of channel bed forms is evaluated in terms of shape compactness (NDC). Furthermore, the hidden periodicity of those bed forms is searched by density spectrum analysis of the occupation distribution (OCR) signal. The alternated configurations perform better results in terms of NDC. Furthermore, the alternate geometries creates bed forms which follow a wavelength equal to the replenishment length, while no clear bed patterns are created for parallel configurations (Figure 4).

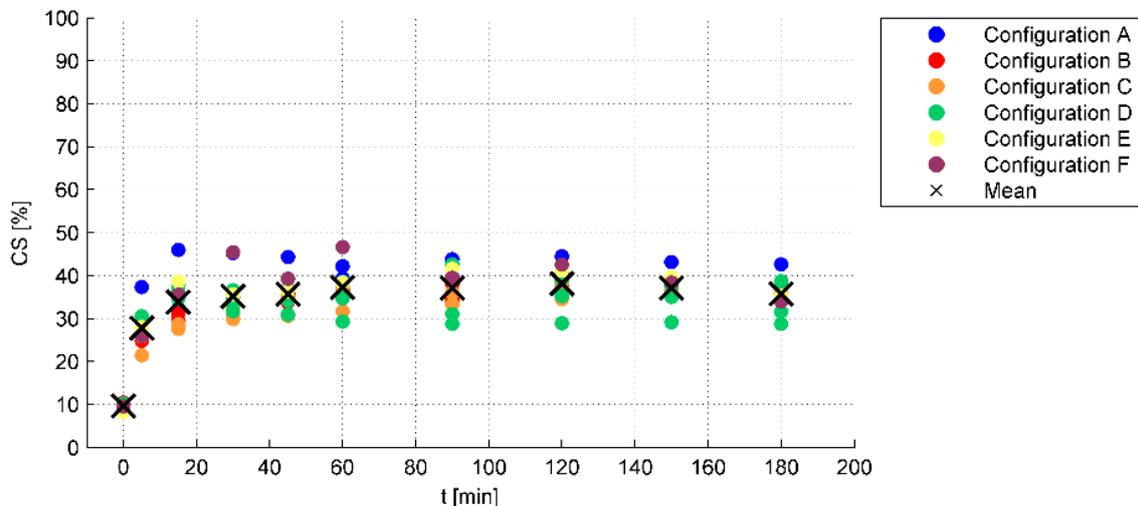


Figure 4: Evolution pendant la durée du test (3 heures) de la surface recouverte (CS) pour les six configurations géométriques

Figure 4: Covered surface (CS) evolution for the six geometrical configurations along the test duration (3 hours)

Les sédiments sont érodés plus facilement quand ils suivent des configurations parallèles et les cailloux sont dispersés sur toute la largeur du canal, conduisant à une valeur de Cs plus grande (Figure 5).

*The parallel configuration is eroded faster and the grains are spread on the entire channel width, leading to a higher CS (Figure 5).*

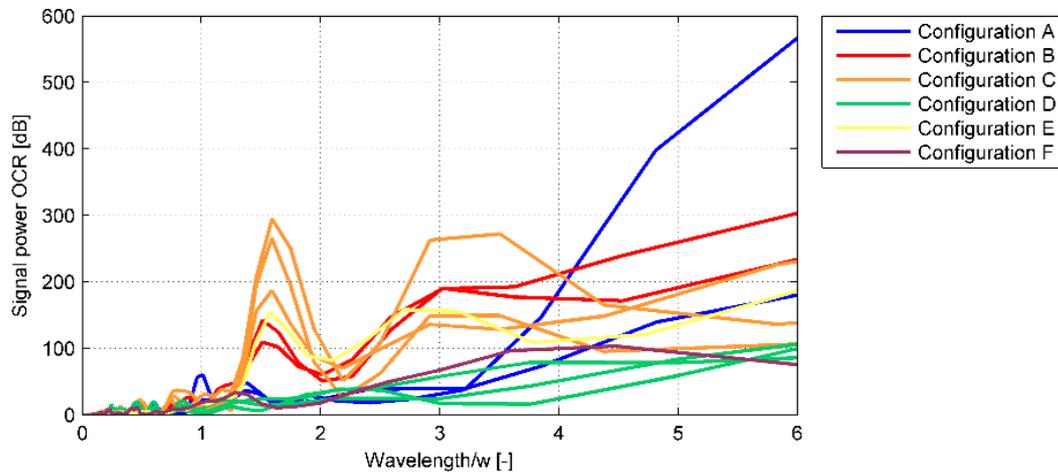


Figure 5: Longueurs d'onde obtenues à partir de l'analyse du signal OCR (dernier pas de temps) pour les six configurations

*Figure 5: Wavelength obtained by the OCR-signal (related to the last time step) analysis for the six geometrical configurations*

Financement: Office Fédérale de l'Environnement Suisse (OFEV).

*Funding: Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).*

Doctorante : Elena Batisacco

*Ph.D. student : Elena Batisacco*

### 1.1.10 Force hydraulique et efficacité énergétique dans les réseaux hydrauliques / *Hydropower and energy efficiency in water systems*

L'amélioration de l'efficacité énergétique des infrastructures d'eau existantes et le développement des technologies d'énergie renouvelable sont des priorités de nos jours et des sujets importants de recherche et investissement. Parmi les solutions dans les systèmes d'eau, la micro-hydroélectricité est en train de devenir une source renouvelable décentralisée pour satisfaire des demandes locales d'électricité.

*The improvement of the energy efficiency in existing water infrastructures and renewable energy technologies are management priorities nowadays and important subjects of research and investment. Among the solutions for the water systems, micro-hydropower is emerging as a decentralized renewable source to satisfy local demand for electricity.*

Dans ce projet de recherche, le potentiel de production d'énergie dans les systèmes d'approvisionnement d'eau est analysé. Un schéma hydroélectrique est proposé ici, spécifique pour les réseaux d'approvisionnement d'eau et basé sur une nouvelle micro-turbine, la 5BTP (5 blades tubular propeller - 5BTP).

*In this research project, the potential for energy production of water supply systems is analyzed. A hydropower plant, specific for water supply networks, is herein proposed based on a novel micro-turbine, the 5BTP (5 blades tubular propeller).*

La turbine en hélice tubulaire à cinq pâles (5BTP) a été développée à IST, Lisbonne, et sa conception a été optimisée par simulation

*The five blades tubular propeller (5BTP) turbine was developed in IST, Lisbon, and its design was optimized by means of numerical*

numérique. Un nouveau prototype (Figure 1), avec un diamètre de 85 mm, a été testé en coopération avec la HES SO Valais. La turbine a été soumise à différents débits pour des vitesses de rotation fixes et le couple généré a été mesurée, ainsi que la différence de pression entre l'amont de la turbine et l'aval de la courbe. Par conséquent, pour chaque paire de débit et vitesse de rotation, la chute et la puissance électrique ont été obtenus. En connaissant la puissance hydraulique, le rendement de la turbine a été déduit. Les essais expérimentaux ont donc permis de construire les courbes caractéristique et de rendements de la turbine (Figure 2). Ces courbes peuvent être extrapolées à d'autres diamètres à travers les lois de similitude des turbomachines.

*simulation. A new prototype (Figure 1) with a diameter of 85 mm was tested in cooperation with HES SO Valais. The turbine was submitted to different flow conditions for fixed rotation speeds and the generated torque was measured, as well as the pressure difference between upstream the turbine and downstream the curve. In this way, for each pair of flow and rotation speed, the head and electric power were obtained. Knowing the hydraulic power, the efficiency of the turbine was deduced. The experimental tests allowed hence to obtain the characteristic and efficiency curves of the turbine (Figure 2). These curves can be extrapolated to other diameters through the law of similarity of turbomachines.*

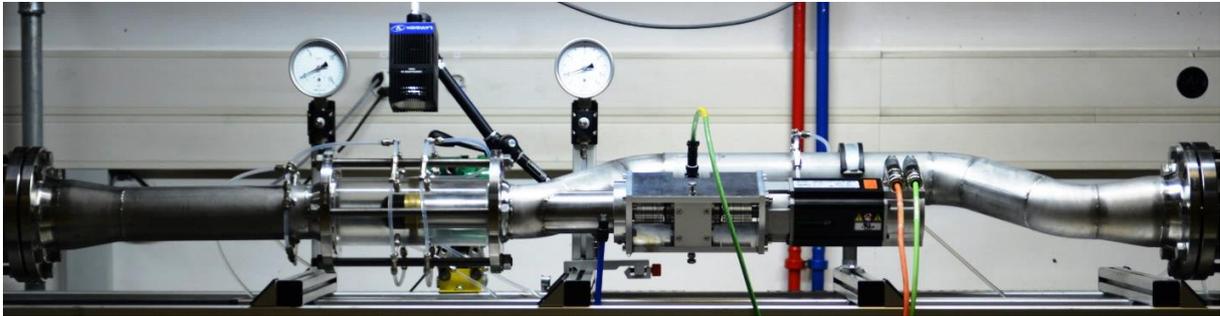
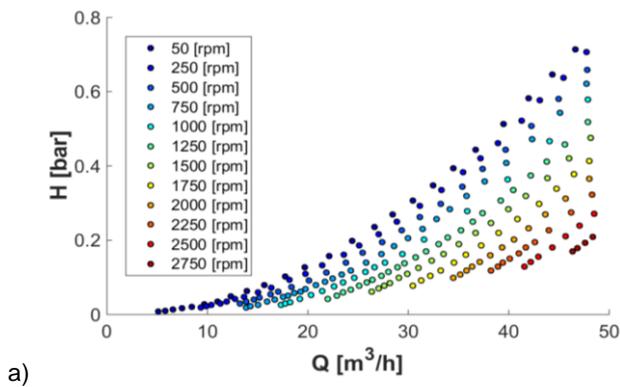
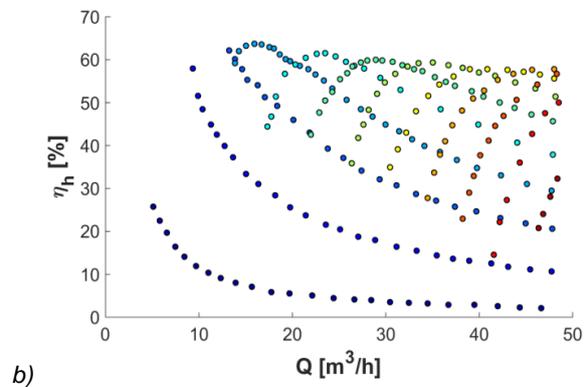


Figure 1: Installation expérimentale de la 5BTP

Figure 1: Laboratory installation of the 5BTP



a)



b)

Figure 2: Courbes expérimentales de la 5BTP : (a) courbe caractéristique et (b) courbe des rendements

Figure 2: Experimental curves of the 5BTP: (a) characteristic curve and (b) efficiency curve

En utilisant la turbine testée, une solution constructive pour l'installation dans les réseaux existants est proposée (Figure 3). Le schéma présenté est basé sur la construction d'une chambre en béton enterré autour d'une conduite existant, où jusqu'à quatre turbines peuvent être installées.

*Using the tested turbine, a constructive solution has been proposed to install it within an existing network (Figure 3). The base of the presented arrangement is the construction of a buried concrete chamber around an existing pipe, where one to four turbines can be installed.*

- 1- Conduite existante/Existing pipe;
- 2 – Contraction/Contraction taper;
- 3 – Conduite lineaire/Straight pipe;
- 4 – Roue de la turbine/Turbine runner;
- 5 – Courbe à 45°/45° bend;
- 6 – Générateur/Generator;
- 7 – Élargissement/Enlargement taper;
- 8 – Coffret électrique/Electric cubicle;
- 9 – Accès/Access manhole;

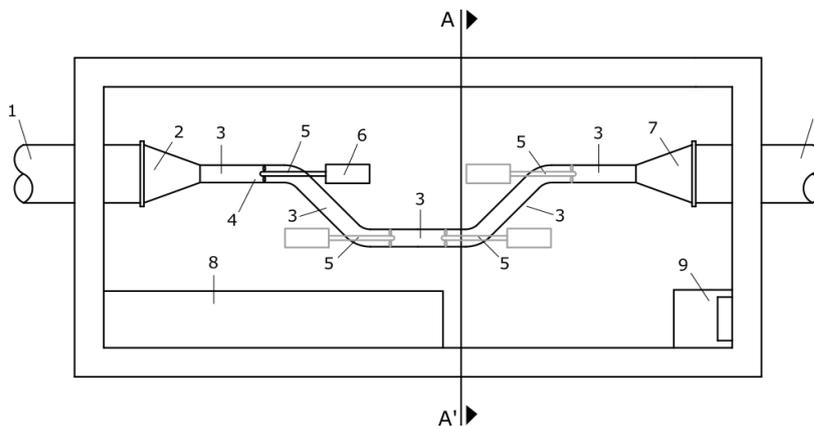


Figure 3: Vue en plan schématique de la disposition d'éléments d'une chambre équipée jusqu'à quatre turbines

Figure 3: Schematic plan view of the lay-out of a chamber equipped with one to four turbines.

Le choix des emplacements idéaux pour l'installation des turbines n'est pas évident, vu que la demande de débit est très variable et il existe des limites inférieures de pression que doivent être respectées. Un modèle comportant un processus du type *simulated annealing* couplé à un solveur hydraulique a été développé pour optimiser l'emplacement des turbines dans un réseau maillé. Deux fonctions objectives ont été considérées : la maximisation de la production annuelle d'énergie et la maximisation de la valeur économique en sélectionnant les meilleurs emplacements des turbines à l'intérieur du réseau. Le modèle a été testé sur une partie du réseau d'approvisionnement d'eau de Lausanne avec des données fournies par eauservice, l'entreprise de gestion d'approvisionnement de la ville.

*The optimal placement of these chambers within the networks is not straightforward since the flow demand is highly variable and limitations on pressure values must be respected. A model incorporating a simulated annealing type process coupled with a hydraulic solver was developed to optimize the location of turbines in a closed network. Two objective functions were considered: the maximization of the annual energy production and the maximization of the economic value by selecting the optimal locations of the turbines within the network. The model was tested on a sub-grid of the water supply system of Lausanne with data provided by eauservice, the water management company of the city.*

La production annuelle d'énergie pour chaque solution testée est obtenue par le débit et la chute dans chaque turbine, calculés à partir de l'état hydraulique du réseau à chaque heure. La valeur économique de chaque solution est estimée à travers de la valeur actuelle nette après 20 ans de fonctionnement. Les recettes sont basées sur la production annuelle d'énergie et sur le tarif de vente d'énergie. Les coûts sont assumés seulement comme des coûts d'investissement et sont estimés avec les prix unitaires des principaux composants du schéma hydroélectrique. Pour chaque chambre, ces coûts dépendent de la conduite existante et du débit maximum enregistré.

*The energy production of each tested solution is obtained by the flow and head drop in each turbine calculated from the hydraulic state of the network in each hour. The economic value of each solution is estimated calculating the present net value after 20 years of operation. The revenues are based on the annual energy production and on the energy selling tariff. The costs are assumed only as investment costs and are estimated with unit prices of the main components of the hydropower plant. In each location, these costs depend on the existing pipe and the maximum flows registered.*

Des essais pour évaluer la convergence de l'algorithme ont été effectués en considérant l'installation d'une à quatre turbines. D'après les simulations effectuées, il a été conclu qu'une plus grande production d'énergie ne signifie pas

*Tests to evaluate the convergence of the algorithm were carried out for the installation of one to four turbines and considering also constraints in some links. With the performed simulations, it was concluded that a larger*

une meilleure valeur économique. Pour le schéma proposé, l'intérêt augmente généralement avec le nombre de turbines, vérifié jusqu'à quatre. La production d'énergie est plus élevée pour un plus grand nombre de turbines, mais les coûts d'investissement n'augmentent pas dans la même proportion.

Financement: Fondation pour la Science et Technologie Portugaise (FCT) et LCH-EPFL. Les essais de laboratoire sont financés par OFEN. Aussi, on remercie eauservice.

Doctorate: Irene Samora (initiative de doctorants communs IST-EPFL)

*energy production does not imply better economic value. With the presented arrangement, the interest generally increases with the number of turbines, verified up until four. The energy production is higher for a larger number of turbines, but the investment costs do not increase in the same proportion.*

*Funding: Portuguese Fondation for Science and Technology (FCT) and LCH-EPFL. The laboratorial experiments are funded by SFOE. Also, acknowledgments are due to eauservice.*

*Ph.D. student: Irene Samora (under the joint IST-EPFL doctoral initiative)*

### **1.1.11 Conception des barrages de correction de torrents permettant le passage des sédiments pendant des crues fréquentes / *Bedload trap design in order to allow sediment transfer during frequent floods***

Les barrages de correction de torrents alpins sont construits afin de protéger les habitations en aval contre les sédiments qui sont charriés par des crues importantes. Ces édifices consistent en un réservoir, qui sert au stockage des sédiments, créé par un barrage avec un orifice permettant un écoulement lors de faibles débits. La conception d'un tel barrage implique l'obturation de l'orifice lors d'une crue importante. On distingue deux mécanismes d'obturation, notamment l'obturation mécanique et l'obturation hydraulique. L'obturation mécanique s'installe lors du transport hydraulique des objets d'une taille supérieure aux dimensions de l'orifice. L'obturation hydraulique apparaît si le débit d'une rivière dépasse la capacité d'écoulement de l'orifice. Dans ce cas, un dépôt de sédiments se forme lors des crues et se développe en direction du barrage. Quand le front de cette accumulation atteint l'orifice du barrage, ce dernier s'obstrue, un remous se produit et le réservoir se remplit entièrement.

Si l'orifice est trop petit, le barrage filtrant a tendance à s'obstruer déjà lors de petites crues (fréquentes). Lors d'une obturation mécanique, un piège à graviers interrompt la continuité longitudinale de la rivière et nécessite d'être vidé, ce qui engendre des efforts considérables. Si l'orifice est trop grand et ne s'obstrue pas mécaniquement en cas d'une crue importante, le piège à graviers risque d'être purgé encore pendant l'évènement et les sédiments retenus

*Bed load traps consist of a reservoir and an open check dam in order to protect settlements from hazardous amounts of sediments which are conveyed by important floods. The design of the opening of the check dam aims at its obstruction in case of these floods. Two basic obstruction mechanisms are distinguished; the mechanical obstruction and the hydraulic obstruction. Mechanical obstruction occurs when the river transports objects which are larger than the dimensions of the orifice. Hydraulic obstruction occurs when the river discharge exceeds the discharge capacity of the orifice. In this case, a sediment front develops upstream in the backwater of the check dam during floods. When the front reaches the check dam opening, the bedload trap starts to backfill also laterally.*

*When the orifice is too small, the open check dam impacts the river flow too early and interrupts the longitudinal connectivity of the river. When the orifice is too large, non-desired self-flushing may occur during floods and the bedload trap does not serve its purpose anymore.*

passent quand même dans les zones à protéger.

Afin d'éviter une défaillance, le dimensionnement de tels barrages est optimisé, dans l'encadrement de ce projet de recherche, d'une façon expérimentale. L'approche expérimentale sert à trouver une conception pertinente des orifices afin d'éviter des embâcles lors de crues fréquentes et pour éviter des auto-curages non-voulus.

La Figure 1 montre deux types de barrages filtrants qui sont considérés dans ce projet : un barrage avec (a) une crête fermée et (b) une crête ouverte. Afin de promouvoir l'obturation mécanique, les orifices sont souvent équipés de poteaux verticaux ou longitudinaux.

*This research is dedicated to the design of open check dams in order to allow for sediment transfer up to frequent floods with the goal to improve the dynamic river continuity as well as to reduce maintenance works and to avoid malfunctioning during important floods. The experimental approach investigates the proper design of the opening aiming at an impact on the river flow only in case of important floods.*

*Figure 1 illustrates the two types of open check dams which are considered in the framework of this research: (a) the closed crest type with openings covering possibly the whole width of the whetted river bed during normal flow periods and (b) the open gap-crested type with a narrower opening width. The openings are often equipped with lateral or vertical bars to promote mechanical obstruction.*



Figure 1: Illustration des deux types de barrages filtrants considérés dans ce projet de recherche, (a) un barrage avec une crête ouverte et (b) un barrage avec une crête fermée (Trento, Italie)

*Figure 1: Illustration of two basic types an open check dam, (a) an open-gap crested check dam and (b) a closed crest type check dam (Trent, Italy)*

La démarche expérimentale inclut l'analyse des constructions latérales et des constriction de surfaces, ce qui représente les effets d'un barrage filtrant. Les constriction sont introduites en tant qu'éléments mobiles en PVC comme illustré sur la Figure 2.

*The experimental approach considers lateral and surface flow constrictions which are imposed by open check dams. The constrictions are introduced by means of mobile PVC elements as shown on Figure 2.*



Figure 2: Installation expérimentale avec éléments mobiles permettant la manipulation de la largeur et de la hauteur de la constriction imposée par un barrage filtrant

Figure 2: Experimental setup with mobile PVC elements allowing for the manipulation of the constriction width and height which are imposed by open check dams

Les effets des constriction sont évalués à partir de leur impact sur le charriage maximal par rapport au charriage maximal dans le canal expérimental non-perturbé. Le modèle n'est pas basé sur un certain prototype, pourtant le rapport entre la largeur du canal, la taille des sédiments et l'ouverture du barrage filtrant résulte d'une multitude de cas d'étude.

The effects of the constrictions are evaluated in terms of their impact on the maximum bedload transport with respect to the maximum bedload transport in the undisturbed flume. The model is not based on a distinct prototype, however the ratios between channel width, grain size and opening size of the check dam are orientated at a multitude of case studies.

Financement: Office Fédérale de l'Environnement Suisse (OFEV).

Funding: Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).

Doctorant : Sebastian Schwindt

Ph.D. student: Sebastian Schwindt

### 1.1.12 Efficacité de l'évacuation des courants de turbidité sous débits de vidange restreints / Turbidity current venting efficiency under restrained outlet discharges

Le transport de sédiments du bassin versant aux réservoirs de barrage est un processus très commun qui peut résulter, si négligé, en la sédimentation totale du réservoir. La sédimentation signifie la perte d'un certain volume d'eau du réservoir et son remplacement par des sédiments. Toutefois, des dégâts peuvent de même toucher les structures telles que les vidanges de fond et les turbines. Ces conséquences au niveau amont du réservoir ne sont pas les seules. A l'aval, un appauvrissement de l'écosystème peut avoir lieu aussi. Le taux de sédimentation est très variable d'une région à une autre, d'un réservoir à un autre. Des aspects morphologiques, hydrologiques, ou encore topographiques

Sediment transport from watersheds into reservoirs is a very common process that can result, unless faced with the right techniques, in the total sedimentation of a reservoir. Sedimentation means the loss of a certain water volume of the reservoir, replaced by sediment volumes. However, damages can also reach the hydraulic structures of the dam such as bottom outlets and turbines. These consequences at the upstream level of the reservoir are not the only ones. Downstream, an impoverishment of the ecosystem can also occur. Sedimentation rates are highly variable from one region to another, and from one reservoir to another. Morphological, hydrological, and topographical aspects affect

affectent ce taux. Plusieurs techniques sont utilisées pour la lutte contre la sédimentation dont la vidange périodique du réservoir appelée "flushing", les méthodes mécaniques, ou encore la vidange des courants de turbidité s'approchant du barrage. Ces derniers constituent la principale raison derrière la sédimentation dans les réservoirs alpins.

Les courants de turbidité sont provoqués par des crues annuelles et emportent de grandes quantités de sédiments vers le réservoir. Ces sédiments rendent le courant suffisamment dense pour plonger sous l'eau du réservoir. Une fois au fond, le courant avance le long du thalweg en direction du barrage où, s'il n'est pas évacué, il déposera ses sédiments.

La présente recherche se concentre sur l'étude d'une technique d'évacuation des courants de turbidité à travers les vidanges de fond. Cette technique n'a pas été largement étudiée et un processus d'optimisation serait donc intéressant. L'approche est à la fois expérimentale et numérique. L'optimisation de cette opération est basée sur l'étude de différents paramètres dont le débit de la vidange, le moment d'ouverture de la vidange de fond, ainsi que la durée de l'opération. Il s'agit de déterminer le scénario qui résulte avec les meilleures efficacités d'évacuation.

Le modèle expérimental consiste en la simulation de courants de turbidité en utilisant une poudre fine. Le type du matériel est un polyuréthane thermoplastique de diamètres caractéristiques :  $d_{10} = 66.5 \mu\text{m}$ ,  $d_{50} = 140 \mu\text{m}$  and  $d_{90} = 214 \mu\text{m}$ . La densité du matériel est de  $1160 \text{ kg/m}^3$ . Les courants de turbidité avancent, sur différentes pentes, dans un canal qui mène vers un mur simulant un barrage avec au fond une vidange de fond de  $12 \times 9 \text{ cm}^2$ . Une fois le courant atteint le moment de vidange choisi, il est évacué avec un débit fixé d'avance. L'efficacité de l'opération est évaluée en comparant les quantités du matériel entrant dans le canal et celle qui sortent à travers l'opération de vidange.

Tout au long des tests, plusieurs variables sont mesurées : les concentrations amont et aval, les niveaux d'eau amont et aval, l'épaisseur des dépôts dans le canal, les débits entrants et sortants, et les vitesses du courant à différentes positions du canal.

*this rate. Different techniques are used to face sedimentation, among which a regular flushing of the reservoir, mechanical techniques such as dredging, and venting of turbidity currents approaching the dam. These currents represent the main reason behind sedimentation in alpine reservoirs.*

*Turbidity currents are triggered during yearly floods and entrain high amounts of sediments into reservoirs. The presence of sediments renders the current denser than the clear water impounded in the reservoir and thus the current plunges under the clear water. After plunging, the current advances along the thalweg towards the dam, where, unless evacuated, all the sediments entrained will settle.*

*The present research focuses on studying the evacuation of turbidity currents through bottom outlets. This operation is called venting and has not been widely studied in the past. Thus, an optimization process of the technique is interesting. The approach is both experimental and numerical. The optimization of this operation is based on the study of different parameters such as the outflow discharge, the opening timing, and the duration of venting. The most efficient scenario is then determined.*

*The experimental model consists on simulating turbidity currents by using fine polymer powder of thermoplastic polyurethane. Characterizing diameters are:  $d_{10} = 66.5 \mu\text{m}$ ,  $d_{50} = 140 \mu\text{m}$  and  $d_{90} = 214 \mu\text{m}$ . The density of the material is  $1160 \text{ kg/m}^3$ . Turbidity currents advance on different slopes, in a channel that leads to a wall simulating the dam where a bottom outlet of  $12 \times 9 \text{ cm}^2$  is placed. Once the current reaches the timing chosen for the opening, it is evacuated with a certain fixed outflow discharge. The efficiency of this operation is evaluated by comparing inflowing and outflowing material quantities during this operation.*

*Throughout the tests, different variables are measured: upstream and downstream concentrations, upstream and channel water levels, deposition thicknesses in the channel, and velocities at different fixed positions of the flume.*

Une première série de tests est achevée avec une pente de 0%, simulant ainsi un état réaliste de la topographie près d'un barrage. En effet, dans les réservoirs où la sédimentation a lieu, les dépôts de sédiments entraînés près du barrage créent un certain plateau à proximité du barrage.

*A first series of tests was achieved with a slope of 0%, simulating a realistic case of the topography at the vicinity of a dam. In fact, in reservoirs where sedimentation takes place, deposition of the entrained sediments next to dam forms a type of plateau.*

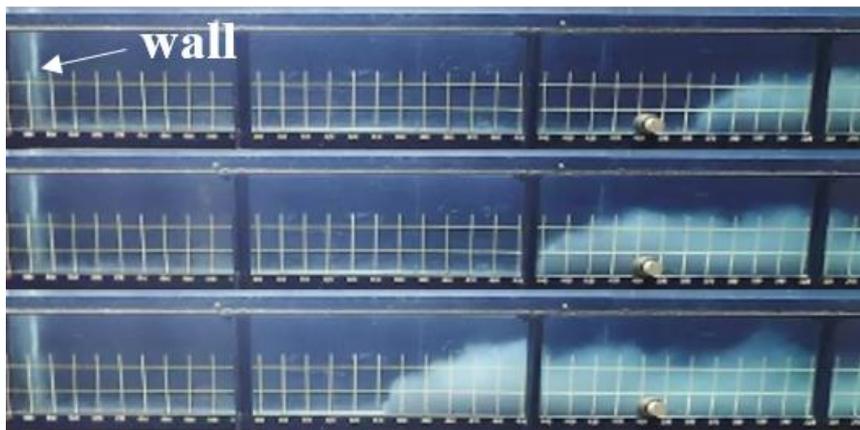


Figure 1: Un courant de turbidité avançant le long du canal à différentes positions ( $\Delta x = 60$  cm, grid size:  $10 \times 10$  cm<sup>2</sup>) vers la vidange de fond pour être évacué

*Figure 1: A turbidity current advancing inside the flume at different positions ( $\Delta x = 60$  cm, grid size:  $10 \times 10$  cm<sup>2</sup>) towards the outlet where it will be vented*

Différents débits de sortie ont été testés. Ces derniers sont normalisés par rapport au débit d'entrée du courant de turbidité : les cas de 30%, 50%, 65%, 80%, 100%, 115%, et 125% ont été testés. La formule ci-dessous a été utilisée pour l'évaluation de l'efficacité de l'évacuation.

*Different outflow discharges were tested. The latter are normalized by the inflowing discharges of the turbidity current. The tested discharges are: 30%, 50%, 65%, 80%, 100%, 115%, and 125%. The formula shown in the equation below was used for the analysis of the efficiency of venting.*

$$VE = \frac{m_{out}}{m_{in}} = \frac{\sum_{i=0}^T (C_{out,i} \times Q_{out,i})}{\sum_{i=0}^T (C_{in,i} \times Q_{in,i})}$$

où  $m_{out}$  and  $m_{in}$  représentent les masses totales évacuées et entrants respectivement,  $C_{out,i}$  et  $C_{in,i}$  les concentrations en sédiments évacués et entrants respectivement à un temps  $i$  donné,  $Q_{out,i}$  et  $Q_{in,i}$  sont les débits de sortie et d'entrée respectivement, à un temps  $i$ , et  $T$  la durée totale de l'évènement de crue. Les résultats des différents scénarios sont montrés dans la Figure 2 ci-dessous. Comme il est montré, la tendance des courbes d'efficacité en fonction de la durée d'évacuation pour les différents débits de sortie est très similaire entre les débits. L'efficacité la plus élevée est obtenue pour le cas de 100%. Toutefois, la définition de l'efficacité de vidange est en cours d'évaluation pour y inclure la déposition.

*where  $m_{out}$  and  $m_{in}$  represent the total masses of outflowing and inflowing sediments respectively,  $C_{out,i}$  and  $C_{in,i}$  are the sediment concentrations of outflow and inflow respectively at time  $i$ ,  $Q_{out,i}$  and  $Q_{in,i}$  are the respective outflow and inflow discharges at time  $i$ , and  $T$  the total duration of the flood event. Results of the different scenarios are shown in Figure 2 below. As it can be seen, the trend of the efficiency relatively to the venting duration obtained using the above equation is very similar between the different outflows. The highest efficiency is obtained for the case of 100%. However, the definition of the venting efficiency is under evaluation to try and include deposited masses.*

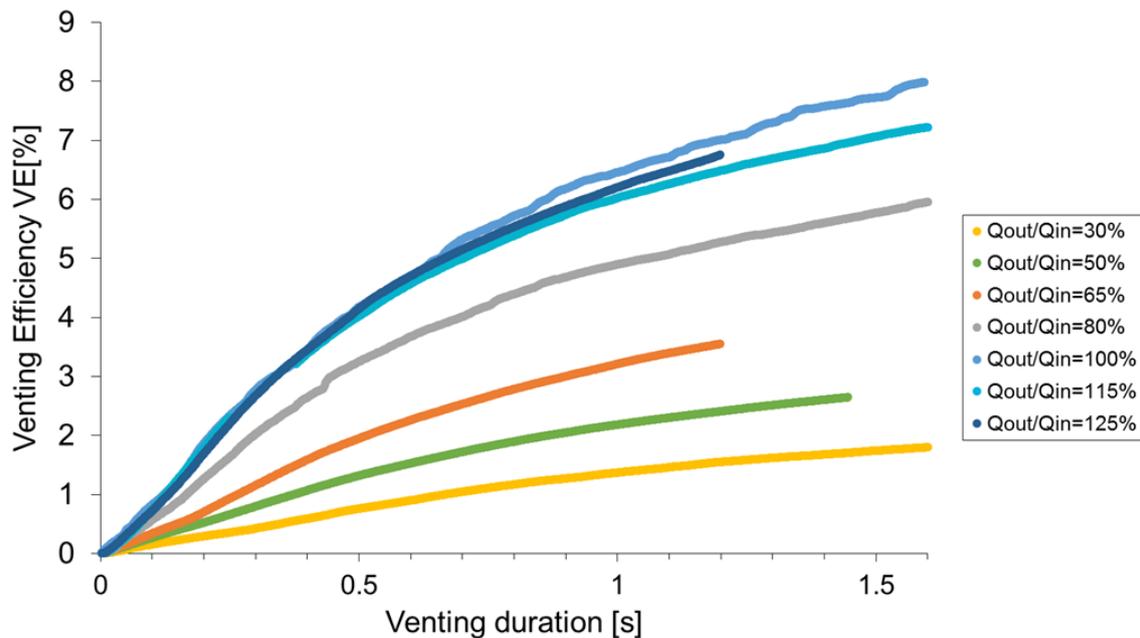


Figure 2: Efficacité d'évacuation des sédiments en fonction de la durée de l'évacuation pour différents débits de sortie utilisés

Figure 2: Venting efficiency variation with respect to the duration of evacuation for different outflow discharges

D'un autre côté, le modèle numérique qui a été construit est en cours de validation, notamment à travers l'intégration et la calibration d'une expression capable de simuler le phénomène de déposition dans le canal. L'analyse des résultats issus du modèle numérique est en cours.

*On another hand, the numerical model that was built previously is undergoing validation, particularly concerning the integration and calibration and an expression capable of simulating the deposition of the current. The analysis of the numerical results is ongoing.*

Les résultats de ce projet offriront des réponses à différentes questions pratiques communes des exploitants d'aménagements hydroélectriques qui surgissent à chaque crue.

*The results of this project will offer answer to various practical and common questions that reservoir operators get at each flood.*

Financement: Swisselectric research.

*Funding: Swisselectric research.*

Doctorante : Sabine Chamoun

*Ph.D. student: Sabine Chamoun*

### 1.1.13 Caractérisation du comportement hydraulique des orifices à l'entrée de cheminée d'équilibre / *Characterisation of hydraulic behaviour of surge tank orifices*

Les aménagements à haute chute occupent une place centrale dans l'approvisionnement électrique de la Suisse. Deux types d'aménagements peuvent être rencontré : soit un turbinage de l'eau retenue, à l'aide d'un barrage ou non, en altitude ou de pompage-turbinage exploitant la surproduction d'énergie renouvelable comme l'éolien ou le photovoltaïque pour transférer de l'eau d'un bassin inférieur à un supérieur.

*High head power plants take an important place in Swiss electricity generation. There are two types of plants: either only turbining water caught, within a dam or not, in mountains or pumped-storage plants, which use excess generation capacity due to renewable energy, e.g. wind or solar generation, to pump water from a lower to an upper reservoir.*

La stratégie énergétique 2050 du conseil fédéral vise à augmenter la production hydraulique de 4% en sachant que la Suisse exploite déjà plus de 90% du potentiel hydraulique économiquement réalisable. Cette augmentation de production passe aussi par l'extension et/ou la rénovation d'aménagements existants. Plusieurs types d'extensions sont envisagées telles que le rehaussement d'un barrage, l'augmentation de la puissance, etc.

Ces différentes transformations requièrent une modification ou un ajustement de la chambre d'équilibre existante. Cet organe hydraulique stabilise et permet un changement plus rapide du débit transitant par le système hydraulique en charge et de réduire les effets engendrés par le coup de bélier sur la galerie d'amenée. Un moyen simple d'augmenter l'efficacité de cette chambre d'équilibre est d'introduire une perte de charge (ou d'énergie) à l'entrée de celle-ci. La modification ou le placement d'un diaphragme permet d'ajuster économiquement la chambre d'équilibre dans le cas d'une modification des caractéristiques de fonctionnement de l'aménagement à haute chute. Cependant, il existe actuellement peu de démarche de dimensionnement des diaphragmes et le recours à un modèle physique en laboratoire est souvent un passage obligé. Beaucoup d'études ont été réalisées dans ce but par LCH.

La thèse vise à améliorer le pré-dimensionnement pratique des orifices. Deux approches, physique et numérique, sont utilisées pour évaluer l'influence des caractéristiques géométriques des orifices et de l'écoulement sur les pertes de charge.

*The 2050 energy strategy of the Swiss Federal Council wants to increase the hydroelectric generation capacity by 4% while Switzerland uses more than 90% of its total economical generation capacity. This increase of generation capacity leads to the refurbishment or/and extension of existing plants. These refurbishments could be a dam rising, an increase of installed power capacity, etc.*

*These different transformations require a modification or an adjustment of the existing surge tanks. This hydraulic structure allows more flexible exploitation. In other words, this structure reduces the impact of the water-hammer on the headrace tunnel. A simple way to improve the functioning of the surge tank is to place a diaphragm at the entrance of the surge tank. The modification or the installation of a diaphragm is an economic way to adjust the surge tank when the exploitation characteristics of a high head power plant are modified. However, there is currently insufficient approach for diaphragm design. Consequently, a physical model and an experimental approach is often needed. Several studies were carried out at the LCH for this purpose.*

*The main thesis goal is to improve orifice design. Both physical and numerical approaches are used to evaluate the influence of geometry and flow characteristic on the head losses.*

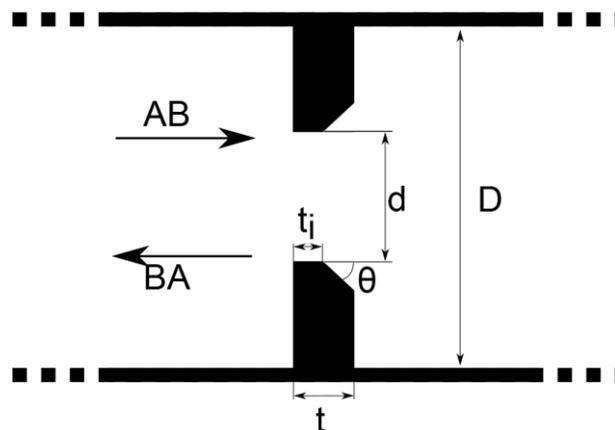


Figure 1: Schéma de la première géométrie d'orifice testée

Figure 1: Schematic view of the first orifice geometry

Les premiers résultats de l'étude montre que le rapport de perte de charge dans deux directions

*The preliminary results of the study show that a one-side angle introduction influences largely*

(Figure 1) est significativement influencée par l'introduction d'un angle d'un des deux côtés. La Figure 2 montre que l'asymétrie est la plus importante quand l'angle est relativement faible (15° - 30°) alors qu'elle diminue pour des angles plus importants.

Dans un deuxième temps, la modélisation numérique permet d'étendre le nombre d'expérience et de compléter les mesures physiques pour la compréhension des phénomènes. Enfin, la définition de facteurs de correction dépendant des conditions d'écoulement est envisagée.

*the ratio between head loss coefficients in both flow directions (Figure 1). Figure 2 shows that the asymmetrical behaviour of the orifice is the most important for small angles (15° - 30°) while it decreases for bigger angle.*

*On another hand, a numerical campaign is underway to extend the number of experiments and to allow improving the understanding of physical results.*

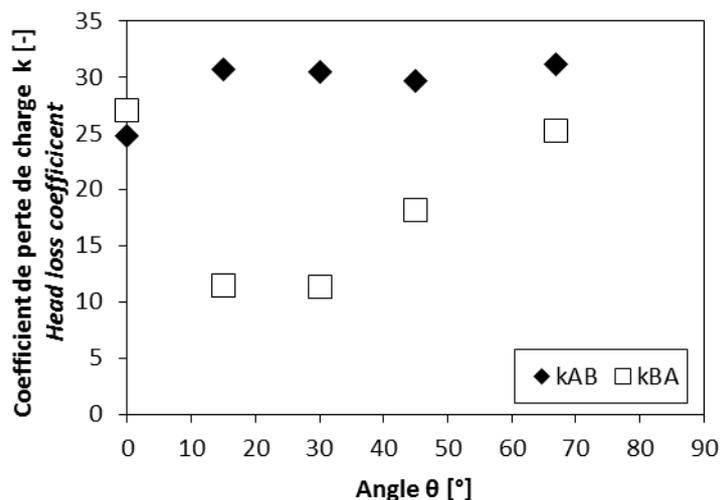


Figure 2: Variation du coefficient de perte de charge en fonction de l'angle  $\theta$

*Figure 2: Variation of the head loss coefficient in function of  $\theta$  angle*

Financement: "The Ark : la Fondation pour l'Innovation en Valais".

*Funding: "The Ark: promoting innovation in Valais".*

Doctorant: Nicolas J. Adam

*Ph.D. student: Nicolas J. Adam*

### 1.1.14 Impact hydrodynamique des vagues contre les structures / *Hydro-dynamic impact of bore waves on structures*

Dans le passé l'impact des vagues contre les structures était considéré comme un évènement très rare et les forces résultantes étaient souvent négligés en phase de dimensionnement. Dans la nature un lâché soudain d'un grand volume d'eau est identifié à des vagues d'impulsion, des tsunamis et des ruptures de barrage. Les Tsunamis sont des vagues causées par des tremblements de terre en mer et ils peuvent provoquer des dégâts loin de leur lieu d'origine. Quelques exemples tragiques ont été observés à Socotra (2004), au Chili (2010) et au Japon (2011) et ils ont montré que des mesures devaient être prises

*In the past the impacts of waves against structures were considered extremely rare events and wave induced forces were often neglected in the design process. In nature the sudden release of a large amount of water can be found in Impulse waves, Tsunamis and Dam Break waves. Tsunamis are water waves caused by offshore earthquakes and they can create flooding and destruction far away from the site of formation. Some tragic events were observed in Socotra (2004), Chile (2010) and Japan (2011) and showed that measures had to be taken to guarantee human safety and reduce reconstruction costs. Impulse waves are*

pour garantir la sécurité des Hommes et réduire les coûts de reconstruction. Les vagues d'impulsion sont causées par un glissement de terrain dans un réservoir, en produisant une vague dans la direction opposée. Jusqu'à maintenant l'évènement le plus catastrophique était celui du Vajont en Italie (1963), où l'entier village de Longarone était détruit, en tuant plus de 2000 personnes (Figure 1).



Figure 1 : Exemples de vagues hydrodynamiques : (gauche) Vague d'impulsion du Vajont, 1963 ; (droite) tsunami de l'Océan Indien [MThompson]

L'objectif final de ce projet de recherche est d'évaluer et d'analyser le dommage potentiel des bâtiments frappés par des vagues. A travers une reproduction en laboratoire de différents types de vagues, l'impact contre des structures avec divers degrés de porosité de surface est analysé. La première étape de ce projet en cours se focalise sur la caractérisation des propriétés hydrodynamiques principales des vagues, dont les profils de hauteur et les vitesses.

La formation des vagues est obtenue à travers un lâché soudain d'un volume d'eau connu depuis un réservoir supérieur vers un bac inférieur et après dans le canal. La variation des volumes d'eau permet de produire des vagues avec des caractéristiques différentes en termes des vitesses et hauteurs. La vague se propage dans un canal avec une longueur de 14 m et une largeur de 1.4 m; pendant le déplacement la vitesse et la hauteur d'eau seront mesurées en continu avec des Ultrasonic Velocity Profilors (UVP) et des Ultrasonic distance Sensors (US) respectivement.

Les résultats expérimentaux obtenus pour les vagues sur fond sec ont été comparés avec succès à la théorie développée par Ritter (1892) pour la rupture d'un barrage avec une hauteur initiale de 0.7 m, à une distance de 13.85 m du début du canal (Figure 2).

*provoked by a landslide falling into a body of water, producing a wave in the opposite direction. Until now the most catastrophic event was the Vajont Dam in Italy (1963), where the whole village of Longarone was destroyed, killing around 2000 people. (Figure 1)*



*Figure 1 : Examples of hydrodynamic waves: (left) Vajont Impulse wave, 1963 (right) Indian Ocean Tsunami (2004) [MThompson]*

*The ultimate objective of this research project is to evaluate and analyse the potential damage of buildings hit by bore-waves. Through the reproduction in a laboratory environment of different types of bore waves, their impact against structures with various degrees of surface porosity is analysed. The first step of this undergoing research project focuses on the characterisation of the main hydrodynamic properties of the waves, including height profiles and velocities.*

*Bore formation is achieved through the vertical release of a known volume of water from an upper basin into a lower tank and therefore into the channel. Different volumes result into waves with various characteristics in terms of height and velocity. The bore propagates in a horizontal channel with a length of 14 m and a width of 1.4 m; during the displacement both speed and height are constantly measured using Ultrasonic Velocity Profilors (UVP) and Ultrasonic distance Sensors (US) respectively.*

*The experimental results obtained for the dry bed surges were successfully compared with the theory developed by Ritter (1892) for a dam-break wave with an equivalent impoundment depth of 0.7 m at a distance of*

13.85 m from the channel inlet (Figure 2).

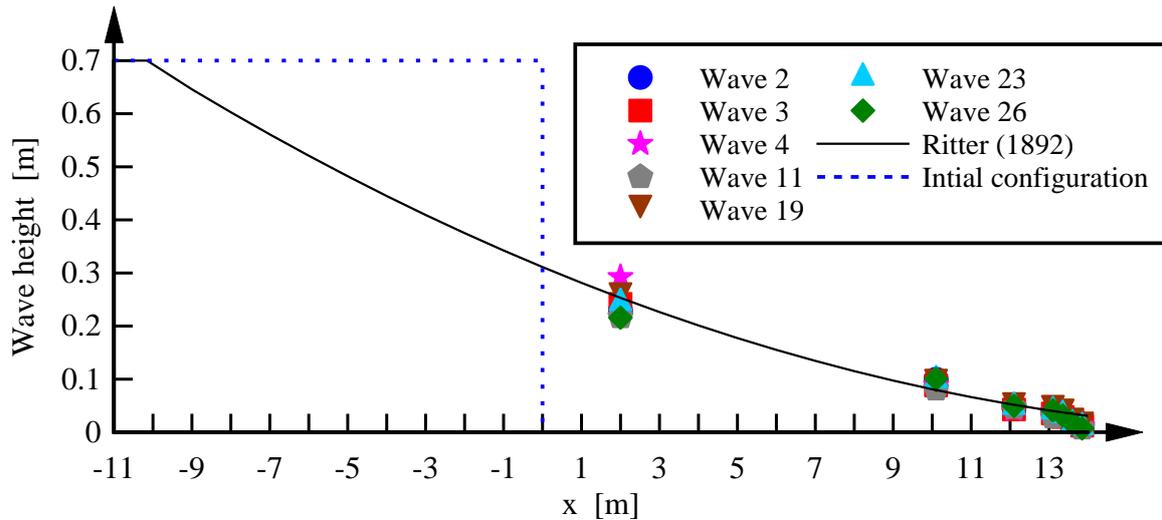


Figure 2: comparaison des profils des vagues sur fond sec avec la théorie développée par Ritter (1892)

Figure 2: Comparison of dry bed surges profiles with the theory developed by Ritter (1892)

Le projet a étudié des vagues sur fond sec et sur font mouillé ; des observations visuelles préliminaires ont montré une différence considérable dans leur comportement. Les vagues sur fond sec étaient caractérisées par un front fin, suivi par une augmentation constante du niveau d'eau, tandis que les vagues sur fond mouillé présentaient un front turbulent similaire à un ressaut hydraulique en translation, suivi par un niveau d'eau constant. Les deux vagues sont présentées dans la Figure 3.

Both dry bed surges and wet bed bores were investigated and some preliminary visual observations showed a substantial difference in behaviour. Dry bed surges were characterised by a thin edge followed by a constant increase of the water level, whereas wet bed bores presented a highly turbulent front similar to a propagating hydraulic jump, followed by a relatively constant water level. Both waves are presented in Figure 3.

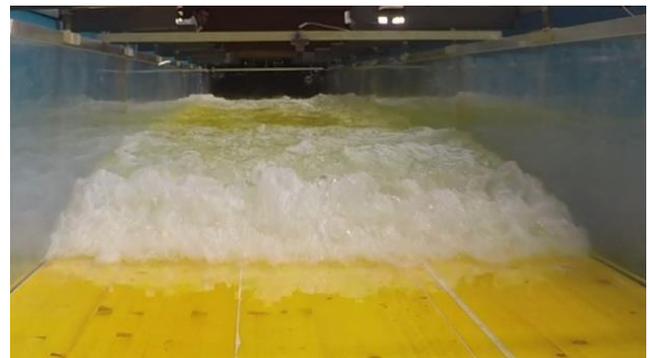


Figure 3: Photo de vagues en arrivant : (gauche) vague sur fond sec et (gauche) vague sur fond mouillé

Figure 3: Pictures of incoming waves: (left) Dry bed surges and (right) wet bed bores

La Figure 4 présente le développement dans le temps de la hauteur d'eau mesurée par la US 7, à  $x=13.85\text{m}$  du début di canal, pour des vagues sur fond sec et sur fond mouillé avec des conditions de déclenchement identiques. Des comportements différents peuvent très bien être observés dans la première partie de la vague ( $t<10\text{s}$ ), en confirmant les observations visuelles. Des différences majeures peuvent

Figure 4 presents the time history of the wave height captured by the US 7, located at  $x=13.85\text{m}$  from the channel inlet, for both a dry bed surge and a wet bed bore with identical release conditions. Different behaviours can be clearly observed in the first part of the wave ( $t<10\text{ s}$ ), confirming the visual observations. Major differences can be observed in terms of front steepness. Furthermore the delay in arrival

être observées en termes de la pente du front. En outre le décalage dans le temps d'arrivée montre que les vagues sur fond mouillé ont des vitesses plus faibles par rapport aux vagues sur fond sec.

*time showed that wet bed bores have a lower velocities compared to dry bed surges.*

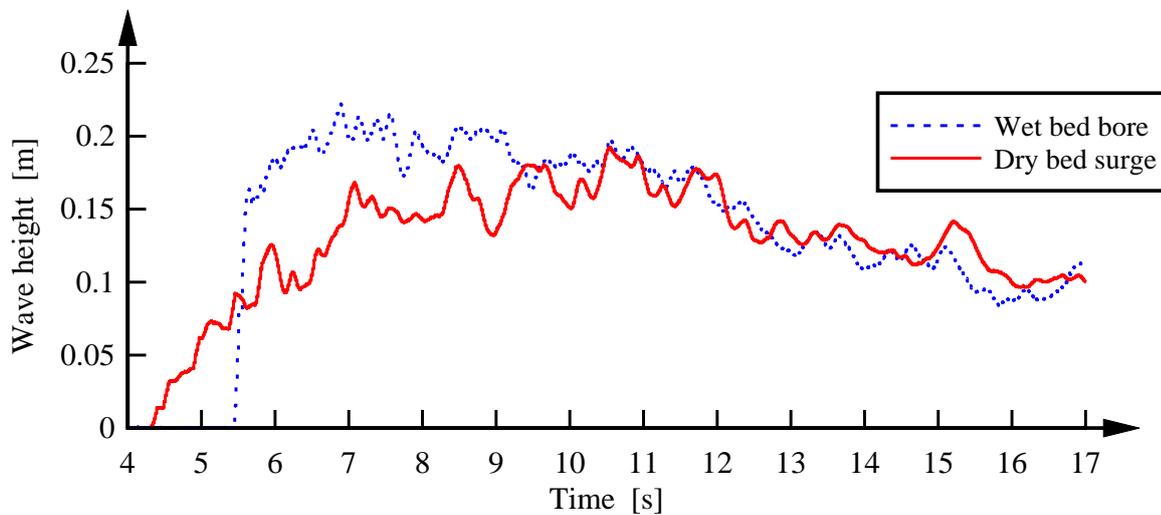


Figure 4: comparaison de profils de hauteur d'eau pour des vagues sur fond sec (rouge, continu) et vagues sur fond mouillé (bleu, pointillé)

*Figure 4: comparison of height profiles for dry bed surges (red, continuous) and wet bed bores (blue, dotted).*

Financement: Fonds national suisse (FNS).

*Funding: Swiss National Science Foundation (SNSF).*

Doctorant : Davide Wüthrich

*Ph.D. student : Davide Wüthrich*

### 1.1.15 Erosion et déposition causées par des courants de gravité sur un lit mobile / *Erosion and deposition caused by gravity currents over a mobile bed*

Les courants de gravité sont des écoulements induits par la poussée hydrostatique entre deux fluides qui est causée par une différence de température, des substances dissolues ou des particules en suspension. Ces phénomènes se produisent en nature et dans l'industrie. Certains exemples sont les coulées de lave, avalanches, tempêtes de sable, libérations accidentelles de gaz dense et émissions des polluants industriels. Dans l'eau, des courants de gravité d'origine naturelle peuvent être causés par des différences de température ou de salinité (fronts océaniques) ou pendant des événements de crue suite à une haute concentration de particules en suspension (courants de turbidité).

*Gravity currents are buoyancy driven flows in which the density gradient between two fluids is due to temperature differences, dissolved substances or particles in suspension, among others. These phenomena frequently occur in many natural and industrial situations. Some examples are pyro-clastic flows, avalanches, sand storms, accidental dense gas releases and emission of industrial pollutants. In water, natural gravity currents can be formed from differences in temperature and salinity (oceanic fronts) or caused during flood events due to high concentration of suspended particles (turbidity currents).*

Les courants de gravité formés par des sédiments en suspension ont été identifiés comme une cause primaire du transport distal

*Sediment-laden gravity currents have been found as a primary cause of distal transport of sediments and of reservoir sedimentation since*

des sédiments et de la sédimentation de réservoirs à cause de leur grande capacité d'érosions et de transport de volumes de sédiments considérables le long du fond des réservoirs. Dans le parcours vers l'aval, les courants de gravité entraînent les sédiments du fond et l'eau claire de la surface supérieure dans une mesure qui dépend de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Cette recherche se concentre sur ces mécanismes en reproduisant expérimentalement des courants salins. Les courants salins sont souvent utilisés comme une approximation des courants de turbidité. Beaucoup d'études ont confirmé que les courants de turbidité composés par de très fines particules sont dynamiquement similaires aux courants salins vu que les profils de concentrations et de vitesse sont comparables. Les courants salins sont ici reproduits dans un canal long de 7.5 m et large de 0.275 m, divisé en deux parties de volume de même ordre de grandeur par une porte transversale coulissante (Figure 1a). La configuration 'lock exchange' est utilisée: quand la porte est retirée les différences entre les pressions hydrostatiques causent l'écoulement du fluide plus dense sur le fond du canal et cause un contre-courant formé par l'eau claire plus légère en surface.

*they erode and transport considerable sediment volumes along the reservoir bed. When traveling downstream, the current entrains sediments from the bottom and ambient fluid from the upper permeable surface on a rate that depends on its hydrodynamics. The present research focuses on these mechanisms by reproducing saline gravity currents experimentally. Saline currents are usually performed as a proxy for turbidity currents. Many studies confirmed that fine-grained turbidity currents are dynamically similar to saline currents as low concentration and weakly depositional turbidity currents exhibit concentration and velocity profiles that are very similar to saline currents. The saline currents are here performed in a 7.5 m long and 0.275 m wide flume, divided into two sections of comparable volumes by a sliding gate (Figure 1a). The so called lock exchange technique is used: when the gate is removed, differences in the hydrostatic pressure cause the denser fluid to flow in one direction into the ambient lighter fluid along the bottom boundary of the tank, while the lighter fluid flows in the opposite direction along the top boundary of the tank.*

a)



b)

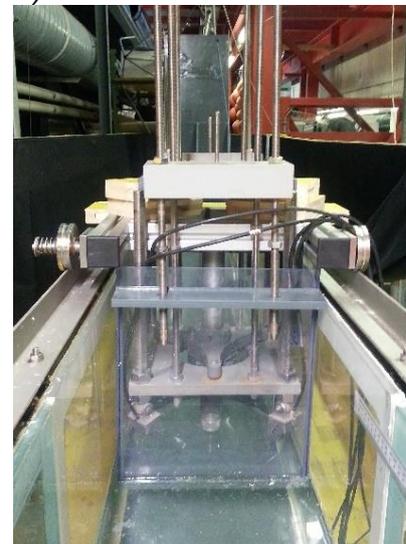


Figure 1: (a) Modèle expérimental. (b) L'ADVP (Acoustic Doppler Velocity Profiler) installé dans le canal.

Figure 1: (a) Experimental set-up. (b) The ADVP (Acoustic Doppler Velocity Profiler) installed in the channel.

L'ADVP (Acoustic Doppler Velocity Profiler) est un instrument sonar non intrusif qui mesure des profils de vitesses instantanées basés sur le principe de l'effet Doppler, sans besoin de calibration. L'instrument est placé dans la deuxième moitié du canal, sûr une structure glissante (Figure 1b) et prend des mesures de

*The ADVP (Acoustic Doppler Velocity Profiler) is a non-intrusive sonar instrument that measures the instantaneous velocity profiles from the Doppler frequency without the need of calibration. It is placed in the second half of the channel on a sliding structure (Figure 1b) and takes 3D instantaneous velocity measurements*

vitesse 3D et instantanées pendant le passage du courant. La structure turbulente de l'écoulement sera étudiée pour trouver les interactions entre le courant et la couche de sédiments sur le fond du canal (érosion et dépôt des particules) et entre l'eau claire et le courant de turbidité. Un laser sera enfin utilisé pour mesurer la morphologie des sédiments sur le fond afin d'évaluer la distribution des dépôts et des zones érodées, leurs extensions et épaisseurs. Cela est particulièrement intéressant car la dynamique de la région des courants proches du lit, caractérisée par une concentration élevée en sédiments, reste encore à être clarifiée. La dynamique est gouvernée par de fortes interactions particule-fluide et particule-particule qui créent des échanges de masse et de quantité de mouvement entre le courant et les sédiments sur le lit. L'accouplement entre l'évolution du courant de gravité et de la couche au-dessous doit être exploré pour formuler des équations de clôture.

Financement: cette recherche fait partie du projet SEDITRANS, financé par Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

Doctorante : Jessica Zordan

*during the passage of the current. The turbulence structure of the flow is studied in order to find the interaction between the current and the sediment layer on the bed (erosion and deposition of particles) and with the upper layer at the interface with the ambient water. A laser technique combined with photogrammetry are finally used to measure the sediment morphology of the bottom in order to evaluate the distribution of deposits and eroded zones, their extent and thickness. This is particularly important since the dynamics of the near-bed region of such currents, which is characterized by high sediment concentrations, is still poorly understood, as it is governed by intense particle-fluid and particle-particle interactions that give rise to mass and momentum exchanges between the current and the sediment bed. The coupling between the evolution of the gravity current and that of the underlying substrate will have to be explored with the aim of formulating closure equations to be employed in numerical simulations.*

*Funding: this study is part of the SEDITRANS project funded by Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).*

*Ph.D. student: Jessica Zordan*

### **1.1.16 Influence of macro-rough channel banks on transport processes of suspended sediments / Influence de macro-rugosités de rives sur les processus du transport des sédiments en suspension**

Dans les systèmes hydrauliques naturels, des irrégularités géométriques à grande échelle sont présentes sur les berges de rivières. Par exemple, c'est le cas lorsqu'une rivière est revitalisée en élargissant localement son lit (Figure 1a) ou encore lorsque des « training structures » comme des épis sont employés pour protéger les berges (Figure 1b).

*In natural hydraulic systems, large-scale geometric irregularities are commonly found at riverbanks. This is the case for instance when a river is revitalized by local widening (Figure 1a) or training structures like groins are employed to protect riverbanks (Figure 1b).*

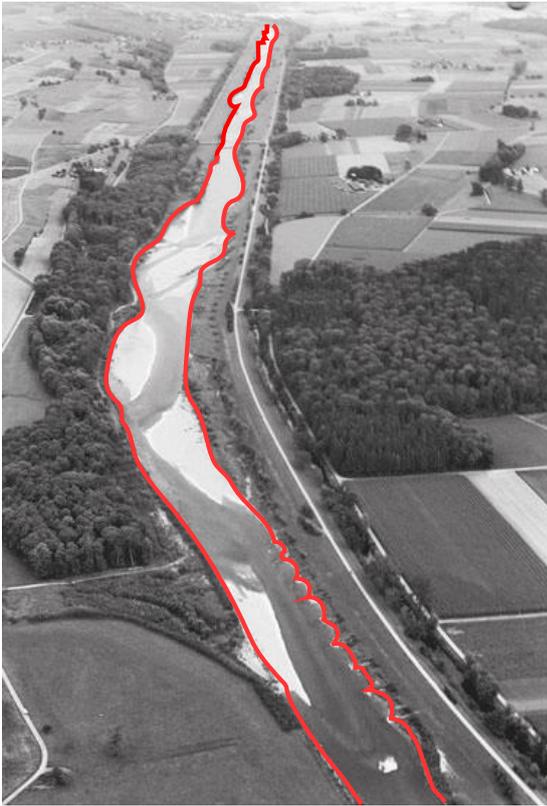


Figure 1: (gauche) Agrandissement local de la largeur de la rivière Thur près de Altikon après restauration, Mai 2004, photo par C. Herrmann, BHAtteam, Frauenfeld, Switzerland. (droite) Epis sur les rives du Rhin près de Emmerich

En considérant l'importance des processus de transport physique des sédiments fins d'une part, et d'autre part en sachant que les caractéristiques de l'écoulement y compris le processus de transport physique sont régis par les caractéristiques géométriques des berges de rivières et les conditions sur ces berges, une question fondamentale mais sans réponse est posée. En effet, si de telles irrégularités qui sont typiques des systèmes fluviaux, existent, comment les processus de transports des sédiments fins vont être influencés ? La présente étude vise à répondre à cette question importante.

Pour répondre à cette question, une approche expérimentale est déterminée afin d'estimer de telles irrégularités latérales. Elle consiste à utiliser un modèle régulier d'éléments géométriques simples avec des dimensions ajustables. Ces éléments sont appelés éléments de macro-rugosité. Ainsi afin de représenter le problème, un canal ouvert sera utilisé comme système naturel hydraulique, et les berges seront modélisés par des blocs avec une macro-rugosité rectangulaire correspondant aux irrégularités latérales naturelles (Figure 2).



Figure 1: (left) Local widening of River Thur-near Altikon after restoration, May 2004, photo by C. Herrmann, BHAtteam, Frauenfeld, Switzerland. (right) Groynes at banks of River Rhine close to Emmerich

*Regarding the very high importance of physical transport processes of fine sediments on one hand, and on the other hand knowing that flow field characteristics including physical transport processes are governed by geometric definitions of river boundaries and conditions on these boundaries, a fundamental but so-far unanswered challenge is called. The question is that if such non-uniformities, which are very typical of riverine systems, do exist, how physical transport processes of fine sediments will be influenced? This is the very global question which needs to be answered by the present research study.*

*To answer this question in such practical framework, an experimental approach is determined to approximate such lateral irregularities by regular pattern of geometrically simple elements with adaptable dimensions. These elements are called macro-roughness elements. Thus, in the experimental representation of the problem, an open channel; a replacement for the natural hydraulic system, will be setup at its sidewalls with rectangular macro-roughness blocks, corresponding to natural lateral irregularities (Figure 2).*

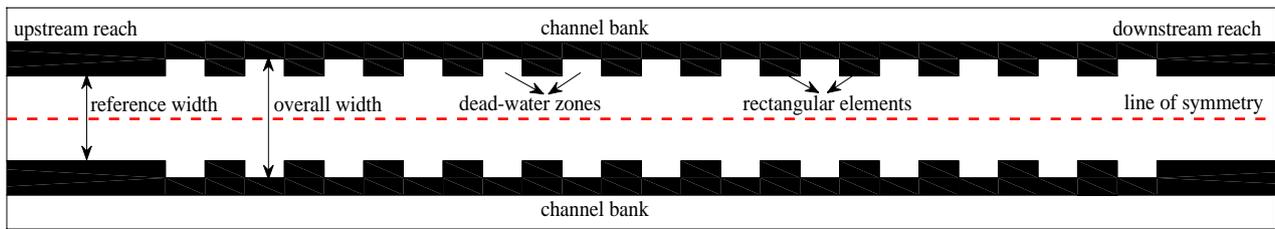


Figure 2: Représentation schématique d'un canal incluant des irrégularités géométriques de grandes échelles au niveau des rives : Vue en plan - tous les éléments ont des géométries similaires, y.c. toutes les zones mortes

Figure 2: Schematic representation of an open channel including approximated large-scale geometric irregularities at its banks: plan view - all elements, as well as all dead-zones, are geometrically similar

Un écoulement avec une charge de sédiment en suspension sera introduit en amont dans le canal. La concentration initiale de sédiments sera proche de la capacité maximale. Le but est de vérifier le lien entre la fonction de piégeage des zones d'eaux mortes dues aux macro rugosité des rives et les paramètres de géométrie des berges macro-rugueuses ainsi que les conditions initiales du débit solide.

A suspended-sediment laden flow with certain initial concentration level, which is very close to capacity concentration, will be then introduced to the open channel at its most upstream boundary. The objective is to see that how trapping functionality of dead-water zones given by bank macro-roughness is linked to important parameters of geometry of bank macro-roughness as well as initial flow-sediment conditions.

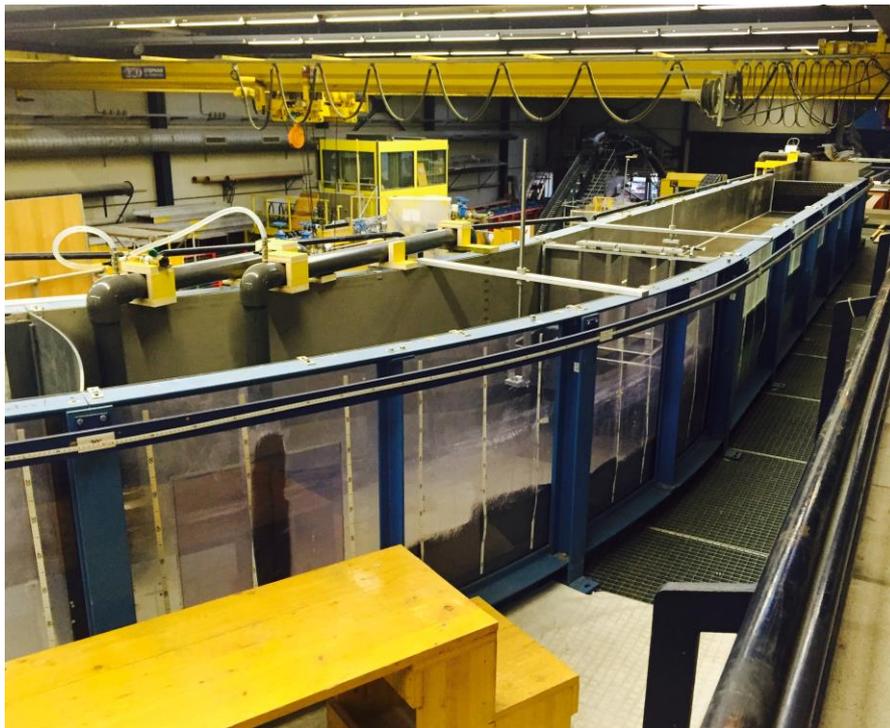


Figure 3: Modèle expérimental

Figure 3: Experimental setup

Financement: Office Fédérale de l'Environnement Suisse (OFEV).

Funding: Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).

Doctorante: Reyhaneh Sadat Ghazanfari Hashemi

Ph.D. student: Reyhaneh Sadat Ghazanfari Hashemi

### 1.1.17 Probabilité de blocage et augmentation du niveau d'eau à l'entrée de d'un évacuateur de crue sous l'impact de bois flottants / *Blocking probability and increase of head at spillway inlets under driftwood impact*

Des débris de bois provenant de bassins versants boisés sont souvent transportés par le courant lors de fortes crues. Si les débris atteignent une structure hydraulique localisée le long du cours d'eau, ils peuvent être piégés et s'accumuler, causant un rétrécissement de la voie d'écoulement. La charge sur les structures est ainsi augmentée, ce qui crée des inondations en amont.

Dans le cas de barrages, les effets observés historiquement sont risqués et dangereux, puisque le blocage et la charge sont importants (Figure 1 et Figure 2). Ils peuvent causer une défaillance des structures hydrauliques, principalement due à un débordement. Pour identifier les dommages potentiels d'un blocage de l'écoulement par les bois flottants, l'augmentation du niveau d'eau et la probabilité de blocage doivent être quantifiés.



Figure 1: Picture of Palagnedra flooding in 1978 (Bruschin et al., 1982) / Image de la crue à Palagnedra 1978 (Bruschin et al., 1982)

L'objectif de ce projet est d'approfondir la connaissance dans le domaine, principalement en se concentrant sur les déversoirs de crue «ogee». Ce type de déversoir est une des structures hydrauliques les plus étudiées et utilisées, car il permet l'écoulement de débits élevés de manière efficace et sûre.

Des essais sur modèle physique sont réalisés pour étudier le comportement du bois flottant qui impacte un déversoir ogee. L'installation expérimentale mesure approximativement 1.50m de large, 0.70 m de haut et 10 m de long (Figure 3). Une des parois latérales est en verre pour permettre l'observation depuis le côté.

*Woody debris from forested or wooded watersheds is often transported along streams during heavy floods. If debris reaches a hydraulic structure located within the stream, it may be caught and accumulate, narrowing the waterway opening. It thus increases the load imparted to structures and causes backwater flooding.*

*For the case of reservoirs, the effects reported along history are hazardous and unsafe, as the blockage and the loads are significant (Figure 1 and Figure 2). They may cause the failure of such structures, mainly due to overtopping. To identify the damage potential of driftwood blockage, the backwater rise and probabilities of blocking must be quantified.*

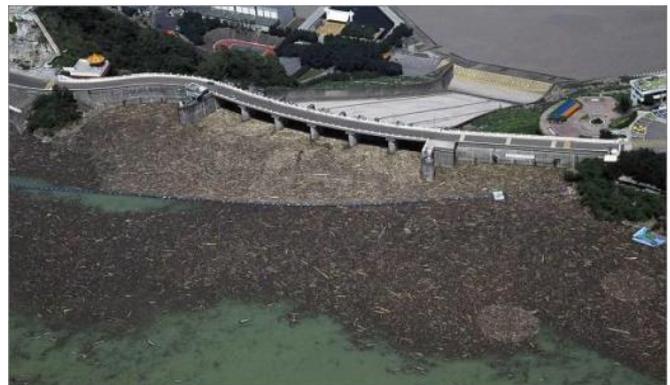


Figure 2: LWD in Shihmen Reservoir, Taiwan (Chen and Chao, 2010) / débris de bois à Shihmen Reservoir, Taiwan (Chen et Chao, 2010)

*The purpose of this project is to deepen the knowledge in the domain, mainly focusing on ogee profile spillways. The ogee has been one of the most studied and applied hydraulic structure. It is able to convey high flows efficiently and safely.*

*Physical model tests are performed to study the behavior of driftwood impacting on an ogee. The experimental facility is approximately 1.50m width, 0.70 m high and 10 m long (Figure 3). One side wall is made of glass to allow observation from the sides. It is equipped with one pump of 200 l/s as maximum discharge*

L'installation est équipée d'une pompe avec une capacité maximale de débit de 200 l/s et une profondeur d'écoulement maximale de 0.43 m.

capacity and has a maximum approach flow depth of 0.43 m.

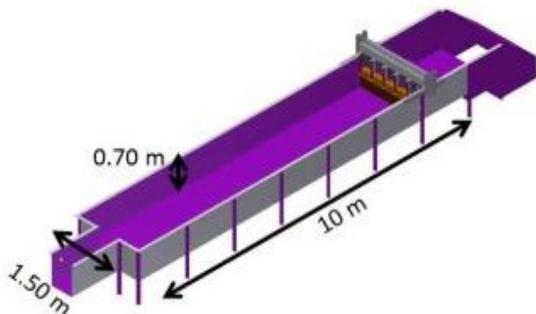


Figure 3: Scheme of the physical model inside the channel / Schéma du modèle physique à l'intérieur du canal

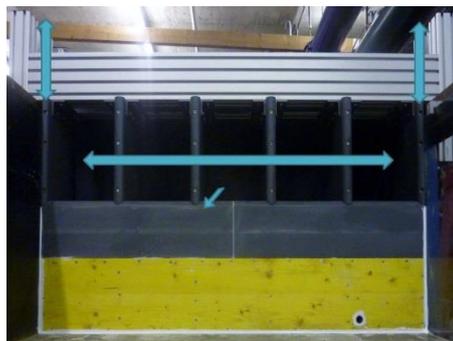


Figure 4: Picture of the upstream face of the physical model / Image de la face amont du modèle physique

Les paramètres tels que la largeur des coursiers des évacuateurs, le nombre d'évacuateurs actifs, l'intrusion au niveau des piliers, la décharge et les caractéristiques du bois peuvent être modifiés. Les flèches de la Figure 4 montrent comment les piliers peuvent être déplacés pour modifier la dimension de la cavité d'écoulement.

Parameters as bay width, active bay number, nose intrusion at pier, discharge and wood characteristics can be varied. The arrows in Figure 4 show how the piers can be moved to modify the bay dimensions.

Deux séries principales de tests sont réalisées. Premièrement, une analyse systématique de la probabilité de blocage sera faite avec des rondins artificiels d'une densité et géométrie spécifiées (Table 1). Deuxièmement, une analyse de l'augmentation du niveau d'eau à l'amont sera réalisée avec des groupes naturels de rondins, toujours en considérant la présence d'un réservoir.

Two main test series are conducted. First, a systematic analysis of blocking probabilities will be made with artificial logs of specified density and geometry (Table 1). Second, an analysis of the head increase upstream of the inlet will be made with natural batches of logs, always considering a reservoir approach.

Plusieurs dimensions de bois flottant ont été définies, en se référant à la littérature, et séparées dans des classes de rondins. La densité de ces classes variera en accord avec des études européennes sur le bois.

Different dimensions of driftwood were defined according to literature and separated in classes of logs. The density of these classes will vary agreeing with studies of wood in Europe.

Class	C	D	E	F	G
Length L [m]	0.21	0.26	0.30	0.40	0.52
Diameter D [m]	0.0100	0.0120	0.0153	0.0215	0.0250

Table 1: Classes de bois flottants

Table 1: Classes of driftwood

Les premières séries se concentrent sur la probabilité de blocage pour des rondins individuels, en variant la répétabilité des essais, l'influence de l'angle d'approvisionnement, l'intrusion des piliers, l'effet de la densité et l'influence groupée entre les autres. La

The first series focuses on the blocking probabilities for individual logs while varying repeatability of experiments, supply angle influence, nose intrusion of piers, density effect and group influence between others. The second series investigates the head increase

deuxième série étudie l'augmentation du niveau d'eau due au blocage, en variant le volume de l'apport en bois et le débit.

Financement: Fondation Portugaise pour la Science et la Technologie (FCT) et le LCH-EPFL.

Doctorante: Paloma Furlan (initiative de doctorants communs IST-EPFL).

*due to the blockage of batches at the inlet by varying the supplied wood volume and the discharge.*

*Funding: Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) and LCH-EPFL.*

*Ph.D. student: Paloma Furlan (under the joint IST-EPFL doctoral initiative).*

### **1.1.18 Nouvelle approche pour obtenir des courbes de débits classés dans des bassins versants alpins non jaugés en tenant compte des incertitudes / *New approach for obtaining flow duration curves under uncertainties in ungauged Alpine catchments***

Les courbes de débits classés (CDC) sont un outil fondamental pour l'analyse de la disponibilité en à l'échelle du bassin versant, ainsi que pour la gestion des ressources en eau et la conception des infrastructures en général. Elles peuvent être obtenues de manière empirique, à partir des données de mesures hydrométriques, ou à partir de différents modèles hydrologiques qui sont essentiels pour l'estimation des CDC dans les bassins non jaugés.

Ce projet de recherche comprend le développement d'une méthode pour obtenir des CDC pour des bassins versants alpins non jaugés à partir des données météorologiques et géomorphologiques, ainsi que la quantification des incertitudes des CDC obtenues.

Le modèle en cours de développement est basé sur une caractérisation probabiliste des débits de base. Celle-ci permet la modélisation de la fonction de densité de probabilité saisonnière des débits moyens journaliers, à partir d'un nombre restreint de paramètres. Ce modèle est déjà adapté pour les régimes hydrologiques pluviaux et nivaux pendant l'hiver.

La Suisse a trois principaux types de régimes hydrologiques: pluvial, nival et glacier, qui correspondent à différents mécanismes de production de débit selon, entre autre, différents régimes pour des entrées de précipitation. Le modèle sera adapté à toutes les saisons pour ces trois régimes.

Les extensions du modèle seront suivies par l'étude des incertitudes dans les CDC. Il existe deux principaux types d'incertitudes, ceux liés à la variabilité naturelle des débits, comme

*Flow duration curves (FDCs) are a fundamental tool for the analysis of water availability at the catchment scale, i.e. for water resources management and infrastructure design. They can be obtained empirically, from data, or from different types of hydrological models, which are essential for FDC estimation in ungauged catchments.*

*This research project is developing a method to obtain FDCs in ungauged Alpine catchments and will characterize and quantify the uncertainties of the FDCs obtained from this model.*

*The model being developed is based on a probabilistic characterization of base flows that allows the modeling of seasonal probability density functions of the mean daily discharges based on a small number of parameters. This model is suitable for pluvial regimes and has already been extended to snow dominated regimes during winter.*

*Switzerland has three main types of hydrologic regimes: pluvial, snow dominated and glacier that have different mechanisms of discharge production. Figure 1 shows the response of catchments to precipitation inputs. Accordingly, the model will be adapted to suit all the seasons for those three regimes.*

*The extensions in the model are going to be followed by the study of uncertainties in the FDCs. There are two main type of uncertainties, the ones related to the natural variability of the*

montré à la Figure 2, et ceux liés à la modélisation proprement dite, qui se produisent en raison des incertitudes sur le modèle, par exemple incertitudes dans les paramètres et dans les hypothèses. Les incertitudes de modélisation seront quantifiées pour le modèle développé.

*discharges happening in nature, shown in Figure 2, and modelling uncertainties that happen because of the uncertainties in the model, e.g. uncertainties in parameters and assumptions. The modelling uncertainties will be quantified for the model fully developed.*

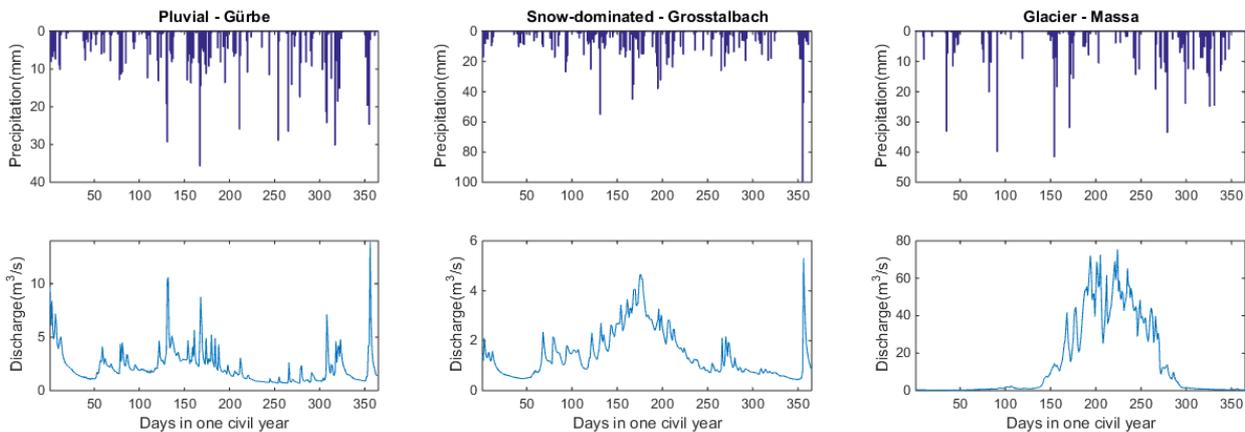


Figure 1: Réponse de quelques bassins versants en termes de débit à des précipitations dans les différents régimes hydrologiques en Suisse

*Figure 1: Discharge response to precipitation events in catchments with different types of hydrological regimes in Switzerland*

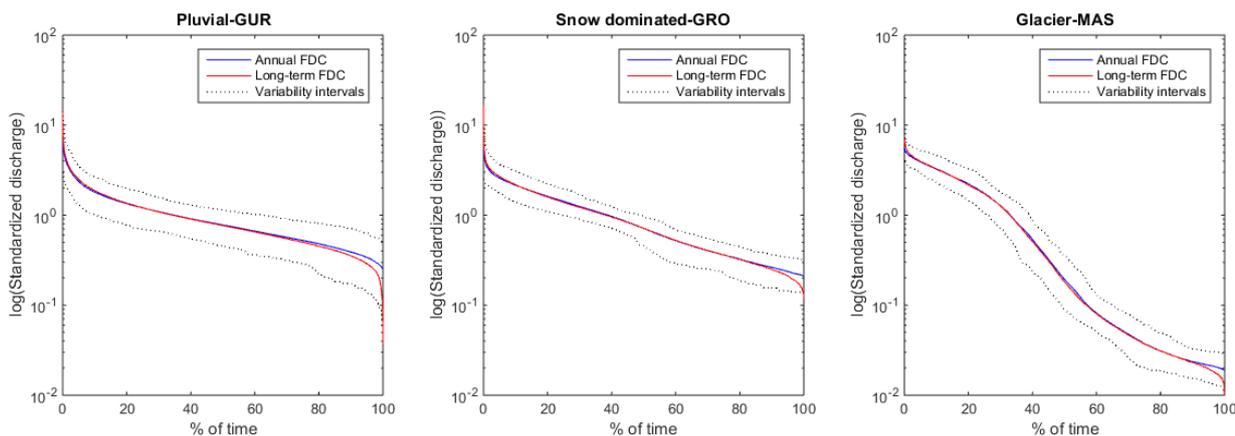


Figure 2: Intervalles de variabilité naturelle pour les débits dans les bassins versants avec les différents régimes hydrologiques en Suisse

*Figure 2: Natural variability intervals for discharges in catchments with the different hydrologic regimes in Switzerland*

Finalement, le modèle sera régionalisé pour être capable de prédire les CDC dans les bassins non jaugeés pour tous les régimes en Suisse, pour les quatre saisons.

*Finally the model will be regionalized to be able to predict FDCs in ungauged catchments for all the regimes in Switzerland.*

Le modèle final sera appliqué dans une étude de cas d'un aménagement hydroélectrique complexe qui sera sélectionné en Suisse.

*The final model will be applied in a complex case study of hydropower plant to be selected in Switzerland.*

Financement: Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT, Portugal) et LCH-EPFL.

Funding: Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) and LCH-EPFL.

Doctorante: Ana Clara Pereira Barbosa Santos (Ecole Doctorale conjointe IST-EPFL)

Ph.D. student: Ana Clara Pereira Barbosa Santos (under the joint IST-EPFL doctoral initiative).

### 1.1.19 Assimilation de données en temps réel pour la modélisation hydrologique et la prévision de crues dans des bassins alpins perturbés / *Real-time data assimilation for hydrological modelling and flood forecasting in equipped alpine catchments*

Les régions alpines sont particulièrement exposées aux précipitations extrêmes et leur topographie augmente leur vulnérabilité aux crues. En Suisse, l'augmentation de la fréquence des inondations ces dernières décennies a renforcé le besoin de systèmes de prévision fiables pour en réduire les effets. Suite à la crue d'octobre 2000 dans le Canton du Valais, le projet MINERVE a été initié en 2002 avec pour objectif le développement d'un système de prévision et de gestion des crues pour le bassin du Rhône à l'amont du Lac Léman.

Depuis 2013, un système de prévision est opérationnel pour tout le bassin. Le modèle hydrologique, utilisé avec le logiciel RS MINERVE, est basé sur le modèle conceptuel semi-distribué GSM-SOCONT, avec une division du bassin en 1385 entités, nommées bandes d'altitude (Figure 1). Les plus de 10 ans de développement du projet MINERVE et les 2 ans de prévision opérationnelle ont permis d'identifier un certain potentiel d'amélioration, notamment en lien avec la spatialisation des précipitations, le calage du modèle ainsi que l'assimilation en temps-réel des observations. Ce projet veut répondre à ces défis.

*Alpine regions are particularly exposed to extreme precipitations and their topography increases their vulnerability to floods. In Switzerland, severe flooding has become more frequent in recent decades and this increased the need for reliable forecasting systems to mitigate their effects. After the major flood of October 2000 in the Canton of Valais, the project MINERVE was initiated in 2002 with the objective of developing a flood forecasting and management system for the Upper Rhone River basin upstream of Lake Geneva.*

*Since 2013, a forecasting system is operational for the entire basin. The hydrological model, run with the RS MINERVE software, is based on the semi-distributed conceptual model GSM-SOCONT, with a division of the basin into 1385 modelling entities, called altitude bands (Figure 1). The more than 10 years of development of the MINERVE project and the 2 years of operational forecasting experience have pointed out a certain potential of improvement. This project aims to address these issues, mainly regarding spatialization of precipitation data, calibration of the model and real-time data assimilation of observations.*

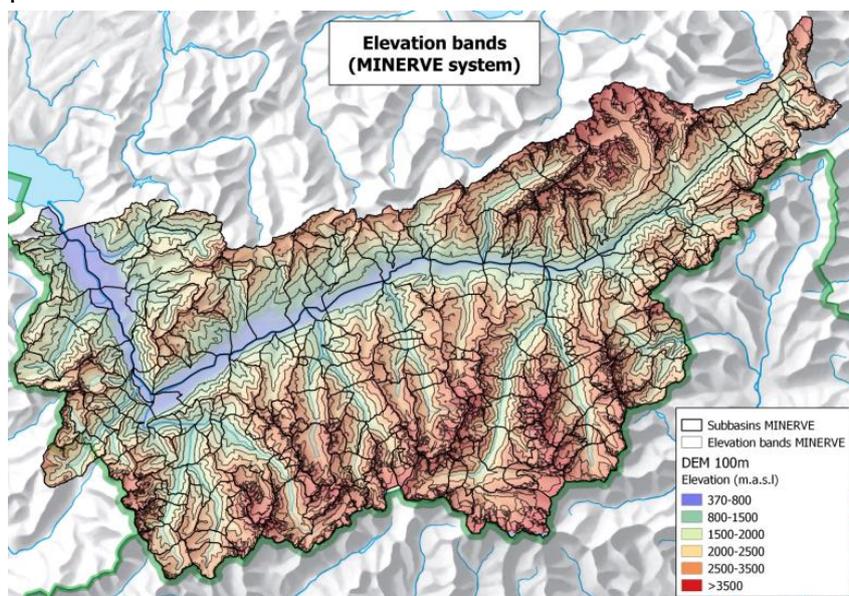


Figure 1: Division du bassin MINERVE en 257 sous-bassins et 1385 bandes d'altitude

*Figure 1: Division of the MINERVE basin in 257 sub-basins and 1385 altitude bands*

Durant la première année, une revue littéraire a été réalisée, lors de laquelle les méthodes de

*During the first year, a literature review was undertaken, in which methods for the*

spatialisation de données ponctuelles de précipitation ont notamment été explorées. L'approche du krigeage a été retenue pour le développement d'une méthodologie de spatialisation, combinant les données des stations au sol avec des variables externes telles que les données de radars météorologiques et des archives de prévisions numériques du temps du modèle COSMO (source : MétéoSuisse).

La performance de tout modèle hydrologique est fortement dépendante de la qualité de son calage. Considérer de nouvelles sources de données est donc important. La modélisation des processus de fonte de neige du modèle GSM-SOCONT est basée sur le concept du facteur degré-jour (FDJ), reliant le taux de fonte à la température. Premièrement, une méthode de calage des FDJ variables spatialement sera développée, exploitant à la fois des données de hauteur de neige mesurées au sol et l'estimation satellitaire (MODIS) de la couverture neigeuse (Figure 2). Une analyse comparative de ces produits est en cours pour mieux comprendre leurs caractéristiques et leur corrélation. Deuxièmement, un calage global, basé sur les données de débit, sera réalisé en utilisant les FDJ estimés, les précipitations spatialisées et des algorithmes avancés de calage automatiques.

*spatialization of precipitation data from ground stations were explored. The kriging approach was chosen for developing a spatialization methodology, using a combination of ground-based data and external covariates such as weather radar data and archives of numerical weather predictions from the COSMO model (source: by MeteoSwiss).*

*The performance of any hydrological model is strongly dependent on the quality of its calibration. Therefore, it is important to expand the scope of data sources considered for calibration. Simulation of snow-melting processes in the snow model part of the GSM-SOCONT model are based on the degree-day factor approach (DDF), connecting the melting rate with air temperature. First, a calibration method for spatially-varying DDF will be developed. It will exploit both ground-based snow-depth data and satellite-based MODIS fractional snow cover estimation (Figure 2). A comparative analysis of these products is currently undertaken to better understand their characteristics and correlation. Second, a global, discharge-based, calibration of the model will be performed, using the estimated DDF values, the spatialized precipitation and up-to-date automatic model calibration algorithms.*

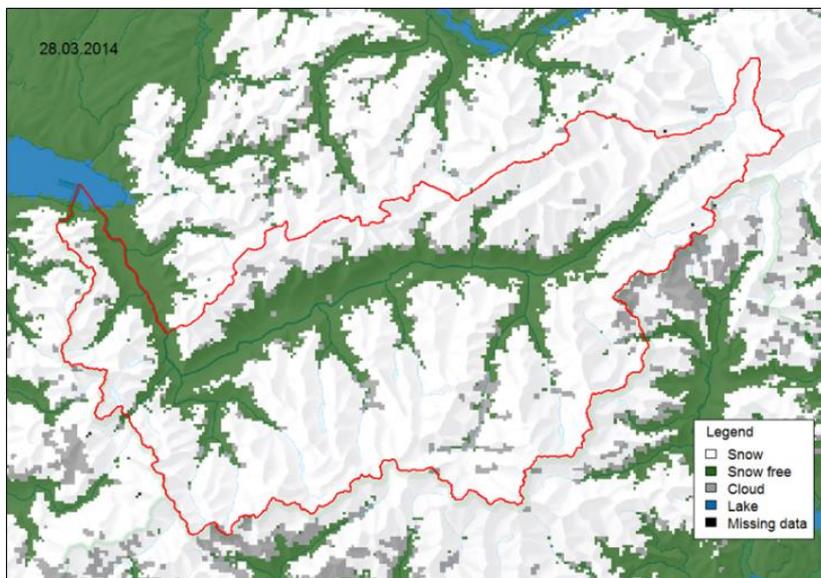


Figure 2: Estimation de la couverture neigeuse (MODIS) sur le bassin MINERVE (CREALP, 2015)

*Figure 2: MODIS Fractional Snow Cover product over the MINERVE basin (CREALP, 2015)*

L'intégration des données les plus récentes (e.g. mesures de débit ou de hauteur de neige) dans un système de prévision permet d'améliorer les valeurs actuelles des variables

*Integration of recent observations (e.g. discharge or snow-depth measurements) into a forecasting system allows the enhancement of current state variables values in the model,*

d'état du modèle, utilisées comme conditions initiales pour le calcul de la prévision hydrologique. La revue de littérature en lien avec les techniques d'assimilation de données, appliquées à l'hydrologie, sera complétée et une solution finalement développée pour le cas d'étude.

Financement: Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP).

Doctorant : Alain Foehn

*used as initial conditions for the hydrological forecast computation. The ongoing literature review regarding data assimilation techniques applied to hydrology will be completed and an assimilation scheme developed for the case study.*

*Funding: Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP).*

*Ph.D. student : Alain Foehn*

### **1.1.20 Gestion durable des zones inondables et force hydraulique / Sustainable floodplain management and hydropower**

Pour atteindre les objectifs de la stratégie énergétique 2050 de la confédération, la construction de nouveaux barrages et la surélévation de couronnements de barrages sont inévitables. A côté de la protection contre les crues, d'eau pour l'irrigation et électricité sans émissions directes, les barrages ont des impacts négatifs sur l'environnement. L'accumulation des sédiments diminue le volume de rétention d'un barrage et ces sédiments manquent en aval. De plus, la présence d'un barrage modifie l'hydrogramme naturel et le remplace par un débit résiduel ou du marnage causant du stress aux organismes fluviaux. L'absence des crues prévient l'évolution du lit et la connexion avec les zones alluviales qui favorise l'établissement de la végétation.

Pour diminuer les effets négatifs sur les organismes fluviaux, le projet "Gestion durable des zones inondables et force hydraulique" était lancé dans 2015 en collaboration avec EAWAG, Université de Zurich et ZHAW. Le projet consiste de trois lots de travail principaux (Fig. 1), qui traitent des indicateurs structuraux et fonctionnels, des modélisations numériques et la télédétection.

La modélisation numérique est effectuée au LCH lors de cette thèse. Celle-ci est complémentaire avec un travail précédent au LCH avec l'objectif d'améliorer l'Index Hydro-morphologique de Diversité (IHMD). L'IHMD classe quantitativement la richesse des habitats fluviaux en utilisant les vitesses et les profondeurs mesurées sur le site d'étude. Les études précédentes ont mis en évidence des faiblesses de l'IHMD. Les trois problèmes principaux seront étudiés dans ce doctorat et

*Due to the energy strategy 2050 of the Swiss government, new dams respectively crest heightening of existing dams will be inevitable in Switzerland. Besides the protection from floods, water for irrigation and emission free electricity, dams also cause negative impacts on the environment. Sediment accumulation decreases the retention volume of a dam thus the sediment continuum is interrupted. Further, dams cut the natural flow hydrograph leading to residual flow or hydro-peaking regimes that may cause large stress to in-stream organisms. The absence of flood events prevents channel alteration and flood plain connection, what supports vegetation establishment.*

*In order to reduce negative impacts on in-stream organisms, the project Sustainable Floodplain Management and Hydropower was launched in early 2015 in collaboration with EAWAG, University of Zurich and ZHAW. The project consists of three main work packages (Figure 1) which focus on structural and functional indicators, numerical modeling and remote sensing.*

*The numerical modeling work package is part of the herein research. It is complementary to a previous work at LCH and focuses on the further development and improvement of the Hydro-morphological Index of Diversity (HMID). The HMID classifies quantitatively physical habitats using flow velocities and water depths measured in a river. Previous studies have revealed weaknesses of the HMID. Three main problems could be evaluated and will be faced in this PhD:*

figurant ci-dessous :

- petite profondeur: pour de faibles écoulements, le IHMD est grand parce que l'influence des cailloux augmente;
- aspect temporel: l'IHMD représente les conditions pour un débit mais n'inclue pas la dynamique sédimentaire, importante pour des changements morphologiques;
- indicateur physique: l'IHMD ne donne aucune information concernant la biologie, comme la température ou la qualité d'eau.
- *low water depths: At low flows, the HMID is extremely large, due to the higher influence of cobbles from the river bed;*
- *temporal aspect: The HMID captures does not say anything about the sediment dynamic which is important for geomorphological changes in a river;*
- *physical indicator: It does not say anything about the biological factors such as temperature or water quality.*

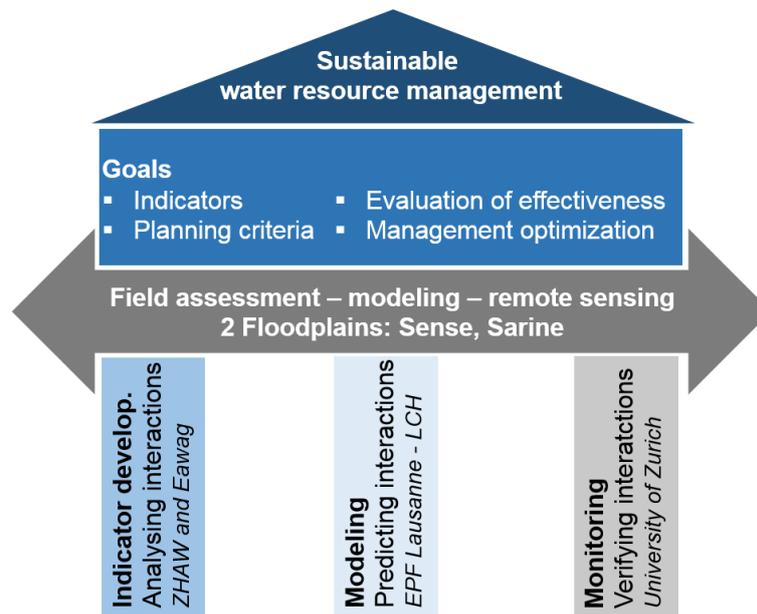


Figure 1: Les lots de travail principaux et les objectifs du projet.

Figure 1: Work pillars and objectives of the project.

Deux rivières ont été choisies pour cette étude. La Sarine méandre entre Rossens et Fribourg et son lit est largement incisé. Les ouvrages hydroélectriques divisent la rivière dans une section avec un régime résiduel et une section avec un régime de marnage. Comme référence naturel sert le tronçon alluvial du Singine (proche de Plaffeien), qui est sujet pour un large nombre des études éco-hydrologiques.

*Two principal rivers have been selected for this project. The Sarine river bed is deeply incised and meanders between Rossens and Fribourg. Due to hydropower installation, it is divided in a residual and a hydro-peaking flow reach. As a natural reference serves the wide Sense floodplain (close to Plaffeien) which is subject to a large amount of hydro-ecological studies.*

Dans une première étape, des données nécessaires pour le modèle numérique ont été recueillies dans la Sarine. Il s'agit de la profondeur, la vitesse, du débit et de la distribution de gravier. Là où les conditions d'écoulement le permettaient, un doppler velocimètre (ADV) portable a été utilisé, où ce n'était pas possible un ADV flottant (Fig. 2). Un modèle 2D était créé dans BASEMENT pour

*In a first step field data for the creation of a numerical model was collected at the Sarine, namely flow depth, flow velocity, discharge and grain size distributions. Where the conditions allowed, a handheld acoustic doppler velocimeter (ADV), otherwise a floating ADV (Figure 2) was used. A 2D-flow model has been created in BASEMENT in order to determine the HMID at different discharges. Besides the current status it provides also future conditions*

déterminer IHMD pour les différents débits. Avec le modèle on est capable d'analyser non seulement les conditions actuelles mais aussi simuler les futures conditions dans la rivière.

*due to artificial flood releases.*



Figure 2: Des mesures dans la Sarine utilisant l'ADV flottant (à gauche) et l'ADV portable (à droite)

Figure 2: *In-stream measurements using a floating ADV (left) and a handheld ADV (right)*

Le model pour le tronçon du régime résiduel est en train d'être calibré. Le modèle pour le tronçon du régime de marnage de la Sarine va être construit pendant le printemps et celui de la Singine pendant été/automne 2016. Des premiers résultats pour le tronçon du regime résiduel sont attendus en printemps 2016.

*The model calibration for the residual reach is ongoing. The model creation of the hydropeaking reach at the Sarine will be done in spring 2016 and the Sense in summer/fall 2016. First results for the Hydropeaking reach are expected in early 2016.*

Financement: Fonds National Suisse (FNS), Programme national de recherche (PNR) 70: Virage énergétique

*Funding: Swiss National Foundation (SNF), National Research Project 70: Energy Turn-around*

Doctorant: Severin Stähly

*Ph.D. student: Severin Stähly*

### **1.1.21 Etude théorique et expérimentale sur la structure interne de courants de densité en état stationnaire / *Theoretical and experimental study on the inner structure of steady-state density currents***

Les courants de densité ou courants gravitaires sont des courants géophysiques animées par des différences de densité entre des fluides en contact. Des exemples de ce phénomène peuvent être observés aussi bien dans l'atmosphère (avalanches, transport de neige dans l'air, vent catabatique) que dans l'eau. Le mécanisme moteur de ces phénomènes résulte de densités différentes dues à des différences de température, aux substances dissoutes et à des sédiments en suspension. Des exemples

*Density or gravity currents are geophysical flows driven by density differences between two contacting fluids. Examples of these phenomena can be observed either in the atmosphere (i.e. avalanches or airborne snow or katabatic winds) or water (river inflows in lakes, oceanic fronts or brine currents). The physical trigger mechanism of these phenomena lays in the density differences caused by differences in the temperature, dissolved substances or concentration of*

simples sont les courants de fond salins de la Méditerranée vers l'océan atlantique ou les courants de turbidité formés quand le Rhône se jette dans le Lac Léman. De l'eau fortement saline issue de stations de dessalement ou encore des courants échappant de systèmes de refroidissement industriels sont des exemples de courants de densité anthropogènes ayant un impact négatif sur l'environnement. Des connaissances plus approfondies sur les courants gravitationnels sont importantes pour la modélisation de ces phénomènes. Ceci permet de mieux comprendre les processus écologiques fondamentaux associés et par conséquent le développement de mesures de prévention et de modération envers les impacts environnementaux négatifs.

L'objectif de ce projet de recherche est de développer un cadre théorique capable de décrire ces phénomènes. L'attention est particulièrement prêtée au « corps » du courant où ce dernier est stationnaire. Il a été observé que ce corps stationnaire se forme après le passage du front du courant ainsi que de la zone de transition. La singularité des équations décrivant le corps stationnaire consiste en la considération des effets de la rugosité du lit et de la variation spatio-temporelle de la couche supérieure du courant sur le comportement cinématique de ces phénomènes. La rugosité va être considérée en moyennant dans l'espace les équations de conservation de la masse animant le courant, du moment et de la masse des substances diluées (i.e. sel) après avoir appliqué la décomposition et la moyenne temporelle (ou par ensemble) des variables selon Reynolds.

Comme des gradients importants dans les propriétés de l'écoulement et dans la concentration apparaissent le long de la direction verticale, le domaine de la moyenne spatiale du volume sera une tranche parallèle au fond. Le théorème du transport et de la moyenne spatiale vont permettre de moyennner dans l'espace en introduisant des termes additionnels (comparables aux termes des contraintes de Reynolds dans RANs) dans les équations (i.e. type de contraintes induites par la forme du lit).

Plus tard, une deuxième procédure de moyenne spatiale (moyenne sur la profondeur) visant de considérer la variation spatio-temporelle de la couche supérieure du courant de gravité, sera appliquée. Cette technique de

*suspended sediments. Simple examples are the saline underflow from the Mediterranean Sea to the Atlantic Ocean or the turbidity current forming when the river Rhone flows into the Lake Lemman. Highly saline water released from desalination plants or outflows from industrial cooling systems are examples of anthropogenic density currents having negative environmental impacts. A deeper knowledge of gravity currents is important for modelling these phenomena. This allows to better understand the associated fundamental ecological processes and thus the development of prevention and mitigation measures against their possible negative environmental impacts.*

*The objective of the present research is to develop a theoretical framework capable of describing these phenomena. The attention is specifically focused on the "body" of the current where the flow is steady. This steady body has been observed to form after the passage of the head and of the transitional region. The singularity of these equations derivation lays in the consideration of the effects of the bed roughness and of the time and space variation of the upper boundary of the current on the kinematics of these phenomena. The first will be taken into account through spatially averaging the governing mass, momentum and diluted species (i.e. salt) conservation equations after applying the classical Reynolds variable decomposition and time (or ensemble) averaging.*

*Since strong gradients in flow properties and solute concentration appear along the vertical direction, the spatial volume averaging domain will be a thin slab parallel to the bed. The transport theorem and the spatial averaging theorem will allow performing this spatial averaging introducing additional terms (comparable to the Reynold's stress term in RANs) in the equations (i.e. form-induced type of stresses).*

*At a later stage, a second spatial average (depth average) procedure, aiming at taking into account the time and space variation of the upper boundary of the gravity current, will be applied. This averaging technique will be based*

moyennage sera basée sur la procédure de moyennage développée récemment appelée RADINI à un écoulement dans un canal expérimental. L'application de cette procédure va à nouveau mené à l'introduction de termes additionnels dans ces équations.

*on the recently developed averaging procedure named RADINI to a channel flow case. Its application will again introduce additional terms in the equations.*

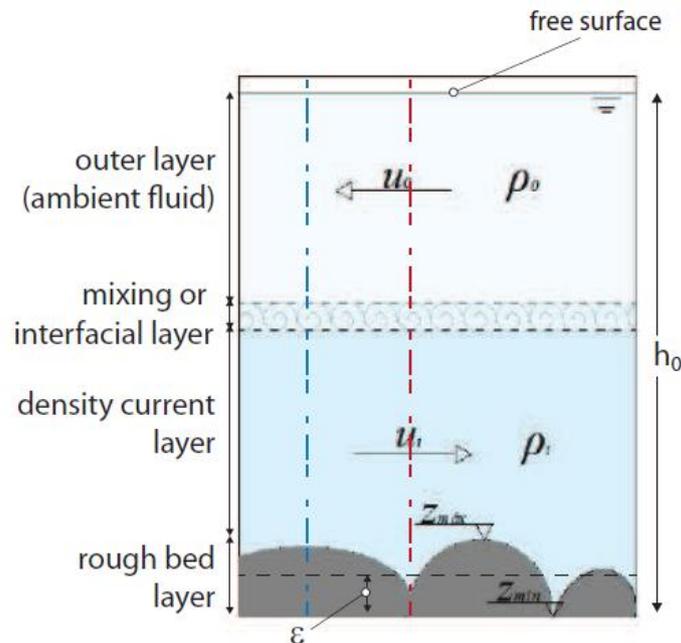


Figure 1: Représentation schématique de courants de densité en état stationnaire

*Figure 1: Schematical representation of steady-state density currents*

Après la première phase plutôt théorique de ce projet de recherche, une deuxième phase pratique incluant des expériences sur modèle physique permettra de quantifier les nouveaux termes introduits dans les équations. De cette manière, la contribution des couches variant dans le temps et dans l'espace seront évaluées.

*This first theoretically oriented phase of the research will be followed by a second experimental phase aiming at quantifying the new terms appearing in the equations. In this way the contribution of the time and space varying boundaries will be assessed.*

Des mesures 3D instantanées de vitesse seront réalisées avec la technique non-intrusive de l'ADVP (Acoustic Doppler Current Profiler) tandis que des cartes de concentration bidirectionnelles du courant et du fluide ambiant seront établies en utilisant des techniques basées sur des acquisitions vidéos.

*Measurements of 3D instantaneous velocities will be made with the use of the non-intrusive technique such as ADVP (Acoustic Doppler Velocity Profiler) while 2D concentration maps of the current and of the ambient fluid will be obtained with video-based techniques.*

Une contribution additionnelle à la compréhension du comportement des courants de gravité sera finalement atteinte en réalisant des expériences combinant différentes les pentes, rugosités et densités relatives.

*An additional contribution to the understanding of the gravity current behaviour will finally be achieved performing experiments combining different slopes, roughnesses and relative densities.*

Financement: Fond national suisse de la recherche scientifique (projet de recherche 200021\_159249 (2015-2018))

*Funding: Swiss National Science Foundation through the research project 200021\_159249 (2015-2018)*

Doctorante: Sara Venuleo

*Ph.D. student: Sara Venuleo*

### 1.1.22 Modelization numérique du transport des dépôts artificiels / *Numerical modelling of replenishments of sediments*

La recharge artificielle des sédiments est une méthode utilisée pour résoudre le manque de continuum de sédiments à l'aval des barrages. La compréhension de l'impact de cette technique sur le débit et la morphologie du lit des rivières est un défi. En outre, il est un sujet mis à jour donc que la restauration de la dynamique sédimentaire a un impact très fort sur la biodiversité et la qualité des cours d'eau. Le potentiel de schémas numériques comme un outil de prévision pour les processus décisionnels de ces procédures de réapprovisionnement est encore mal comprise. Dans ce travail, les équations 2D en eau peu profonde en combinaison avec l'équation Exner sont résolus au moyen d'un solveur de type Riemann augmentée. Les résultats computationnels, Figure 1, ont été comparés avec les données expérimentales obtenues à partir de plusieurs configurations de réapprovisionnement étudiés dans le laboratoire du groupe, Figure 1. L'approche classique de friction considéré pour imitant la rugosité du canal de lit a été modifié pour prendre en compte l'effet de la reconstitution, qui joue un rôle important sur l'évolution temporelle de la rugosité du lit du canal. Résultats soulignent la capacité de prédiction prometteuse de la résolution numérique, qui peut être utilisé pour évaluer le comportement des reconstitutions prévues.

*The artificial replenishment of sediment is a method used to solve the lack of sediment continuum in the downstream reach of dams. The understanding of the impact of this technique on flow and bed morphology in rivers is a challenge. Furthermore it is an up-to-date topic since the restoration of sediment dynamics highly impacts on biodiversity and quality of the water courses. The potential of numerical schemes as a forecasting tool for the decision-making processes of these replenishment procedures is still poorly understood. In this work, 2D shallow water equations in combination with the Exner equation are solved by means of an augmented Riemann solver. Computational outcomes, Figure 1, have been compared with experimental data obtained from several replenishment configurations studied in the laboratory of the group as it is showed in Figure 2. The classical friction approach considered for mimicking the bed channel roughness has been modified for taking into account the effect of the replenishment, which plays an important role on the temporal evolution of the channel bed roughness. Results point out the promising prediction capacity of the numerical solver, which can be used to evaluate currently applied or to forecast the behavior of planned replenishments.*

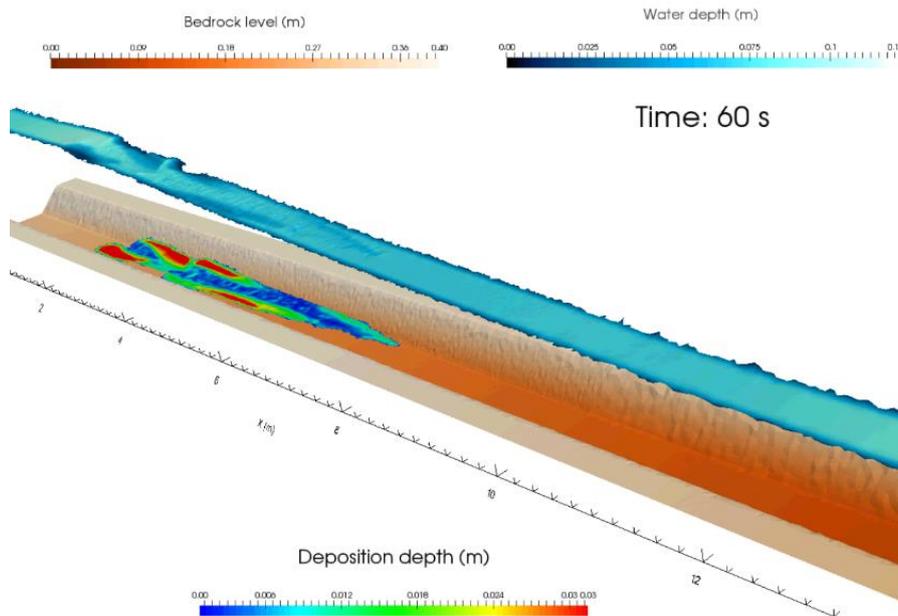


Figure 1: Evolution de la hauteur des dépôts artificiels de sédiment sur le canal

Figure 1: Evolution of the replenishment of sediments depth along the channel

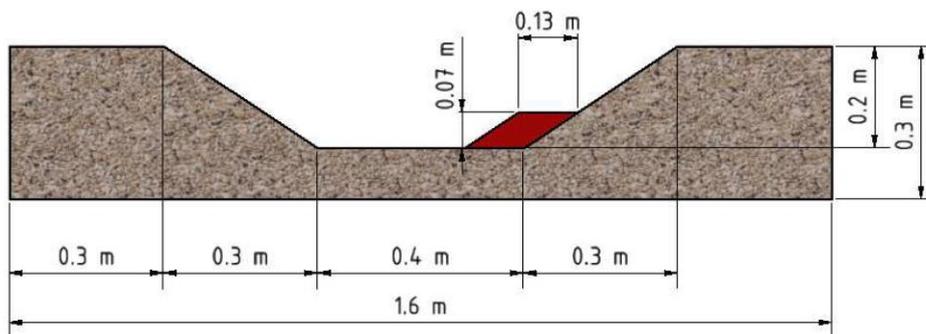


Figure 2: Croquis de la section du canal numérique avec un bloc de sédiment artificiel

Figure 2: Sketch of the numerical channel section with a block of replenishment

Financement: Office Fédérale de l'Environnement Suisse (OFEV) et projet SEDITRANS dans le cadre de Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

Funding: Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) and European project within the framework of SEDITRANS project funded by Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

Post-doc : Carmelo Juez Jiménez

Post-doc : Carmelo Juez Jiménez

### 1.1.23 Directives pour la sédimentation en réservoirs / Reservoir sedimentation guidelines

La Commission mondiale des barrages estime que chaque année 0,5 à 1 % du volume global de stockage est perdue par sédimentation. Sans une action supplémentaire un quart de tous les barrages dans les 25 à 50 prochaines années vont perdre leur fonction de stockage par sédimentation. La perte moyenne annuelle de mondial de capacité de stockage en raison de la sédimentation est plus élevée que l'augmentation de la capacité de construction de nouveaux réservoirs. De ce point de vue, les réservoirs sont des infrastructures non durables.

The World Commission of Dams estimates that annually 0.5 to 1% of global storage volume is lost by sedimentation. Without further action one quarter of all dams in the next 25 to 50 years will lose their storage function by sedimentation. Worldwide's annual mean loss of storage capacity due to sedimentation is higher than the increase of capacity by construction of new reservoirs. From this point of view, reservoirs are non-sustainable infrastructures.

L'atténuation de la sédimentation du réservoir exige une approche systématique. Ce travail consiste à des directives pratiques pour l'identification des mesures d'atténuation contre la sédimentation des réservoirs adaptés aux situations de cas réels. Les techniques existantes de la littérature sont rappelées et illustrées par des exemples d'application menées dans le monde entier, Figure 1. Le choix, la faisabilité et la réussite de ces stratégies nécessitent tout d'abord l'identification de plusieurs paramètres clés fortement liés aux particularités entourant chaque réservoir.

The mitigation of reservoir sedimentation requires a systematic approach. This work consists in practical guidelines for the identification of mitigation measures against reservoir sedimentation adapted to real case situations. The existing techniques from the literature are reminded and illustrated with examples of application conducted around the world, Figure 1. The choice, feasibility and success of these strategies require firstly the identification of several key parameters strongly related with the particularities surrounding each reservoir.

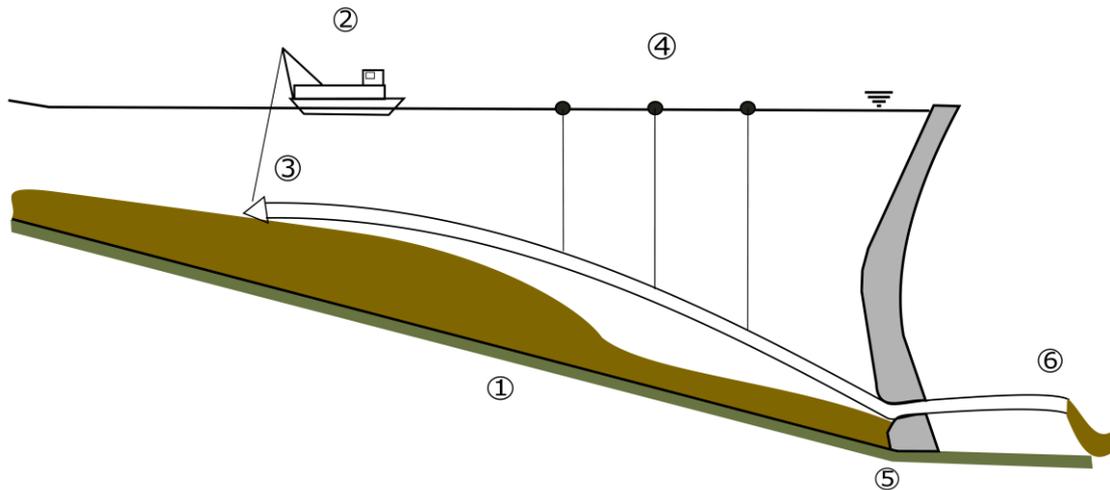


Figure 1: L'enlèvement des sédiments par drague dans un réservoir

Figure 1: Sediment removal with dredger within a reservoir

Financement: cette recherche fait partie du projet SEDITRANS, financé par Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

Funding: this study is part of the SEDITRANS project funded by Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

Post-doc : Carmelo Juez Jiménez

Post-doc : Carmelo Juez Jiménez

### 1.1.24 Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy (SCCER-SoE)

Le LCH est membre fondateur du Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy ([www.sccer-soe.ch](http://www.sccer-soe.ch)) qui est un parmi sept pôles de compétence interuniversitaires en recherche financés et gérés par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) dans le cadre du plan d'action «Recherche énergétique suisse coordonnée». Ce nouveau centre national est responsable pour le développement de recherches fondamentales et de solutions innovatrices dans les domaines de la Géothermie et de l'Hydroélectricité et réunit des groupes de recherche du domaine des EPF, six universités, des partenaires industriels clés et des offices et des services fédéraux.

The LCH is a founding member of the Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy ([www.sccer-soe.ch](http://www.sccer-soe.ch)), which is one out of seven research networks between Swiss higher education institutions funded and managed by the Commission on Technology and Innovation (CTI) within the Swiss Coordinated Energy Research action plan. This new national centre is responsible for the development of fundamental research and innovative solutions in the field of geo-energies and hydropower and brings together research groups from the ETH domain, from six universities, industrial partners and Swiss federal offices.

Le LCH assume la coordination des activités du Lot 2.3 « Adaptation des infrastructures hydroélectriques en vue des besoins futurs d'exploitation ».

The LCH leads the task 2.3 on the Hydropower infrastructure adaptation to requirements of future operating conditions.



Figure 1: Vue en plan de la retenue du futur barrage de Trift, variante avec retenue normal à 1767 msm.

Figure 1: Plan view of the reservoir of the future Trift dam, solution avec maximum operation level at El. 1767. m asl.

L'année 2015 a été consacrée à :

- a) La préparation de demandes de subside CTI avec des partenaires industriels (p. ex. STODEV, RENOVHYDRO, FLEXSTOR, avec KWO, Powervision, OFEN, FMV, Groupe E) ;
- b) A la consolidation et discussion publique du cadre descriptif des besoins actuels, ainsi que des potentiels (p. ex. conférences et forums nationaux et internationaux)
- c) A l'identification des données et d'outils existants pouvant être mise à profit de la démarche actuelle (p. ex.. base de données géoréférencées HydroGIS développé précédemment par Dr. Markus Balmer);
- d) A l'intégration des chercheurs seniors dans l'encadrement de projets de recherche en cours dans le domaine hydroélectrique (au LCH, VAW, ECHO, ENCEN).
- e) A l'identification de sujets de recherche innovateurs à développer avec des partenaires industriels suisses (*project pipeline*).

The year 2015 was dedicated to:

- a) *the preparation of CTI funding proposals together with industrial partners (e.g. STODEV, RENOVHYDRO; FLEXSTOR, with KWO, Powervision, SFOE, FMV and Groupe E);*
- b) *Consolidating and publicly discussing the overall framework of present needs and potentials (e.g. in national and international fora)*
- c) *Identifying available data and existing tools that can be useful for the proposed approach (e.g. georeferenced database of hydropower assets HydroGIS previously developed by Dr. Markus Balmer);*
- d) *Integration of senior researchers in steering committees of ongoing research projects in the hydropower domain (at LCH, VAW, ECHO, ENCEN);*
- e) *Identifying innovative research topics that can be developed in the future with swiss industrial partners (project pipeline and go-get)*

Responsables du projet: Pedro Manso et Bettina Schaeffli

*Project managers: Pedro Manso and Bettina Schaeffli*

### 1.1.25 STREST – approche intégrée de stress tests sur des infrastructures critiques vis-à-vis des risques naturels / *STREST – harmonized approach to stress tests for critical infrastructures against natural hazards*

La catastrophe de Fukushima 2011, déclenchée par le séisme de Tōhoku et le tsunami qui l'a suivi, a alerté le monde entier pour les impacts que les cascades complexes d'événements peuvent avoir sur les risques liés aux infrastructures critiques (IC).

*The 2011 Fukushima disaster, triggered by the Tōhoku earthquake and ensuing tsunami, raised worldwide awareness to the impact complex cascades of events might play in the risks associated with critical infrastructures (CI).*

STREST est un projet de recherche de 3 ans qui vise à développer une méthodologie générale de *stress test* pour des cascades d'événements affectant les IC non-nucléaires.

*STREST is a 3-year research project which aims to develop a general stress test methodology for cascading disasters affecting non-nuclear CIs.*

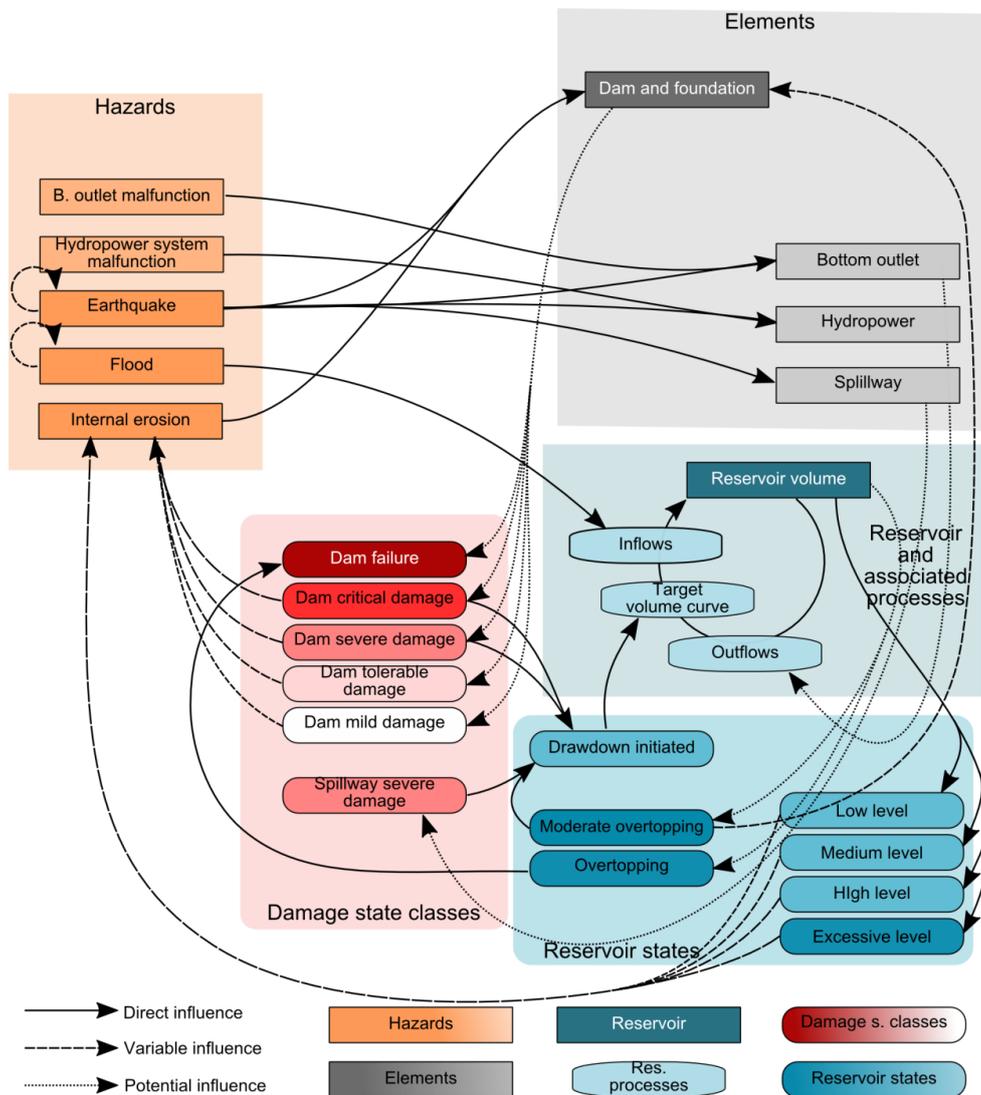


Figure 1: Exemple de dangers et ses interactions considérées pour un barrage en remblais spécifique.

*Figure 1: Example of the hazards and interactions considered for a specific earthfill dam.*

Le projet est organisé en sept modules de travail (WP). Notamment, WP3 a mis l'accent

*The project is organized into seven work packages (WP). Notably, WP3 focused on the*

sur l'évaluation intégrée des événements à faible probabilité et grandes conséquences, WP4 a étudié des modèles de vulnérabilité pour l'évaluation de performances et conséquences dans les *stress tests*, WP5 portera sur la conception des *stress tests*, et WP6 explorera l'application de nouveaux concepts de *stress test* en ICs sélectionnées.

Le travail du LCH se concentre sur les barrages alpins et vise à développer une méthodologie qui permet d'estimer le risque associé à un barrage donné en prenant en compte de multiples dangers, des interactions de dangers, et l'incertitude (figure 1).

*integrated low probability-high consequence hazard assessment, WP4 studied vulnerability models for the performance and consequences assessment in stress tests, WP5 will address the design of stress tests, and WP6 is to explore the application of new stress test concepts to selected CIs.*

*LCH's work focuses on Alpine dams and aims to develop a methodology that allows to estimate the risk associated with a given dam accounting for multiple hazards, hazard interactions, and uncertainty (Figure 1).*

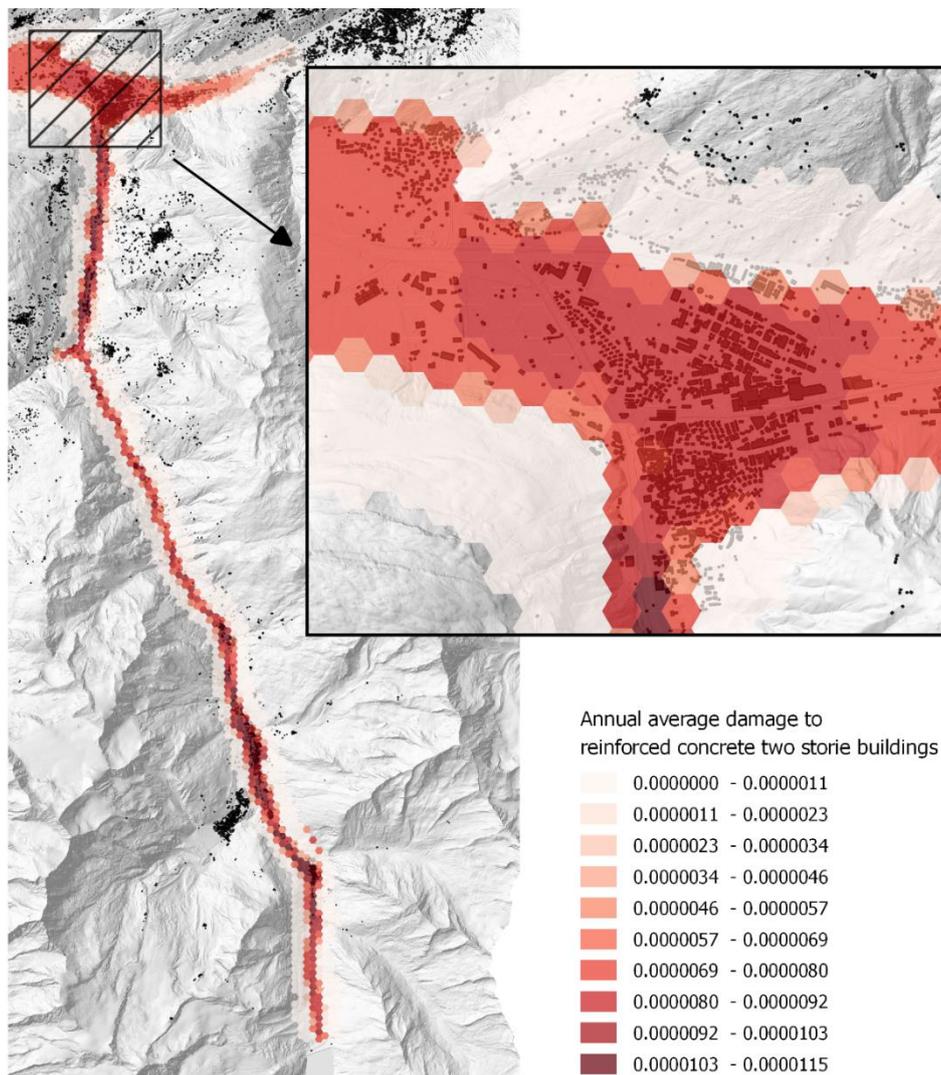


Figure 2: Exemple d'une carte de dommages moyens annuels estimés dans une vallée en aval d'un barrage.

*Figure 2: Example of a map of mean annual damages expected on a downstream valley.*

Faisant recours à une approche Monte Carlo, des taux de faillite sont estimés et des vagues de rupture numériquement acheminées en aval. Avec des courbes de fragilité adaptées aux actifs les plus pertinents de la vallée, il est

*Resorting to a Monte Carlo approach failure rates are estimated and the dam-break waves are numerically routed downstream. With fragility curves adapted to the most relevant assets in the Valley it is possible to estimate*

possible d'estimer les dommages moyens (Figure 2) avec ses limites d'incertitude respectives. Au-delà de la pratique établie, les valeurs obtenues ne sont pas associées à des scénarios spécifiques, mais à un ensemble beaucoup plus large de possibilités.

Financement: 7<sup>e</sup> programme-cadre de l'Union Européenne (FP7/2007-2013) sur la convention de subvention no. 603389.

Post-doc : José Pedro Matos

*mean damages (Figure 2) along with the respective uncertainty bounds. Beyond established practice, the obtained values are not associated with specific scenarios, but with a much broader set of possibilities.*

*Funding: European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement no. 603389.*

*Post-doc : José Pedro Matos*

### 1.1.26 Base de données du African Dams Project (ADAPT-DB) / African Dams Project Database (ADAPT-DB)

Le African DAMs Project (ADAPT), achevé en 2013, a été réalisé sur le bassin du Zambèze pour consolider la science interdisciplinaire de la gestion intégrée des eaux. Le projet a nourri la coopération d'un nombre de groupes de recherche distincts et des partenaires locaux. Dans le passé, ADAPT a soutenu l'achèvement de deux thèses de doctorat au Laboratoire de Constructions Hydrauliques.

Actuellement, une prolongation de deux ans au projet, ADAPT-DB, joigne les compétences développées au sein d'ADAPT à un partenariat effectif avec les acteurs locaux. Il se concentre sur le développement et la mise en œuvre d'une base de données des ressources en eau (<http://zambezi.epfl.ch>).

Faisant recours à la technologie *open source* (Figure 1) et parcimonieuse dans l'utilisation des ressources, la base de données s'appuie sur trois idées clés: l'autonomisation totale des parties prenantes, l'association d'outils d'analyse performants et une architecture adaptable et simple.

*The African DAMs Project (ADAPT), completed in 2013, was an effort focused on the Zambezi River basin driven towards strengthening the underlying interdisciplinary science in integrated water resources management. Accordingly, it nurtured the cooperation of a number of distinct research groups and local partners. In the past, ADAPT prompted the completion of two PhD thesis at the Laboratory of Hydraulic Constructions.*

*Presently, a two-year extension to the project, ADAPT-DB, allies the competences developed within ADAPT to a close partnership with local stakeholders. It focuses on the continued development and implementation of a water resources database (<http://zambezi.epfl.ch>).*

*Relying on open source technology (Figure 1) and parsimonious with the use of resources, the database is supported on three key ideas: the total empowerment of stakeholders, the association of valuable analysis tools to the data, and an adaptable and simple architecture.*



Figure 1: Outils open source adoptés en ADAPT-DB.

*Figure 1: Open-source tools used to power ADAPT-DB.*

L'autonomisation des parties prenantes sera essentiellement assurée par un système de gestion de données encrypté, schématisé à la Figure 2.

*The empowerment of stakeholders will be mostly guaranteed by an encrypted data management system, schematized in Figure 2.*

Un outil pour la prévision opérationnelle a été développé. Il est basé sur le concept de non-dominance (Pareto) et il est largement non-paramétrique. Aussi, il est applicable pratiquement à tout problème stationnaire où suffisamment de données historiques sont disponibles. Très adaptable, la méthode fournit des prévisions statistiquement fiables et avec des résolutions progressivement supérieures selon la qualité des données (Figure 3).

An innovative operational probabilistic forecasting tool was developed. It is based on the concept of non-dominance (Pareto) and is largely non-parametric. It can be applied to virtually any stationary problem provided that enough historical data is available. Highly adaptable, it provides statistically reliable predictions and with increasing resolutions, the latter depending on the quality of the input data (Figure. 3).

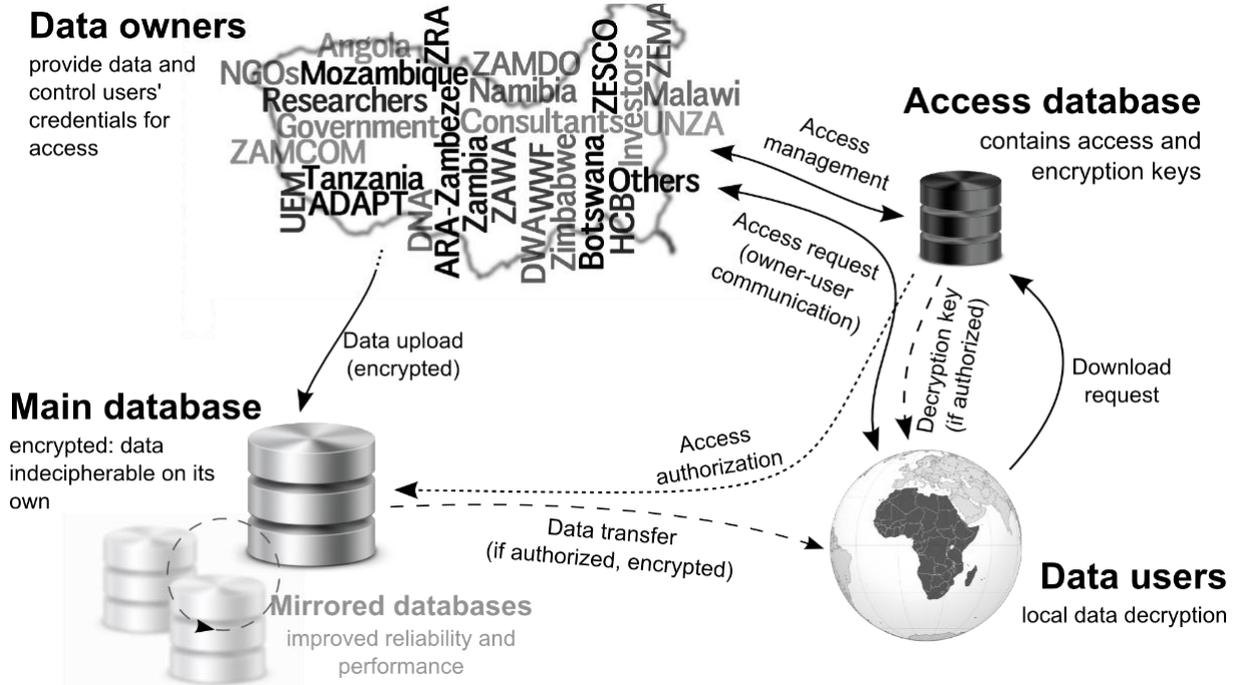


Figure 2: Schéma des interactions dans la base de données des ressources en eau d'ADAPT.

Figure 2: Schéma des interactions dans la base de données des ressources en eau d'ADAPT.

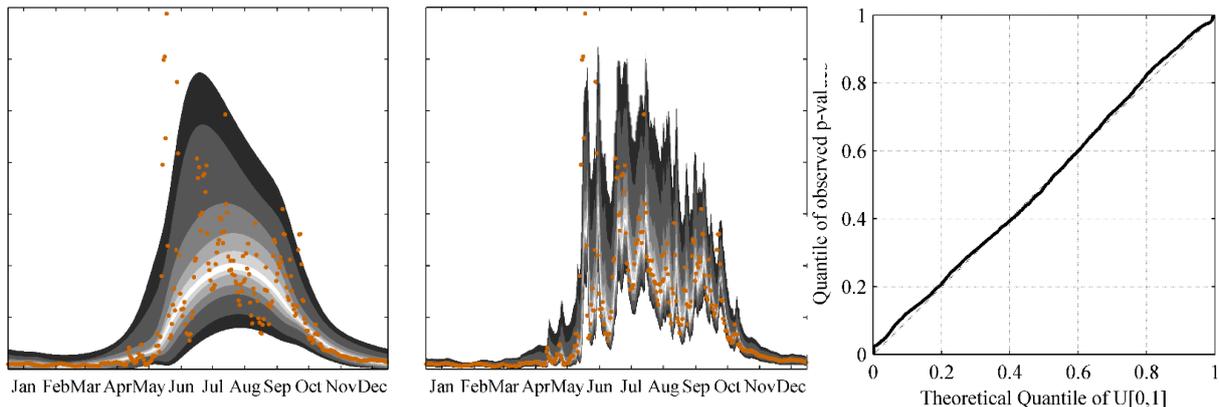


Figure 3: Exemple de prévisions probabilistes de débits (30 jours, intervalle 5-95%) Gauche : basse résolution ; milieu : haute résolution ; droite : fiabilité statistique.

Figure 3: Exemple de prévisions probabilistes de débits (30 jours, intervalle 5-95%) Gauche : basse résolution ; milieu : haute résolution ; droite : fiabilité statistique.

Partenaires: Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (ETH)

Partenaires: Federal Institute of Technology Zurich (ETH)

Financement: Centre de compétence Environnement et Durabilité (CCES)

Funding: Competence Center Environment and Sustainability (CCES)

Post-doc: José Pedro Matos

Post-doc: José Pedro Matos

### **1.1.27 MIMOSA: Modélisation du méso-habitat comme outil pour l'évaluation et mitigation du marnage hydroélectrique dans des cours d'eau alpins / *Mesohabitat modeling as a tool for assessment and mitigation of hydropowering operation in alpine streams.***

Le but de ce projet est de développer un modèle de simulation de l'habitat des poissons permettant d'évaluer et de mitiger l'impact de l'exploitation hydroélectrique sur les cours d'eau alpins. L'idée principale de la recherche est de développer un modèle de distribution de l'habitat des poissons dans la rivière Singine, en Suisse, qui n'est pas affectée par l'hydroélectricité, ainsi que de simuler les effets qui se produiraient en exploitant le potentiel hydroélectrique et quantifier son impact sur l'habitat. Le modèle sera utilisé pour identifier les mesures qui pourraient être introduites pour atténuer l'impact sur l'habitat des poissons.

La recherche de la thèse inclut un travail de terrain et une modélisation numérique.

Les données de distribution des habitats sont collectées à l'aide d'ordinateurs de terrain équipés du logiciel ArcGIS, d'un récepteur GPS avec en arrière-plan une carte ou une image aérienne de la zone étudiée. Quelques jours avant les mesures un drone a pris des photos aériennes. Les données suivantes sont recueillies et ajoutées aux photos aériennes : caractéristiques d'écoulement du lit et zone avoisinantes, couverture du lit (p.ex. blocs, bois morts), délimitation des unités d'habitat (bassins, rapides, zones mortes, etc.). La distribution des vitesses d'eau, profondeur d'eau et granulométrie du lit ont été mesurées plusieurs fois dans chaque unité hydromorphologique distincte (HMU).

La seconde partie de la recherche est dédiée à la modélisation. Les données collectées sur les caractéristiques des habitats et les informations provenant de la littérature sur les espèces particulières de poissons vont servir comme données d'entrée pour la modélisation quantitative et qualitative avec le logiciel MesoHABSIM. Les échantillons pêchés grâce à la technique de la pêche électrique dans les habitats spécifiques sont utilisés pour déterminer la valeur de l'habitat, puis des modèles mathématiques de préférence d'habitat sont développés.

*The goal of this project is to develop a fish habitat simulation model allowing to measure and mitigate the impact of hydropower on alpine rivers. The idea is to build a computer-aided model of fish habitat distribution in river Sense, Switzerland, which is not affected by hydropower, simulate the typical changes that would occur by introducing hydropower plant and quantify the impact on fish habitat. The model will be used to identify the measures that could be introduced to mitigate the impact on fish habitat.*

*The project consist of two parts: fieldwork and computer modeling.*

*Data on habitat distribution has been collected using field computers equipped with ArcGIS software, GPS receiver with actual background map or aerial photograph of the investigated area. Aerial photographs have been taken using a drone a few days before measurements. The following data has been gathered: flow, characteristic of riverbed and nearby area, bed cover type (e.g. boulders, woody debris), hydromorphologic unit delineation (pool, riffle, backwater etc.) were annotated on aerial photographs. Water velocity distribution, depth and bottom substrate grading curves were measured several times in every distinct hydromorphologic unit (HMU).*

*The second part of the research is based on a modelling process. Collected data on habitat features and literature information on particular fish species or guilds serve as an input for qualitative and quantitative fish habitat modeling with MesoHABSIM software. Electrofishing samples taken from specific habitats are used to determine habitat value and afterwards mathematical models of habitat suitability are developed*



Figure 1 : Photo du site de mesure sur la Singine

Figure 1 : Picture of the Sense River as case study

Les cartes de préférence d'habitat pour la barbotte et la truite commune ont été établies en identifiant les habitats non-adaptés (faible probabilité de trouver des poissons), adaptés (probable de trouver des poissons) et optimaux (forte probabilité de trouver des poissons). Pour la barbotte, 68% des HMU ont été identifiées comme non-adaptées, 11% comme adaptées et seulement 21% comme optimales tandis que pour la truite commune 61% non-adaptées, 29% adaptées et 10% optimales. Des tronçons de la Singine qui conviennent aux poissons (adaptés ou optimaux) offrent une couverture riche du lit avec une abondance de blocs ou bois morts.

Par la suite, un modèle de simulation des effets morphologiques à l'aval d'une exploitation hydroélectrique hypothétique sur la Singine a été développé. Le modèle démontre que les changements morphologiques liés à une exploitation hydroélectrique peut créer des conditions d'habitat non-adaptées sur la totalité du tronçon de rivière considéré.

Les nombreuses campagnes de terrain avec une multitude de données récoltées démontrent une grande dynamique morphologique inattendue de la Singine qui sera probablement perdue en cas de développement hydroélectrique. En conclusion, les résultats et

*Habitat preferences maps for bullhead and brown trout were constructed identifying habitats that are not-suitable (low probability of finding fish), suitable (finding fish probable) and optimal (high probability of finding fish). For bullhead 68% of HMUs were identified as not suitable, 11% HMUs as suitable and only 21% HMUs as optimal, while for brown trout 61% HMUs are not suitable, 29% HMUs are suitable and 10% HMUs are optimal. Sections of the River Sense determined as usable for fish (suitable or optimal) offer rich cover structures, such as: boulder rocks or woody debris were present or abundant.*

*Subsequently a simulation model of the morphological effects of hydropower operation on Sense River was developed, assuming that investigated sections are downstream of a hypothetical power plant. The model demonstrates that changes of morphological conditions in consequence of hydropower operation may create not-suitable habitat conditions over the entire length of the analysed section.*

*Numerous field observations and collected data document the unexpectedly great hydromorphologic dynamic of Sense River, which would most likely also be lost in the development of a hydropower scheme. In conclusion, the results and observations show*

observations de l'étude montrent qu'une rivière de montagne naturelle et unique comme la Singine, avec une grande variabilité et non perturbée, est vulnérable aux altérations par l'homme.

*that unique, natural, variable and undisturbed mountain river like Sense are vulnerable to human induced alteration.*

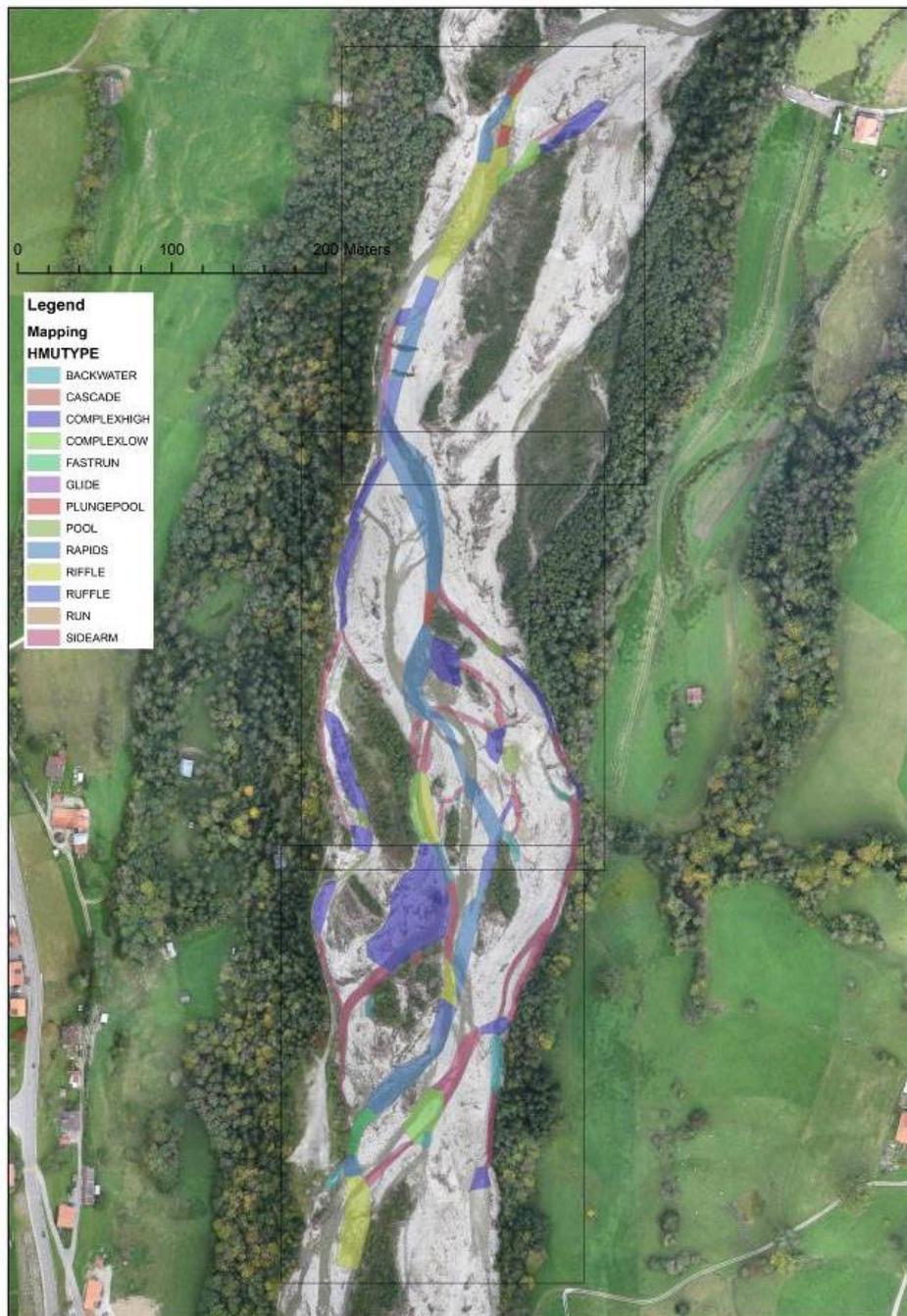


Figure 2. Répartition des unités hydromorphologiques sur le Site 1 de la Singine (novembre 2014)

Figure 2 : Distribution of hydromorphological units on Site 1 on Sense River (November 2014).

Partenariat : The Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute in Olsztyn, Pologne. Recherche en Suisse financée par Sciex NMS.CH - programme d'échanges scientifiques entre la Suisse et les nouveaux États membres de l'Union européenne.

*Partnership : The Stanislaw Sakowicz Inland Fisheries Institute in Olsztyn, Poland. Research in Switzerland is financed by Sciex NMS.CH - Scientific Exchange Programme between Switzerland and the New Member States of the European Union.*

Doctorant externe : Mikołaj Adamczyk

*Visiting Ph.D. student : Mikołaj Adamczyk*

### 1.1.28 Comportement hydraulique de jonctions avec des écoulements torrentiels et des décalages de fond à l'entrée / *Hydraulic behaviour of supercritical junctions with inlet bottom offsets*

Les zones urbaines sont fréquemment touchées par des inondations. Souvent ces inondations urbaines ne sont pas causées par des événements naturels extrêmes, comme par exemple des pluies intenses, mais par des égouts défectueux. En particulier, le dysfonctionnement des égouts est souvent causé par des conditions hydrauliques médiocres dans les trous d'homme, spécialement dans les jonctions.

Les jonctions sont des trous d'homme basiques à l'intérieur desquelles deux ou plusieurs branches se rejoignent dans une seule conduite de sortie. Très souvent ces structures sont conçues de manière incorrecte à cause des difficultés rencontrées par les ingénieurs à modéliser théoriquement l'hydraulique des canalisations. La conception hydraulique se complique lorsque des écoulements torrentiels entrent dans la jonction. En effet, toutes les perturbations des écoulements torrentiels peuvent provoquer la formation d'ondes de choc, accompagnées par du *choking* et par l'interruption du transport d'air, ou le débordement de la bouche d'égout. Dans les pires cas, il peut aussi arriver que la plaque du trou d'homme soit expulsée. Pour ces raisons, les jonctions supercritiques ont été investiguées pour définir les principaux scénarios de défaillance.

Récemment des études expérimentales ont été effectuées sur un modèle physique représentant des jonctions à fonds d'embranchements alignés, avec des écoulements d'approche torrentiels et fluviaux. Toutefois, les jonctions sont généralement construites en utilisant l'alignement des branches au sommet des tubes pour éviter les effets de remous. Ce concept implique la présence de sauts (décalages) à l'entrée des jonctions quand le diamètre des conduites n'est pas le même. L'influence de ces décalages sur le comportement hydraulique de la jonction doit être étudiée. Pour cette raison, des tests expérimentaux ont été réalisés sur une jonction à 45° avec des écoulements d'approche torrentiels et des décalages à l'entrée de la bouche d'égout (Fig. 1).

*Urban areas are frequently damaged by the occurrence of floods. In many cases, the urban inundations are not originated by the occurrence of extreme natural events, as heavy rainfalls, but they are provoked by the failures of drainage systems. The sewer malfunctioning arises frequently from poor hydraulic conditions developing into sewer manholes, especially in junction manholes.*

*Junctions are basic sewer manholes inside of which two or more individual branches join into a single outlet pipe. Not rarely, these structures are designed erroneously due to the difficulty encountered by engineers when junction hydraulics has to be theoretically modelled. The hydraulic design gets complicated when supercritical flows are expected to approach the manhole. In fact, any disturbance on combining supercritical flows can lead to the formation of shock waves, with choking and air transport interruption, or to the submergence of the manhole, during of which water level can arise until to blow-off the manhole cover. For this reason, supercritical junctions have been recently investigated in order to define the main failure scenarios.*

*Recent experimental investigations were carried out on physical models reproducing junctions with flat inverts, under both sub- and supercritical flow regimes. Nevertheless, the typical sewer arrangement concept is characterized by the alignment of the branch tops to avoid backwater effects and to conserve same ground covering on conduit tops. This practice implies the presence of offsets at the manhole inlets when branch dimensions are different. The influence of bottom offsets on the junction flow behaviour requires to be analyzed. For this reason, an extensive set of test-runs was performed on a supercritical 45° junction manhole with offsets at manhole inlets (Fig. 1).*

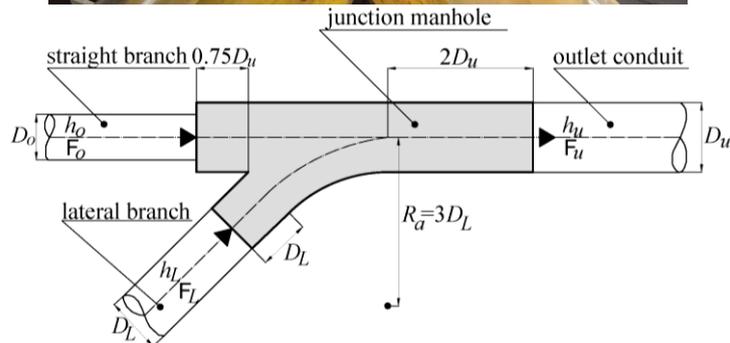


Figure 1 - Photographie du modèle physique de la jonction au LCH (en haut) et vue en plan du concept de la jonction pour un angle de 45°(en bas).

Figure 1 – Photograph of the physical model of junction manhole established at the LCH (above) and sketch of the 45° junction geometry (below).

Deux tubes circulaires, avec un diamètre ( $D$ ) variable, se rejoignent dans une seule chambre en forme de U. À partir de cette chambre part une conduite aval avec un diamètre fixe  $D = 0.240$  m. La combinaison de différents diamètres à l'amont donne lieu à huit configurations différentes, caractérisées par la présence de décalages à une ou deux entrées d'égout (Fig. 2). Au total, quelques 150 tests ont été effectués, avec l'objectif de caractériser les ondes de choc et le comportement hydraulique de la jonction. Pour chaque essai, les débits ont été mesurés avec une précision de  $\pm 0.5\%$  de la pleine échelle à l'aide d'appareils de mesure de décharge inductive. Les niveaux d'eau ont été détectés à l'aide de points jauges avec une précision de lecture de  $\pm 0.5$  mm.

Two circular branches, with variable diameter ( $D$ ), merged in "U"-shaped junction chamber from which an outlet pipe with a fixed diameter  $D = 0.240$  m came out. The combinations of the upstream diameters resulted in eight different set-ups characterized by the presence of offsets at one or both manhole inlets (Fig. 2). In total, more than 150 tests were recorded, aiming to characterize the prevailing shock wave patterns and the recurring poor hydraulic conditions. For each test-runs, discharges ( $Q$ ) were measured to  $\pm 0.5\%$  full scale (FS) accuracy with inductive discharge measurement devices (IDM) and flow depths were detected using point gauges with a reading accuracy of  $\pm 0.5$  mm.

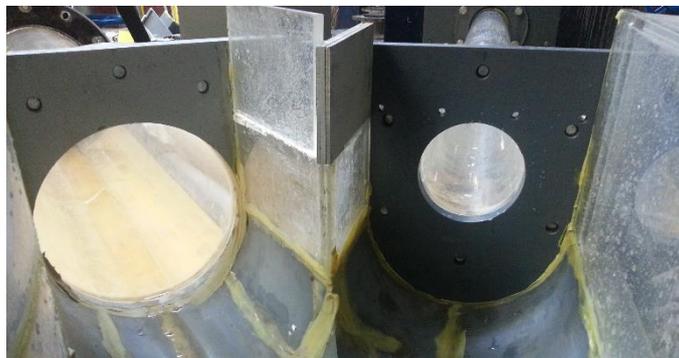


Figure 2 : Vue en aval des entrées d'égout dans la jonction avec  $D_o = 0.123$  m et  $D_L = 0.240$  m.

Figure 2 : Downstream view of the manhole inlets in the junction set-up with  $D_o = 0.123$  m and  $D_L = 0.240$  m.

À l'heure actuelle, la campagne expérimentale est terminée et l'analyse des données est en cours d'élaboration. Les premiers résultats ont montré que les jonctions avec des écoulements torrentiels présentent des performances hydrauliques systématiquement peu satisfaisantes lorsque nombre de Froude  $F_L$  dans la conduite d'approche latérale était plus grand que 5.00, indépendamment de la géométrie de la jonction et des conditions d'écoulement dans la conduite principale. Dans ce cas, une onde de choc, généralement appelée onde de choc B, est provoquée par la collision de l'écoulement d'approche latérale sur le flanc opposé de la jonction. Dans certains tests spécifiques, quand la hauteur des ondes est plus grande que le banc de la bouche d'égout, une quantité non négligeable d'eau sortait du modèle (Fig. 3, gauche). En outre, si l'onde de choc était proche à la sortie de la jonction, alors l'écoulement empiétait sur la paroi d'extrémité de la bouche d'égout. Par conséquent, l'écoulement entrant dans le conduit de sortie a été extrêmement choqué (Fig. 3, droite)

*Currently, the experimental campaign is concluded and the data analysis is being processed. First outcomes have highlighted that supercritical junctions exhibited systematically poor hydraulic performance when the lateral approach Froude number  $F_L$  was larger than 5.00, independently on the manhole geometry and the straight approach flow conditions. In such case, a shock wave, typically denominated as shock wave B, originates from the collision of lateral approach flow on the opposite manhole sidewall. In some specific test-runs, the wave height resulted to be larger than the manhole bench and, consequently, a not negligible amount of water fell out the model (Fig. 3, left). Moreover, if the shock wave B was coming up to far end of the junction manhole, then the flow impinged on the manhole endwall producing a massive spray development. Consequently, the outflow entering the outlet conduit was extremely shocked (Fig. 3, right).*



Figure 3 : (gauche) collision des ondes de choc B sur le flanc de la jonction et (droite) vue sur l'écoulement biphase à la sortie de la jonction, d'après les observations recueillies pendant les tests



Figure 3 : (left) Impact of shock wave B on the manhole sidewall and (right) downstream view of the shocked flow outing from the manhole, as observed during some test-runs.

Doctorant externe: Gaetano Grispino (Seconda Università di Napoli, Italy)

Visiting Ph.D. student: Gaetano Grispino (Seconda Università di Napoli, Italy)

### **1.1.29 L'impact de la variabilité et de la fréquence des hydrogrammes sur la morphodynamique des rivières à lit de gravier / *The impact of hydrograph variability and frequency on the morphodynamics of gravel-bed rivers***

L'hydromodification est l'altération des processus naturels des bassins versants hydrologiques, et est connue pour changer la façon dont l'eau pénètre naturellement dans les cours d'eau. Dans le cas de l'urbanisation, ce changement se manifeste à travers les caractéristiques d'hydrogrammes individuels (résultant en une diminution de la durée et dans le temps de montée), ainsi que par l'augmentation de la fréquence des inondations morphologiquement importantes. Ces changements hydrologiques ont été documentés comme impactant la morphologie des rivières à lit de gravier, ce qui entraîne souvent une dégradation du canal. Cependant, l'étendue réelle de l'urbanisation sur les caractéristiques du charriage, qui est connu pour être le facteur le plus important de la morphologie du canal, n'est pas encore connue. Comprendre la réponse morphodynamique de ces cours d'eau à l'augmentation de la variabilité des flux (hydromodification) est essentiel pour évaluer les impacts actuels et futurs des processus fluviaux qui sont particulièrement importants pour: le contrôle des inondations, l'habitat aquatique, la restauration des cours d'eau / efforts de réhabilitation, et de gestion des eaux pluviales / programmes de rénovation.

Une expérience de laboratoire a été conçue dans un canal de 0,5 m de largeur et 25 m de longueur à lit de gravier avec une alimentation d'un mélange bimodal de sédiments mal trié afin d'évaluer les impacts de l'évolution des caractéristiques et les fréquences des hydrogrammes sur charriage et de la morphologie du lit. Les caractéristiques de l'hydrogramme et les fréquences ont été obtenues à partir de mesures à long terme de débit sur des cours d'eau à lit de gravier de plus en plus urbanisés. Ces mesures sont assez longues pour être représentatives des changements relatifs réels du régime hydrologique; d'un système inchangé à un système hautement hydromodifié. Une série de quatre scénarios hydrologiques ont été créés, représentant dix ans d'événements morphologiquement importants pour quatre différentes étapes d'utilisation des terres en

*Hydromodification is the alteration of natural watershed hydrologic processes, which is known to change the way that water naturally enters watercourses. In the case of urbanization, this change has manifested through individual hydrograph characteristics (resulting in a decrease in duration and in the time-to-peak), as well as through the increase of the frequency of morphologically significant flood events. These hydrologic changes have been documented to impact the morphology of gravel-bed rivers, often resulting in channel degradation. However, the actual extent that urbanization changes bedload transport characteristics, which is known to be the most important driver of channel morphology, are not yet known. Understanding the morphodynamic response of these watercourses to increases in flow variability (hydromodification) is essential to assess current and future impacts of river processes which have particular importance for: flood control, aquatic habitat, stream restoration / rehabilitation efforts and stormwater management / retrofit schemes.*

*A laboratory experiment has been designed in a 0.5 m wide and 25 m long gravel-bed flume with sediment feed using a single poorly sorted bimodal sediment mixture in order to evaluate the impacts of changing hydrograph characteristics and frequencies on bedload transport and bed morphology. The hydrograph characteristics and frequencies were derived from long term stream-gauge records of urbanizing gravel-bed watercourses. These records are long enough to therefore be representative of the actual relative changes of the hydrologic regime; from an unaltered to a highly hydromodified system. A series of four hydrologic scenarios were established, representing ten years of morphologically significant discharge events for four different stages of urban land-use, and corresponding hydrologic regimes. Each scenario begins with the same initial conditions and is allowed to*

milieu urbain, et les régimes hydrologiques correspondants. Chaque scénario commence avec les mêmes conditions initiales et est autorisé à évoluer naturellement pour chaque hydrogramme successif. Pour chaque scénario, la durée de l'hydrogramme et l'instabilité sont variés, tandis que le débit de pointe reste constant pour tous les scénarios. En outre, le nombre de hydrogrammes variait de neuf à 33 respectivement pour le scénario inaltéré et les scénarios les plus hydromodifiés.

*evolve naturally with each successive hydrograph. For each scenario, the hydrograph duration and unsteadiness were varied, while peak discharge remained constant for all scenarios. In addition, the number of hydrographs ranged from nine to 33 for the unaltered to the most hydromodified scenarios, respectively.*

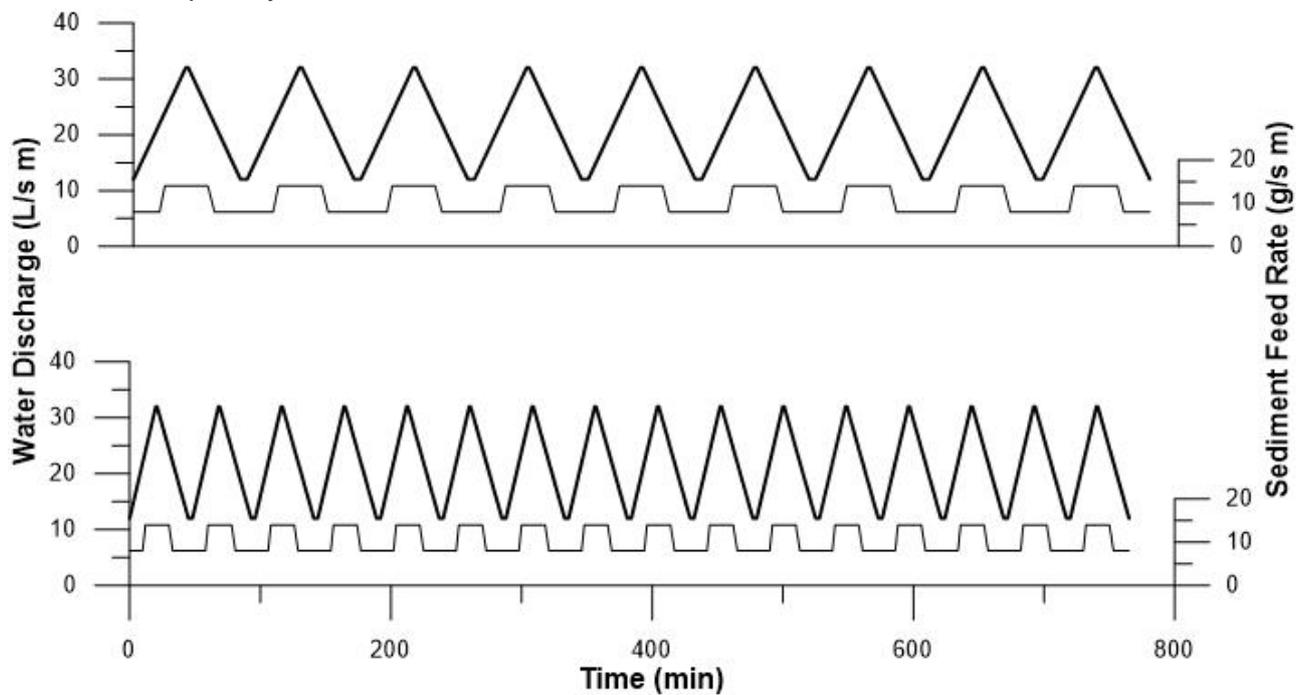


Figure 1: Schéma de deux scénarios hydrologiques différents (le scénario du bas est plus hydromodifié)

*Figure 1: Schematic of two different hydrologic scenarios (bottom scenario is more hydromodified)*

Le débit est mesuré en permanence avec un déversoir en V, et est varié à l'aide d'une vanne calibrée. Le charriage est mesuré par un piège à charriage situé à la sortie du canal. Les changements dans la morphologie sont évalués par une combinaison de scans topographies à haute résolution en utilisant un mini échosondeur, d'échantillons in situ de taille de grains à la surface et de photos du lit. Les changements du profil de surface d'eau sont mesurés utilisant une combinaison de capteurs à ultrasons et des règles contre les parois transparentes du canal.

*Discharge is being measured constantly with a v-notch weir, and varied with a calibrated valve relationship. Bedload transport is being measured by a bedload trap located at the channel outlet. Changes in morphology are being assessed by a combination of high-resolution topography scans using a mini echosounder, in-situ surface grain-size samples and bed photographs. Changes in water surface profile are being measured using a combination of ultrasonic sensors and rulers against the clear channel walls.*

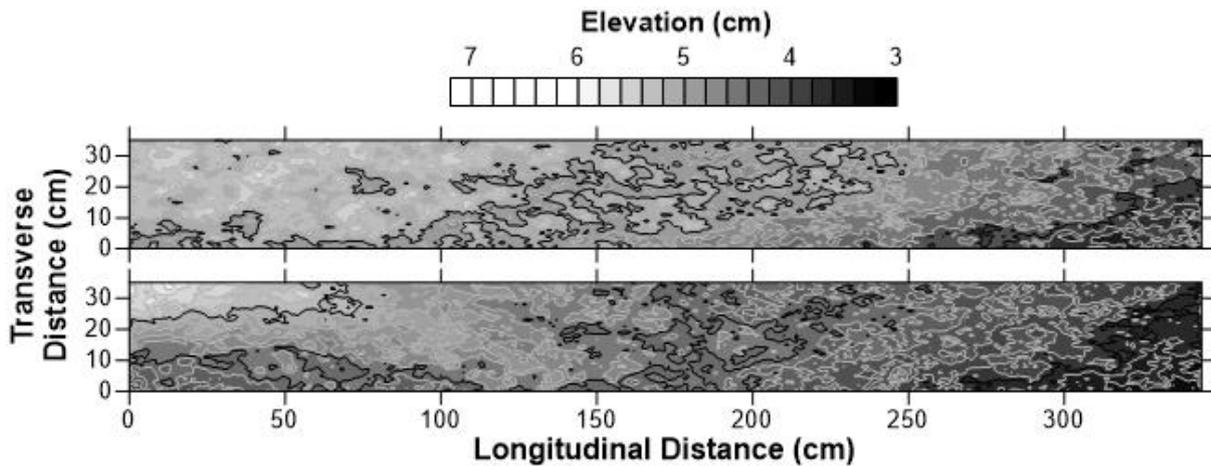


Figure 2 : Exemple de changement morphologique après un scénario hydrologique (en haut est initiale, bas est final)

Figure 2 : Example of morphologic change after 1 hydrologic scenario (top is initial, bottom is final)

Les résultats sont analysés à l'aide de diagrammes de phase pour déduire des différences dans l'hystérésis des phases ascendantes et descendantes de chaque hydrogramme, causés par l'instabilité et les changements de fréquence. La différence dans les cumuls de transport entre les scénarios est également évaluée. Les différences de texture de surface et de la topographie sont évaluées par des changements dans la texture de la surface et de la topographie basées sur le MNT généré à partir des scans du lit.

The results are analyzed by means of phase plots to infer differences in the expected hysteresis between rising and falling limbs of each hydrograph, caused by unsteadiness and shifts in frequency. The difference in cumulative transport between scenarios is also being assessed. The surface texture and topography differences are being assessed by changes in surface texture and in topography based on generated DEMs from the bed scans.

Doctorant externe: Ben D. Plumb (Department of Civil & Environmental Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Canada)

Visiting Ph.D. student: Ben D. Plumb (Department of Civil & Environmental Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Canada)

## **1.2 Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / Applied research (selected examples)**

### **1.2.1 EES-Aménagement hydroélectrique de Gondo – renouvellement du groupe 3 : Etude sur modèle physique de la cheminée d'équilibre / EES – Gondo Hydropower plant – New group 3: Study on physical model of the surge tank**

Energie électrique du Simplon SA (EES) exploite les trois centrales de Gondo, Gabi et Tannuwald qui utilisent les eaux du massif du Simplon pour produire de l'électricité.

L'aménagement hydroélectrique de Gondo a été mis en service en 1952 avec deux turbines Pelton de 18.5 MW chacune, elle exploite une hauteur de chute de 470 m depuis le bassin de Serra. Dans les années 80, un troisième groupe Pelton a été mis en service, ajoutant 8 MW de puissance. Le projet « Renouvellement du groupe 3 » prévoit le remplacement du groupe actuel peu performant par un nouveau groupe permettant d'assurer une réserve de puissance additionnelle. Le débit maximal de l'aménagement va augmenter de 12.1 m<sup>3</sup>/s à 14.7 m<sup>3</sup>/s.

Les études pour le fonctionnement du système d'adduction, menées par IM Maggia Engineering SA en collaboration avec le bureau Power Vision Engineering (PVE), ont démontré la nécessité de réaliser un modèle physique pour déterminer la géométrie de la restriction de section au pied de la cheminée d'équilibre.

Le modèle physique présent au LCH a une échelle géométrique de 1:12 (Figure 1). L'étude expérimentale s'est achevée avec les tests de 3 configurations de diaphragme pour 10 géométries afin d'atteindre les coefficients de perte de charge défini par l'étude numérique transitoire.

La mise en place du diaphragme choisi sur site a été réalisée durant trois semaines dans le premier semestre 2015.

*Energie électrique du Simplon SA (ESS) runs three hydropower plant, i.e. Gondo, Gabi and Tannuwald, using the Simplon mountains water to produce electricity.*

*The Gondo hydropower plants was commissioned in 1952 using two 18.5-MW-Pelton turbines. The head between the Serra reservoir and the plant is around 470 m high. In the 80's a third Pelton turbine was commissioned and added a power of 8 MW. The project "Renouvellement du groupe 3" wants to replace the current turbine by a more efficient one to increase the installed power. The maximal turbine discharge is increased from 12.1 m<sup>3</sup>/s to 14.7 m<sup>3</sup>/s.*

*IM Maggia Engineering SA with Power Vision Engineering (PVE) have studied the hydraulic stability and showed the necessity of a physical model to determine the restriction section geometry at the bottom of the surge tank.*

*The geometrical scale of the physical model built at the LCH is 1:12 (Figure 1). The experimental research has been completed with 3 different types of diaphragms for 10 geometries to achieve the target head loss coefficients. These coefficient was defined by a transient numerical model provided by PVE.*

*The erection of the diaphragm on the Gondo surge tank took place for 3 weeks during the first 2015 semester.*



Figure 1: Vue du diaphragme en atelier / View of the diaphragm in the workshop

Etude confiée par : Energie électrique du Simplon représenté par Alpiq SA

*Study entrusted by: Energie électrique du Simplon represented by Alpiq SA*

Ingénieurs de Projet : Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare

*Project Engineers: Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare*

### **1.2.2 Fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny: étude sur modèle physique / Chancy-Pougny dam plunge pool: Physical Model Study**

Le barrage de Chancy-Pougny est un barrage au fil de l'eau situé sur le Rhône franco-suisse. Il se situe à l'aval de la ville de Genève et du barrage de Verbois. Avec une chute d'environ 10 mètres, le barrage fait face à de sérieux problèmes d'érosion dans sa fosse avale depuis des années. Selon les relevés topographiques, la fosse continue à s'étendre en profondeur et en étendue. Cette extension potentielle fait l'objet de cette étude. Afin de contenir le problème et d'éviter toute implication sur la structure de l'aménagement, une investigation basée sur une modélisation hybride physique et numérique s'est avérée indispensable.

*Chancy-Pougny is a run-of-river dam on the Rhone between France and Switzerland. It is located downstream of the city of Geneva, after the Verbois dam. With a drop of about 10m, the dam is facing serious problems of erosion in the downstream stilling basin. According to the topographic measurements the plunge pool is spreading both in depth and horizontal extension. This potential development is the object of the present study. It was proved that an investigation based on both physical and numerical modelling was necessary to reduce the entity of the problem and avoid all implications on the main structure.*

Le but principal de l'étude est de mesurer sur modèle physique (échelle 1:55) les contraintes hydrodynamiques sur le fond de la fosse, de les analyser et de trouver des mesures constructives pour éviter l'érosion. Pour ce faire, 17 capteurs de pression sont utilisés (en deux phases) pour mesurer les pressions dynamiques sur 32 points à l'intérieur de la fosse. La mesure des niveaux d'eau est effectuée à l'aide de 7 sondes à ultrasons couvrant tous les points de mesure

*The main purpose of the study is to measure on the physical model (scale 1:55) the hydrodynamic stresses exerted on the bottom of the pit, to analyse them and to find some constructive measures to avoid further erosion. To do so 17 pressure transducers were used (in two phases) to measure dynamic pressure values in 32 characteristic points inside the plunge pool. The measure of the water level was carried out using 7 Ultra-Sound probes covering all points involved in the study.*

intéressants. Plusieurs étapes d'essais sont prévues: (1) Essais de base avec fond fixe (avec bathymétries historique et elliptique), (2) Essais avec mesures contre l'affouillement (avec bathymétrie elliptique) et détermination de la séquence optimale d'ouverture des vannes, (3) Essais sur fond mobile, avec et sans transport solide de l'amont.

Pour chaque étape, quatre débits de crue stationnaires sont testés, à savoir: 550, 1'080, 1'575 et 2'400 m<sup>3</sup>/s.



Figure 1: Vue de l'écoulement dans la modèle pour le plus grand débit testé  $Q = 2500 \text{ m}^3/\text{s}$

A présent, la phase (1) est terminée. Les bathymétries historique et elliptique ont été testés et les résultats analysés. Des essais supplémentaires ont été effectués afin d'étudier le comportement du barrage pendant l'évènement de vidange du Rhône prévue pour 2016. Des tests avec un faible débit (1080 m<sup>3</sup>/s) et avec l'usine en fonctionnement ont été effectués entre autres.

Prochainement, des mesures constructives seront mises en place et testées avec comme but principal la réduction de la recirculation dans le bassin de dissipation.

Etude confiée par: SFMCP (Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny)

Collaboration: AquaVision Engineering Sàrl

Ingénieurs du projet: Sabine Chamoun, Davide Wüthrich, Giovanni De Cesare

*Different test phases are scheduled: (1) tests with fixed bottom (with both historical and elliptical bathymetry), (2) tests with measures preventing erosion (with elliptical bathymetry) and determination of the optimal opening sequence of the gates, (3) tests on mobile bed, with and without solid transport from upstream.*

*For each step, four flood discharges are tested, namely : 550, 1'080, 1'575 et 2'400 m<sup>3</sup>/s.*



Figure 1: View on the flow in the model for the highest tested discharge  $Q = 2500 \text{ m}^3/\text{s}$

*At present, phase (1) has been completed and both the historical and the elliptic bathymetries were tested and the results analysed. Some additional tests were carried out in order to study the behaviour of the dam during the particular event of the 2016 Cascade flushing of the Rhone river. Furthermore, some tests with low discharges (1080 m<sup>3</sup>/s) and operational power house were performed.*

*In the near future, some construction measures will be installed and tested with the final purpose of reducing the recirculation in the stilling basin.*

*Study entrusted by: SFMCP (Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny)*

*Collaboration: AquaVision Engineering Sàrl*

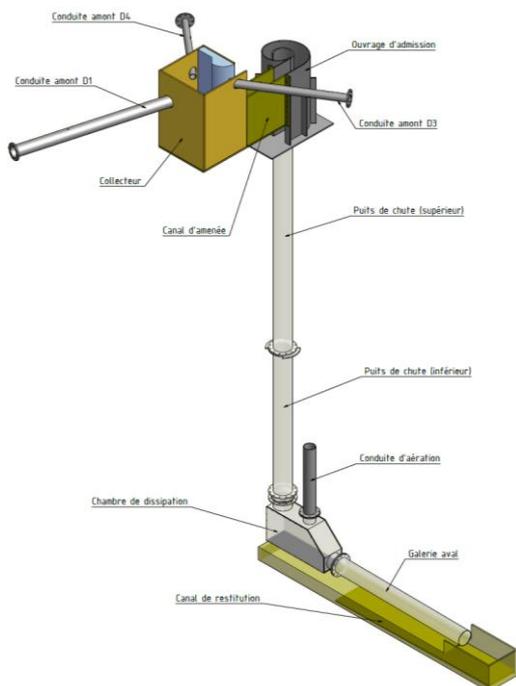
*Project engineers: Sabine Chamoun, Davide Wüthrich, Giovanni De Cesare*

### 1.2.3 Etude sur modèle physique d'un puits à vortex à la commune de Cossonay / *Physical model study of a vortex drop shaft in the Cossonay municipality*

Un nouveau concept d'évacuation des eaux à la commune de Cossonay a été établi pour la création d'un nouveau puits à vortex qui remplacera l'existant. Le nouveau puits sera plus profond que l'actuel et il amènerait le débit de dimensionnement de 12.61 m<sup>3</sup>/s directement au niveau de la Venoge avec un dénivelé total d'environ 120 m.

Quatre conduites de canalisations principales doivent se retrouver à l'ouvrage, fortement limité en termes de surface. L'écoulement doit se faire sans perturbation à l'intérieur des conduites et en assurant le bon fonctionnement du puits à vortex lui-même. Cependant, la littérature scientifique actuelle ne présente aucune solution pour un tel cas, avec une structure d'entrée au puits.

Le LCH a été contacté afin de réaliser des essais sur modèle réduit. Le modèle physique reproduit à l'échelle géométrique de 1:7.82 l'ensemble de l'ouvrage : une courte partie des conduites amont (trois conduites, une fois que la quatrième avait un débit considéré négligeable), le collecteur, le canal d'amenée, la chambre d'admission, 60% du puits, la chambre de dissipation avec la cheminée de désaération, et une courte partie de la galerie aval (Figure 1).



*A new concept for the drainage of the Cossonay municipality has been conceived based on the creation of a new vortex drop shaft, which will replace an existing one. The new structure will be higher than the present one and will deliver a design capacity of 12.61 m<sup>3</sup>/s directly in the Venoge River, using a total of 120 m of topographic difference.*

*Four main sewer branches arrive to this structure, with considerable space restrictions. The flow within the conduits should be without disturbances and the shaft itself should work properly. Nevertheless, state-of-the-art literature presents no solutions for such a case, with a junction chamber upstream from the shaft.*

*LCH has been engaged to perform an experimental campaign in the physical model. The model reproduces with a geometric scale of 1:7.82 the whole installation: a short length of the upstream conduits (three conduits, since the discharge rate of the fourth one was considered negligible), the junction chamber, the inlet channel, the inlet spiral, 60% of the shaft height, the dissipation chamber and a short part of the tailwater gallery (Figure 1).*

Figure 1: Représentation 3D du modèle physique. / 3D representation of the physical model.

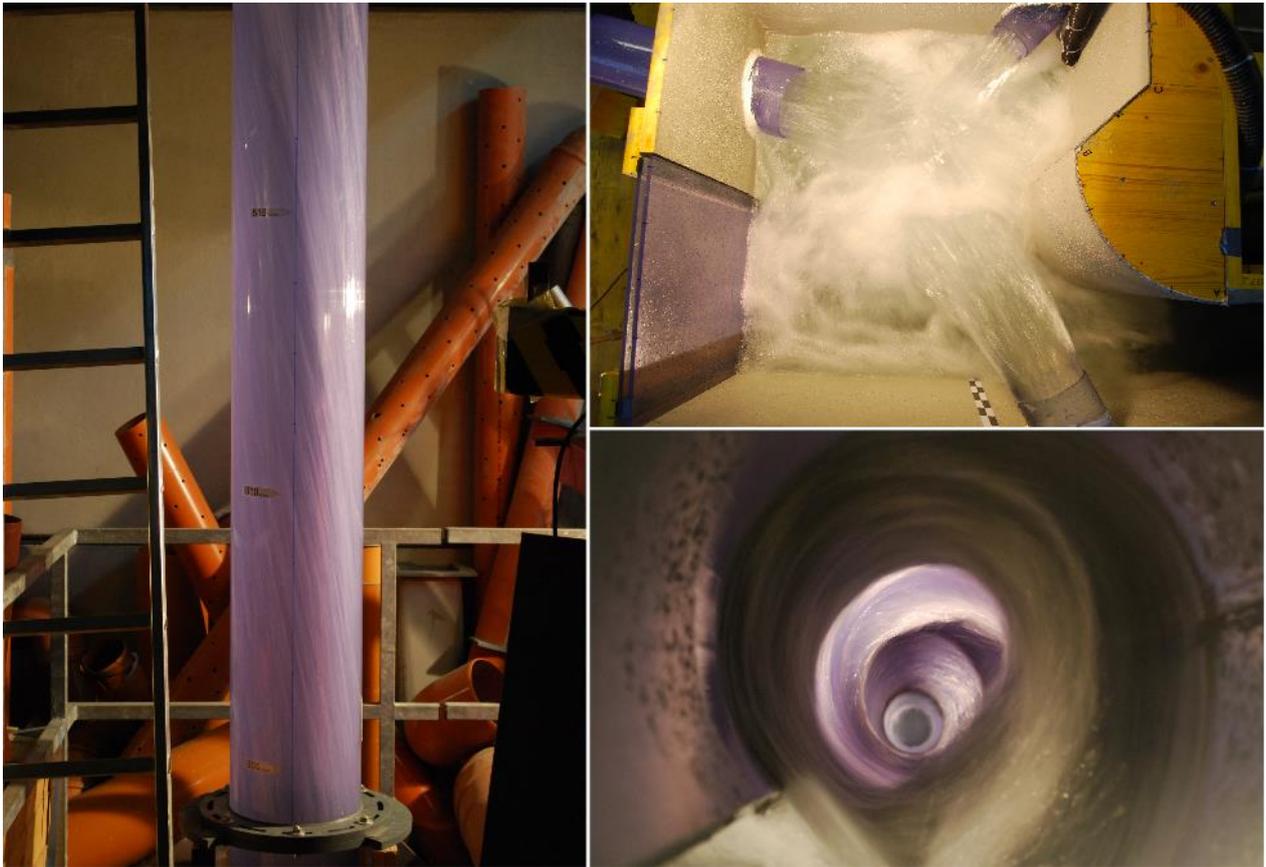


Figure 2 : Modèle physique su puis à vortex

Des mesures des niveaux d'eau ont été réalisées dans le collecteur et le canal d'amenée, la structure d'admission, la chambre de dissipation et la galerie aval. Des mesures des vitesses d'eau ont été faites à l'aide d'un micro-moulinet, à travers la section d'entrée de la structure d'admission. Des mesures de la pente de l'écoulement dans le puits, des pressions le long de la chambre de dissipation et des vitesses d'air au centre de la cheminée d'aération ont également été réalisées.

Au final, les dimensions du collecteur sont suffisantes pour créer des conditions d'écoulement satisfaisantes dans le canal d'amenée et la réduction de la longueur du canal d'amenée n'a pas d'effet visible sur le fonctionnement du puits à vortex.

Etude confiée par: Commune de Cossonay

Ingénieurs de projet: Gaetano Crispino, Michael Pfister

Figure 2 : physical model of the vortex drop shaft

*Measurements of water depth were performed in the junction chamber, the inlet channel, the inlet spiral, the dissipation chamber and the tailwater gallery. Measurements of water velocity were done using a micro-propeller along the inlet spiral. Measurements of the slope of the flow inside the shaft, of the pressures along the dissipation chamber and air velocity at the center of the ventilation chimney were also performed.*

*In conclusion, the dimensions of the junction chamber were adequate to ensure appropriate conditions in the inlet channel and the reduction of the inlet channel did not have an effect on the performance of the vortex drop shaft.*

*Study entrusted by: Commune de Cossonay*

*Project engineers: Gaetano Crispino, Michael Pfister*

## 1.2.4 Étude expérimentale d'un barrage filtrant en amont des communes de Martigny-Combe et de Martigny (VS) / *Experimental study of a filter check dam upstream of the municipalities of Martigny-Combe and Martigny (VS)*

Lors d'une crue en 2005, les autorités locales des communes de Martigny-Combe et de Martigny (VS) sont alertées et encouragent la protection contre des crues de la Drance, une rivière alpine qui traverse les deux communes. Un barrage filtrant en amont de la zone urbaine est prévue pour la rétention des sédiments en cas de crues. Un projet initial fut conçu par la IDEALP SA, pourtant la complexité en tant que charriage et laves torrentielles nécessite la vérification du fonctionnement de l'ouvrage ainsi qu'une optimisation par un modèle physique. Le LCH est chargé de la réalisation du modèle physique et de l'expérimentation. L'étendue de la zone reproduite ainsi que la situation du terrain sont montrées sur la Figure 1.

*Since an important flood in 2005, the local authorities of Martigny-Combe and Martigny are strengthening efforts for the protection against floods from the Drance River, an alpine torrent which crosses both communities. A filter check dam upstream of the urban zones is foreseen for retaining excess sediments transported by floods. The initial project was designed by the IDEALP SA, however the complexity of the sediment transport in alpine rivers and debris flow requires the verification and optimisation of the functioning of the concept by a physical model. The LCH is charged with the realisation of the physical model and the execution of the experiments. The extent of the modelled zone and the situation of the terrain are shown on Figure 1.*

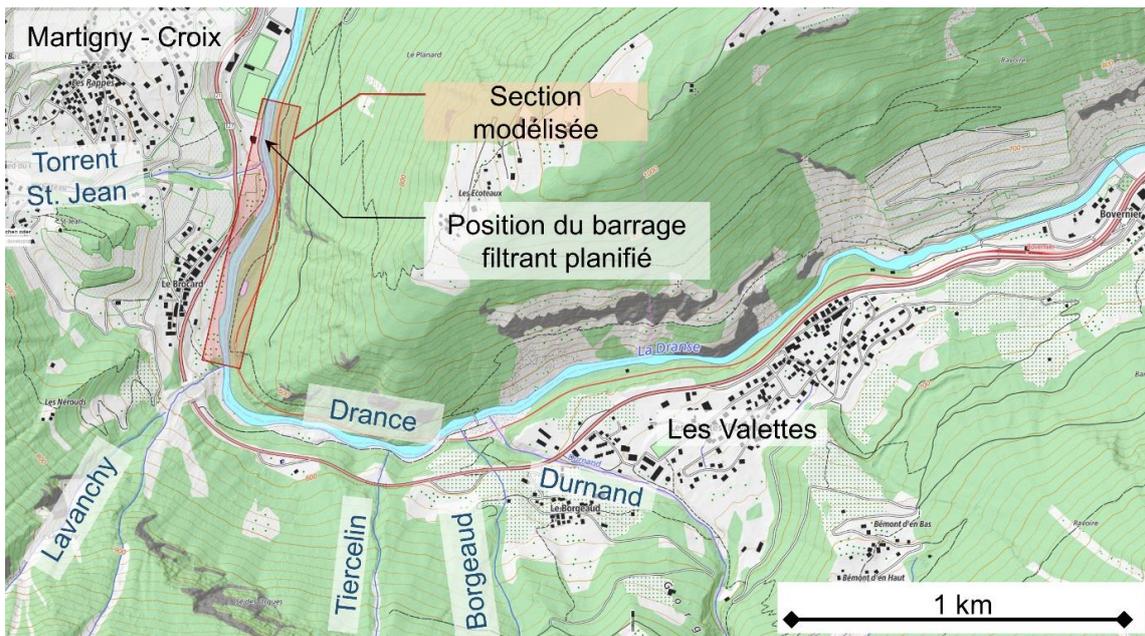


Figure 1: Situation du barrage filtrant sur terrain avec indication de la zone reproduite sur le modèle physique (cadre rouge)

*Figure 1: Situation of the filter check dam with indication of the reproduced area (red frame)*

Les expériences ont été réalisées sur place en échelle géométrique de 1:42, en appliquant la similitude de Froude et du transport solide. Par paliers, l'orientation du barrage filtrant, la conception de la fosse de dissipation d'énergie et l'aménagement de l'orifice du barrage filtrant ont été optimisés expérimentalement entre juin et novembre 2015.

*The model was designed on site, with a geometric scale of 1:42, by applying Froude similarity and similarity of sediment transport. The orientation of the filter check dam, the design of the energy dissipation basin and the conception of the opening of the filter check dam were improved stepwise by the experiments during June and November 2015.*



Figure 2 : modèle physique du barrage filtrant

Figure 2 : Physical model of the filter check dam

Etude confiée par: Communes de Martigny et de Martigny-Combe

Study entrusted by: Municipalities of Martigny and Martigny-Combe

Ingénieurs de Projet: Sebastian Schwindt, Giovanni De Cesare

Project engineers: Sebastian Schwindt, Giovanni De Cesare

### 1.2.5 **Élevage de perche de Valperca: Distribution de l'écoulement dans le bassin / Perch farm Valperca: Flow field in rearing basin**

La compagnie Valperca a été fondée en 2009 à Raron (Suisse) ; et elle utilise l'eau chaude du drainage à la sortie du tunnel de Lötschberg pour élever et commercialiser de filet de perche.

*Valperca SA is a company founded in 2009 in Raron (Switzerland), using the warm drainage water from the Lötschberg base tunnel to breed perches and commercialize perch-fillet.*

Pendant leur croissance, les poissons vivent dans des bassins de différentes tailles que dépendent de leur stade de développement. La croissance des poissons peut être altérée par un échange d'eau inconstant dans le bassin. La vieille eau a tendance à avoir une grande concentration en particules, entraînant une condition non optimale. Par conséquent, une campagne de mesure a été conduite pour évaluer la distribution du débit dans les différents bassins.

*During their growth process, the fishes live in basins of different sizes, depending on their development stage. The fish growth process is affected by an eventual incomplete exchange of the water in a basin. Old water tends to a higher concentration of particles, representing non-optimal conditions. A measurement campaign was thus conducted to evaluate the discharge distribution among the various basins.*

Dans le but d'équilibrer la répartition de la nourriture dans le bassin, de simulations numériques ont été commandées au LCH. Dans les simulations, le temps de résidence de l'eau est aussi pris en compte et évalué pour divers débits entrants. D'abord, la première simulation représente l'état actuel du bassin et, après, divers formes de la conduite d'amenée sont simulées pour différents débits. Le bassin considéré a une diamètre de 9 m, une profondeur d'eau de 1.6 m, et le fond est incliné de 1.5%.

L'eau est fournie par un tuyau mis sur la paroi du bassin, et il injecte l'eau en continu. La même eau est aspirée par une conduite placée au centre du fond du bassin. Le niveau d'eau dans le réservoir est contrôlé au moyen d'un déversoir à crête mince (system de déversoir, Figure 1a).

L'objectif de cette phase du travail est de trouver la configuration optimale pour la conduite d'entrée. Cinq géométries et trois débits (12.5 l/s; 25.0 l/s; 37.5 l/s) sont testés avec FLOW-3D (Figure 1b). Un même diamètre de 0.16 m est modélisé et simulé pour toutes les configurations. Les simulations continuent jusqu'à une condition d'équilibre est obtenue dans le bassin. Le temps de résidence et la vitesse de l'écoulement sont contrôlés et analysés.

Pour garantir une qualité suffisante de l'eau et donc réduire le temps de résidence, la vitesse de l'écoulement et le débit devraient être capables de maintenir les petites particules en suspension. En même temps, les variables mentionnées ci-dessus devraient respecter les besoins et les préférences de poissons.

Les simulations numériques ont mis en évidence le lien direct entre la forme de la conduite d'amenée et la distribution de vitesse dans le bassin. Un incrément de débit correspond à une augmentation de vitesse de l'écoulement. Quand l'afflux d'eau n'est pas tangentiel aux parois, il y a une réduction de la vitesse est mesurée dans le bassin. Le meilleur résultat en termes de variables (réduction du temps de résidence, réduction des zones d'eau stagnante, distribution de vitesse) est obtenu pour une géométrie qui comprend plusieurs entrées sur la hauteur d'eau.

*In order to equilibrate the feeding of the basins, LCH was in charge to perform of a series of numerical simulations. These also included simulations of the residence times within a basin under various inflow discharges. First, the present configuration was reproduced, and then other inlet types were considered under different discharges. The considered basin has a diameter of 9 m, the water depth is around 1.6 m, and the bottom is inclined by 1.5%.*

*The water is supplied by an inflow pipe at the basin sidewall, continuously injecting water. The water is drained by a pipe placed at the bottom-center of the basin. The water level in the basin is controlled a sharp-crested weir overflow box (spillway system, Figure 1a).*

*The objective of this work phase is to provide an optimal configuration for the inflow pipe nozzle. Five different inflow pipe geometries and three discharges (12.5 l/s; 25.0 l/s; 37.5 l/s) have been tested by means of FLOW-3D (Figure 1b). The same inflow pipe diameter was modelled and tested for all configurations, equal to 0.16 m. Simulations last until a stable condition is reached in the basin. The residential time and the flow velocity are then evaluated and analyzed.*

*In order to maintain an adequate water quality and thus reduce its residential time, flow velocity and discharge should be sufficient to keep small particles in suspension. Simultaneously, the flow velocity should respect fish needs and preferences.*

*Numerical simulations highlight the direct link between the inflow nozzle geometry and the velocity distribution in the basin. A discharge increase corresponds to an increase of flow velocity. When the inflow is not tangential aligned with the sidewalls, however, a general relative velocity reduction is observed in the entire basin. The best results in terms of the above mentioned parameters (reduction of residential time, reduction of stagnant areas, flow velocity distribution) are provided by a geometry including several inlets openings over the flow depth.*

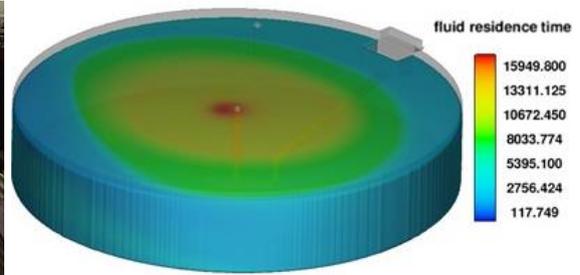
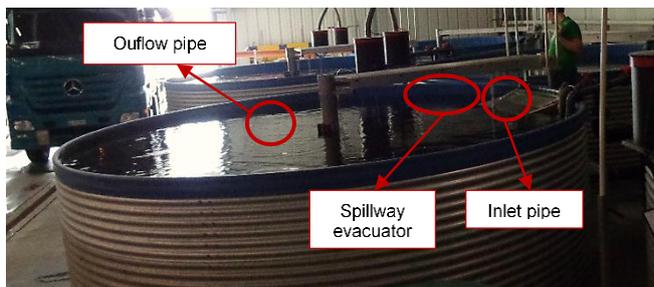


Figure 1: (a) Bassin de retention des poissons, and (b) exemple de distribution du temps de residence pour une simulation

Figure 1: (a) Fish rearing basin, and (b) exemple of simulated residence time distribution

Etude confiée par: Valperca SA

Study entrusted by: Valperca SA

Ingénieurs de Projet: Elena Batisacco, Michael Pfister

Project engineers: Elena Batisacco, Michael Pfister

### 1.2.6 Simulation numérique de la l'aspirateur de la 4<sup>ème</sup> machine de l'ancienne usine hydroélectrique de Hagneck / Numerical simulation of 4<sup>th</sup> turbine draft tube of the old Hagneck hydroelectric power pant

Suite au projet de nouveau barrage mobile et du nouvel aménagement hydroélectrique à Hagneck, l'ancienne centrale est condamnée à l'exception de la turbine n°5 qui utilise le débit résiduel dédié à une zone revitalisée avale. Lors de l'entretien de cette turbine, il est prévu de laisser passer le débit nécessaire à cette zone revitalisée via l'ancien passage de la turbine n°4. Cependant, lors de ces maintenances la différence de charge entre les deux niveaux reste identique, l'installation d'un diaphragme (perte de charge locale) permettra d'assurer un débit de l'ordre de 15 m<sup>3</sup>/s.

Following the construction of the new Hagneck dam and new hydroelectric power plant, only the 5th turbine of the old plant remains in work. It allows to turbine the residual discharge flowing out a downstream revitalized area. During its maintenance work, the residual discharge (about 15 m<sup>3</sup>/s) has to flow through out a bypass within the 4th turbine draft tube. In order to ensure the correct residual discharge, local head losses have to be placed while the two water levels are unchanged, leading to a discharge of some 15 m<sup>3</sup>/s.

Après un pré-dimensionnement théorique en utilisant le théorème de Bernoulli, un modèle numérique de la conduite est réalisé à l'aide du logiciel à volumes finis FLOW 3D. Le dimensionnement final du diaphragme est reporté à la Figure 1.

After a theoretical first design using Bernoulli's theorem, a numerical model of the pipe is made with the finite volume software FLOW 3D. The diaphragm final design is shown in Figure 1.

Schnitt MG 4

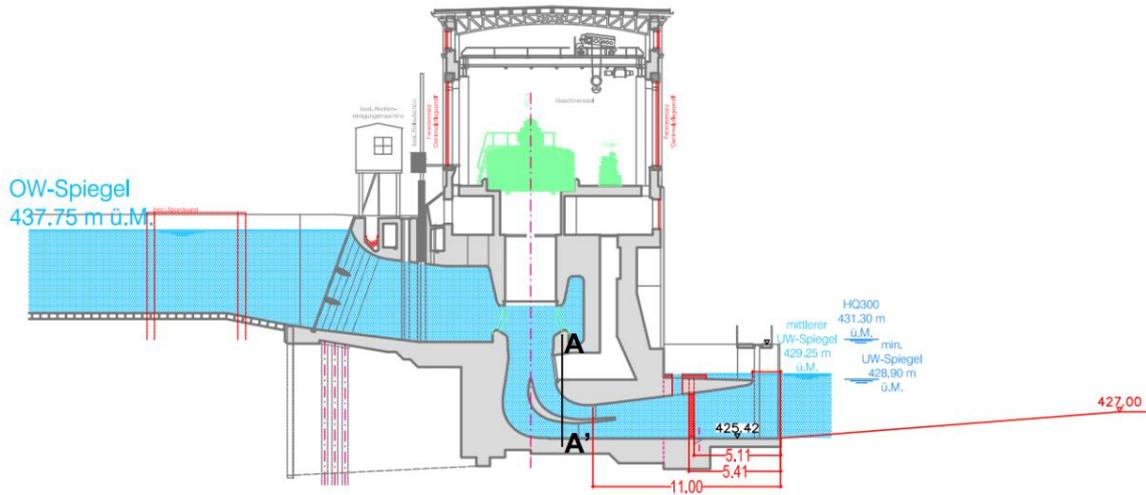


Figure 1: Coupe au niveau de la machine 4 de l'ancienne usine (fourni par BKW Energie)

Figure 1: Sectional view of the 4th turbine in the old plant (given by BKW Energie)

Ce modèle numérique a permis de fournir, en outre, le champ de vitesse à l'aval afin de garantir les conditions hydrodynamiques favorables au niveau de la sortie de l'échelle à poissons de la nouvelle usine ( $Y = 3.61$  m sur la Figure 2). Deux recirculations sont présentes le long des murs extérieurs.

The numerical model allows to determine the flow velocity field in the upstream ecological area to insure suitable hydrodynamical conditions close to the fish bypass of the new Hagneck plant ( $Y=3.61$ m in Figure 2). Two recirculations take place along the two side walls.

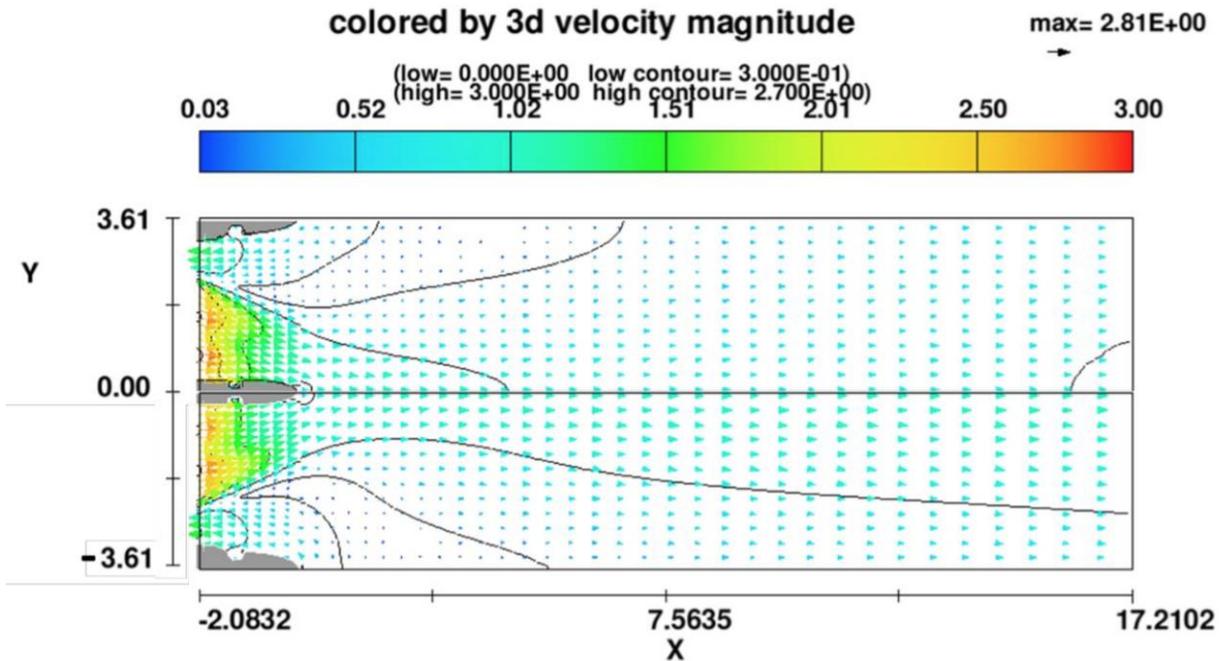


Figure 2 : Champs de Vitesse pour les deux conduites- Coupe XY pour  $z = 428.6$  m s.m.

Figure 2 : Velocity Field for both pipes – Section XY for  $z = 428.6$  m a.s.l.

Etude confiée par BKW Energie

Study entrusted by BKW Energie

Ingénieurs de Projet : Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare

Project engineers: Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare

### **1.2.7 Augmentation de la puissance de l'aménagement Hongrin-Léman. Prise d'eau dans le Léman - Etude sur modèle numérique / Power increase of the Hongrin-Léman hydropower plant. Intake at Lake Lemman – numerical simulation study**

En 1970 a été mis en service la centrale hydroélectrique de Veytaux, entre Montreux et Villeneuve au bord du Lac Léman. Cette centrale de pompage-turbinage, d'une puissance de 240 MW composée de quatre turbines et quatre pompes va être agrandie par l'adjonction d'une deuxième centrale de pompage-turbinage de 240 MW constituée de deux pompes et deux turbines. L'écran à poissons devant la prise d'eau dans le Léman doit être adapté aux nouveaux débits d'exploitation en mode turbinage et pompage.

Sur la base des connaissances actuelles, la stabilité de l'écran à poissons ne peut pas être garantie pour l'exploitation en mode turbinage et en pompage. Un des paramètres clés inconnu est la vitesse maximale dans la section de l'écran. Le LCH a fait une modélisation numérique avec le logiciel Flow3D de la partie circuit hydraulique aval conjoint de l'usine Veytaux 1 et 2, le passage de la prise d'eau et dans une portion du Léman influencée par l'exploitation de l'usine. L'objectif de la modélisation numérique est de déterminer les changements des vitesses d'écoulement dans la prise d'eau et au Léman entre l'exploitation actuelle et future en mode turbinage et pompage lors de la mise en service de l'aménagement FMHL+. Cette information devra permettre, si nécessaire, de redimensionner l'écran empêchant les poissons de pénétrer dans l'ouvrage et de changer son emplacement, respectivement sa distance au débouché de la prise.

Une comparaison des situations et résultats a été effectuée avec les mesures in-situ et si on admet une même vitesse maximale admissible qu'aujourd'hui, le nouvel écran devra se situer à environ 7 m de distance de la prise d'eau, soit 3 m plus loin qu'actuellement.

*In 1970, the hydropower plant Veytaux was put in service, between Montreux and Villeneuve on the shore of Lake Lemman. This pumped-storage scheme, with an installed power of 240 MW, composed by four turbines and four pumps, is going to be enlarged with the addition of a second pump-turbine powerhouse of 240 MW, composed of two pumps and two turbines. The fish screen placed in front of the intake, in Lake Lemman must be adapted to the new pump-turbine discharges.*

*Based on the current knowledge, the stability of the fish screen cannot be guaranteed for the new use of pump-turbine modes. One of the key parameters still unknown is the maximal velocity in the section of the screen. LCH has made a numerical simulation with Flow3D software of the hydraulic circuit downstream of the Veytaux 1 and 2 powerplants, the common tailrace channel and a portion of the bathymetry of Lake Lemman influenced by the use of the powerhouses. The objective of the numerical simulation is to determine the changes in the velocity flow at the intake and in the lake, for the current situation and the future, testing both pump-turbine modes during the use of the enlarged FMHL+ scheme. This information will allow, if necessary, to redesign the fish screen and to change its placement and distance to the intake of the structure.*

*A comparison of status and results has been made with in-situ measurements, and admitting the same maximal flow velocity as today, the new position of the fish screen should be approximate 7 m away from the intake, therefore 3 m further away than at present.*

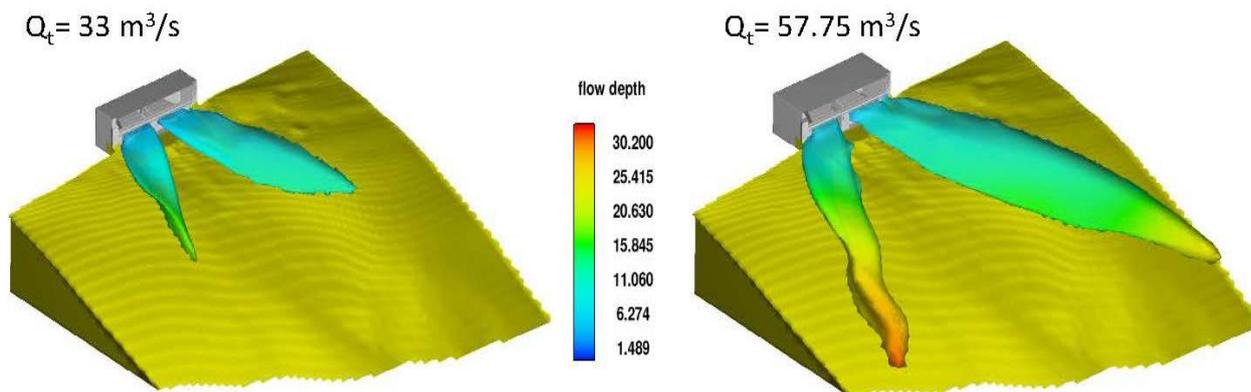


Figure 1: Iso-surface de 0.5 m/s de la magnitude de vitesse colorée par la profondeur d'eau en mode turbinage (état actuelle à gauche, état futur à droite)

Figure 1: Surface of equal velocity magnitude of 0.5 m/s colored by the water depth in turbine mode (present state on the left, on the right future state)

Etude confiée par : Forces Motrices  
Hongrin-Léman S.A. (FMHL)

Study entrusted by: Forces Motrices  
Hongrin-Léman S.A. (FMHL)

Ingénieurs de projet : Giovanni De Cesare,  
Paloma Furlan

Project engineers: Giovanni De Cesare,  
Paloma Furlan

### 1.2.8 Mesures d'assainissement des effets des éclusées hydroélectriques : le fonctionnement du bassin de modulation de Innertkirchen / Hydropeaking remediation measures: Performance of Innertkirchen compensation basin with operation of Trift dam

Les KWO (Kraftwerke Oberhasli AG) étudient la réalisation d'un nouveau lac de retenue dans le bassin versant de la Gadmenwasser, sur le site du lac glaciaire de Trift, qui permettra d'augmenter la production hivernale de la cascade de centrales aboutissant au palier d'Innertkirchen 2. L'augmentation de production d'énergie en hiver, surtout en pointe, doit néanmoins être réalisée tout en respectant les consignes de gestion des éclusées, et en coordination avec la cascade de l'Aaretal, considéré prioritaire par les KWO.

The KWO (Kraftwerke Oberhasli AG) are studying the possibility to create a new storage dam at the Trift glacier lake location, which will allow increasing the winter energy production in the hydropower cascade of the Gadmenwasser catchment, leading to the Innertkirchen 2 powerplant. The increase in winter energy production, mostly in peak hours, must however be done respecting the hydropeaking limits in the river system downstream and in close coordination with the hydropower cascade of the Aaretal whose operation is KWO's priority.

Le projet Trift suit d'autres réalisations récentes qui ont conduit à une augmentation de la puissance installée dans la cascade de l'Aaretal, jusqu'à la centrale d'Innertkirchen 1. Afin de limiter les effets du marnage hydroélectrique sur l'espace fluviale, les restitutions des deux cascades ont été récemment réunies dans un bassin de démodulation des eaux turbinées, situé immédiatement en aval de la confluence (Figure 1). Le bassin est composé d'un volume en souterrain (galerie de fuite INN1) et d'un volume à ciel ouvert (Figure 2). Leurs

The Trift project follows several recent projects now being completed which lead to an increase in installed capacity in the Aaretal hydropower cascade leading to the Innertkirchen 1 powerplant. In order to mitigate hydropeaking downstream the outflows of both cascades have recently been gathered in one single compensation basin, situated immediately downstream of the river confluence (Figure 1). The basin is composed of two compartments, one underground (tailrace tunnel INN1) and one open air (Figure 2). Their dimensions have been defined mainly by geometrical and

dimensions ont été définies plutôt par des considérations géométriques et constructives que par un dimensionnement hydraulique. Il a été mis en service en automne 2015 en marche probatoire.



Figure 1: Restitution des centrales Innertkirchen 1 et 2 avant la construction du bassin de démodulation. / Tailrace outlets of the Innertkirchen 1 and 2 powerplants before the construction of the compensation basin.

La construction du barrage de Trift ouvre des nouvelles possibilités de moduler le turbinage dans la cascade de la Gadmenwasser, mais son opération en parallèle avec la cascade de l'Aaretal semble à ce jour limitée par la capacité de démodulation des débits du bassin à Innertkirchen. Dit autrement, la faisabilité du projet de Trift est étroitement liée aux solutions pour démoduler les débits à Innertkirchen, notamment par une exploitation optimale des deux volumes du bassin de démodulation, permettant de lâcher des débits de manière acceptable dans le Hasliaare (Figure 3).

Dans la suite des thèses de doctorat de Martin Bieri (2012) et d'Emilie Person (2013), le LCH a été sollicité pour étudier en groupement avec l'EAWAG le fonctionnement du bassin avec l'ajout des débits futurs qui seront stockés à Trift. L'étude comporte deux étapes, soit la revue critique des scénarios d'exploitation future, et l'analyse sommaire du fonctionnement du bassin afin d'identifier les limitations du système.

*constructive considerations rather than hydraulic design. The basin has been completed and initiated probatory operation in Autumn 2015.*



Figure 2: Partie à ciel ouvert du bassin de démodulation des débits turbinés dans les centrales Innertkirchen 1 et 2 / Open-air volume of the compensation basin for the outflow discharges of the Innertkirchen 1 and 2 powerplants.

*The construction of the Trift storage dam opens new possibilities for production scheduling in the Gadmenwasser hydropower cascade, but its operation in parallel with the Aaretal hydropower cascade seems so far limited by the characteristics of the compensation basin at Innertkirchen. In other words, the feasibility of the Trift project is directly linked with the solutions to accommodate further increasing outflow discharges at Innertkirchen, by optimally using the two compartments of the basin to release discharges at acceptable rates to the Hasliaare river (Figure 3).*

*Following the doctoral studies of Martin Bieri (2012) and Emilie Person (2013) the LCH has been requested to study, together with EAWAG, the operation of the compensation basin considering the addition of the volumes stored at the forthcoming Trift dam. The study is divided in two steps, one concerning the review of the future operation scenarios, another concerning a preliminary analysis of the compensation basin operation in view of identifying the limitations of the present system.*

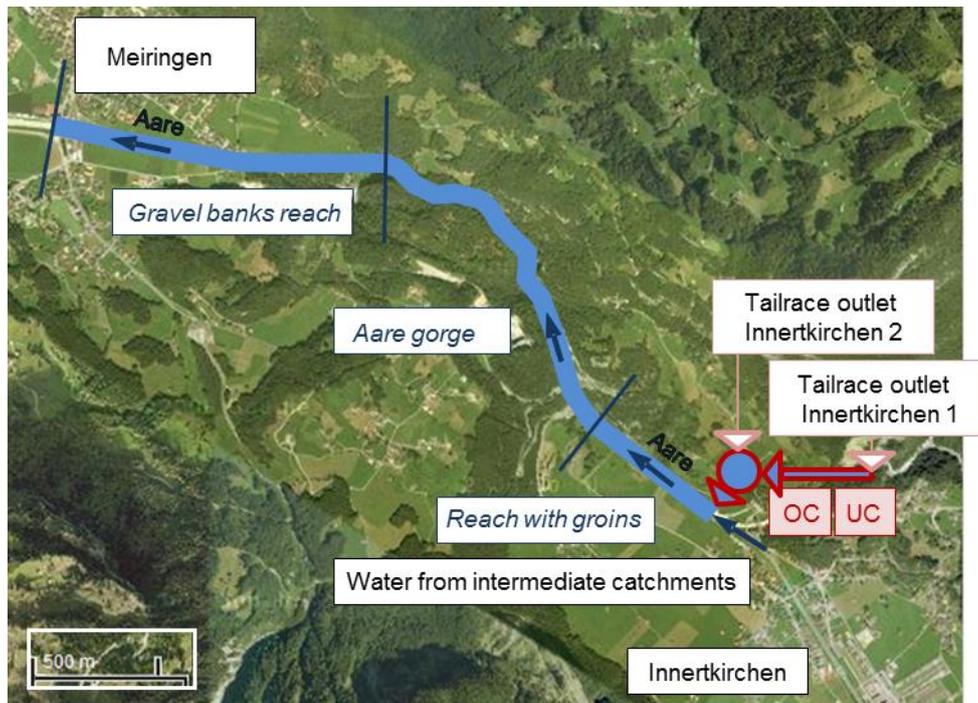


Figure 3: Tronçon de la rivière Hasliaare entre Innertkirchen et Meiringen, à l'aval du bassin de démodulation composé par un compartiment en souterrain (UC) et un bassin à ciel ouvert (OC), qui reçoit les eaux turbinés dans les centrales d'Innertkirchen 1 et 2.

Figure 3: Hasliaare River reach between Innertkirchen and Meiringen immediately downstream of the compensation basin, which includes an underground compartment (UC) and an open-air compartment (OC), collecting the outflows from the Innertkirchen 1 and 2 powerplants.

Les résultats préliminaires montrent que dans la plupart des scénarios d'exploitation envisagés les débits restitués au cours d'eau respectent les critères de mitigation des effets négatifs des éclusées pendant plus de 95% du temps, dans la période entre novembre et fin février, une partie de l'assainissement étant réalisée directement dans le cours d'eau dans le tronçon entre le bassin de compensation et Meiringen.

*Preliminary results show satisfactory discharge outflow rates being released to the river system for most of the envisaged operation scenarios, respecting hydropeaking mitigation criteria over 95% of the time from November to February, part of the surge damping being done directly on the river until Meiringen.*

Ces deux étapes constituent le préambule d'une étude plus étendue qui attend financement par la CTI et qui a comme objectif le développement d'un outil d'optimisation de la gestion d'un bassin de démodulation tenant compte le fonctionnement flexible d'une à deux centrales et de plusieurs compartiments en surface libre, séparés par des vannes.

*These two activities are the inception steps of a larger study that awaits funding by CTI and that aims at developing an optimization tool for the operation management of compensation basins with multiple free-surface gate-controlled volume partitions, being fed by up to two powerplants under flexible operation.*

Etude confiée par : KWO – Kraftwerke Oberhasli AG

Study entrusted by : KWO – Kraftwerke Oberhasli AG

Ingénieurs de projet: Martin Bieri, Philippe Meier (EAWAG), Pedro Manso.

Project engineers: Martin Bieri, Philippe Meier (EAWAG), Pedro Manso.

### 1.2.9 Etude de venting de courant de turbidité dans la retenue de Rudbar Lorestan / Study on turbidity currents venting at Rudbar Lorestan dam

Le barrage et la centrale hydroélectrique de Rudbar Lorestan sont partie d'une série de projets de développement hydroélectrique dans le bassin versant de Dez au Sud-Ouest Iran. Le site du projet est situé dans une région montagneuse à environ 100 km au sud de la ville d'Aligoudarz dans la province du Lorestan. La rivière Rudbar Lorestan est l'une des rivières principales du Dez de l'Est (ou Bakhtiari).

*The Rudbar Lorestan HPP project is part of a series of hydropower development projects in Dez River catchment area (Iran). The project site is located in a mountainous region about 100 km South of Aligoudarz County in Lorestan province. The Rudbar Lorestan River is one of the main branches of east Dez (or Bakhtiari) River.*



Figure 1: Le barrage de Rubdar Lorestan en construction (<http://en.iwpc.ir/Rudbar>)

*Figure 1: Rubdar Lorestan dam in construction (<http://en.iwpc.ir/Rudbar>)*

Comme dans beaucoup d'autres réservoirs à travers du monde, la retenue de Rudbar Lorestan est exposé à la sédimentation. La sédimentation conduit à la réduction de la capacité de stockage de la retenue et donc sa durée de vie. D'autre part, il provoque l'obstruction des vidanges de fond et par conséquence influence leur efficacité. Une mesure récemment affirmé contre la sédimentation des retenues est l'évacuation des sédiments transportés par les courants de turbidité. L'eau chargé en sédiments voyage le long de la retenue et atteint éventuellement le barrage provoquant un dépôt supplémentaire devant ce dernier. Le venting des courants de turbidité peut éviter ce phénomène. Il s'agit d'ouvrir les vidanges de fond au bon moment afin de maximiser l'évacuation de sédiments tout en minimisant la perte de l'eau, et laisser passer le courant de turbidité à travers les vidanges pour éviter la création des dépôts de sédiments.

*Like in many other reservoirs worldwide, reservoir sedimentation is a concern in Rudbar Lorestan dam reservoir. Sedimentation leads to the reduction of a reservoir's storage capacity and consequently its lifetime. On the other hand, it causes clogging in front of intakes and bottom outlets which influences their serviceability and efficiency. One recently affirmed measure against reservoir sedimentation is venting sediments carried by turbidity currents. These water flows rich of sediments travel along the reservoir and eventually reach the dam causing further deposition. Venting measure consists in opening the bottom outlets at the correct moment to maximize the sediment release while minimizing the water loss, letting the current pass and evacuating the sediment yield avoiding its deposition.*

Cette étude vise à évaluer l'efficacité de l'application de cette mesure contre la

*The object of the present study is to evaluate the efficiency of the application of this measure*

sédimentation de la retenue dans le cas du barrage de Rudbar Lorestan et plus précisément de définir le moment optimal pour l'ouverture des vidanges de fond.

Les simulations numériques 3D sont effectués afin de simuler les courants de turbidité et l'opération de venting pour trois différents scénarios de crue. Il s'agit des événements de crues avec des périodes de retour de 2, 5 et 20 ans. Les simulations sont faites à l'aide du logiciel numérique ANSYS (v15.0). La géométrie de la retenue et le barrage ainsi que la vidange de fond sont introduits dans le modèle.

Après avoir exécuté les simulations, les caractéristiques des courants de turbidité sont définies par rapport au débit, des profils de vitesse et de la distribution verticale de la concentration de sédiments.

L'évolution du débit solide est analysée en fonction du temps afin de définir l'arrivée du courant de turbidité au barrage. L'efficacité de venting est examinée pour différents scénarios d'ouverture complète ou partielle des vidanges de fond et avec différents temps de réaction. Cela permet de comparer les résultats pour différent scénarios et donner des consignes d'opération pour évacuer le sédiment apporté avec les courant de turbidité tout en minimisant la perte de l'eau.

*against reservoir sedimentation in the Rudbar Lorestan reservoir and specifically to define the optimal timing for the outlet opening.*

*3D numerical simulations are carried out to simulate turbidity currents and the venting operation in three different flood scenarios. Events having 2, 5, and 20 years return period are considered. Simulations are run using ANSYS (v15.0) software. The geometry of the reservoir, the dam as well as Bottom outlet are introduced into the model.*

*Once the simulations are run, the characteristics of turbidity currents are defined with respect to discharge, velocity and sediment concentration plotting velocity profiles and sediment concentration distribution along the vertical.*

*In order to find the arrival of turbidity current to the dam, the solid discharge evolution is analysed as a function of time. Several simulations are run opening the outlet at different reaction time. The outflow discharge of the main outlet is also set to simulate complete or partial opening. In this way it is possible to compare the venting efficiency in different scenario and determine the opening time allowing minimum water losses and maximum sediment yield release.*

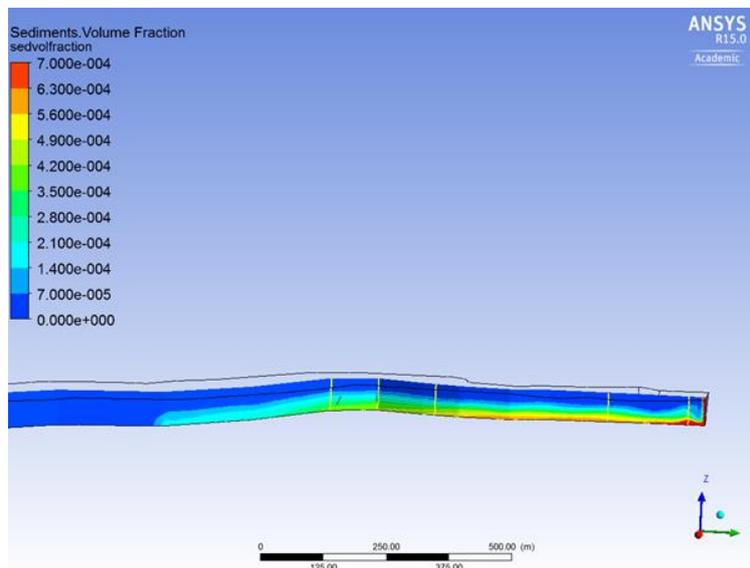


Figure 2: avancement du courant de turbidité le long du thalweg

*Figure 2: sediment volume fraction concentration along the Thalweg surface*

Client: Pöyry Iran

*Client: Pöyry Iran*

Project engineers: Sara Venuleo, Sabine Chamoun, Azin Amini, Giovanni De Cesare

*Project engineers: Sara Venuleo, Sabine Chamoun, Azin Amini, Giovanni De Cesare*

## 2 Enseignement / Teaching

### 2.1 Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2014/2015) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2014/2015)

#### 2.1.1 Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering

**Schleiss Anton, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, professeur ordinaire / Ph.D., Civil Engineer, Full Professor**

---

Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i> 89 étudiants/ <i>students</i>	42 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre avec Dr. M. Pfister
Barrages et ouvrages hydrauliques annexes <i>Dams and appurtenant hydraulic structures</i> 47 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> semestres
Hydraulique fluviale et aménagements des cours d'eau <i>Fluvial hydraulics and river training works</i> 38 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> semestres avec Dr K. Blanckaert
Organisation, économie et droit de la construction I <i>Organisation, économie, construction law I</i> 46 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Master 1 <sup>er</sup> semestre avec Prof. J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargés de cours
Organisation, économie et droit de la construction II <i>Organisation, économie, construction law II</i> 13 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre Prof. J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargés de cours
Ouvrages et aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 145 étudiants / <i>students</i> (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 <sup>ème</sup> semestre avec Dr G. De Cesare et Dr M. Pfister
UE : Environnement et GC <i>UE : Environment and GC</i> 24 étudiants/ <i>students</i>	42 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> semestres avec Prof. E. Gnansounou, Prof. E. Brühwiler et Prof. A.-G. Dumont

**Pfister Michael, Dr ès sciences, ingénieur civil / Ph.D., Civil Engineer**

---

Ouvrages et aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 145 étudiants / <i>students</i> (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 <sup>ème</sup> semestre avec Prof. A.Schleiss et Dr G. De Cesare
Systèmes hydrauliques urbains <i>Urban hydraulic systems</i> 26 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i> 89 étudiants/ <i>students</i>	42 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre avec Prof. A.Schleiss

---

**De Cesare Giovanni, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil / Ph.D., Civil Engineer**

---

Ouvrages et aménagements hydrauliques I  
*Hydraulic structures and schemes I*  
145 étudiants / *students* (GC/SIE) 70 heures, Bachelor 6<sup>ème</sup> semestre  
avec Prof. A. Schleiss et Dr M. Pfister

Réseaux hydrauliques et énergétiques  
*Hydraulic and energy networks*  
29 étudiants / *students* 42 heures, Master 2<sup>ème</sup> semestre  
avec Prof. M.Paolone

---

**Blanckaert Koen, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil / Ph.D., Civil Engineer**

---

Hydraulique fluviale et aménagements  
des cours d'eau  
*Fluvial hydraulics and river training works*  
38 étudiants / *students* 42 heures, Master 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> semestres  
avec Prof. A. Schleiss

### 2.1.2 Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / *Graduate courses in sciences and environmental engineering*

---

**Schleiss Anton, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, professeur ordinaire / Ph.D., Civil Engineer, Full Professor**

---

Eco-morphologie fluviale  
*Fluvial eco-morphology*  
45 étudiants / *students* 28 heures, Master 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> semestres

---

**Schaepli Bettina, Dr ès sciences, ingénieur environnement / Ph.D., Environmental Engineer**

---

L'entre-deux des villes et l'urbanité  
*City intervals : the urban challenge*  
23 étudiants / *students* 48 heures, Bachelor 6<sup>ème</sup> semestres

Le Piéton, vecteur d'urbanité  
*The pedestrian, avenue of urbanity*  
26 étudiants / *students* 41 heures, Bachelor 4<sup>ème</sup> semestres

### 2.1.3 Ecole doctorale EDCE / *Doctoral school in Civil Engineering*

---

**Schleiss Anton, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, professeur ordinaire / Ph.D., Civil Engineer, Full Professor**

---

*Hydropower and Dams – Benefits and concerns* 28 heures  
6 étudiants / *students*

---

**Adduce Caludia, Dr ès sciences techniques, professeur invité / Ph.D., Invited Professor**

---

*Introduction to Geophysical Fluid Dynamics* 14 heures  
6 étudiants / *students*

## 2.2 Cours hors EPFL / Courses outside EPFL

**Schleiss Anton, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, professeur ordinaire / Ph.D., Civil Engineer, Full Professor**

---

NRP70 / SCCER-SoE PhD School, Grimsel, 13-16 octobre 2015  
Reservoir sedimentation and sustainable development of hydropower (1 heure)  
20 étudiants / students

NEXUS Water Food Energy Summer School, TUM, Munich, 27 août 2015  
Treatment of complex problems by a global and integrated approach by the help of network thinking  
30 étudiants / students

**De Cesare Giovanni, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil / Ph.D., Civil Engineer**

---

Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD), Yverdon-les-Bains, Suisse  
*University of Applied Sciences of the Canton Vaud (HEIG-VD), Yverdon-les-Bains, Switzerland*

Hydraulique I et II / *Hydraulics I and II* 84 heures  
Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 2<sup>ème</sup> année  
14 étudiants / students

Aménagements hydrauliques / *Hydraulic schemes* 85 heures  
Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 3/4<sup>èmes</sup> années  
19 étudiants / students

Réseaux hydrauliques / *Hydraulic networks* 36 heures  
Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 3/4<sup>èmes</sup> années  
18 étudiants / students

**Manso Pedro, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil / Ph.D., Civil Engineer**

---

NRP70 / SCCER-SoE PhD School, Grimsel, 13-16 octobre 2015

Adaptation of Swiss Hydropower Infrastructure 1 heure  
40 étudiants / students

Dam and reservoir level heightening 1 heure  
20 étudiants / students

## 2.3 Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2014-2015, de printemps 2015 / Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2014-2015 spring semester 2015

Projet de construction / *Construction project*

---

**Etude de faisabilité d'un aménagement hydroélectrique dans l'est Angolais**

Etudiant : Bertrand Tom-Alexandre – 8<sup>ème</sup> semestre

**Projet de barrage – Barrage de Trift en Suisse**

Etudiants : Albertini Gabriele, Bertola Numa, Darcourt Antonin, Joulia Mattia, Calixte Emeline – 8<sup>ème</sup> semestre

**Projet de barrage, avec ses ouvrages annexes Karun IV en Iran**

Etudiants : Frutiger Christoph, Aranguren Rojas – 9<sup>ème</sup> semestre

**Dimensionnement des amarrages d'un pont flottant**

Etudiant : Rieder Amélie – 9<sup>ème</sup> semestre

**Avant projet d'une petite centrale hydroélectrique au Cameroun**

Etudiants : Berchtold Marc-André, Clarà Saracho Alexandra – 7<sup>ème</sup> semestre

**Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse – Val d'illiez**

Etudiant : Etique Nicolas – 7<sup>ème</sup> semestre

Laboratoire GC / GC Laboratories

---

**Participation à des essais en cours au laboratoire**

Etudiants : Aranguren Rojas Jesus, Potterat Gilles, Dubuis Romain – 8<sup>ème</sup> semestre

**Mesures in situ – Participation aux essais en cours**

Etudiant : George-Molland Philippe – 7<sup>ème</sup> semestre

Projet de systèmes civils / *Civil system project*

---

**Simulation hydraulique sur les bassins de Valperca**

Etudiant : Darcourt Antonin – 7<sup>ème</sup> semestre

**Analyse d'extension et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes en Suisse (Illsee-Turtmann)**

Etudiant : Belometti Cleo – 7<sup>ème</sup> semestre

**Analyse d'extension et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes en Suisse (Illsee-Turtmann)**

Etudiant : Wiseman Camilla – 9<sup>ème</sup> semestre

**Partage du risque hydrologique dans le domaine hydroélectrique**

Etudiant : Zaradicka Matous – 8<sup>ème</sup> semestre

**Analyse d'extension et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes en Suisse (aménagement d'OFIMA)**

Etudiant : Dubuis Romain – 8<sup>ème</sup> semestre

Projet GC / *Civil Engineering project*

---

**Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse**

Etudiants : Casset Simon Victor, Cuchene Damien, Lafond-Rive Renaud, Mauron Antoine, Pereira Joshua, Vorlet Samuel, Bichsel Jérôme, Giovanni Marco – 6<sup>ème</sup> semestre

**Fontaine artistique pour l'EPFL sur l'esplanade**

Etudiants : Leroquais Anne, Martin-De Ladreit De La Condamine Melchior – 6<sup>ème</sup> semestre

**Design of appurtunant hydraulic structures of Karun IV Dam in Iran – ouvrages annexes**

Etudiant : Aranguren Rojas Jesus – 6<sup>ème</sup> semestre

Projet interdisciplinaire / *Interdisciplinary project*

---

**Libéralisation du marché d'électricité en Suisse**

Etudiants : Chammas Karl, Wakin Boris – 8<sup>ème</sup> semestre

**Le rôle de l'eau dans le conflit Israélo-Palestinien**

Etudiant : Darcourt Antonin – 7<sup>ème</sup> semestre

**Le risque de guerre de l'eau au Proche-Orient**

Etudiant : Zaradicka Matous, Granier Clément – 8<sup>ème</sup> semestre

**Le risque de guerre de l'eau au Proche-Orient**

Etudiants : Siwar Mohammed – 9<sup>ème</sup> semestre

## **2.4 Projets et laboratoires en section SIE – semestres d'hiver 2014-2015 / Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2014-2015**

Projet SIE / *Environmental science and engineering project*

---

### **Le turbinage des eaux usées en Suisse**

Etudiante : Bousquet Cécile – 10<sup>ème</sup> semestre

### **Change of Floodplain dynamics under hydropower impact – residual flow and hydropeaking – case study Sarine River, Switzerland**

Etudiant : Bourqui Pierre – 10<sup>ème</sup> semestre

Design Projet / *Design project*

---

### **Amélioration des prévisions hydrologiques pour la protection hydroélectrique**

Etudiants : Loetscher Clause, Razurel Jean-Baptiste – 8<sup>ème</sup> semestre

## **2.5 Travaux de Master 2014-2015 (Automne) et 2015 (Printemps) / Master thesis project 2014-2015 (Autumn) and 2015 (Spring)**

### **Study on numerical modeling of impulsion and dam break waves**

Diplômant GC : Sarrasin Olivier

### **Réaménagement Etzelwerk (CFF) – concepts d'aménagement innovateurs du point de vue énergie et protection contre les crues**

Diplômant GC : Kayser Guillaume

### **La stabilité structurale des barrages poids en cas de crue : effet de la submersion**

Diplômant GC : Favre Etienne

### **Haraz Hydropower and Dam Project**

Diplômant GC : Vandeveld Konrad

### **Combined abutment and contraction scour at bridges**

Diplômant GC : Grosdidier-Boyder Guillaume

### **Barrage de Trift en Suisse**

Diplômant GC : Frutiger Christof

### **Local scour formation downstream of PK weirs**

Diplômant GC : Jüstrich Stefan

### **Design of a filter dam in Martigny**

Diplômant GC : Goumas Serge

### **Envasement du lac de Champex: Analyse des causes et développement des contre-mesures**

Diplômante SIE : Jourda Agnès

### **Evaluation du potentiel hydroélectrique des eaux usées en Suisse**

Diplômante SIE : Bousquet Cécile

### **Experimental study upon erosion and transportation process of artificial deposition downstream a dam using replenishment of sediment technique**

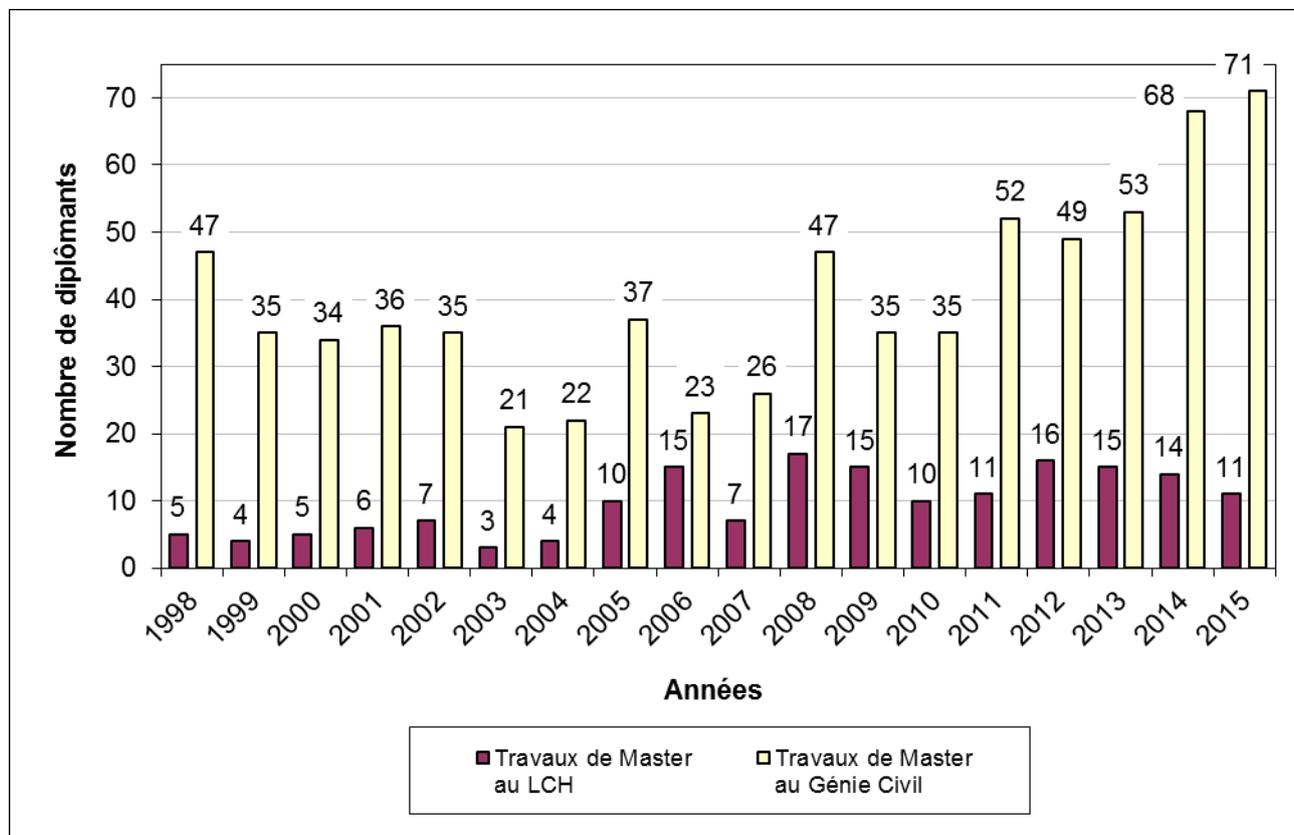
Visiting student ETH Zurich : Lena Bösch

## Influence des multiples volumes du réapprovisionnement en sédiments à l'aval d'un barrage

Erasmus student : Masazza Giovanni

## Etude de faisabilité d'un aménagement hydroélectrique dans l'est Angolais

Erasmus student : Coelho João Santos



Nombre total des travaux de Master à la section de génie civil et nombre total des travaux réalisés au LCH (étudiant(e) science de l'environnement inclus et ERASMUS exclus)

## 2.6 Excursions d'étudiants / *Student field trips*

### 2.6.1 Visite de l'usine de potabilisation, Service des eaux, Lausanne, 13.04.2015

Dans le cadre du cours Réseaux hydrauliques et énergétiques, Giovanni De Cesare a organisé une visite de l'Usine d'eau potable de Lutry. 25 étudiants Master ont pu suivre les explications sur le processus d'alimentation en eau potable de Lausanne. Après une brève présentation sur le fonctionnement de l'usine, les étudiants ont eu la possibilité de visiter la salle de commande et interagir avec les personnes en charge du bon fonctionnement du réseau. La visite est terminée avec un tour dans l'usine qui a permis de voir en réalité les machines responsables de la pureté de l'eau du robinet.



Les étudiants pendant la visite

### 2.6.2 Visite du chantier et de la centrale hydroélectrique à Hagneck, 04.05.2015

Le lundi 4 mai 2015, un groupe de collaborateur du LCH s'est rendu avec des étudiants au barrage de Hagneck afin de visiter le chantier de construction du nouveau barrage. Ce jour-là, les évacuateurs de crue étaient opérationnels, ce qui rendait la visite particulièrement spectaculaire. En plus le groupe de visiteurs a eu la chance qu'une des deux turbines du type Francis étaient accessibles. Un autre highlight de la visite était l'échelle à poissons, qui est sans précédent en Suisse. La visite s'est close avec un magnifique apéro.



Des impressions de la visite de Hagneck

### 2.6.3 Barrage de Chancy-Pougny, sortie du 2 novembre 2015

Le 2 Novembre 2015, une sortie a été organisée avec les étudiants du cours « Ouvrages hydrauliques et aménagements hydroélectriques ». Prof. Schleiss et l'assistante Jessica Zordan ont accompagné un groupe d'étudiants pour la visite du barrage de Chancy-Pougny où des guides nous ont accueillis. Ils ont assuré une visite intéressante, nous expliquant que des travaux de mise en conformité aux normes sismiques sont en cours (Photo 1). On a ainsi pu admirer le passe à poissons (Photo 2) et la salle des machines (Photo 3), où les étudiants ont pu discuter avec les guides autour d'un bon jus de pomme. Ils garderont un bon souvenir de cette visite intéressante et enrichissante. Un grand merci à la Direction du barrage qui nous a accueillis et au Prof. Schleiss pour avoir organisé cette visite!



Photo 1 : Travaux de mise en conformité aux normes sismiques

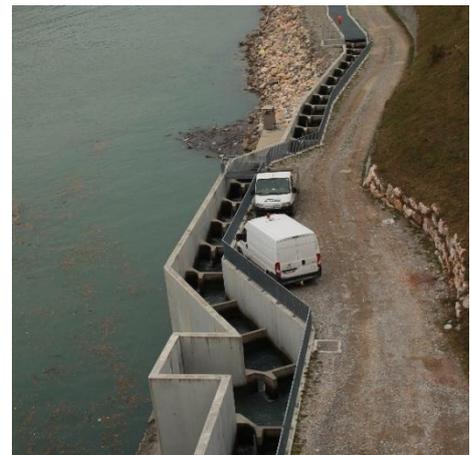


Photo 2 : Passe à poissons



Photo 3 : Le groupe dans la salle des machines

#### 2.6.4 Barrage de Rossens et de Schiffenen, sortie du 1 Décembre 2015

Le 1 Décembre 2015, une sortie a été organisée avec les étudiants du cours « Barrage ». Prof. Schleiss et les assistants Davide Wüthrich et Severin Stähly ont accompagné un groupe d'étudiants pour la visite du barrage de Rossens et Schiffenen où des guides de Groupe E nous ont accueillis. Ils ont assuré une visite diversifiée, sur le barrage, dans le barrage et autour des aménagements. Surtout pour l'occasion, l'ouverture des vannes à Rossens était appréciée par les étudiants. Un bon apéro à la fin de la visite a animé des discussions avec les collaborateurs de « Groupe E ».



Le barrage de Rossens



L'ouverture des vannes au Barrage de Rossens

## 2.7 Livres / Books

Anton J. Schleiss et Henri Pougatsch

**Barrages - Du projet à la mise en service**, Traité de Génie Civil, Volume 17, PPUR, 720 pages, ISBN 978-2-88074-831-9, disponible aux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes ([www.ppur.com](http://www.ppur.com))

Willi H. Hager et Anton J. Schleiss

**Constructions hydrauliques – Ecoulements stationnaires**, Traité de Génie Civil, Volume 15, PPUR, 614 pages, ISBN 978-2-88074-746-6, disponible aux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes ([www.ppur.com](http://www.ppur.com))

W. Haeberli, M. Bütler, C. Huggel, H. Müller et A. Schleiss

**NELAK (2013) : Neue Seen als Folge des Gletscherschwundes im Hochgebirge – Chancen und Risiken. Formation de nouveaux lacs suite au recul des glaciers en haute montagne – chances et risques**, Forschungsbericht NFP 61, Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 300 pages, ISBN 978-3-7281-3534-6, disponible à vdf Hochschulverlag AG ([www.vdf.ethz.ch](http://www.vdf.ethz.ch))

S. Erpicum – F. Laugier – M. Pfister - M. Piroton – G. M. Cicéro – A. J. Schleiss

**Labyrinth and Piano Key Weirs II – PKW 2013**, CRC Press, Boca Raton. ISBN 978-1-138-00085-8 (Hardback)

M. Pfister

**Hydraulique des canalisations**, Séminaire VSA/EPFL, EPFL, Lausanne, 2013

A. J. Schleiss, G. De Cesare, M. J. Franca and M. Pfister

**Proceedings of River Flow 2014**. CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, Leiden, The Netherlands, 978-1-138-02674-2, 2014.

A. J. Schleiss, G. De Cesare, M. J. Franca and M. Pfister

**Reservoir Sedimentation**. CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, Leiden, The Netherlands, 978-1-315-73691-4, 2014.

A. J. Schleiss, J. Speerli, R. Pfammatter

**Swiss Competences in River Engineering and Restoration**. CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, Leiden, The Netherlands, 978-1-498-70443-4, 2014.

## 2.8 Polycopiés / Student course books

Schleiss Anton

**Aménagements hydrauliques**, 484 pages, janvier 2015  
disponible à la Librairie la Fontaine, vente des cours: [poly@llf.ch](mailto:poly@llf.ch), <http://www.livres.ch/>

**Aménagements de cours d'eau**, 130 pages, septembre 2012  
disponible à la Librairie la Fontaine, vente des cours: [poly@llf.ch](mailto:poly@llf.ch), <http://www.livres.ch/>

Mouvet Laurent, Schleiss Anton et Zufferey Jean-Baptiste

**Organisation, économie et droit de la construction**, 103 pages, septembre 2013, disponible à la Librairie la Fontaine, vente des cours: [poly@llf.ch](mailto:poly@llf.ch), <http://www.livres.ch/>

### 3 Manifestations scientifiques / *Scientific events*

#### 3.1 Participation à des manifestations scientifiques hors EPFL

##### 3.1.1 SediTrans Winter school à l'Université de Chypre, Nicosia, Chypre, 11-13 février 2015

Du 11 au 13 Février 2015 Mário J. Franca et Jessica Zordan ont participé, dans le cadre du projet européen SEDITRANS, à une Winter School sur "Numerical Simulation of Turbulent Flows and Sediment Transport". Ils ont été accueillis par les partenaires du projet de l'Université de Chypre (Photo 1) qui est située dans la capitale Nicosia. Pendant les deux premières journées, les professeurs ont donné des leçons sur des méthodes de simulations numériques et sur la théorie de la turbulence appliquée au transport de sédiments. Le troisième jour, les jeunes chercheurs ont pu présenter leurs avancements aux collègues et des échanges intéressants ont fait de ce meeting une occasion pour consolider la collaboration entre les partenaires (Photo 2). Les soirs, la compagnie et les abondants diners (typique les «mezés - μεζές» cyprite) ont complété le cadre et ont laissé aux participantes un très bon souvenir de Chypre.



Photo 1 : Le campus de l'Université de Chypre



Photo 2 : La salle des cours et séances

### 3.1.2 Auentagung à Aarau, le 12 et le 13 Mars 2015

Pour fêter les 20 ans du « Auenpark Aargau » (voir Figure), le canton d'Argovie organisa une conférence sur le développement des zones alluviales. Lors de cette occasion, des ingénieurs hydrauliciens ainsi que des biologistes se réunirent à Aarau pour partager les expériences des projets de revitalisations des zones alluviales.

Le parc naturel des zones alluviales en Argovie a été établi dans les années 90 dans le but qu'il couvre 1 % de la surface du canton. Lors de l'implémentation des premières mesures, une augmentation du nombre des espèces a été observée, non seulement dans les zones alluviales, mais aussi plus généralement sur l'ensemble du canton. Cet effet est dû au fait que de nombreuses espèces, qui ne sont pas issues naturellement de ces zones alluviales, profitent quand même des espaces revitalisés afin de se détendre et de se reproduire.

Le parc naturel du Danube en aval de Vienne a également été présenté. En particulier, la gestion des sédiments dans le Danube est d'intérêt pour les ingénieurs : Le manque permanent de sédiments est contrecarré par des injections artificielles. Des élargissements et l'élimination de berges renforcés ont causé des dépôts locaux qui sont avantageux pour l'environnement mais problématique pour la navigation nautique.

Le LCH a été représenté par Sebastian Schwindt qui expliqua les thèses de « Rivermanagement » en cours au laboratoire sur un poster : la gestion des sédiments fins dans des zones revitalisées par Reyhaneh S. Ghazanfari, l'optimisation des injections de sédiments par Elena Battisacco et l'optimisation des barrages filtrants par Sebastian Schwindt. Le public germanophone était ravi de voir ces projets exemplaires pour la coopération entre les domaines d'ingénierie et la biologie. Pourtant, cette conférence a souligné l'importance de la communication entre ces professions différentes et le public.



Echelle à poissons dans le « Auenpark Aargau »

### 3.1.3 European Geoscience Union (EGU) – General Assembly à Vienne, du 13 au 17 Avril 2015

Plus de 12'000 scientifiques et professionnels du monde entier se sont rassemblés à Vienne afin de présenter leurs recherches, ainsi que dans le but d'échanger leurs idées. Elena Battisacco (voir Photo 1), Mário J. Franca et Sebastian Schwindt ont montré leur recherche au LCH par des

posters et une présentation orale. Mário Franca a servi comme modérateur de la session de présentations orales Granular Mechanics in the Geomorphological Context.

Leurs illustrations étaient accompagnées par 8'487 autres posters et 4'869 autres présentations ainsi que 705 présentations PICO (combinaison d'un poster avec une petite présentation sur un écran). Les présentations couvraient un grand nombre de domaines entre la physique du système planétaire, la tectonique terrestre et, le plus important évidemment, l'hydrologie. Les présentations de recherche ont été suppléées par des séances adressées aux jeunes scientifiques pour améliorer leur travail p.ex. en leur illustrant la bonne manière d'écrire un article ou comment faire des cours intéressants et passionnants. A côté du programme principal, des scientifiques honorés résumaient leurs résultats sous forme de présentations spéciales, parfois d'une manière amusante, pendant les pauses de midi et pendant les soirées



Photo 1 : Elena Battisacco expliquant son poster

La curiosité des visiteurs du LCH les a menés pendant la première journée de la conférence au « Nationalpark Donau-Auen GmbH », où un collaborateur d'entreprise (Stefan Schneeweis) les faisait visiter les rives revitalisées du Danube (voir Photo 2) en aval de Vienne. Le guide a expliqué les actions sur une section où le lit a été approfondi par l'écoulement d'eau au cours des dernières décennies. En conséquence, la nappe phréatique a baissé et les plaines inondables adjacentes ont été inondées moins fréquemment, conduisant à une dessiccation graduelle et à une réduction du system dynamique. Pour résoudre le problème, un premier projet a visé à un réapprovisionnement en sédiments du lit ce qui permettait de diminuer l'érosion en ajoutant des matériaux pas transportable par l'écoulement.



Photo 2 : Visite au Danube, près de Orth an der Donau

### 3.1.4 EWRI – ASCE World Environmental & Water Resources Congress, Austin, Texas, May 17-21, 2015.

Mr. Schleiss was invited to this conference to participate at the Award Ceremony where he received the Hydraulic Structures Medal of EWRI-ASCE for outstanding contributions to advance the art and science of hydraulic structures engineering.

(see <http://blogs.asce.org/hydraulic-structures-medal-awarded-to-schleiss>)



Prof. Schleiss receiving the prize



The Hydraulic Structures Medal of EWRI-ASCE

### 3.1.5 First International Workshop on Sediment By-pass Tunnels, VAW-ETH Zurich, 27-29.04.2015

Le LCH a été représenté à cet événement par Giovanni De Cesare et Pedro Manso (du SCCER-SoE). La conférence a inclus 1.5 jours intenses de présentations diverses sur la gestion de sédiments dans les retenues de barrages, y compris une revue de cas historiques et de projet récents en Asie, Europe et Amérique du Sud, ainsi que de la recherche récente et en cours.

Après les présentations, les participants ont enchaîné sur la visite de trois tunnels de by-pass de sédiments (SBT dans l'acronyme en anglais) en Suisse, soit Solis (GR), Palagneda (TI) et Pfaffensprung (UR). Au total les trois jours ont permis de faire le point sur la pratique opérationnel des installations existantes, ainsi que d'identifier certains points méritant plus de recherche et de développement. Plusieurs exemples ont montré qu'une réalisation ex-post d'un SBT est

considérablement plus cher qu'une intégration ex-ante ; de même, que chaque aménagement requiert des solutions sur mesure que dans certains cas existants ont pris plusieurs décennies à développer. La recherche devrait se poursuivre sur des aspects liés au fonctionnement hydraulique des SBT, à la résistance à l'abrasion notamment sur le radier, au modus operandi en tenant compte des différentes cas de charge d'exploitation (purge, crues, production, simultanéité avec d'autres ouvrages hydrauliques, etc.), à la morpho-dynamique et écologie à l'aval du barrage, ainsi qu'à l'analyse économique des SBTs durant la vie utile des aménagements (life-cycle costs). Le symposium s'est déroulé dans une excellente ambiance, permettant des échanges fructueux. Un deuxième workshop sur ce même sujet est prévu dans les prochaines années, probablement en Asie Orientale.



Photo de groupe devant l'aménagement de Pfaffensprung, dans le Canton d'Uri

### **3.1.6 XX National Conference of Fishing Users of Lakes, rivers and reservoirs "Development of inland fisheries representatives cooperation as a way of implementation of principles of sustainable use of fisheries resources", Grudziądz, Pologne, 13-15 mai 2015**

*En polonais „XX Krajowa Konferencja Rybackich Użytkowników Jezior, Rzek i Zbiorników Zaporowych „Rozwój współpracy przedstawicieli sektora rybactwa śródlądowego jako sposób wdrażania zasad zrównoważonego korzystania z zasobów rybackich”*

Sur invitation, Giovanni De Cesare a participé à la XX conférence nationale polonaise des utilisateurs des ressources en poissons des lacs, rivières et réservoirs.

Il a présenté l'article sur l'accident du Spöl en mars 2013, ses conséquences sur l'écologie du cours d'eau aval et sa récupération ainsi que les mesures prises pour réduire le risque d'un événement similaire à l'avenir.

### 3.1.7 World Tunnel Congress (ITAWTC 2015), May 22-28, 2015, Dubrovnik, Croatia

Fin Mai 2015, Alexandre Pachoud s'est rendu au World Tunnel Congress à Dubrovnik en Croatie, afin de présenter son travail sur l'influence de l'anisotropie de la roche sur les contraintes dans le blindage des puits et tunnels en charge.



Balade aux alentours de l'hôtel



Le centre historique de Dubrovnik



Visite technique



La terrasse du centre de conférence avec vue sur l'Adriatique

### 3.1.8 SEDITRANS Mid-Term Review Meeting à l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve, Belgium, 4 Juin 2015

Le 4 juin 2015 a eu lieu le meeting pour l'évaluation intermédiaire du projet de recherche européen SediTrans. Prof. Dr. A. J. Schleiss et Mário J. Franca, chefs du projet SEDITRANS au LCH, ainsi que les chercheurs Carmelo Juez et Jessica Zordan, ont rencontré les partenaires du projet et les reviseurs de la Commission Européenne à Bruxelles. Les coordinateurs ont présenté leurs Universités et les chercheurs leurs sujets de recherche ainsi que les collaborations prévues entre les partenaires du groupe. L'évaluation finale était positive et encourageante pour le futur de ce groupe qui a les bases pour un brillant résultat dans le monde de la recherche à l'insigne de la collaboration entre universités et entreprises.



Carmelo Juez en train de présenter



Rapporteurs de la Commission Européenne

Le team réuni avec les deux rapporteurs de la Commission Européenne

### 3.1.9 Professeur Anton Schleiss élu président du CIGB, 13-20 Juin, Stavanger, Norvège



Après trois ans en tant que vice-président de l'organisation pour l'Europe, le Prof. Schleiss a été élu à la présidence de la Commission internationale des grands barrages (CIGB). La CIGB aspire à être l'organisation professionnelle mondiale de référence pour l'établissement des normes et des lignes directrices dans le domaine des barrages, pour des systèmes de constructions et d'exploitations basés sur des principes de sécurité, efficacité, économie et durabilité, écologiquement

et socialement équitables. L'élection a eu lieu à Stavanger, en Norvège, au cours de la 83<sup>ème</sup> réunion annuelle de l'organisation, suivie de son 25<sup>ème</sup> Congrès.



### 3.1.10 Field course in Fluvial-Geomorphic & Ecological Tools, 14-20 June, 2015

From the 14<sup>th</sup> until the 20<sup>th</sup> of June 2015 Severin Stähly joined a field course in Southern France. The course were led by Matt Kondolf (University of Berkely), Hervé Piégay (CNRS, Lyon) and Peter Downs (Plymouth University) and a series of guest lecturers brought in their knowledge as well. The main focus was put towards river restoration and river geomorphology and contained both, lectures (Photo 1) and field visits work (Photo 2).

The institute is located at a small hamlet close to Malaucène at the foot of mont Ventoux (Photo 3) in a renovated 18<sup>th</sup> century farmhouse in a calm and picture book like environment (Photo 4). Due to the small number of participants (less than 20 students), the exchange of ideas and knowledge was omnipresent and friendships were created. Provençal dinners and local wine made the hard days end in a comfortable ambience.



Photo 1: Class with Pete Downs



Photo 2: Field visit



Photo 3 : Hamlet where the institute is located



Photo 4 : Coffee break during the morning classes

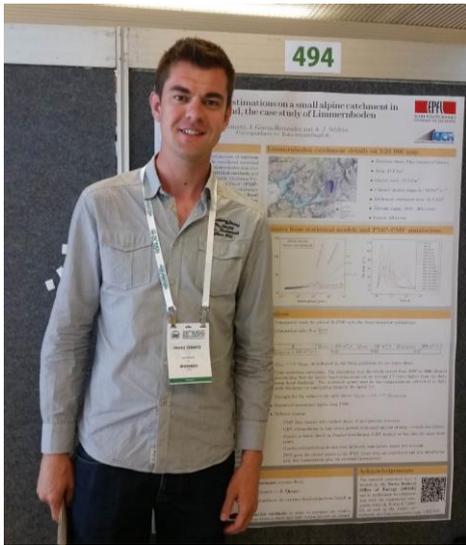
### 3.1.11 Symposium of the Working group on Alpine Hydropower (AGAW) in Innsbruck, 25.6. – 26.6.2015

The this year's AGAW symposium topic was *hydropower in competition* and had a strong focus on economic constraints on hydropower production in times of the European energy turn-around. F. Zöchbauer from the Austrian VERBUND AG presented the interesting final results of an extensive study of the macroeconomic role of hydropower in Europe. This role is higher than what the relatively low electricity production share (18% of European electricity production) might suggest.

All talks about the future of Alpine hydropower strongly emphasized the high theoretical potential of an increase of pump-storage to help smoothing out electricity production peaks from wind and solar power. Two topics were interestingly almost absent: the importance of increasing hydropower storage volumes to shift electricity production from summer to winter and the role of improved real-time forecasting for hydropower production. In fact, discussions about seasonal redistribution of electricity appear to be on hold because of the urgent need to regulate intra-daily electricity fluctuations (peak load, production gradients) resulting from stochastic fluctuations of sun and wind power; these fluctuations as well as other market distortions currently lead to such absurd phenomena as negative electricity prices. In this context, F. Pöhler from the BEW and University Kassel mentioned the concept of indirect renewable energy storage in the Swiss Alps, which would consist of saving water from Alpine accumulation lakes during periods of high input from sun and wind power. Such indirect storage could potentially contribute to avoid what is called curtailment of renewable energy. Such indirect storage in existing accumulation lakes would be much less controversial than (new) pump-storage, which is a real hot topic for ecologists at the moment. The question remains, however, whether there is enough room (storage capacity) for such indirect storage. Our work within the SCCER-SoE project will hopefully give some answers. Obviously, a key ingredient for such indirect storage management are reliable inflow forecasts (coupled to wind forecasts). Such forecasts might also gain importance in the context of real-time sediment management, discussed e.g. by R. Boes from ETHZ. It is clear that any active sediment management decision involving e.g. the lowering of the accumulation lake level before high flow events could greatly benefit from a joint development of real-time monitoring strategies and of flow forecasts. Let's see what role of flow forecasts will play in the near future of hydropower.

### 3.1.12 26<sup>th</sup> IUGG General Assembly Prague, 22 juin – 2 juillet 2015

Fränz Zeimetz s'est rendu le 22 juin 2015 à Prague pour participer à l'assemblée générale de l'IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics). Cette assemblée rassemble plus que 5000 participants de différents domaines et permet donc un riche échange. Malgré le programme serré de la conférence il était possible de visiter quelques sites historiques de la ville de Prague.



### 3.1.13 36<sup>th</sup> IAHR World Congress à la Haye (Pays-Bas), 28 juin – 3 juillet 2015

La 36<sup>ème</sup> édition de l'IAHR World Congress a eu lieu du 28 juin au 3 juillet 2015 dans un environnement tout à fait différent de la Suisse, entre les forêts d'éoliennes, les champs de tulipes et au bord de la Mer du Nord. Pourtant les collaborateurs des deux grands laboratoires hydrauliques suisses étaient nombreux à présenter leurs recherches et à promouvoir l'échange des idées entre les élites suisse allemandes et suisse romandes. Évidemment, on ne restait pas uniquement entre suisses et les représentants du LCH (Anton Schleiss, Michael Pfister, Mário J. Franca, Carmelo Juez, Elena Battisacco, Stéphane Terrier, Irene Samora, Sebastiàn Guillén-Ludeña, David Ferras, Mohammad Javad Ostad Mirza et Sebastian Schwindt) ont présenté leurs recherches devant un public international et ont assisté à nombreuses présentations de la conférence. Les soirées ensoleillées invitaient l'équipe à des soupers conviviaux sur les plages de Schreveningen à proximité du congrès.



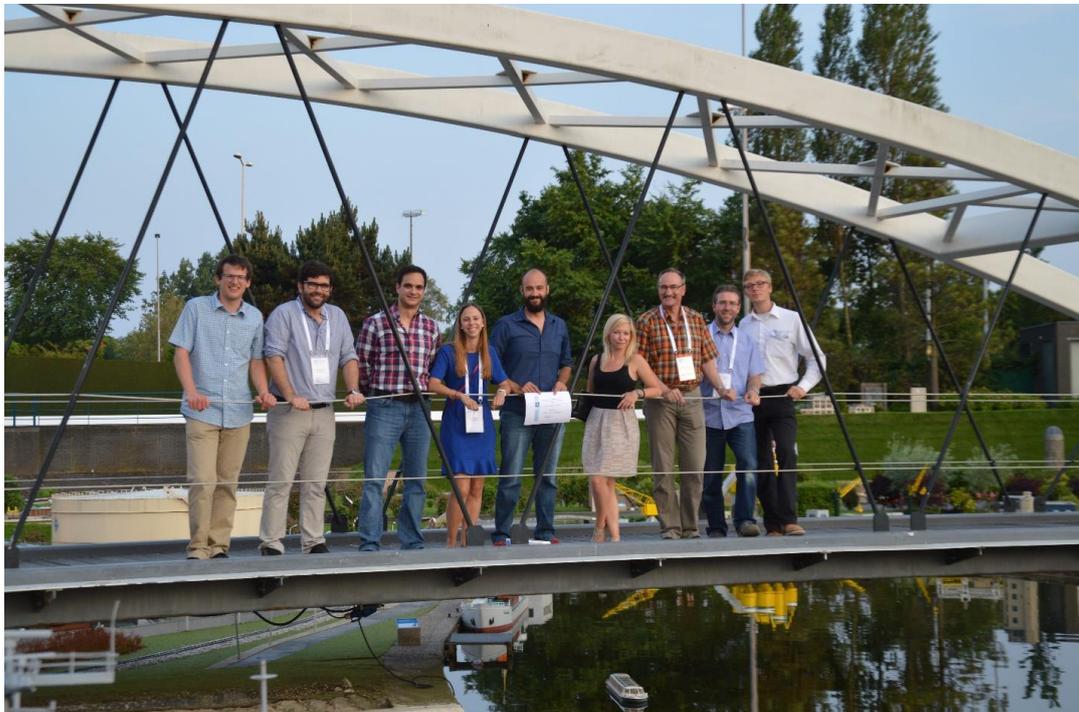
L'équipe LCH sur une plage de la mer du Nord, à proximité du centre du congrès IAHR (du gauche à droite : Irene Samora, Sebastiàn Guillén-Ludeña, Stéphane Terrier, David Ferras, Carmelo Juez, Jorge Matos (IST), Mohammadjavad Ostad Mirza, Anton Schleiss, Mário J. Franca, Elena Battisacco et Sebastian Schwindt derrière l'appareil photo)

Le grand nombre de participants du LCH assurait qu'au moins une présentation du LCH avait lieu chaque jour. Il faut également évoquer les candidats pour le « John F. Kennedy award ». Sebastian Guillén-Ludeña a expliqué sa recherche sur les différences hydro – morpho – dynamiques en fonction de l'angle des confluences de rivières (Hydro-Morphodynamic Differences Induced by Different Angles in an Experimental Discordant Confluence) et David Ferras a montré

ses résultats numériques de l'interaction entre structures et fluides lors des écoulements en transition (Fluid-Structure Interaction During Hydraulic Transients Numerical Results and Experimental Validation). Leur succès a été apprécié pendant le « IPPEN lecture » l'après-midi du vendredi : David Ferras obtenant la première place du prix JFK.



David Ferras reçoit la première place du John F. Kennedy Award



David Ferras avec le John F. Kennedy Award est soutenu pour l'équipe LCH dans le dîner de clôture de la conférence

Les doctorants du LCH profitent d'une multitude d'évènements du réseau des jeunes professionnels (Young Professional Network – YPN) culminés par une excursion technique à la « sand engine », une déposition artificielle de sable devant les bords de la mer du Nord visant à la stabilisation des plages, et autres structures de protection contre des crues (Maeslantkering). Ces structures jouent un rôle important au Pays-Bas, car un tiers du pays se situe en-dessous du niveau de mer. La « sand-engine » est montré sur la photo en bas **Error! Reference source not found.**: Cette impressionnante déposition de sable, consistant en plusieurs millions de mètres cubes de sable, a été établie en seulement trois mois et sa durée de vie est estimée à 20 ans. Après cette période, il faudra recommencer. La masse et le temps d'érosion ont été dimensionnés afin d'optimiser la protection des côtes des Pays-Bas en minimisant l'endommagement du system écologique. Ce projet ressemble à un véritable travail de Sisyphe, pourtant il assure l'existence

des Pays-Bas et la matière première est disponible sans limite. En effet, la Mer du Nord est un des plus grands bacs à sable du monde.



La « sand engine », une déposition de sable artificielle afin de protéger les Pays-Bas de la Mer du Nord et le port de Rotterdam en arrière fond

### 3.1.14 Pontresina – Journées d'étude du CSB 2015, 2-3 juillet 2015

Fränz Zeimetz a participé aux journées d'étude du Comité Suisse des Barrages. Il a présenté son projet de thèse CRUEX++. Le sujet a conduit à de nombreuses discussions très intéressantes autour du poster de Fränz Zeimetz. Après la partie théorique des journées d'étude, une visite du barrage de Punt dal Gall et d'Ova Spin a pu enchanter les participants. Pour clôturer les journées d'étude, un magnifique dîner a été organisé à l'Hôtel de Muottas Muragl dont la terrasse offre une vue sublime. Lors du repas, les exploitants de barrages ont donné des idées intéressantes pour le projet CRUEX++.



Evacuateur de crue du barrage d'Ova Spin



Vidange de fond du barrage de Punt dal Gall

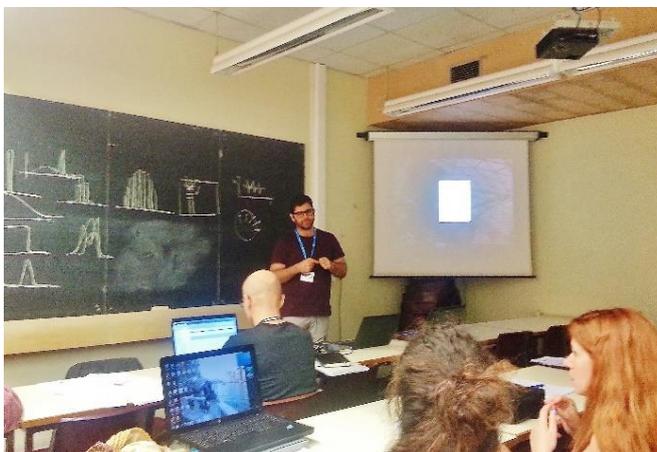
### 3.1.15 9<sup>th</sup> Symposium for European Freshwater Sciences, Geneva, July 5-10 2015.

In the hottest day since beginning of temperature recording in Geneva, the LCH team made two presentations on the “fresh” water congress. Mikolaj Adamczyk and his bulhead *Cottus gobio* swam smoothly across the special session on “Modelling in freshwater ecosystems”, whereas Pedro Manso paddled to present the 2050 Energy Strategy links with the Water Protection Act on the special sessions on “Hydropower – sustainable management of renewable energy”. Speakers in my session, Switzerland and Italy. The presentations concerned flushing of fine sediments at Verbois run-of-the-river plant downstream of Geneva, recovery of fish biomass after flushing operations, impacts of discharge variability in short-circuit (diversion) river reaches and, last but not least, on ecosystem services as a means to evaluate the competitive edges of conflicting activities in the riverine system as rafting and small hydropower.

### 3.1.16 SEDITRANS Workshop and the Summer School at IST (University of Lisbon), July 27-30, 2015

The PhD students Jessica Zordan and Reyhaneh Ghazanfari, the PostDoc fellow Carmelo Juez and the Senior Scientist Mário J. Franca participated at the 4<sup>th</sup> International workshop on “River and reservoir hydrodynamic and morphodynamics” took place on July 27<sup>th</sup> 2015 at IST Lisbon. It was organized within the scope of projects HypoVeg, funded by FCT (Portuguese Foundation for Science and Technology) and SEDITRANS, funded by the European Commission. Researchers of the involved projects presented their work on hydrodynamics of vegetated channels, mechanics of sediment transport in rivers reservoirs and coastal environments, turbulence in free-surface flows and modelling two-phase flows composed of fluid and granular material. Invited speakers in related topics contributed to generate a forum for multidisciplinary discussion on hydrodynamics and morphodynamics of flows with mobile boundaries.

In the following days, 28<sup>th</sup> –30<sup>th</sup> July, the Summer School titled “Measuring techniques for turbulent open-channel flows” took place. The school provided a hands-on experience on instrumentation suitable to measure fluid and sediment velocities in open-channel flows, namely Particle Image Velocimetry (PIV), Acoustic Doppler Velocimetry (ADV) and high speed video for Particle Tracking Velocimetry (PTV). Laboratory practice at the Hydraulics and Environment Laboratory of IST was organized. Then an introduction made by experienced researcher in experimental methods in fluid and sediment mechanics gave the participants the fundamentals to work on the data set collected in laboratory. The last day was devoted to the presentations of the results obtained by the groups of work. A speech by Professor Rui Ferreira from IST, organizer of the event, and by Professor Athanassios Dimas, coordinator of SEDITRANS, closed the event. Hard work and high level formation characterized that event.



Mário Franca during his lecture “Introduction to Acoustic Doppler techniques” and the students in laboratory during the practical exercise

### **3.1.17 Gravel Bed Rivers 8 workshop, Kyoto and Takayama, 13 - 19 août 2015**

Mário Franca a été invité pour la première fois à participer dans le workshop *Gravel Bed Rivers* qui a lieu chaque cinq ans et où des spécialistes des diverses domaines en ces types de cours d'eau sont présents. Cet année le thème du workshop a été *Gravel Bed Rivers and Disasters* et Mário a présenté l'article « Joint analysis of sediment transport rate and morphology evolution in steep channels » dont les co-auteurs sont Tamara Ghilardi et Prof. Schleiss. Le workshop a inclus une visite au Laboratoire de Hydraulique de Ujigawa Hydraulics Laboratory appartenant au Disaster Prevention Research Institute de l'Université de Kyoto, une visite au système de mesures de sédiments de la rivière Gamata et systèmes d'observation des écoulements torrentiels du cours d'eau Kamikamihori, et à la rivière Kurobe. Environ 100 personnes étaient présents.

### **3.1.18 17<sup>ème</sup> réunion de JuWi à Dresde, 26-28 août 2015**

Entre le 26 et le 28 août 2015, les jeunes scientifiques germanophones en hydrologie se sont rencontrés pour leur échange annuel à Dresden, la capitale de Saxe. Les participants issus de l'Autriche, la Suisse et évidemment l'Allemagne ont présenté et discuté leurs projets de recherche en plus que 30 contributions. Les sujets couvraient entre autres l'optimisation du goudron pour l'étanchéité de bassins de stations pompage-turbinage, la revitalisation de cours d'eau et la migration de poissons ainsi que les constructions hydrauliques dans les régions alpines. Dans l'encadrement de ce dernier sujet, Sebastian Schwindt (LCH) a présenté sa recherche sur les dépotoirs. Ensuite, un échange d'informations dynamique avec les jeunes professionnels autrichiens a permis de découvrir des nouveaux aspects. Finalement, les organisateurs de la TU Dresden ont fièrement montré leur nouvelle halle hydraulique au participants. L'édifice vient d'être finalisé récemment et a une particularité : les pompes situées dans la cave pompent l'eau dans un bassin élevé, avant de la dériver dans les modèles afin d'atténuer les fluctuations dans le débit. Le programme principal fut accompli par une visite de la vieille ville de Dresden qui a subi une histoire longue et surtout intéressante pendant les 100 derniers ans, causé par la seconde guerre mondiale et ses conséquences. Point de vue hydraulique, l'histoire récente est marquée par deux grandes crues, notamment en 2002 et en 2013. Le deux crues ont été classées ordre de grandeur « HQ100 ». Entre les crues, des travaux de protection ont été réalisés dans la ville de Dresden qui était donc protégée pendant la crue de 2013, mais les riverains en aval de la ville ont subi beaucoup plus fortement parce que pour eux, le « bassin de rétention de Dresde » n'était plus actif. Evidemment, les politiques de Saxe renforcent la pression pour promouvoir les travaux de protection contre des crues.

### **3.1.19 9<sup>th</sup> Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, Iquitos, 30 août à 3 septembre 2015**

Mário Franca a participé au 9<sup>ème</sup> symposium RCEM: *River, Coastal and Estuarine Morphodynamics*, co-organisé par le CREAR (Center for Research and Education of the Amazonian Rainforest) et par le SHNA (Service of Hydrography and Navigation of the Peruvian Navy). Le RCEM a lieu chaque deux ans et réuni des spécialistes en morphologie des milieux aquatiques. Le symposium a inclus une visite à la rivière et à la jungle Amazonie. Environ 140 personnes étaient présents.

### **3.1.20 SCCER-SoE Annual Conference 2015 “Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production in Switzerland, Neuchâtel, 10-11 septembre 2015**

Environ 150 personnes ont participé à la deuxième conférence annuelle du « Swiss Competence Centers for Energy Research – Supply of Electricity (SSCER-SoE) ».

Prof. Schleiss a donné une présentation intitulé « Hydropower challenges in Switzerland and SSCER-SoE, 10 years R&D roadmap ».

Held for the second consecutive year, the Annual Meeting of the Swiss Competence Center on Supply of Electricity brought together researchers and actors from the private and public sectors for two days in Neuchâtel. A large delegation of the LCH participated on the first day dedicated to hydropower. A total of 20 posters were prepared by our team, presented in 4 categories, including “the resources”, “the infrastructure”, “the machinery” and “the impacts”. Apart from the enriching descriptions of the present context and of the continued need for research in hydropower, several talks from non-academic speakers arose particular interest and discussions among the audience.

Representatives from the Swiss Federal Office of Energy and of the Energy Mission Group of the State Council Chamber of the Parliament presented the highlights of the latest discussions of the Energy Act, still ongoing, which are expected to consolidate the framework for implementation of the Energy Strategy 2050. Representatives of small hydro and large hydro producers presented their views on the current context and trends, being generally sceptical if not negative about the possibilities to develop new or to renew and upgrade existing infrastructure in the current economic context. A roundtable discussion allowed to nuance these unilateral messages, highlighting some common interests, like the one of boosting research that may help finding innovative solutions to reduce costs, reduce inefficiencies whilst producing more electricity and electricity services.

Researchers showed up in big numbers: the poster session was a major success, the organization having found an ingenious concept to foster discussions around the posters, which revealed a pulsating world of innovative concepts, equipment and procedures, some already at the stage of prototype implementation. A new appointment was fixed for next year. A compilation of all the posters (over 50) is being prepared and will be integrated in the SSCER-SoE annual scientific report for 2015.

### **3.1.21 Coastal Structures and Solutions to Coastal Disasters – Boston 8-11 September 2015**

From September 8<sup>th</sup> - 11<sup>th</sup> the Joint Conference of “*Coastal Structure*” and “*Solutions to Coastal Disasters*”, organised by the ASCE and COPRI, took place in the historical city of Boston, Massachusetts, USA. Davide Wüthrich, the only participant from a country that doesn't have access to the sea, represented LCH and Switzerland! The conference, that takes place every four years, was held inside the famous Prudential Centre and it gathered all the experts in the domain of wave dynamics and coastal engineering. During the conference Davide got the chance to share an apartment with Ioan Nistor (professor at the University of Ottawa and former visiting professor at EPFL), Dr. Nils Goseberg (senior researcher, University of Hannover) and Jacob Stolle (graduate student, University of Ottawa). In the session dedicated to *Tsunami Structures* and chaired by Dr. Ron Riggs, Davide presented a paper related to its thesis, entitled “*Hydrodynamic impact of waves against structures*” (co-authors: D. Wüthrich, I.Nistor, M.Pfister and A.Schleiss).

On Wednesday night a social event for students and young professionals was organised at the 50<sup>th</sup> floor of the Prudential Tower, the highest skyscraper of the city, with an outstanding view over Boston and the neighbourhood of Cambridge. Some professors were also invited to encourage discussion between young people and senior experts. On the last night before the end of the conference the whole group participated to a dinner cruise on the Boston Harbour; while navigating the participants were able to observe amazing views of the city skyline by night and learn interesting facts related to the American History of the city.



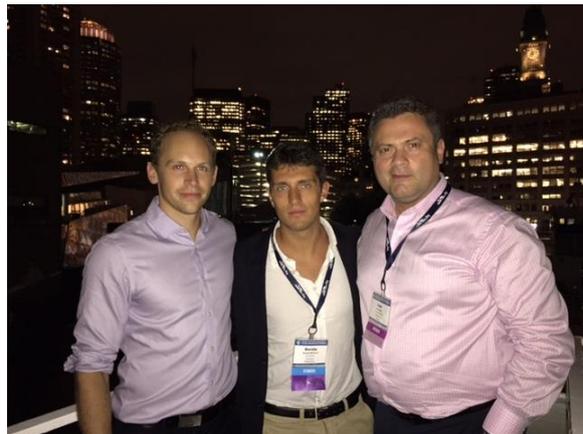
Boston Skyline from Seaport Side



View from the Prudential tower (50th floor)



Boston Harbour at night



Jacob Stolle (uOttawa), Davide Wüthrich and Ioan Nistor (uOttawa) after the dinner cruise

### 3.1.22 HYDRO 2015, Bordeaux, France, 26-28 Octobre 2015

Du 26 au 28 Octobre la conférence HYDRO 2015 a eu lieu à Bordeaux (France). Le thème de cette année était «*Advancing police and practice*» et le LCH était représenté par Dr Pedro Manso, Jessica Zordan et Davide Wüthrich; Prof. Schleiss avait été invité comme key-note speaker pendant la session d'ouverture en tant que nouveau Président de ICOLD ainsi comme président d'une session. Pendant les 3 jours de la conférence les participants ont eu la possibilité d'assister à beaucoup de présentations, y inclus «*Adaptation of Swiss hydropower infrastructure to meet future electricity needs*» par Pedro Manso (Session *Global Development Opportunities*) et «*Hydropower plants: price and prejudice*» par Davide Wüthrich et Jessica Zordan (Session *Succession Planning*). Le public a beaucoup apprécié les présentations et des intéressantes discussions ont suivi. Plusieurs événements sociaux ont permis de continuer à discuter, accompagné par des bons verres des vins, évidemment de provenance locale. Pendant la conférence Davide Wüthrich et Jessica Zordan ont aussi eu la possibilité de participer à l'évènement pour les *young engineers*; comme l'année précédant les jeunes ont été faire du bowling, suivi par une compétition de GoKart.



Prof. Schleiss pendant la opening ceremony



Welcome reception dans le "Palais de la Bourse"



Ville de Bordeaux

Pendant les derniers deux jours Davide Wüthrich a aussi eu la possibilité d'aller voir le mascaret sur la Gironne et la Dordogne, accompagné par Hubert Chanson (*U. of Queensland*) and Ioan Nistor (*U. of Ottawa*)



Le mascaret sur la Dordogne at Porte



L'équipe (de gauche à droite : Hubert Chanson, Sophia Lang, Davide Wüthrich et Ioan Nistor)

### 3.1.23 Assemblée générale du conseil mondiale de l'eau. 12 à 15 novembre 2015, Marseille, France.

Comme président de la CIGB-ICOLD M. Schleiss a participé à Assemblée générale du Conseil mondial de l'eau pour élire le bureau de gouverneurs. La CIGB contribuera à la définition des ateliers thématiques du prochain congrès du conseil mondiale de l'eau à Brasilia, Brésil en 2018.



M. Schleiss avec le secrétaire général de la CIGB M. Michel De Vivo

### 3.1.24 12<sup>th</sup> International conference on Pressure Surges, Dublin, 18 – 20 November 2015

The PhD candidate David Ferras attended the 12<sup>th</sup> International conference on Pressure Surges, Transients & Water Hammer. This conference brings together practical engineers and theoretical academics, young and old, inexperienced and specialist, from all over the world.

During these days a great variety of subjects were treated, from transient phenomena occurring in the aerospace industry to the very sophisticated physiological flow of human veins. All of them connected by one only common denominator: hydraulic transients in pressurized conduits. Pressure Surges is the leading conference in this area and the proceedings are proven books of reference for anyone interested in the subject.

In this context David Ferras had the grateful chance to present and discuss the experimental part of his PhD research. It consisted of water-hammer tests carried out in three different facilities with very different behaviors and giving, therefore, an interesting insight on some of the main physical phenomena affecting pressure transient waves in closed conduits. Questions and discussions went on after the presentation and networking turned up with harmony.



Guinness was a must! Even during the conference breaks (left). There was an interesting excursion to a pumped storage plant (right).



Chilling and releasing tension before moving to the stage. On Ferras David's left there is the PhD student from IST (Lisbon) Mariana Simão, who gave a brilliant talk on hemodynamics.

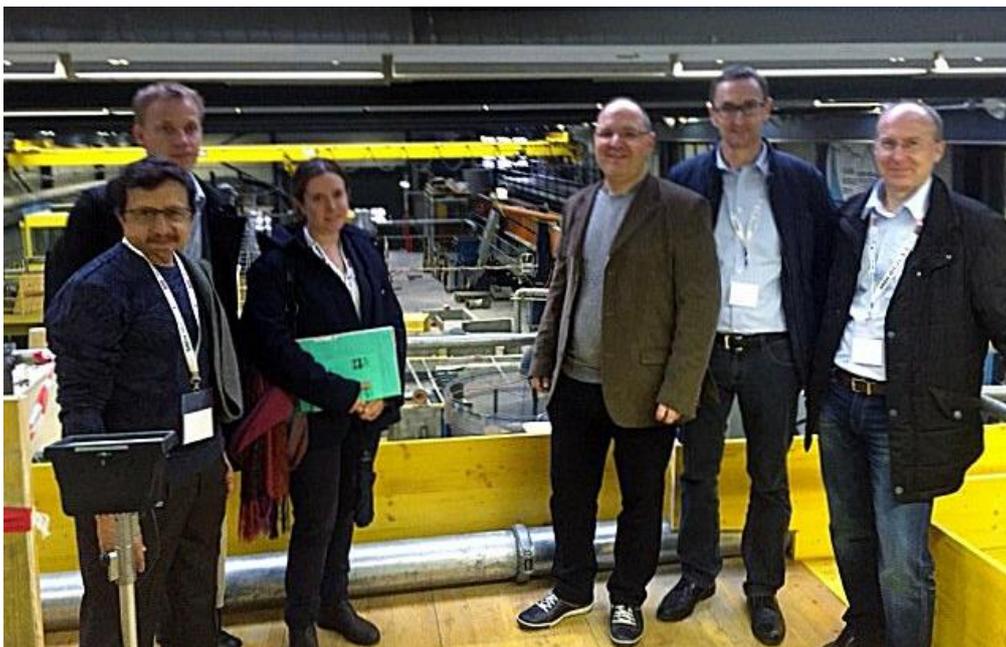
### 3.1.25 Visit of the hydraulic laboratory within the frame of SIREN 2015, Friday, November 20, 2015

The participants of the 1<sup>st</sup> Swiss India Renewable Energy Symposium SIREN 2015, had the opportunity among others to visit three sites at EPFL the last day of their conference.

Three groups visited each one of the proposed themes:

- The Romande Energie solar park and Leclanché experimental battery storage device at the EPFL
- the Enairys Powertech Ltd as a Swiss cleantech start-up at the Innovation Park of the EPFL active in innovative and clean energy management and storage systems based on compressed air
- the Laboratory of hydraulic constructions LCH

Giovanni De Cesare explained the three missions of the LCH, the basis of physical modelling in hydraulics and guided the groups through the laboratory.



Group picture on the platform above the laboratory

### 3.1.26 Visite des représentants de la Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Karlsruhe

De mardi 1<sup>er</sup> au 2 décembre 2015, Dr Carsten Thorenz (Referatsleitung Wasserbauwerke), Dr Michael Gebhardt et M. Fabian Belzner de la Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Abteilung Wasserbau im Binnenbereich, Referat Wasserbauwerke sont venu en Suisse et en France pour une visite de deux jours. Le premier jour était consacré à la visite de l'évacuateur de crues en touche de piano *PK Weir* du barrage de Charmines en France guidé par Paul Valley de edf.

Le matin du deuxième jour, Prof. Schleiss et Michael Pfister ont discuté d'une potentielle collaboration dans le domaine de recherche sur les PK Weir, précédée d'une visite du laboratoire d'hydraulique. Accompagné de Michael Pfister et Giovanni De Cesare, le groupe s'est rendu l'après-midi au barrage de Montsalvens près de Broc, FR, pour la visite de l'aménagement guidée par Jean-Claude Kolly du Groupe E.

### 3.1.27 SEDITRANS Winter School à l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve, Belgium 7-9 Décembre 2015

Du 7 au 9 Décembre 2015 s'est déroulée la Winter School du projet de recherche européen SEDITRANS. Le meeting a eu lieu nonobstant les événements liés au terrorisme qui avaient bouleversé Bruxelles juste une semaine avant. Mário J. Franca, responsable du projet SEDITRANS au LCH et les chercheurs Carmelo Juez et Jessica Zordan y ont participé et rencontré les partenaires du projet. Deux speakers d'excellence étaient invités pour donner des présentations: Hervé Capart de l'Université National de Taiwan et George Constantinescu de Iowa University. Les chercheurs ont aussi donné leurs contributions en présentant les avancements des projets de recherche. À la fin des présentations un moment a été réservé pour affiner l'organisation des échanges prévus dans le programme. Des discussions ont parfois animé les séances et les collaborateurs restent positifs, en attente de la prochaine rencontre qui aura lieu fin Mai à Lisbonne.



Le groupe lors d'une présentation



Un moment de travail dans l'auditoire

## 3.2 Organisation des conférences

### 3.2.1 ICOLD BMW Workshop 8-11 September 2015

Hosted by the Laboratory of Hydraulic Constructions in September, the 13th ICOLD International Benchmark Workshop on Numerical Analysis of Dams” took place at EPFL. The organizing committee was participated by Prof. Anton J. Schleiss (chair), Laurent Mouvet, (chairman SwissCOD), Russell M. Gunn, Marc H. Balissat, Pedro Manso, Gesualdo Casciana (secretariat).



Les salles de conférence pendant les présentations des participants

A total of 67 participants from 16 countries attended the workshop, taking part in 38 presentations of high scientific value. These numbers represent the most successful edition since the creation of this event.



Quelques images du groupe de participants

The Welcome Reception, held on the terrace of the BD building, provided a nice opportunity for the strengthening of the community of professionals. The final Banquet was organized at the Rolex Learning Center. Some of the participants enjoyed the interesting excursion to the Les Toules Dam, on the Grand St Bernard Pass Road and to the Mauvoisin Dam.



L'excursion

### 3.2.2 2<sup>ème</sup> Séminaire VSA/EPFL Hydraulique des canalisations, EPFL, 8 septembre 2015

Le 8 Septembre 2015 a eu lieu le 2<sup>ème</sup> Séminaire Hydraulique des canalisations, organisé à l'EPFL avec la participation et le support du Groupe Romand du VSA et du VSA Suisse. 75 personnes sont venues pour assister à huit présentations et renforcer ces connaissances dans le domaine des canalisations. Parmi les conférenciers il a eu des contributions de l'académie, de l'EPFL et aussi de la Deuxième Université de Naples, mais aussi de la pratique, avec la présence de cinq entreprises du domaine.



Prof. Schleiss souhaite la bienvenue; Michael Pfister présente le modèle physique du nouveau puits à vortex de la ville de Cossonay

Un focus particulier a été donné aux phénomènes non-stationnaires et à la modélisation numérique des réseaux. La nouvelle norme SIA 190 pour les canalisations a été analysée et les effets d'abrasion et cavitation dans les roues de pompes ont été visualisés. Pour fermer les présentations, Michael Pfister a présenté, en coopération avec Thierry Fuchsmann de Ribl SA, le travail : Le nouveau puits à vortex de la ville de Cossonay. La journée est terminée avec une visite dans la halle hydraulique du LCH.

### 3.3 Conférences publiques au LCH / *Public conferences at the LCH*

*Nouvelle centrale de dotation du barrage de Montsalvens (20.01.2015)*

Fabio BLASI<sup>1</sup> et Luca SAVOLDELLI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lombardi S.A., Granges-Paccots/Minusio, Suisse

<sup>2</sup>Groupe E Greenwatt S.A., Granges-Paccots, Suisse

*Projet hydroélectrique de Rogun au Tajikistan - Conflits d'intérêt sur l'utilisation des ressources en eau en Asie Centrale (17.02.2015)*

Robert ZWAHLEN et Martin BIERI

Pöyry S.A., Zürich, Suisse

*Water – Energy nexus: challenges and sustainability towards water smart grids (13.03.2015)*

CIVIL ENGINEERING SEMINAR SERIES

Helena RAMOS

IST Lisbon University, Portugal

*Nouveau barrage de Trift (17.03.2015)*

Andres FANKHAUSER

Kraftwerke Oberhasli S.A., Innertkirchen, Suisse

*Mathematical modelling of debris-carrying tsunamis in built waterfronts (24.03.2015)*

ENVIRONMENTAL ENGINEERING SEMINAR SERIES

Rui FERREIRA

Instituto Superior Técnico (IST), Portugal

*Grand Inga en 2015 : le plus grand site hydroélectrique du monde, une opportunité pour l'Afrique, un défi pour l'ingénieur ! (14.04.2015)*

Laurent MOUVET

Hydro Operation International SA, Lausanne, Suisse

*Gravity currents flowing up a slope: laboratory experiments, shallow-water and Large Eddy simulations (17.04.2015)*

CIVIL ENGINEERING SEMINAR SERIES

Claudia ADDUCE

University of Roma Tre, Italy

*Tsunami impacts on Structures (8.05.2015)*

CIVIL ENGINEERING SEMINAR SERIES

Prof. Dr Ioan NISTOR

Associate Professor at University of Ottawa, Canada

*Réhabilitation de l'aménagement hydroélectrique de Gondo (19.05.2015)*

Bernard VALLUY

Alpiq S.A. Lausanne, Suisse

*Surélévation du barrage-voûte de Cambambe (Angola) dans le cadre du projet d'augmentation de puissance de l'aménagement (19.05.2015)*

Marcelo LEITE-RIBEIRO et Alexandre WOHNLICH

Stucky S.A. Renens, Suisse

*Comportement thermique des barrages en béton : amélioration des modèles d'analyses physico-statistiques des mesures de déplacements (07.07.2015)*

Maxime TATIN

Université de Grenoble, France

*Projet hydroélectrique de Xayaburi au Laos – Solution pour la montaison et dévalaison piscicole* (01.09.2015)

Guillaume MORIER-GENOUD  
Pöyry SA, Zürich, Switzerland

*Le Projet Hongrin-Léman Plus (FMHL+) : des études à l'exécution et mise en service* (29.09.2015)

Jean-Michel BURNIER<sup>1</sup> et Gaël MICOULET<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stucky S.A. Renens, Switzerland

<sup>2</sup>Alpiq Suisse S.A. Switzerland

*Evolutions récentes et futures de la gestion d'actifs hydroélectriques* (20.10.2015)

Bernard VALLUY

ALPIQ Suisse S.A., Lausanne, Switzerland

*Submarine sediment density flows and their impact on subsea infrastructure: How far, how fast, how dense?* (13.11.2015)

CIVIL ENGINEERING SEMINAR SERIES

Benoit SPINEWINE

Guest Lecturer Université Catholique de Louvain, Belgium

*Channel adjustment to changes in sediment supply and flow regimes* (24.11.2015)

Marwan Hassan

University of British Columbia

*Projet Rhône Gletsch - Oberwald* (24.11 .2015)

Blaise DUSSEX

Forces Motrices Valaisannes S.A., Sion, Suisse, Switzerland

*Projet d'extension „Tandem“ – défis de planification et de réalisation* (15.12.2015)

Manuel ZAHNO et Michael MÜLLER

IUB S.A., Berne, Suisse

### **3.4 Conférences internes données au LCH / Internal conferences given at the LCH**

*Experimental analysis of unsteady skin friction in pressurized transient flows* (19.01.2015)

David Ferras

*Replenishment of sediments downstream of dams – erosion and transportation process of artificial depositions* (16.02.2015)

Elena Battisacco

*Transport and deposition of suspended sediments in a channel with bank macro roughness* (11.03.2015)

Reyhaneh Ghazanfari

*Sediment-laden density underflows: evaluation of preventing measures* (12.03.2015)

Jessica Zordan

*Hydropower Design and Uncertainties* (20.04.2015)

Felix Oberrauch

*Bed load trap design allowing sediment transfer during frequent floods* (10.06.2014)

Sebastian Schwindt

*Failure risk of flood protection measures due to changed sediment transport under climate change* (28.09.2015)

Mona Jafarnejad

*Hydro-morphodynamics of open-channel confluences with low discharge ratio and dominant tributary sediment supply* (17.07.2015)

Sebastian Guillen Ludena

*Turbidity current venting efficiency under restrained outlet discharge capacities* (18.08.2015)

Sabine Chamoun

*Blocking probability and increase of head at spillway inlets under driftwood impact* (23.09.2015)

Paloma Furlan

*Design of steel liners of pressure tunnels and shafts considering geometrical imperfections, flaws and rock anisotropy* (12.10.2015)

Alexandre Pachoud

*New approach for obtaining flow duration curves under uncertainties in ungauged Alpine catchments* (02.11.2015)

Ana Clara Santos

*Development of a methodology for extreme flood estimation in alpine catchments* (16.11.2015)

Fränz Zeimet

*Energy recovery in water supply systems* (14.12.2015)

Irene Samora

### **3.5 Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees**

*First International Workshop on Sediment By-pass Tunnels, Zurich, 25-27 avril 2015*

Anton Schleiss, Giovanni De Cesare, Pedro Manso, membres du comité scientifique

*25<sup>th</sup> Int. Congress on Large Dams (ICOLD), Stravanger, Norvège, 15-19 juin 2015*

Anton Schleiss, president of session "Spillway" Q97

*9<sup>th</sup> Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, Iquitos, Peru, 30 aout - 3 septembre 2015*

Mario J. Franca, membre du comité scientifique

*13<sup>th</sup> ICOLD Benchmark Workshop on Numerical Analysis of Dams, Lausanne, 9-11 septembre 2015*

Anton J. Schleiss, Pedro Manso, Gesualdo Casciana, membres du comité d'organisation

*First PhD School of the NRP70/ SCCER-SoE, Grimsel Hospiz, 13-16 octobre 2015*

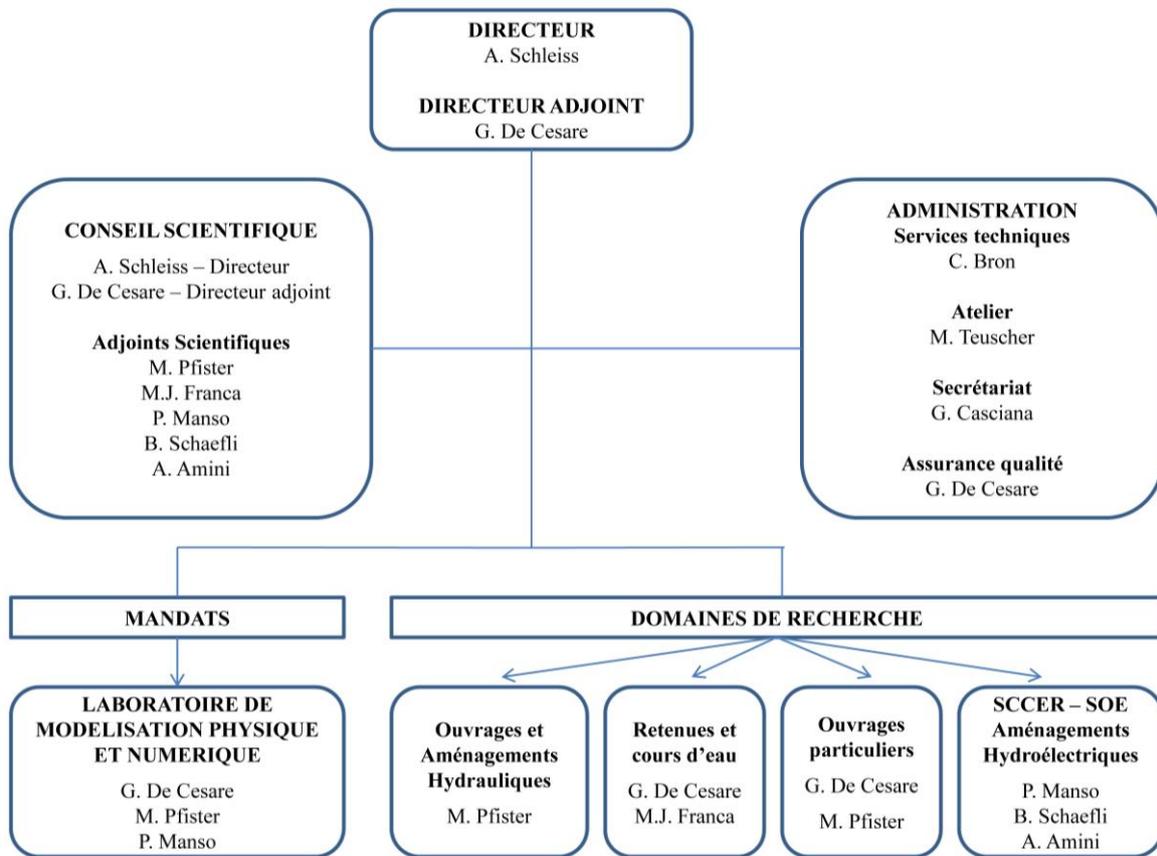
Anton J. Schleiss, Pedro Manso, membres du comité d'organisation

*HYDRO 2015 « Advancing police and practice », Bordeaux, France, 26-28 octobre 2015*

Anton Schleiss, membre du comité scientifique

# 4 Personnel / Staff

## 4.1 Organisation du LCH (2015) / Organisation of the LCH (2015)



Carte de vœux 2016 du LCH / Season's Greetings card 2016 of the LCH



## 4.2 Collaborateurs en 2015 / Staff in 2015

### **Directeur / Director**

Prof. Dr Anton J. Schleiss depuis / since 01.01.1997

### **Directeur adjoint / Assistant director**

Dr Giovanni De Cesare depuis / since 09.03.1992

### **Adjoints scientifiques / Senior Lecturers**

Dr Michael Pfister depuis / since 01.10.2010

Dr Mário J. Franca depuis / since 01.09.2012

Dr Pedro Manso (SCCER-SoE) depuis / since 01.11.2014

Dr Bettina Schaepli (SCCER-SoE) depuis / since 01.04.2014

Dr Azin Amini (SCCER-SoE) depuis / since 01.09.2015

### **Collaborateurs scientifiques et ingénieurs de recherche / Scientific staff and research engineers**

Dr José Pedro G. S. C. Matos (post-doc) depuis / since 01.03.2014

Dr Carmelo Juez Jiménez (post-doc) depuis / since 01.04.2015

Kevin Cros depuis / since 15.07.2015

Dr Guillaume Mathieu Artigue (post-doc) depuis / since 01.10.2015

Mélanie Baehler 15.01.2014 – 15.04.2015

### **Doctorants (inscrits) / Ph.D. students (registered)**

Mona Jafarnejad 17.01.2011 – 31.10.2015

Felix Oberrauch depuis / since 01.03.2012

Stéphane Terrier depuis / since 16.04.2012

Alexandre Pachoud depuis / since 01.11.2012

Fränz Zeimetz depuis / since 01.11.2012

Elena Battisacco depuis / since 01.01.2013

Chamoun Sabine depuis / since 01.06.2013

Sebastian Schwindt depuis / since 01.06.2013

Nicolas Adam depuis / since 15.09.2013

Davide Wüthrich depuis / since 01.01.2014

Jessica Zordan depuis / since 01.03.2014

Reyhaneh Ghazanfari depuis / since 01.03.2014

Alain Foehn depuis / since 15.02.2015

Severin Stähly depuis / since 15.03.2015

Sara Venuleo depuis / since 15.09.2015

**IST-EPFL *Joint Doctoral Initiative***

Sebastián Guillén Ludeña (Espagne)	01.08.2011 – 31.12.2015
Mohammad Javad Ostad Mirza (Iran)	depuis / since 01.11.2011
David Ferràs Segura (Espagne)	depuis / since 01.11.2012
Irene Almeida Samora (Portugal)	depuis / since 01.02.2014
Paloma Furlan (Argentine)	depuis / since 01.10.2014
Ana Clara Pereira Barbosa Santos (Brésil)	depuis / since 01.11.2014

**Stagiaires / *Trainees***

Maria del Mar Oliva Rodriguez	01.07.2015 – 02.10.2015
Bastian Vidal	01.07.2015 – 11.09.2015

**Hôtes académiques / *Academic guests* (doctorants / *PhD students*)**

Mikolaj Stanislaw Adamczyk (Pologne)	01.07.2014 – 30.06.2015
Gaetano Crispino (Italy)	01.03.2015 – 31.08.2015
Benjamin Douglas Plumb (Canada)	depuis / since 01.10.2015

**Services techniques / *Technical Staff***

Cédric Bron	depuis / since 01.11.2008
Michel Teuscher	depuis / since 01.07.2004
Marc-Eric Pantillon (temps partiel)	depuis / since 01.07.1998
David Rüegg (apprenti jusqu'au 07.08.2015)	depuis / since 08.08.2011
Jeton Shabanaj (apprenti)	01.02.2014 – 31.01.2015
Serge Cavin (apprenti)	depuis / since 18.08.2014
Kosta Nikolov (apprenti)	depuis / since 18.08.2014
Samson Laurent (apprenti)	depuis / since 10.08.2014

**Secrétariat du LCH / *LCH Secretariat***

Gesualdo Casciana	depuis / since 17.02.2014
-------------------	---------------------------

**Civilistes / *Civil Service***

Sélim Akari	02.03.2015 – 25.09.2015
Sandro Martin Düblin	depuis / since 28.09.2015

### **4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / *Visiting professors and academic visitors***

#### **Prof. Helena RAMOS, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal**

Prof. Ramos a visité le LCH le 12 et 13 mars 2015, dans le cadre du projet de thèse de Irene Samora. Le 13 mars elle a proféré une conférence dans le cadre de Civil Engineering Seminar Series sur le thème *Water – Energy nexus: challenges and sustainability towards water smart grids*.

#### **Prof. Rui FERREIRA, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Portugal**

Prof. Ferreira a visité le LCH le 24 et 25 mars 2015, dans le cadre du projet de recherche SEDITRANS pour travailler notamment avec Mário J. Franca et Jessica Zordan. Le 24 mars il a proféré une conférence dans le cadre des Environmental Engineering Seminar Series sur le thème *Mathematical modelling of debris-carrying tsunamis in built waterfronts*.

#### **Prof. Svetlana KOSTIC, Computational Science Research Center, San Diego State University, USA**

Prof. Kostic a visité le LCH le 17 avril 2015 et a proféré une conférence sur le thème *Formative Upper-Flow Regimes for Bedforms in Submarine Environments*

#### **Prof. Dr Claudia ADDUCE, University Roma Tre, Italie**

Professeure invitée du LCH du 13 avril au 13 juin 2015, Claudia Adduce a collaboré avec le LCH sur la recherche des écoulements de densité, notamment avec Mário J. Franca et Jessica Zordan. Elle a enseigné un cours sur *Rotating and Stratified Flows* pour l'école doctorale en génie civile, et, le 17 avril, elle a proféré une conférence dans le cadre de Civil Engineering Seminar Series sur le thème *Gravity currents flowing up a slope: laboratory experiments, shallow-water and Large Eddy simulations*.

#### **Prof. Dr Ioan NISTOR, School of Civil Engineering, University of Ottawa, Canada**

Professeur invité du LCH du 1<sup>er</sup> mai au 30 juin 2015 dans le cadre de la thèse de Davide Wüthrich concernant l'impact des vagues hydrodynamiques (tsunami, vagues d'impulsion et rupture de barrage) contre les structures. Le 8 mai il a donné une conférence dans le cadre des Civil Engineering Seminar Series sur le thème *Tsunami Impacts on Structures*.

#### **Dr Benoît SPINEWINE, Senior Engineer, Team Leader Seabed Mobility at Fugro GeoConsulting and Guest Lecturer at Université catholique de Louvain, Belgium**

Dr. Spinewine a visité le LCH le 12 et 13 novembre 2015, dans le cadre du projet de recherche SEDITRANS pour travailler notamment avec Mário J. Franca, Carmelo Juez et Jessica Zordan. Le 13 novembre il a proféré une conférence dans le cadre des Civil Engineering Seminar Series sur le thème *Submarine sediment density flows and their impact on subsea infrastructure: How far, how fast, how dense?*

#### **Prof. Dr Marwan HASSAN, Department of Geography, University of British Columbia, Vancouver, Canada**

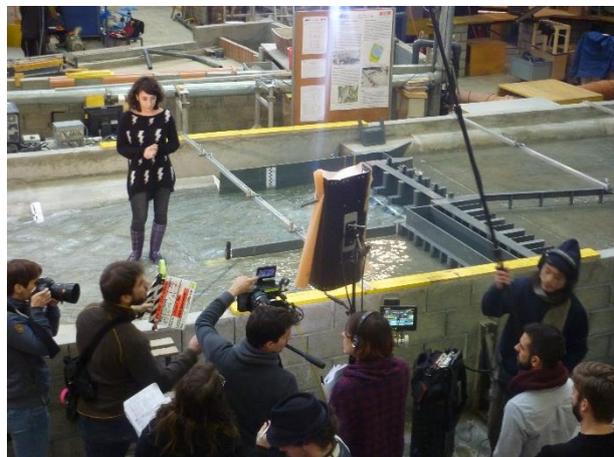
Professeur invité du LCH dans le cadre de la recherche avec Mário J. Franca et José Pedro Matos sur la prévision probabiliste de la concentration journalière de solides en suspension dans la rivière Yangtze en Chine. Le 24 novembre il a proféré une conférence sur le thème *Channel adjustment to changes in sediment supply and flow regimes*.

## 4.4 Evénements spéciaux / *Special events*

### 4.4.1 La RTS filme dans la Halle d'hydraulique du LCH, Lausanne, EPFL, LCH, 17 février 2015

Le 17 février 2015, une équipe de la RTS s'est déplacée au LCH pour filmer un épisode de la série télé « Vie sur Venus ». Il s'agit d'une émission qui se déroule sur 20 épisodes de trois minutes chacun et qui sera transmise sur la RST à partir du 20 avril 2015. La série suit la vie quotidienne d'une jeune fille et son blog, en créant des court-métrages sur différents thèmes, y compris l'eau.

L'équipe est arrivée au LCH vers 7h30 pour installer le matériel à côté du modèle de Chancy-Pougny et le vestiaire du premier étage est devenu une vraie loge pour les acteurs. Sous les lumières des projecteurs Davide Wüthrich et Sabine Chamoun ont montré le fonctionnement de la maquette de Chancy-Pougny et ont donné le support technique pour le démarrage et l'arrêt de l'eau dans le modèle. Pendant environ quatre heures, entre un "clap" et l'autre, l'actrice principale a récité ses monologues, interrompus par l'apparition d'un pingouin ou encore l'arrivée de la pluie (artificielle). Vers midi, l'équipe a déplacé tout son matériel vers la halle de structure afin de filmer le court-métrage suivant.



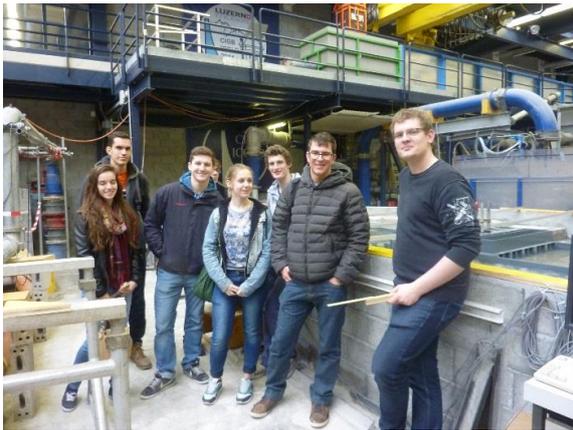
Tournage de la serie tele "Vie sur Venus" sur la maquette de Chancy-Pougny



Davide Wüthrich et Sabine Chamoun avec l'équipe de la RTS (copyright RTS/Anne Bichsel)

#### 4.4.2 Visite des gymnasiens au LCH, Lausanne, EPFL, LCH, 6 et 13 mars 2015

A l'occasion de la journée des gymnasiens, deux visites ont été organisées au LCH les vendredis 6 et 13 mars 2015. Une fois arrivés, les gymnasiens ont été divisés en deux groupes qui se sont ensuite dirigés vers la halle hydraulique et la halle de structure. Les guides du LCH, Sabine Chamoun, Davide Wüthrich, Elena Battisacco, et Nicolas Adam ont préparé les modèles de Chancy-Pougny, le puits à vortex ainsi que le modèle de Gondo afin de présenter ces aménagements caractérisés par des aspects hydrauliques différents. Après avoir passé 45 minutes avec chacun des groupes, les gymnasiens ont été ensuite invités à assister à une présentation générale sur l'hydraulique et le travail du LCH préparée par Alexandre Pachoud. Beaucoup de questions ont été posées et les gymnasiens ont manifesté beaucoup de curiosité vis-à-vis de ce sujet qui leur était relativement inconnu.



Gauche : Nicolas Adam expliquant le modèle de Chancy-Pougny aux gymnasiens // Droite : Elena Battisacco entourée par les gymnasiens face au modèle de Gondo

#### 4.4.3 Visite du modèle réduit du puits à vortex à Cossonay – 17 et 26 mars

Michael Pfister, Mélanie Baehler et Gaetano Crispino ont eu le plaisir d'accueillir les 17 et 26 mars le bureau d'ingénieurs Ribì SA ainsi que la municipalité de Cossonay pour la visite du modèle réduit du futur puits à vortex à Cossonay. La visite a été agrémentée par deux présentations (une du bureau Ribì SA et une du LCH), ainsi que d'un apéritif sur les abords du modèle réduit du puits à vortex.



Quelques ingénieurs du bureau Ribì SA visitant le puits à vortex

#### 4.4.4 Weekend de Ski LCH, Châtel, Portes du Soleil, France, du 20 au 22 mars 2015

Du 20 au 22 mars, 17 collaborateurs du LCH ont participé au weekend de ski du laboratoire, cette année organisé par Alexandre Pachoud à Châtel, aux Portes du Soleil françaises. Durant les deux jours, et malgré une météo mitigée et une neige de fin de saison, l'équipe a passé un très agréable weekend entre les pistes, les repas montagnards, et l'après-ski au village !



De gauche à droite : Stéphane Terrier, Sabine Chamoun, Mélanie Baehler, Elena Battisacco , Raphaël Sprenger, Jessica Zordan , Wüthrich Davide, Fränz Zeimetz, José Pedro Matos, Alexandre Pachoud, Paloma Furlan, Prof. Anton Schleiss, Ana Clara Santos, Natércia Matos, Ferràs David, Irene Samora et Matthias Lambert

#### 4.4.5 Thesis defence of Yos Simanjuntak : Prestressed concrete-lined tunnels - Towards Improved Safety and Economical Design, Technical University of Delft, 22 April 2015

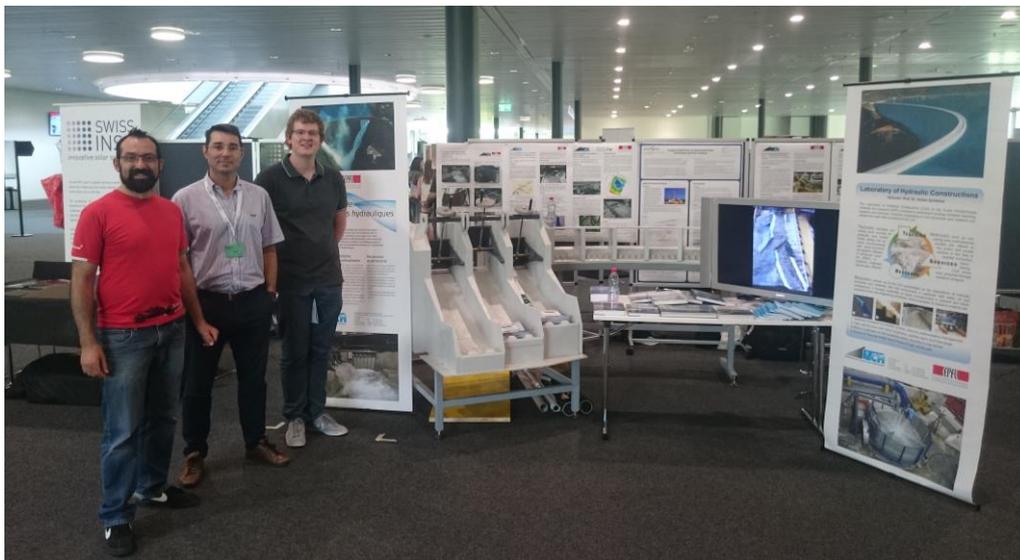
Comme co-directeur de cette thèse M. Schleiss a participé à l'examen qui s'est déroulé selon la procédure traditionnelle à l'Université Technique de Delft.





#### 4.4.6 2<sup>ème</sup> Salon des Technologies et de l'Innovation de Lausanne, 13 mai 2015

Par la deuxième année consécutive le LCH a participé au Salon de la technologie et de l'innovation organisé par un groupe d'étudiants de l'EPFL et soutenu par le canton de Vaud à travers l'agence l'Inovaud. Il y avait une trentaine d'expositeurs, la plupart issus de laboratoires de l'EPFL ou de PME basés dans le Parc Scientifique de l'EPFL, ainsi que des écoles d'ingénieurs de la Suisse Romande.



Stand du LCH

#### 4.4.7 Journée des classes - Un jour au cœur de la science, EPFL, LCH, 2 juin 2015

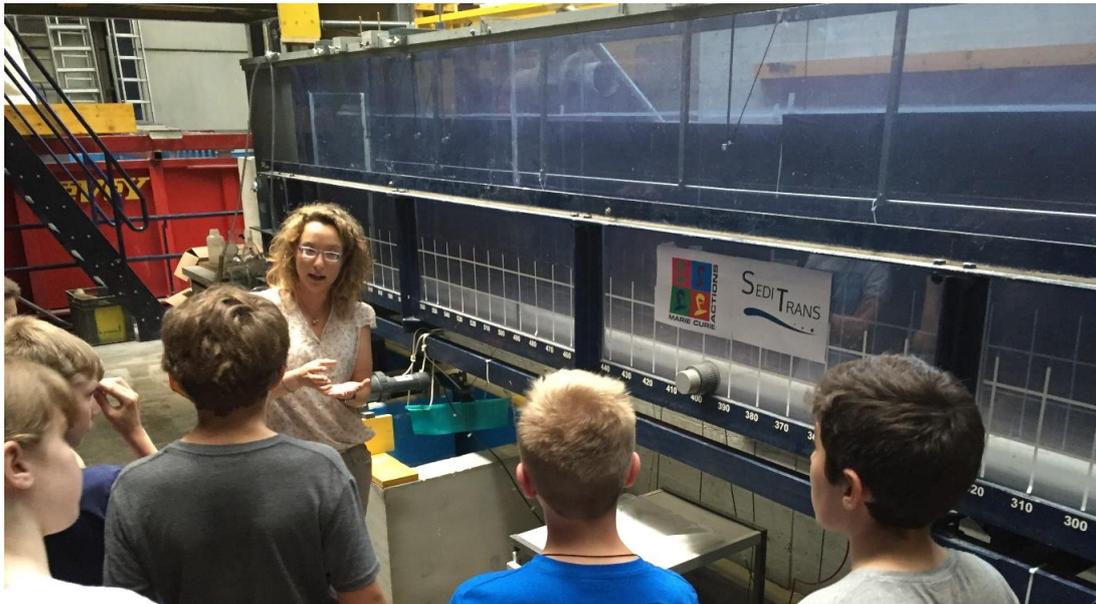
Chaque année, l'EPFL accueille les classes romandes de 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> pour une journée de découverte des sciences et domaines techniques. Comme de coutume, le LCH reçoit chaque année quelques classes (six classes cette année) pour faire découvrir l'eau et nos maquettes aux élèves. La visite et les activités au laboratoire est sous le thème "La force de l'eau". Les jeunes ont ainsi pu visiter la halle hydraulique en écoutant les explications de Davide Wüthrich, Severin Staehly, Nicolas Adam, Fränz Zeimetz, Jessica Zordan, Sabine Chamoun et Giovanni De Cesare. Pendant que la moitié de la classe découvrait certains modèles, l'autre moitié faisait la course des canards sur le Rhône dans le modèle du barrage de Chancy-Pougny. Au total, ce n'était pas moins de 114 élèves qui ont découvert le monde de l'hydraulique.



Jessica Zordan expliquant le modèle de Chancy-Pougny



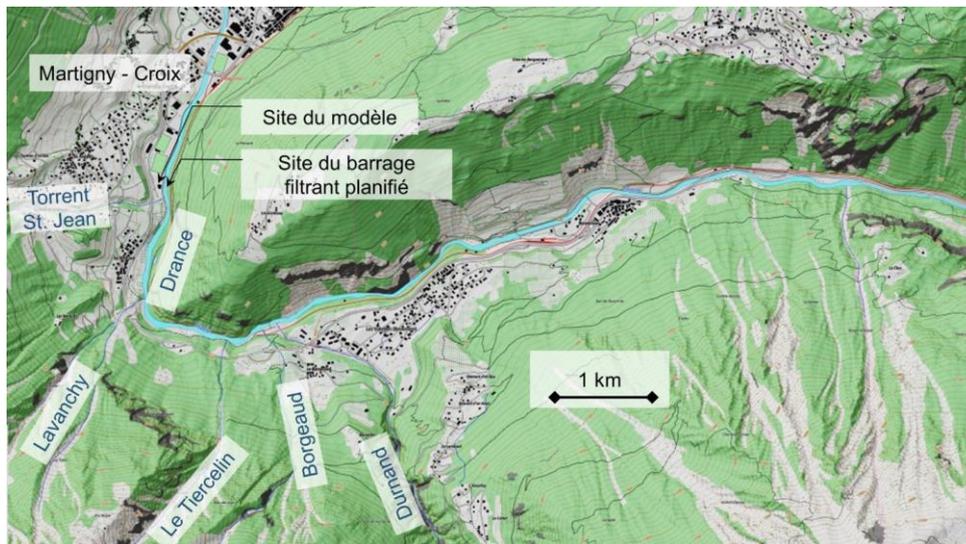
Fränz Zeimetz avec les élèves devant le modèle de Gondo



Jessica Zordan expliquant la modélisation des courants de turbidité

#### 4.4.8 Mise en eau du modèle de la Drance à Martigny – Combe (VS), 23 juin 2015

3, 2, 1 – les pompes du LCH ont démarrées à Martigny – Combe en Valais mardi, 23 juin 2015. La construction du modèle de la Drance a été effectuée en hiver 2014/15 dans le but de reproduire la Drance, une rivière de montagne qui se jette dans le Rhône en aval de Martigny, sur une longueur de 850 m à l'échelle de 1:42. Ce tronçon de la Drance se situe encore en amont de la commune de Martigny – Combe et inclus les embouchures de deux torrents latéraux qui menacent de produire des laves torrentielles en cas de fortes précipitations. Afin de partiellement retenir le charriage de la Drance ainsi que les laves torrentielles, la construction d'un barrage filtrant est prévue en amont de Martigny dans le cadre du projet de réaménagement de la Drance. Le site du projet est indiqué au dessous.



Situation du projet avec la Drance et ses affluents latéraux

L'ancien Vice-directeur du LCH Jean-Louis Boillat supervise ce projet global où le LCH est chargé avec la modélisation physique du modèle du barrage filtrant afin d'étudier son comportement hydraulique et sa capacité de rétention de sédiment. L'équipe du LCH, composé par Giovanni De Cesare, Sebastian Schwindt, Severin Stähly et Cédric Bron, ont amené les essais à partir de Juillet 2015. Le barrage filtrant a été conçu par le bureau IDEALP SA à Sion (VS).

Le modèle se trouve directement à côté du futur site de construction à Condémine sous un couvert à machines de la commune de Martigny – Combe. La mise en eau officielle du modèle a eu lieu sous les yeux attentifs des collaborateurs et des responsables locaux en fin de Juin 2015. La photo montre Jean-Louis Boillat manipulant la fosse de dissipation d'énergie lors de la simulation d'une crue centennale. La démonstration s'est terminée par une crue EHQ 500, suivi d'un verre d'amitié valaisan.



Simulation d'une crue centennale lors de la mise en eau officielle du modèle; au milieu: Jean-Louis Boillat manipule la fosse de dissipation d'énergie du barrage filtrant

#### 4.4.9 Grillades chez M. et Mme Schleiss 8 juillet 2015

Cette année, comme le veut la tradition, M. et Mme Schleiss ont chaleureusement accueillis les collaborateurs du LCH chez eux pour une grillade. Le soleil a également respecté la tradition et, pour la troisième année consécutive, il était au rendez-vous. Après l'apéro de bienvenue, tout le monde a pu profiter de la piscine où nous avons improvisé une séance photo plutôt amusante!



L'équipe du LCH s'amuse dans la piscine

L'équipe a continué avec un repas très convivial. La viande grillée par Gesualdo Casciana, a été accompagnée par les différentes salades préparées par Mme Schleiss. Pour terminer, nous nous sommes régalés avec les délicieux desserts de la maison. Ensuite, M. et Mme Schleiss ont ouvert leurs cadeaux.

Nous tenons à remercier M. et Mme Schleiss pour leur excellent accueil qu'ils nous ont réservé durant toute la soirée, ainsi que pour le repas copieux et délicieux.



Les salades de Mme Schleiss



Tout le monde à table

#### **4.4.10 Journée d'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, Vendredi 11 septembre 2015**

Le vendredi 11 septembre 2015 a eu lieu l'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, en majorité les étudiants de première année, mais également quelques nouveaux étudiants au niveau Master.

Ce ne sont pas moins de 136 nouveaux étudiants qui commencent la première année (propédeutique) cet automne en Génie Civil, dont 29.5% de femmes et 44 redoublants. Au cycle Master première année on y trouve 124 étudiants dont 11 nouveaux qui ont joint les étudiants en

propédeutique lors de la visite des infrastructures GC. Six unités du GC ont fait découvrir leurs merveilles, dont le LCH. L'après-midi six fois deux groupes ont passé au laboratoire d'hydraulique guidés par Nicolas Adam, Irene Samora, Elena Batissacco et Sabine Chamoun sur les modèles de Chancy-Pougny et du puits à Vortex de Cossonay.



#### **4.4.11 Inauguration de la dérivation partielle des crues de l'Arbogne à Corcelles-près-Payerne, vendredi 26 septembre 2015**

Vendredi matin, 26 septembre 2015, à Corcelles-près-Payerne, à côté de l'ouvrage de dérivation partielle de l'Arbogne, la conseillère d'Etat vaudoise Jacqueline de Quattro et son homologue fribourgeois Maurice Ropraz ont inauguré l'ouvrage, chacun par une allocution ainsi que, symboliquement, en déversant le contenu d'une bouteille de chasselas dans l'ouvrage. Ce grand chantier, débuté en 2012, a coûté au total 13 millions de francs. Depuis la fin du chantier, l'eau excédentaire de deux crues ont déjà passé par-dessus du déversoir, dont la dernière en mai 2015 seulement.

En 2009/2010, les ouvrages de dérivation partielle et de restitution après la galerie de dérivation ont fait l'objet d'une étude sur modèle physique au LCH, étude réalisée par Martin Bieri. C'est Giovanni De Cesare qui avait l'honneur de représenter le LCH lors de la cérémonie.

L'EPFL et le LCH ont été cités à plusieurs reprises, non seulement en relation avec l'ouvrage objet de l'inauguration, mais également lié à l'étude en cours de réaménagement de l'Arbogne plus à l'aval où le LCH apporte un soutien au bureau d'ingénieur chargé de l'étude.



Photos de l'ouvrage de dérivation de l'Abrogne à Corcelles-près-Payerne, à gauche le modèle au LCH (échelle 1:20) à droite lors de l'inauguration.

#### 4.4.12 Anniversaire Chancy-Pougny – 2 octobre 2015

Le vendredi 2 octobre 2015, le barrage de Chancy-Pougny a fêté ses 90 ans. Pour célébrer l'anniversaire de sa première mise en eau, la SFMCP (Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny) a organisé une fête spéciale à laquelle Giovanni De Cesare, Sabine Chamoun et Davide Wüthrich ont participé pour représenter le LCH. L'évènement a commencé à 10h00 avec une visite libre du barrage qui a permis d'observer la « grande maquette » sous le soleil genevois. À 11h00, la partie officielle a commencé avec une vidéo montrant l'histoire du barrage, suivie par les discours du directeur de la SFMCP et du vice-directeur du CNR (Compagnie National du Rhône) qui ont pris la parole pour souhaiter au barrage un « joyeux anniversaire ». En conclusion de cet évènement, un apéritif dinatoire a été offert aux invités qui ont eu la possibilité de continuer la discussion avec un bon verre de vin, avant de rentrer à l'EPFL.



Davide Wüthrich et Sabine Chamoun devant le barrage



L'ancienne turbine de l'usine

#### 4.4.13 Visite du bureau Norbert Géologues-Conseils au LCH, EPFL, 5 octobre 2015

Le lundi 5 octobre 2015, une vingtaine de collaborateurs des trois sites (Lausanne, Martigny et Romont) du bureau Norbert SA, Géologues-Conseils, ont fait du LCH la destination de leur sortie de bureau dans le but de mieux connaître la modélisation physique dans la halle hydraulique.

Un de leurs collaborateurs, Thierry Bussard du bureau Lausannois travaille sur le projet de Chancy-Pougny. La visite a débuté par des présentations de la part de Davide et Sabine sur l'EPFL, le LCH et le modèle physique de Chancy-Pougny, suivie par une présentation des aspects géologiques de la fondation du barrage par Thierry Bussard.

La séance terminée, une visite de différents modèles physiques dans la halle a été faite par Giovanni De Cesare, Davide Wèthrich, et Sabine Chamoun. La visite a été conclue par un apéro à côté du modèle de Chancy-Pougny ainsi qu'un déjeuner convivial dans un restaurant au bord du lac, sous un soleil radieux suivi d'une pluie.



L'apéro après la visite de la halle du LCH

#### **4.4.14 Visite de l'Association intercommunale pour l'épuration des eaux usées de la région morgienne au LCH, EPFL, 7 octobre 2015**

Mercredi 7 octobre, une vingtaine de collaborateurs de L'Association intercommunale pour l'épuration des eaux usées de la région Morgienne (ERM) ont fait une visite des modèles physiques dans la halle hydraulique et en particulier le modèle du puits à Vortex de Cossonay.

Avant la visite du laboratoire, Thierry Fuchsmann du bureau RIBI à Fribourg et Giovanni De Cesare du LCH ont présenté le projet du puits à Vortex de Cossonay en salle. Dans la halle, Irène Samora, Nicolas Adam et Giovanni De Cesare ont guidé les groupes d'un modèle à l'autre.



Nicolas Adam expliquant le modèle de la chambre d'équilibre de Gondo lors de la visite de la halle du LCH

#### **4.4.15 Visit of Druk Green Power Corporation of Bhutan for a future R&D centre in hydropower, 4-6 novembre 2015**

Within the frame of a potential project for a R&D centre in hydropower for Druk Green Power Corporation of Bhutan, a 4 person's delegation went to Thimphu, the capital of Bhutan, from November 4 to 6, 2015 to present the joint project.

Druk Green plays a very important role in ensuring that Bhutan's hydropower resources will benefit the people and not only foreign investors. In a recent address to the Nation, His Majesty The King emphasized that *"hydropower is considered as our nation's most precious resource that belongs to all the people."*

The consortium is led by BG Consulting Engineers in Lausanne, together with scientific-academic partners from EPFL: the Energy centre, the Laboratory for hydraulic machines LMH and the Laboratory of hydraulic constructions LCH. The delegation was composed of Sri Prakash, independent consultant in India as local contact person, Pierre-Yves Ledermann from BG, Helmut Keck as independent consultant (formerly responsible for Global R&D at Andritz Hydro) and Giovanni De Cesare from the LCH.

The on-site program included a meeting on November 5<sup>th</sup> with Druk Green Power Corporation of Bhutan in Thimphu to present and discuss the project in front of some 25 high level engineers and financial officers of Druk Green all in traditional dress. The BG-EPFL Bid has been declared as winner of the quality based bidding with four bidders. The discussion on the financial agreement were still ongoing as per end of the visit.

Two other informal meetings were held during the very short visit, one with the local representative of the Swiss Agency for Development and Cooperation in Thimphu, Matthias Meier as Director of Cooperation as well as with Hansruedi Pfeiffer, Country Director of HELVETAS Swiss Intercooperation in Bhutan.

The team has time for two very short trips in and around Thimphu to discover the beauty of this country, the Buddhist spirit and the friendliness of the Bhutanese people.



On the left a picture taken of Mount Everest during the flight from Kathmandu, Nepal to Paro, Bhutan ; on the right one of the entry portals of Thimphu, capital of Bhutan, where all the houses are built in traditional style



Group picture on the team at Paro Airport upon arrival to Bhutan, from left to right: Helmut Keck, Giovanni De Cesare, Sri Prakash and Pierre-Yves Ledermann

#### 4.4.16 Souper de Noël LCH, Thierrens, 10 décembre 2015

Le repas de Noël a eu lieu cette année le 10 décembre à la revue de Thierrens. La soirée a commencé par une bonne fondue au fromage arrosé par un apéritif. Comme chaque année, Fränz a participé dans l'orchestre qui accompagne les sketches et les chanteurs. Cette année tout le LCH a pu profiter du spectacle. Merci aux organisateurs pour la soirée spéciale!



De Cesare Giovanni avec son épouse et l'équipe de l'atelier mécanique ; La fondue est servie !



Prof. Schleiss avec Amini Azin; Staehly Severin, Irene Samora et Elena Battsacco avant le spectacle

## **5 Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / Participation in commissions, professional and academic associations**

### **Schleiss Anton**

---

Société pour les techniques de l'énergie d'Electrosuisse (membre du bureau) / *Power Engineering Society of Electrosuisse (member of the board)*

Société Hydrotechnique de France (SHF) (membre bureau du comité scientifique et technique)

*Swiss Tunneling Society (FGU-STG) (Member of the board)*

*Transhelvetica SA pour une voie navigable transhelvétique (membre du conseil)*

Commission Internationale des Grands Barrages (CIGB) – Président et membre comité technique Hydraulique de barrages / *Int. Commission on Large Dams (ICOLD) – President and member of Dam Hydraulics Technical Committee*

Association Suisse pour l'Aménagement des Eaux - SWV (Membre du comité) / *Swiss Institution of Water Management (member of the board)*

Commission de la protection contre les crues (KOHS) de l'Association Suisse pour l'Aménagement des Eaux - SWV (membre, président de 1998 à 2009) / *Committee of Flood Protection (member, chairman from 1998 to 2009)*

Comité Suisse des Barrages - CSB (Président 2006-2012, membre honoraire de la commission technique/ *Swiss Committee on Dams (Chairman 2006-2012, honorary member of the Technical Committee)*

Fonds National de la Recherche Scientifique de Belgique - FNRS (président de la commission Sciences exactes et Naturelles SEN-3 et de la commission Foresight) / *National Research Foundation of Belgium (chairman of the commission Exact and Natural Sciences SEN-3 and of the commission Foresight)*

*International Hydropower Association (IHA), (member of the technical committee for organization of conferences)*

Association Suisse des Professionnels de la Protection des Eaux - VSA, (membre) / *Swiss Society of Professionals of Water Protection (member)*

Association internationale d'ingénierie et de recherches hydrauliques - AIHR, (membre du conseil) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR (council member)*

Division Européen de l'AIHR (président) / *Europe Division of IAHR (chairman)*

Fondation des registres suisses des ingénieurs, des architectes et des techniciens (membre du conseil de fondation) / *Foundation of Swiss Register of Engineers, Architects and Technicians (member of the Foundation Council)*

Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes - SIA (membre) / *Swiss Association of Engineers and Architects (member)*

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (Member) / *Association allemande pour l'aménagement des eaux (membre)*

Verein Bielerseeschutz VBS - Société pour la protection des rives du lac de Bienne (membre) / *Association for the protection of Lake Bienne (member)*

Association des professeurs de l'EPFL (membre) / *Society of EPFL Professors (member)*

Commission académique de la section de génie civil de l'EPFL (membre du conseil) / *Academic Commission of Civil Engineering Department of EPFL (council member)*

Fondation Orlando Lauti de l'EPFL (membre du conseil) / *Orlando Lauti Foundation (member of the council)*

## **De Cesare Giovanni**

---

Association suisse pour le génie biologique - VIB (président) / *Swiss Association of Soil Bioengineering (president)*

International Conference on soil and water bioengineering in France, Lyon, France, 23-25 November 2015, membre du comité scientifique

Scientific committee of the 9<sup>th</sup> International Symposium on Ultrasonic Doppler Method for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, Mechanics and Fluid Engineering, Strasbourg, France, August 27-29, 2014 (member)

Conférence du corps enseignant (CCE) de l'EPFL / *Council of EPFL lecturers*

French National Research Agency (Agence Nationale de la Recherche ANR), scientific Expert

US National Science Foundation (NSF), Geomorphology and Land-use Dynamics (GLD) program, reviewer

Swiss National Research Programme "Sustainable Use of Soil as a Resource" (NRP 68) – "Soil stability and natural hazards: from knowledge to action" (SOSTANAH), Advisory Board member

Agenda 21 pour l'eau, groupe de travail revitalization des cours d'eau, membre

## **Pfister Michael**

---

International Association for Hydraulic Research (IAHR) (member 2007)

IAHR Committee on Hydraulic Structures, Member of Leadership Team (since 2011)

Swiss Committee on Large Dams (STK), Arbeitsgruppe Schwemholz, Member (since 2013)

VSA Section Suisse Romande, Membre du Comité (since 2012)

Commission d'Enseignement GC, EPFL, Membre (since 2010)

## **Franca Mário J.**

---

International Association of Hydro-Environment Engineering and Research, Member (n. I-9007).

American Geophysical Union, Member (n. 10967955).

Portuguese Association of Water Resources, Member (n. 1273).

Specialized Commission on Fluvial Hydraulics of the Portuguese Association of Water Resources, Member and founder (since 2009).

Member of the leadership team of the Committee on Experimental Methods and Instrumentation of the IAHR - International Association of Hydro-Environment Engineering and Research

Co-opted member of the leadership team of the Committee on Fluvial Hydraulics of the IAHR - International Association of Hydro-Environment Engineering and Research

Scientific committee of the 9th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, RCEM 2015, Iquitos, Peru, from August 30 to September 3, 2015.

## **Schaefli Bettina**

---

Commission Suisse Hydrologique (CHy), vice-president, member

Société Suisse d'hydrologie et de limnologie (SSH), member

International Association of Hydrological Sciences (IAHS), member

European Geosciences Union, member and conference convener

American Geophysical Union, member

**Manso Pedro**

---

International Association of Hydro-Environment Engineering and Research, member

Portuguese Association of Water Resources (APRH), member

Specialized committee on Water & Energy of APRH (2014-2016), member

Comité Suisse des Barrages, membre

**Fränz Zeimetz**

---

“Sécurité contre les crues et abaissement des rétentions”, Groupe de travail pour la révision des directives et documents de bases pour la sécurité des barrages, Office fédérale de l'énergie OFEN, Section surveillance ouvrage d'accumulation

## **6 Conférences données par les collaborateurs du LCH / Conferences presented by LCH staff**

### **6.1 Invités / Invited**

#### **Schleiss Anton**

---

*High head spillways – the challenge of energy dissipation and scour control downstream*  
25<sup>th</sup> Int. Congress on Large Dams (ICOLD), workshop of ICOLD Committee on Hydraulics for Dams, Stravanger, Norvège, 15 juin 2015

*Discharge capacity of PK weirs considering floating debris*  
25<sup>th</sup> Int. Congress on Large Dams (ICOLD), Stravanger, Norvège, 15 juin 2015

*Hydropower challenges in Switzerland and SCCER-SoE, 10 years R&D roadmap*  
SCCER-SoE Annual Conference 2015 “Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production in Switzerland, Neuchâtel, 10 septembre 2015

*Entwicklungsziele (Roadmap) für die Wasserkraft im Rahmen des Schweizerischen Kompetenzzentrum für Energieforschung SCCER-SoE*  
Journée d'étude force hydraulique 2015, Construction, exploitation et entretien des centrales hydroélectriques IV, Olten, Suisse, 27 novembre 2015

#### **De Cesare Giovanni**

---

*Countermeasures proposed in case of the Livigno Reservoir (Swiss Alps) after the eco-accident in March 2013 satisfying safety requirements and preserving downstream aquatic fauna*  
XX National Conference of Fishing Users of lakes, rivers and reservoirs. Grudziądz, Pologne, du 13 au 15 mai 2015

#### **Pfister Michael**

---

*Enhancement of spillway capacity for existing structures*  
Seminars of Investigation in Hydraulics and Water Resources, IST Lisbonne, Portugal, 16 avril 2015

*Exemple de projet : Le nouveau puits à vortex de la ville de Cossonay*  
Séminaire Hydraulique des canalisations. EPFL Lausanne, Suisse, 8 septembre 2015 (avec Thierry Fuchsmann)

*Freshwater nets: Captures in natural lakes*  
Invited Lecture, Seconda Università degli studi di Napoli, DICDEA, Italie, 20 octobre 2015.

*Piano Key weirs: Hydraulic bases and research advancement*  
Hydraulic Engineering Seminar, Seconda Università degli studi di Napoli, DICDEA, Italie, 10 décembre 2015

*Piano Key weirs on spillways: Advantages and risks*  
Hydraulic Engineering Seminar, Roma Tre University, Italie, 19 octobre 2015

#### **Schaefli Bettina**

---

*Herausforderungen für die Wasserkraft und Forschung im Zusammenhang mit der Schweizer Energiewende*  
AGAW Symposium 2015, „Wasserkraft im Wettbewerb“, Innsbruck, Autriche du 25 au 26 juin 2015

#### **Franca Mário**

---

*Upscaling approaches to turbulent environmental flows*  
SEDIRANS winter school at UCY – Numerical Simulation of Turbulent Flows and Sediment Transport, University of Cyprus, Nicosie, Chypre, 12 février 2015

*Environmental hydraulics: transport of sediments, momentum and diluted species*

Keynote lecture at the Journée ECOUFLU, LEGI – University of Grenoble, France, 9 mars 2015

*Upscaling approaches to turbulent environmental flows*

Seminars of Investigation in Hydraulics and Water Resources, IST Lisbonne, Portugal, 23 avril 2015

*Introduction to acoustic Doppler techniques*

SEDITRANS summer school at IST-UL – Measuring Techniques for Turbulent Open-Channel Flows, Instituto Superior Técnico, Lisbonne, Portugal, 28 Juillet 2015

---

### **Manso Pedro**

*Sustainable adaptation of Swiss hydropower infrastructure to meet future electricity needs under strong environmental constraints*

9<sup>th</sup> Symposium on European Freshwater Sciences, Genève, 7 juillet 2015. Special Session on “Hydropower – Sustainable management of renewable energy”.

## **6.2 Autres conférences / Other conferences**

---

### **De Cesare Giovanni**

*Laboratory research: bed load guidance into sediment bypass tunnel inlet*

1<sup>st</sup> Intl. Workshop on Sediment Bypass Tunnels, ETH Zürich, Suisse, du 27 au 29 avril 2015

---

### **Franca Mário**

*Morphology impact of geometric parameters, such as local widening and width ratios, on river confluences*

9<sup>th</sup> Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, RCEM 2015, Iquitos, Peru, du 30 août au 3 septembre 2015.

---

### **Manso Pedro**

*Adaptation of Swiss hydropower infrastructure to meet future electricity needs*

Hydro 2015, Bordeaux, 26 octobre 2015

---

### **Matos José Pedro**

*Application of artificial neural networks in asset management and hydrological modelling.*

Artificial Neural Networks Workshop, ISEP and ADP, Porto, Portugal, 1 octobre 2015

*Large dams in the Valais region of Switzerland (CI-A2). WP6: STREST method application to the STREST Critical Infrastructures*

STREST 2<sup>nd</sup> Year Workshop, Thessaloniki, Greece, du 12 au 13 octobre 2015

*From the definition of hazard interaction models (3.5) To their use in stress tests.*

STREST 2nd Year Workshop, Thessaloniki, Greece, du 12 au 13 octobre 2015

---

### **Guillén Sebastián**

*Hydro-morphodynamic differences induced by different angles in an experimental discordant confluence*

36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

*Morphodynamics in river confluences*

36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

---

### **Ferràs David**

*Fluid-structure-interaction in pipe coils during hydraulic transients: numerical and experimental analysis*

36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

*Experimental evidence of pipe-wall mechanical behaviour during hydraulic transients”.*  
12<sup>th</sup> International Conference on Pressure Surges, Dublin, Irlande, du 18 au 20 novembre 2015

---

**Ostad Mirza Mohammad Javad**

*Air entrainment and pressure development in skimming flow on an abrupt slope change on stepped spillways*  
36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

---

**Stephane Terrier**

*Comparison of chute aerator effect on stepped and smooth spillways*  
36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015  
*Case study – Delta restoration at a steep river mouth*  
36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

---

**Pachoud Alexandre Jean**

*Parametric study of steel-lined pressure shafts in anisotropic rock*  
World Tunnel Congress, ITA WTC 2015, Dubrovnik, Croatie, du 22 au 28 mai 2015

---

**Zeimetz Fränz**

*Project CRUEx++*  
Journées d'étude du CSB 2015, Pontresina, Suisse, du 2 au 3 juillet 2015

---

**Battisacco Elena**

*Physical modelling of artificial river replenishment techniques to restore morphological conditions downstream of dams*  
36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

---

**Irene Samora**

*Optimal location of micro-turbines in water supply network*  
36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

---

**Sebastian Schwindt**

*Physical modelling of sediment transport in mountain torrents upstream of open check dams*  
European Geoscience Union (EGU) – General Assembly, Vienne, Autriche, du 13 au 17 Avril 2015  
*Experimental evaluation of the discharge capacity of flow constrictions by check dams in mountain rivers*  
36<sup>th</sup> IAHR Congress, La Haye, Pays-Bas, du 28 juin au 3 juillet 2015

---

**Wüthrich Davide**

*Hydrodynamic Impact of waves against structures*  
Coastal structures and solutions to coastal disasters joint conference, Boston, USA, 10 septembre 2015  
*Hydropower and dams: price and prejudice*  
Hydro 2015, Bordeaux, France, 27 octobre 2015

---

**Jessica Zordan**

*Hydropower and dams: price and prejudice*  
Hydro 2015, Bordeaux, France, 27 octobre 2015

**Mikolaj Adamczyk**

---

*Validation of MesoHABSIM method using conditional and multivariate statistical habitat suitability criteria for bullhead *Cottus gobio**

9<sup>th</sup> Symposium on European Freshwater Sciences, Genève, Suisse, 7 juillet 2015

## **7 Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / Participation in congresses and visits of research institutes**

*SEDITRANS winter school at UCY – Numerical Simulation of Turbulent Flows and Sediment Transport, University of Cyprus, du 11 au 13 février 2015, Nicosie, Chypre. Mário J. Franca, Jessica Zordan*

*Journée ECOUFLU, LEGI – University of Grenoble, 9 mars 2015, Grenoble, France. Mário J. Franca*

*EGU General Assembly 2015, du 13 au 17 avril 2015, Vienne, Autriche. Mário J. Franca, Bettina Schaepli, Elena Battisacco, Sebastian Schwindt*

*First International Workshop on Sediment By-pass Tunnels, ETH, du 27 au 29 avril 2015, Zurich, Suisse. Giovanni de Cesare, Pedro Manso*

*KOHS-Tagung 2015 / Symposium CIPC 2015, Interlaken, Suisse, du 5 au 6 mai 2015. Anton Schleiss*

*XX National Conference of Fishing Users of lakes, rivers and reservoirs, du 13 au 15 mai 2015, Grudziądz, Pologne. Giovanni De Cesare*

*EWRI – ASCE World Environmental & water Resources Congress, du 17 au 21 mai 2015, Austin, Texas, USA. Anton Schleiss*

*World Tunnel Congress (ITA WTC 2015), du 22 au 28 mai 2015, Dubrovnik, Croatie. Alexandre Pachoud.*

*SEDITRANS Mid-Term Review Meeting - Sediment transport in fluvial, estuarine and coastal environment, 4 juin 2015, Catholic University of Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium. Anton Schleiss, Mário J. Franca, Carmelo Juez, Jessica Zordan*

*ICOLD Board Meeting, du 12 au 15 juin 2015, Stavanger, Norvège. Anton Schleiss*

*25<sup>th</sup> Int. Congress on Large Dams (ICOLD), du 15 au 19 juin 2015, Stavanger, Norvège. Anton Schleiss*

*26<sup>th</sup> IUGG General Assembly du 22 juin au 2 juillet 2015, Prague, République tchèque. Fränz Zeimet*

*Arbeitsgemeinschaft Alpine Wasserkraft (AGAW) Symposium 2015, „Wasserkraft im Wettbewerb“, du 25 au 26 juin 2015, Innsbruck, Autriche. Bettina Schaepli*

*IAHR Council Meeting, du 26 au 28 juin 2015, DELFT, Hollande. Anton Schleiss*

*36<sup>th</sup> IAHR World Congress, du 28 juin au 1 juillet 2015, La Haye, Hollande. Anton Schleiss, Michael Pfister, Mário J. Franca, Carmelo Juez, Elena Battisacco, Stéphane Terrier, Irene Samora, Sebastián Guillén-Ludeña, David Ferras, Mohammad Javad Ostad Mirza et Sebastian Schwindt*

*9<sup>th</sup> Symposium on European Freshwater Sciences, Genève, du 5 au 10 juillet 2015. Pedro Manso, Mikolaj Adamczyk*

*SEDITRANS summer school at IST-UL – Measuring Techniques for Turbulent Open-Channel Flows, Instituto Superior Técnico, du 27 au 30 juillet 2015, Lisbonne, Portugal. Mário J. Franca, Carmelo Juez, Jessica Zordan*

*9th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics (RCEM 2015) du 30 août au 3 septembre 2015, Iquitos, Pérou. Mário J. Franca*

*Symposium avec 104<sup>ème</sup> Assemblée générale de l'ASAE, Vent contraire sur la force hydraulique : échappatoires au dilemme, du 3 au 4 septembre 2015, Couvent de Wettingen AG, Suisse. Anton Schleiss*

*Séminaire Hydraulique des canalisations (VSA), 8 septembre 2015, EPFL Lausanne, Suisse.* Anton Schleiss, Michael Pfister

*ICOLD BMW Workshop, du 8 au 11 septembre 2015, Lausanne, Suisse.* Anton Schleiss, Pedro Manso, José Pedro Matos.

*2<sup>nd</sup> SCCER-SoE Annual Conference 2015 “Challenges and Prospects for HydroPower and Deep Geothermal Electricity Production in Switzerland”, 10 septembre 2015, Univ. Neuchâtel, Suisse.* Anton Schleiss, Pedro Manso, Bettina Schaepli, Irene Samora, Severin Stähly, Kevin Cros, Ana Clara Santos, Alexandre Pachoud, Maria del Mar Oliva Rodriguez, David Ferras, Fränz Zeimetz, Elena Battisacco, Sabine Chamoun

*Coastal structures and solutions to coastal disasters joint conference, du 9 au 11 septembre 2015, Boston, USA.* Davide Wüthrich

*Gravel Bed Rivers 8 Workshop, du 13 au 19 septembre 2015, Kyoto et Takayama, Japon.* Mário J. Franca

*1<sup>st</sup> Workshop on H2DOC Doctoral Programme 2014-2020, du 24 au 25 septembre 2015, Lisbon, Portugal.* Anton Schleiss, Mário J. Franca, Michael Pfister, Paloma Furlan, Dora Salgueiro, Ana Clara Santos and Ivan Stojnic

*Artificial Neural Networks Workshop, ISEP and ADP, 1 octobre 2015, Porto, Portugal.* José Pedro Matos

*ICOLD Board Meeting, du 4 au 7 octobre 2015, Prague, République tchèque.* Anton Schleiss

*STREST 2nd Year Workshop, du 12 au 13 October 2015, Thessaloniki, Greece.* José Pedro Matos

*HYDRO 2015, du 25 au 29 octobre 2015, Bordeaux, France.* Anton Schleiss, Pedro Manso, Davide Wüthrich, Jessica Zordan.

*Assemblée générale du conseil mondiale de l'eau, du 12 au 15 novembre 2015, Marseille, France.* Anton Schleiss

*12<sup>th</sup> International conference on Pressure Surges, du 18 au 20 novembre 2015, Dublin, Irlande.* David Ferras

*13<sup>th</sup> Swiss Geoscience Meeting, du 20 au 21 novembre 2015, Bâle, Suisse.* Ana Clara Santos

*Fachtagung Wasserkraft 2015 / Journée d'étude Force hydraulique 2015 - Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserkraftwerken IV / Construction, exploitation et entretien des centrales hydroélectriques IV. 27 novembre 2015, Olten Suisse.* Anton Schleiss

*SEDITRANS Winter School à l'Université Catholique de Louvain-la-Neuve, du 7 au 9 décembre 2015, Belgique.* Mário J. Franca, Carmelo Juez, Jessica Zordan.

## 8 Participation au jury de thèses de doctorat / *Participation in doctoral thesis jury*

### **Schleiss Anton**

---

*Hydroacoustic Modeling of a Cavitation Vortex Rope for a Francis Turbine*

Doctorant: Christian Landry, EPFL No 6547, membre de jury, 20.02.2015

*Prestressed Concrete-Lined Pressure Tunnels - Towards Improved Safety and Economical Design*

Doctorant: Yos Simanjuntak, DELFT, 22.04.2015

*Hydro-Morphodynamics of Open-Channel Confluences with Low Discharge Ratio and Dominant Tributary Sediment Supply*

Doctorant: Sebastian Guillén Ludeña, EPFL No 6716, directeur de thèse, 24.7.2015

*Time-dependent Failure Analysis of Large Block Size Riprap as Bank Protection in Mountain Rivers.*

Doctorante: Mona Jafarnejad Chaghooshi, EPFL No 6803, directeur de thèse, 2.10.2015

*Évaluation des processus hydro-sédimentaires d'une retenue de forme allongée: application à la retenue de Génissiat sur le Haut-Rhône*

Doctorante: Lucie Guertault, Université Claude Bernard Lyon, membre du jury, 9.10.2015

*Hydrological Modelling of a River Basin using Multi-Satellite Precipitation Estimates*

Doctorant: Dheeraj Kumar, Indian Institute of Technology Roorkee, member of committee, 5.11.2015

### **De Cesare Giovanni**

---

*Analysis of three-dimensional turbulent free-surface vortex flows with strong circulation*

Doctorant: Sean Mulligan, Institute of Technology IT Sligo, Ireland PhD Thesis, external examiner and Jury member, 12.10.2015

### **Franca Mário J.**

---

*Numerical modelling of compound channel flow*

Doctorante: Marina Filonovich, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 24.04.2015

## **9 Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / *Participation in review committees of journals and research funds***

### **Schleiss Anton**

---

- JAWER - Journal of Applied Water Engineering and Research (Associate Editor)
- Journal of Hydraulic Research
- European Journal of Environmental and Civil Engineering
- Ecology of Freshwater Fish
- Engineering Application of Computational Fluid Mechanics
- River Research and Application
- Journal of Multiphase Flow
- Arabian Journal of Geosciences
- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Earth Surface Progress and Landforms
- Advances in Water Resources
- KSCE Journal of Civil Engineering
- Tunneling and Underground Space Technology
- Journal of Hydrology
- Hydro 2015
- ICOLD Congress Stavanger 2015
- IAHR Congress Den Hague
- Tunneling the Gotthard
- Norway Research Council
- BelPD-Marie Curie COFUND Université de Liège
- BSF United States – Israel Binational Science Foundation
- Communautés de recherche académique Rhône Alpes
- Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (CRSNG)
- Fonds National de la Recherche Scientifique de Belgique (FNRS)

### **De Cesare Giovanni**

---

- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Progress in Computational Fluid Dynamics, An International Journal (Inderscience Publishers)
- ICE Water Management journal, The Institution of Civil Engineers
- ICE Géotechnique journal, The Institution of Civil Engineers
- Marine & Freshwater Research, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)
- French National Research Agency (Agence Nationale de la Recherche ANR)
- US National Science Foundation (NSF), Geomorphology and Land-use Dynamics (GLD) program

## **Pfister Michael**

---

- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Journal of Hydraulic Research (IAHR)
- Journal of Applied Water Engineering and Research (IAHR)
- Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics (Taylor and Francis)
- 36<sup>th</sup> IAHR World Congress, 2015, The Hague (NL), Member of Scientific Committee
- 2<sup>nd</sup> International Workshop on Hydraulic Structures: Data Validation, 2015, Coimbra (P), Member of Scientific Committee

## **Franca Mário**

---

- Water Resources Research
- Journal of Geophysical Research
- Advances in Water Resources
- Physics of Fluids
- Canadian Journal on Chemical Engineering
- Journal of Hydraulic Engineering
- Journal of Hydraulic Research
- Earth Surface Processes and Landforms
- Environmental Fluid Mechanics
- Journal of Mountain Sciences
- Measurement Science and Technology
- International Journal of River Basin Management
- Reviewer for Gravel Bed Rivers 8, 2015 workshop
- Reviewer for 9th Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics, RCEM 2015
- Fund for Scientific Research-FNRS (Belgium), 2015

## **Schaefli Bettina**

---

- Water Resources Research (Journal of the American Geophysical Union)
- Hydrology and Earth System Sciences (Journal of the European Geosciences Union), Editeur
- Geoscience Model Development (Journal of the European Geosciences Union)
- Advances in Water Resources
- Hydrological Processes

## **Manso Pedro**

---

- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Mountain Research and Development (published by International Mountain Society)
- Hydrological Sciences Journal (International Association of Hydrological Sciences - IAHS)
- First Int. Conf. on Sediment Bypass Tunnels (organized by the ETH Zürich)
- 25<sup>th</sup> ICOLD Congress, Q97 "Spillways" (org. by the Norwegian Committee Large Dams)

## 10 Publications

### 10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

#### 10.1.1 Référéés / *Refereed*

Amacher, R., Cohen Liechti, T., Pfister, M., De Cesare, G., Schleiss, A.J. (2015). "Wave reducing stern flap on ship convoy to protect river banks". **Naval Engineers Journal** 127(1), 95-102.

Amblard, J., Pams Capoccioni, C., Nivon, D., Mellal, L., De Cesare, G., Ghilardi, T., Jafarnejad, M., Battsacco, E. (2015), "Analysis of Ballast Transport in the Event of Overflowing of the Drainage System on High Speed Lines", **International Journal of Railway Technology**, 4(2), 19-43, DOI:10.4203/ijrt.4.2.2.

Capoccioni, C.P., Nivon, D., Amblard, J., De Cesare, G. and Ghilardi, T. (2015) "Analyse de risques pour les circulations ferroviaires d'un débordement de drainage sur ligne à grande vitesse (LGV)". **La Houille Blanche** (70)/ 4(2015), pp. 39-45, DOI: 10.1051/lhb/20150044.

Comola, F., Schaeffli, B., Rinaldo, A., and Lehning, M. (2015) "Thermodynamics in the hydrologic response: Travel time formulation and application to Alpine catchments", **Water Resources Research**, n/a-n/a, 10.1002/2014wr016228, 2015a.

Comola, F., Schaeffli, B., Ronco, P. D., Botter, G., Bavay, M., Rinaldo, A., and Lehning, M. (2015) "Scale-dependent effects of solar radiation patterns on the snow-dominated hydrologic response", **Geophysical Research Letters**, 42, 2015GL064075, 10.1002/2015gl064075, 2015b.

Duarte, R., Schleiss, A. J. and Pinheiro, A. (2015) "Influence of jet aeration on pressures around a block embedded in a plunge pool bottom". **Environmental Fluid Mechanics**, (15)3, p. 673-693, 2015. DOI 10.1007/s10652-014-9392-x.

Franca, M.J. and Brocchini, M. (2015) "Turbulence in Rivers", in P. Rowiński and A. Radecki-Pawlik (eds.), **Rivers-Physical, Fluvial and Environmental Processes, GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences**, pp. 51-78, DOI 10.1007/978-3-319-17719-9\_2.

Gallice, A., Schaeffli, B., Lehning, M., Parlange, M. B. and Huwald, H. (2015) "Stream temperature prediction in ungauged basins: review of recent approaches and description of a new physics-derived statistical model", **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, 19, 3727-3753, 10.5194/hess-19-3727-2015, 2015.

Gissoni, C. and Pfister, M. (2015). "Discussion of Hydraulic behavior of junction manholes under supercritical flow conditions", **Journal of Hydraulic Research** 53(2), 286-289, DOI:10.1080/00221686.2015.1021716.

Guillén-Ludeña, S., Franca, M. J., Cardoso, A. H. and Schleiss, A. J. (2015), "Hydro-morphodynamic evolution in a 90° movable bed discordant confluence with low discharge ratio", **Earth Surface Processes and Landforms**, DOI: 10.1002/esp.3770.

Hersberger, D., Franca, M. J. and Schleiss, A. J. (2015), "Wall-Roughness Effects on Flow and Scouring in Curved Channels with Gravel Beds." **Journal of Hydraulic Engineering**, 142(1), 04015032. DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001039.

Jenzer Althaus, J. M. I., De Cesare, G, Schleiss, A. J. (2015) "Sediment Evacuation from Reservoirs through Intakes by Jet-Induced Flow", **Journal of Hydraulic Engineering**, 141(2), 2015, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000970, p. 04014078-1–04014078-9.

Pachoud, A.J. and Schleiss, A.J. (2015) "Stresses and displacements in steel-lined pressure tunnels and shafts in anisotropic rock under quasi-static internal water pressure". **Rock Mechanics and Rock Engineering**, 2015, DOI: 10.1007/s00603-015-0813-z, pp. 1-25.

Pfister, M. (2015). "Das Klaviertastenwehr (PKW) als effizientes Einlaufbauwerk zur Erhöhung der Abflusskapazität bestehender Hochwasserentlastungsanlagen". **KW Korrespondenz Wasserwirtschaft** 8(11), 673-679, DOI: 10.3243/kwe2015.11.001.

Pfister, M., Tullis, B., Schleiss, A.J. (2015). Closure to Debris blocking sensitivity of Piano Key weirs under reservoir type approach flow. **Journal of Hydraulic Engineering** 141(10), 07015013. DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001035.

Schaeffli, B. (2015) "Projecting hydropower production under future climates: a guide for decision-makers and modelers to interpret and design climate change impact assessments", **WIREs Water**, Early View, 10.1002/wat2.1083, 2015.

Terrier, S., Bieri, M., Jordan, F., Schleiss, A. J. (2015) "Impact du retrait glaciaire et adaptation du potentiel hydroélectrique dans les Alpes suisses", **La Houille Blanche** (70), 1 (2015), pp. 93-101, DOI: 10.1051/lhb/2015012.

Wuthrich, D. and Chanson, H. (2015). "Aeration Performances of a Gabion Stepped Weir with and without Capping." **Environmental Fluid Mechanics**, Vol. 15, No. 4, pp. 711-730 & 5 video movies (DOI: 10.1007/s10652-014- 9377-9) (ISSN 1567-7419 [Print] 1573-1510.

### 10.1.2 **Autres / Others**

Bousquet C., Samora I.A, Manso, P., Schleiss A., Rossi L. and Heller P. (2015) "Turbinage des eaux usées: quel potentiel pour la Suisse?" **Revue Aqua & Gas** (10): 54-61.

De Cesare G. (2015). "Les rives lacustres et le génie biologique". **Fachzeitschrift Ingenieurbiologie / Génie biologique**, 24(4)/2014, pp. 5-12, juillet 2015

De Cesare, G., Altenkirch, N., Schleiss, A.J., Roth, M., Molinari, P. and Michel, M.,(2015) "Störfall com 30. März 2013 bei der Staumauer Punt dal Gall", **Wasser Energie Luft**, Vol. 107, Heft 1, 2015, pp. 1-8

Matos, J.P., Schleiss A. J., Mertens, J. and Wehrli, B. (2015) "Developing an open-source database for the Zambezi river basin", **Water storage and Hydropower development for Africa**, Supplement to: The International Journal on Hydropower & Dams, 2015, pp. 28-32

Ugo M., Caillet J. et Schleiss A. (2015). "Des ports flottants pour réduire les pressions sur les rives lacustres". **Fachzeitschrift Ingenieurbiologie / Génie biologique**, 24(4)/2014, pp. 45-48, juillet 2015

## 10.2 Comptes rendus des congrès / *Proceedings of congresses*

### 10.2.1 Référés / *Refereed*

Battisacco, E., Maire, A., Franca, M.J. and Schleiss, A.J. (2015). "Physical modelling of artificial river replenishment techniques to restore morphological conditions downstream of dams", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/2798](http://app.iahr2015.info/programma_details/2798)

Blanckaert, K., Heyman, J., Wei M., Li D. and Schleiss A.J. (2015). "Secondary flow in sharp open-channel bends: experiments and modelling", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/3457](http://app.iahr2015.info/programma_details/3457)

Blanckaert, K., WEI, M., Heyman J., Li D. and Schleiss A.J. (2015). "Experiments of flow separation at the inner bank of open-channel bends", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/3456](http://app.iahr2015.info/programma_details/3456)

De Cesare G., Manso P., Daneshvari M., and Schleiss A.J. (2015), "Laboratory research: bed load guidance into sediment bypass tunnel inlet", **Proc. 1st Intl. Workshop on Sediment Bypass Tunnels**, VAW-Mitteilungen 232 (R.M. Boes, ed.), Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology, ETH Zürich, 2015, Switzerland, pp. 169-179

De Cesare, G. and Adamczyk, M., (2015), "Countermeasures proposed in case of the Livigno Reservoir (Swiss Alps) after the eco-accident in March 2013 satisfying safety requirements and preserving downstream aquatic fauna (Środki zaradcze zapewniające bezpieczeństwo i ochronę ichtiofauny w rzece Spöl poniżej zbiornika Livigno (Alpy Szwajcarskie) po katastrofie ekologicznej w marcu 2013 roku)", **Proc. of the XX National Conference of Fishing Users of lakes, rivers and reservoirs**, ed. Mickiewicz M. and Wołos A, ISBN 978-83-60111-82-6, Mai 13-15, 2015, Grudziądz, Poland, pp. 225-237

Ferras D. (2015). "Fluid-structure-interaction in pipe coils during hydraulic transients: numerical and experimental analysis", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/2991](http://app.iahr2015.info/programma_details/2991)

Ferras, D., Manso, P. Schleiss A.J., and Covas D. (2015) "Experimental evidence of pipe-wall mechanical behaviour during hydraulic transients". **12<sup>th</sup> International Conference on Pressure Surges**, Dublin 2015.

Franca, M.J., Ghilardi, T. and Schleiss A.J. (2015) "Joint analysis of sediment transport rate and morphology evolution in steep channels", **Gravel Bed Rivers 8**, Kyoto-Takayama, September 2015.

Fuchsmann, T., Dorthe, D. and Pfister, M. (2015). "Exemples de projet : Le nouveau puits à vortex de la ville de Cossonay". **Séminaire Hydraulique des canalisations**, VSA, EPFL Lausanne.

Gardarsson, S.M., Gunnarsson, A., Tomasson, G.G. and Pfister, M. (2015). "Karahnjukar dam spillway: Comparison of operational data and results from hydraulic modelling". **Hydro 2015**, 22.05, 1-9. Bordeaux, France.

Gisonni, C. and Pfister, M. (2015). "Head losses in sewer junction". Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015

Guillén-Ludeña S. (2015). "Hydro-morphodynamic differences induced by different angles in an experimental discordant confluence", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/3015](http://app.iahr2015.info/programma_details/3015)

Guillén-Ludeña S., Franca M.J., Cardoso A.H. & Schleiss A.J. (2015). "Morphodynamics in river confluences", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/3599](http://app.iahr2015.info/programma_details/3599)

Guillén-Ludeña, S., Franca, M.J., Cardoso, A.H. and Schleiss, A.J. (2015) "Morphology impact of geometric parameters, such as local widening and width ratios, on river confluences", **River, Coastal and Estuarine Morphodynamics 2015**, Iquitos (Peru), August-September 2015.

- Hager, W.H., Pfister, M., Tullis, B. (2015). "Labyrinth weirs: Development until 1985". Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015
- Juez C., Franzini F., Soares-Frazaó S., Murillo J., García-Navarro P. (2015). "Numerical and experimental work on sediment transport over steep slopes", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015
- Launay, M., Manso, P., Leite-Ribeiro, M., Conde, D. and Ferreira R. (2015) "Mathematical modelling of sediment deposition zones", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015
- Ostad Mirza M.J., Matos J., Pfister M. & Schleiss A.J. (2015). "Air entrainment and pressure development in skimming flow on an abrupt slope change on stepped spillways", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/3255](http://app.iahr2015.info/programma_details/3255)
- Pachoud, A.J., Schleiss, A.J. (2015) "Parametric Study of Steel-Lined pressure Shafts in Anisotropic Rock", **Proc. of the ITA-AITES World Tunnel Congress 2015** (ISBN 978-953-55728-5-5), Dubrovnik, Croatia, 22-28.05.2015,
- Pfister, M. and Schleiss A. (2015) "Discharge capacity of PK-Weirs considering floating wooden debris", Proceedings of the **25th Int. Congress on Large Dams**, ICOLD, Stavanger, Norway, 15-19 June 2015, Q97R21, pp. 52-53 (Abstract book)
- Samora I., Franca M.J., Schleiss A.J. and Ramos H. (2015). "Optimal location of micro-turbines in water supply network", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/2775](http://app.iahr2015.info/programma_details/2775)
- Santos, A.C, Schaefli B, Manso P., Schleiss A.J. and Rinaldo A. (2015) "Untapped hydropower in Alpine catchments: hidden potential and infrastructure way forward", **EGU General Assembly**, Vienna, Austria
- Schwindt, S., Franca, M.J. and Schleiss, A.J. (2015). "Experimental evaluation of the discharge capacity of flow constrictions by check dams in mountain rivers", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/2867](http://app.iahr2015.info/programma_details/2867)
- Terrier S., De Cesare G., Schleiss A.J., André S., Lecomte E. & De Montmollin G. (2015). "Case study – Delta restoration at a steep river mouth", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/3086](http://app.iahr2015.info/programma_details/3086)
- Terrier S., Pfister M. & Schleiss A.J. (2015). "Comparison of chute aerator effect on stepped and smooth spillways", Proc. of Int. Congress **IAHR 2015** (on-line version). The Hague (The Netherlands), 19.6-3.7.2015, [http://app.iahr2015.info/programma\\_details/3085](http://app.iahr2015.info/programma_details/3085)
- Zeimetz, F., Receanu, R. and Schleiss, A.J., (2015) "Extreme flood assessment in swiss alpine environment", Proceedings of the **25th Int. Congress on Large Dams**, ICOLD, Stavanger, Norway, 15-19 June 2015, Q97R24, pp. 58-59 (Abstract book)

## 10.2.2 Autres / Others

- Adam, N.J., De Cesare, G. and Schleiss, A.J. (2015) "Characterisation of hydraulic behaviour of surge tanks orifices". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Amini, A., Manso, P., De Cesare, G., Jenzer-Althaus and Schleiss, A.J. (2015) "Numerical modelling of fine sediments stirring at the new Trift reservoir", **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Battisacco, E., Franca, M. and Schleiss, A.J. (2015) "Restoration of the natural morphological conditions downstream of dams by means of artificial sediment replenishment". **Second Annual**

- Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Bousquet, C., Samora, I., Manso, P., Rossi, L., Heller, P. and Anton Schleiss (2015). "Evaluation du potentiel hydroélectrique des eaux usées en Suisse", **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Chamoun, S., De Cesare, G. and Schleiss, A.J. (2015) "Sustainable management of reservoirs through turbidity currents venting". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Cros, K., Artigue, G., Jordan, F. and Schleiss A.J. (2015) "Flood forecasting initialization enhancement". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- De Cesare, G., Adam, N.J., Nicolet, C., Billeter, P., Angermayr, A. and Valluy, B. (2015). "Surge tank geometry modification for power increase", **Hydro 2015 - Advancing police and practice**, Aqua-Media International, Bordeaux, France, 26-28 October 2015. (Poster)
- Ferras, D., Manso, P., Schleiss, A.J. and Covas, D. (2015). "Experimental analysis of fluid-structure interaction and pipe-wall rheological behavior during hydraulic transients". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Ferras, D., Manso, P.A., Schleiss, J.A. & Covas, D.I.C. (2015). "Hydraulic transients in straight and coil pipe rigs", **12<sup>th</sup> International Conference on Pressure Surges**, Dublin, Ireland.
- Frutiger, C., Terrier, S., Manso, P. and Schleiss, A.J. (2015) "L'aménagement hydroélectrique du barrage de Trift". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Kayser, G., Zeimetz, F., Manso, P. and Schleiss, A.J. (2015) "Réaménagement Etzelwerk (CFF) - Concepts d'aménagement innovateurs du point de vue énergie et protection contre les crues". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Manso, P., De Cesare, G., Schaepli, B. and Schleiss, A.J. (2015) "Sustainable adaptation of Swiss hydropower infrastructure to meet future electricity needs under strong environmental constraints", **Ninth Symposium on European Freshwater Sciences**, Invited talk. Special Session on "Hydropower – Sustainable management of renewable energy", Geneva, Switzerland, July 2015.
- Manso, P., Schaepli, B. and Schleiss, A.J. (2015) "Adaptation of Swiss hydropower infrastructure to meet future electricity needs." **Hydro 2015 - Advancing police and practice**, Paper 05.04, Aqua-Media International, Bordeaux, France, 26-28 October 2015.
- Oberrauch, F., Manso, P. and Schleiss, A.J. (2015). "Hydropower Design under Uncertainties". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Pachoud, A.J., Manso, P. and Schleiss, A.J. (2015) "Influence of geometrical imperfections and flaws in welds on the design of steel liners of pressure tunnels and shafts considering rock anisotropy". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Rodriguez, M., Manso, P., Schaepli, B., Schleiss, A.J. and Balmer M. (2015) "HydroGIS, a tool for Swiss hydropower asset management: how can it be used to assist the implementation of the S2050?". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)
- Samora, I., Franca, M.J., Schleiss, A.J. and Ramos, H.M. (2015) "Micro-hydropower in water systems". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)

Santos, A.C., Schaepli, B., Manso, P., Portela, M.M., Rinaldo, A. and Schleiss, A.J. (2015) "Flow duration curves for water resources quantification in Alpine environments". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)

Santos, A.C., Schaepli, B., Portela, M.M., Manso, P., Schleiss, A.J. and Rinaldo, A. (2015) "Characterisation of flow duration curves in Switzerland". **13<sup>th</sup> Swiss Geoscience Meeting**, Basel, Switzerland, 20-21 novembre 2015.

Schaepli B. (2015) "Climate change projections for hydropower – a review". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)

Schaepli, B., Rodriguez, M., Manso, P. and Schleiss, A.J. (2015) "Importance of glaciers for CH hydropower". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)

Stähly, S., Schleiss, A.J., Schaepman, M., Döring, M. and Robinson, C. (2015) "Sustainable Floodplain Management and Hydropower". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)

Wüthrich, D., Zordan, J., Baehler, M., Moser, G., Pasquier, R. and Stylo, M. (2015) "Hydropower plants: pride and prejudice." **Hydro 2015 - Advancing police and practice**, Paper 17.02, Aqua-Media International, Bordeaux, France, 26-28 October 2015.

Zeimetz, F., Garcia-Hernández, J., Jordan, F., Artigue, G., Hertig†, J.A., Fallot, J.-M., Receanu, R. and Schleiss, A.J. (2015) "Development of a methodology for extreme flood estimation". **Second Annual Conference SCCER-SoE**, Neuchâtel, Septembre 2015. SCCER-SoE Science Report 2015. (Poster)

### 10.3 Revues de presse / Press reviews

#### Articles dans les journaux

##### Schleiss Anton

---

Article : Der Alpen-Traum, Die Weltwoche, 28 mai 2015

Article : Alpes: de nouveaux lacs naissent. Pour de nouveaux barrages?, Entreprise Romande, 10 juillet 2015

Article : Les barrages nourrissent l'humanité, Le Temps, 7 octobre 2015

Article : Conversas, Construção Magazine, revista técnico-científica, engenharia civil, N.70, novembre/décembre 2015

##### LCH

---

Article : EPFL: des bulles d'air pour éviter l'ensablement des cours d'eau, La Liberté – Fribourg, 15 avril 2015

Article : EPFL: des bulles d'air pour éviter l'ensablement des cours d'eau, swissinfo.ch, 15 avril 2015

Article : EPFL: des bulles d'air pour éviter l'ensablement des cours d'eau, Romandie.com, 15 avril 2015

Article : Luftblasen für die Schifffahrt, 20 Minuten Zürich, 17 avril 2015

Article : Accord conclu pour l'Arbogne, La Liberté – Fribourg, 10 septembre 2015

Article : La rivière la Baye de Clarens sera sécurisée, 24 Heures, 29 septembre 2015

## **10.4 Communications du LCH / *LCH Communications***

N° 61 S. Guillén Ludeña, "Hydro-morphodynamics of open channel confluences with low discharge ratio and dominant tributary sediment supply", Communication 61, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2015, ISSN 1661-1179

## **10.5 Rapports non publiés (recherche appliquée) / *Unpublished reports (applied research)***

No. 1 Chambre d'équilibre Gondo  
ALPIQ, EES, mars 2015

No. 3 Puits à vortex – Commune de Cossonay, Etude sur modèle physique, Rapport intermédiaire  
Ville de Cossonay, RIBI, mars 2015

No. 4 Numerische Simulation der Aufenthaltszeit von Wasser und dessen Geschwindigkeitsverteilung in einem Fischzuchtbecken  
Valperca, Raron, mars 2015

No. 6 Expertise concernant l'ordonnance sur les éclusées  
Office fédérale de l'environnement, juin 2015

No. 7 FMHL+ prise d'eau Léman, écran à poisson, modélisation numérique Flow3d  
ALPIQ, FMHL+, juin 2015

No. 8 WP1 – Hydropeaking remediation measures: Performance of Innertkirchen compensation basin with operation of Trift dam Report 1.1: Future operation scenarios  
KWO, octobre 2015

## 11 Prix et récompenses dans la recherche / *Research prizes and awards*

*EWRI-ASCE Hydraulic structure medal for outstanding contributions to advance the art and science of hydraulic structures engineering 2015, 20 May, Austin, Texas, USA*  
Anton Schleiss

*EGU Outstanding Editor Award in recognition of her excellent services as editor of Hydrology and Earth System Sciences in 2014*  
Bettina Schaefli

*IAHR JFK Award*  
David Ferras, 1<sup>er</sup> prix du John F. Kennedy Student Paper Competition, 36<sup>th</sup> Int. Congress IAHR 2015, du 28 juin au 1 juillet 2015, La Haye, Hollande

*EDCE Mobility Award Fall 2015*  
Davide Wüthrich

*Evaluation du potentiel hydroélectrique des eaux usées en Suisse/ Assessment of the hydropower potential in wastewater systems in Switzerland (Master thesis)*  
Cécile Bousquet, Lauréate du Prix SIG, Lauréate du Prix BG

*L'aménagement hydroélectrique du barrage de Trift (Master thesis)*  
Christoph Frutiger, Lauréat du Prix IM (Maggia Engineering)