
LCH

Laboratoire de Constructions Hydrauliques
Laboratory of Hydraulic Constructions



Rapport d'activité

Activity Report

2016

Editeur: Prof. Dr A. Schleiss

Préface / Foreword

L'utilisation durable des infrastructures de l'eau est un défi mondial dans ce siècle. Les infrastructures de l'eau ne sont pas seulement importantes pour la Suisse mais également vitales mondialement en vue de l'approche NEXUS, c'est à dire d'améliorer la sécurité d'approvisionnement en eau, énergie et nourriture pendant le siècle actuel. Avec ces compétences de recherche, enseignement et transfert de technologie, le LCH contribue aux défis du 21ème siècle pour le développement et la gestion des infrastructures de l'eau vitales comme illustré par le présent rapport d'activité.

Les réservoirs et les barrages sont des infrastructures critiques pour satisfaire la sécurité d'approvisionnement en eau, énergie et nourriture mondialement mais qui peuvent également atténuer les effets néfastes des changements climatiques dans des régions qui sont déjà le plus touchées, comme les régions arides, semi-arides ainsi que celles contrôlées par la mousson. L'alluvionnement des retenues est un problème critique en vue de l'utilisation durable des réservoirs pour l'irrigation, approvisionnement d'eau potable et l'hydroélectricité. Depuis plus que 20 ans le LCH fait de la recherche fortement appréciée en vue de l'amélioration de la gestion durable des réservoirs à l'aide des mesures innovatrices de dévasement. C'est pour cette raison que l'équipe du LCH a été invitée d'écrire un article sur les perspectives d'avenir sur l'alluvionnement des retenues dans «Journal of Hydraulic Research» (54 (6): 594-614). Plusieurs projets de recherche sont en cours en vue de la caractérisation et la gestion des courants de turbidité dans les réservoirs à travers les vidanges de fond (dit le «venting»). Le transport des sédiments fins est souvent le processus déterminant pour l'alluvionnement des retenues. Actuellement un démonstrateur appelé SEDMIX est développé dans le cadre du Centre de compétence sur la recherche énergétique (SCCER-SoE), qui permettra l'évacuation des sédiments fins d'une manière contrôlée par des systèmes d'adduction d'eau et les turbines avec une installation innovatrice de «mixer» située devant les prises d'eau. L'idée a trouvé un large écho dans les médias, comme le montre la revue de presse dans ce rapport d'activité.

Finalement nous aimerions inviter les lecteurs à découvrir les 26 projets de recherche fondamentale et les 10 projets de recherche appliquée en cours en 2016 qui couvrent des questions pertinentes dans le domaine vaste de l'ingénierie hydraulique. Pour conclure, au nom de tous les collaborateurs je tiens à remercier sincèrement nos partenaires de la recherche et l'industrie pour leur soutien qui est primordial pour atteindre nos missions.

The sustainable use of any water infrastructure is a worldwide challenge in this century. Water infrastructures are not only important for Switzerland, but also vital worldwide in view of the NEXUS approach, aiming to improve water, energy and food security on global level in the current century. With its competences in research, teaching and knowledge transfer, the Laboratory of Hydraulic Constructions contributes to these challenges of the 21th century in the development and management of the vital water infrastructures as revealed by the present activity report.

Reservoirs and dams are critical water infrastructures which not only ensure water, energy and food security on global level, but also mitigate the negative effects of climate change in arid, semi-arid and monsoon controlled regions, which are already the most affected. Reservoir sedimentation is a critical issue regarding sustainable use of reservoirs for irrigation, drinking water supply and hydro power. For more than 20 years LCH has been doing highly recognized research in the improvement of sustainable reservoir management through the help of innovative sediment release techniques. For this reason, the LCH team was invited to write a vision paper on reservoir sedimentation in the Journal of Hydraulic Research (54 (6): 594-614). Several ongoing research projects focus on the characterization and management of turbidity currents in reservoirs, including venting. The transport of fine sediments in reservoirs is often the most important reason of reservoir sedimentation. At the moment, a demonstrator called SEDMIX is developed in the framework of the Swiss Competence Center in Energy Research SCCER-SoE, which will allow to release fine sediments in a controlled manner, from reservoirs through the power waterways and the turbines with an innovative mixing device installed in front of the intakes. The idea has found a wide echo in the media, as can be seen in the press review of this activity report.

Finally, we would like to invite the readers to discover the 29 fundamental and 10 applied research projects ongoing in 2016, which are covering relevant scientific questions in the wide field of hydraulic engineering. 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 2017



Le Laboratoire de Constructions Hydrauliques LCH a accueilli de nombreux visiteurs dans la halle hydraulique lors des journées portes ouvertes de l'EPFL du 5 et 6 novembre 2016

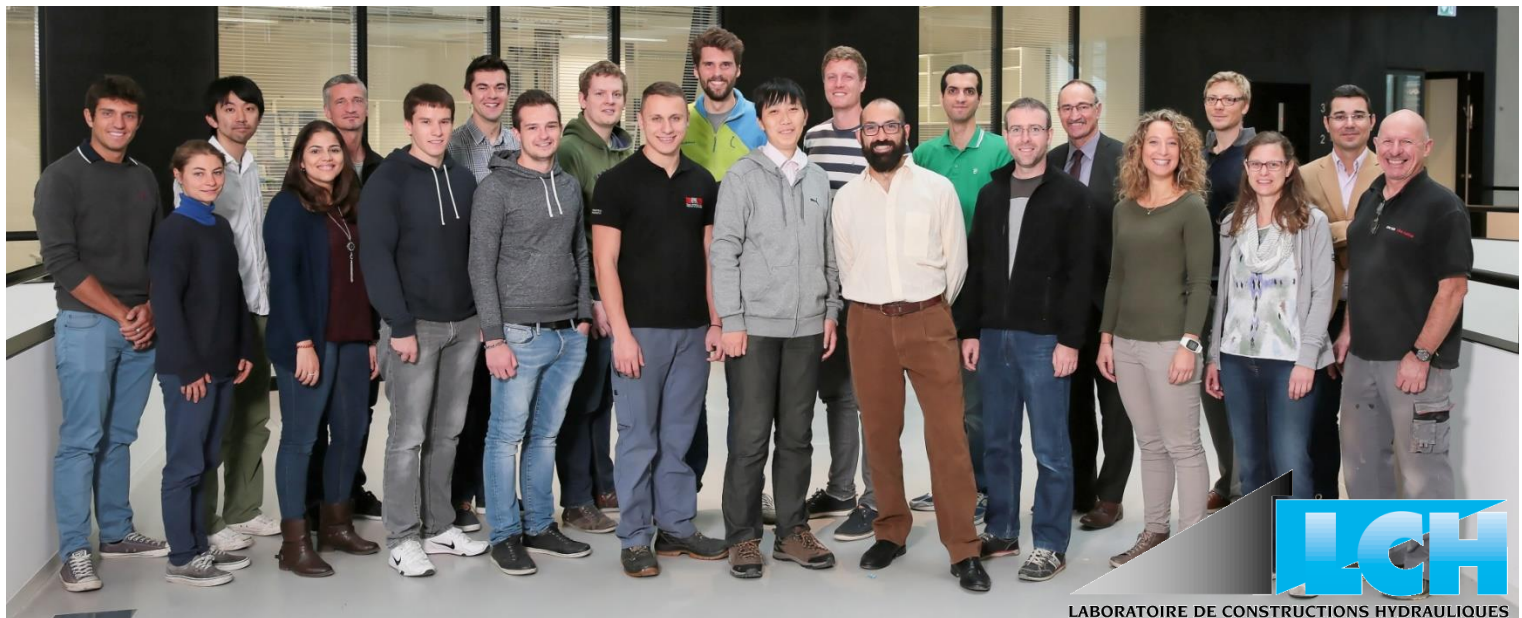


TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

1	Recherche / Research	1
1.1	Recherche fondamentale / <i>Fundamental research</i>	1
1.1.1	Étude expérimentale de l'influence d'un changement de pente abrupt sur les caractéristiques de l'écoulement sur un déversoir en gradins / <i>Experimental study on the influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways</i>	1
1.1.2	Conception des aménagements hydroélectriques sous incertitudes / <i>Hydropower design under uncertainties</i>	4
1.1.3	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>	7
1.1.4	Interaction fluide-structure pendant transients hydrauliques en tuyaux pressurisés: analyses expérimentales et numériques / <i>Fluid-structure interaction during hydraulic transients in pressurized pipes: Experimental and numerical analyses</i>	9
1.1.5	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>	13
1.1.6	Développement d'une méthodologie d'estimation de crues extrêmes pour la vérification de la sécurité des barrages dans un environnement alpin – Le projet CRUEX++ / <i>Development of a methodology for the estimation of extreme floods in alpine catchments for the verification of dam safety – The CRUEX++ project</i>	16
1.1.7	Technique de réapprovisionnement en sédiments à l'aval d'un barrage – Erosion et processus de transport des dépôts artificiels / <i>Replenishment of sediment downstream of dams – Erosion and transportation process of artificial deposits</i>	18
1.1.8	Force hydraulique et efficacité énergétique dans les réseaux hydrauliques / <i>Optimization of low-head hydropower recovery in water supply networks</i>	21
1.1.9	Conception des barrages de dépotoire permettant le passage des sédiments pendant des crues fréquentes / <i>Sediment trap design in order to allow sediment transfer during frequent floods</i>	23
1.1.10	Efficacité de l'évacuation des courants de turbidité sous débits de vidange restreints / <i>Turbidity current venting efficiency under restrained outlet discharge capacity</i>	25
1.1.11	Caractérisation du comportement hydraulique des orifices à l'entrée de cheminée d'équilibre / <i>Characterisation of hydraulic behaviour of surge tank orifices</i>	28
1.1.12	Impact hydrodynamique des vagues contre les structures / <i>Hydrodynamic impact of bore waves on structures</i>	30
1.1.13	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>	33

1.1.14	Probabilité de blocage et augmentation du niveau d'eau à l'entrée de barrages sous l'impact de bois flottants / <i>Blocking probability and increase of head at spillway inlets under driftwood impact</i>	35
1.1.15	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>	37
1.1.16	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>	39
1.1.17	Gestion durable des zones inondables et force hydraulique / <i>Sustainable floodplain management and hydropower</i>	42
1.1.18	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>	44
1.1.19	Processus hydrauliques et geomorphiques dans un canal peu profond à cavités latérales dans les cas d'écoulements avec sédiments en suspension / <i>Hydraulic and geomorphic processes in a shallow channel with lateral embayments under flow with fine sediments in suspension</i>	46
1.1.20	Étude expérimentale de courants de sédiments sous-marins / <i>Experimental study on submarine sediment density flows</i>	48
1.1.21	Centre suisse de compétences en recherches énergétiques – approvisionnement en électricité (SCCER-SoE) / Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy (SCCER-SoE)	49
1.1.22	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>	52
1.1.23	Base de données du African Dams Project (ADAPT-DB) / <i>African Dams Project Database (ADAPT-DB)</i>	54
1.1.24	Efficacité des bassins amortisseurs à l'aval des coursiers en marches d'escalier / <i>Stilling basin performance downstream of stepped spillways</i>	56
1.1.25	Modélisation du devenir et le transport des pharmaceutiques dans les systèmes aquatiques / <i>Modelling of the fate and transport of pharmaceuticals in aquatic systems</i>	58
1.1.26	GRACE - Investigations expérimentales sur la dynamique de la tête et du corps de courants gravitaires / GRACE – Experimental Investigations on Gravity Current Head and Body Dynamics	61
1.2	Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	64
1.2.1	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 communities of Martigny-Combe and Martigny (VS)</i>	64
1.2.2	Etude numérique de venting de courant de turbidité dans la retenue de Rudbar Lorestan / <i>Numerical study on turbidity current venting at Rudbar Lorestan dam</i>	65

1.2.3	Etude de courantologie pour emplacement d'une prise d'eau potable dans le lac de Neuchâtel Secteur Yvonand-Estavayer / <i>Hydrodynamic study to optimize the location of a drinking water intake in Lake Neuchâtel at Yvonand-Estavayer</i>	67
1.2.4	Expertise sur la rupture de la prise d'eau du lac de Z'Mutt / <i>Expertise on the failure of the Z'Mutt water intake</i>	69
1.2.5	Protection d'un site préhistorique lacustre à Sutz-Lattrigen / Protection of the prehistoric "Pile Dwellings" in Lake Biel at Sutz-Lattrigen	70
1.2.6	Fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny: étude sur modèle physique / <i>Chancy-Pougny dam plunge pool: physical model study</i>	72
1.2.7	Aménagement de passes à poissons sur le barrage de Rhinau (France) – étude sur modèle physique et numérique / <i>Implementation of fish ladders on Rhinau dam (France) – physical and numerical model study</i>	74
1.2.8	Expertise du transport solide de l'Arbogne à Dompierre / Advice on solid transport of the Arbogne River at Dompierre	75
1.2.9	CEVA Secteur 7 – Etude sur modèle physique d'un siphon autoamorçant / <i>CEVA Sector 7 - Study on a physical model of a self-priming siphon</i>	77
1.2.10	Conception et dimensionnement d'une centre de recherche et développement en hydroélectricité au Bhoutan / <i>Scoping, design and engineering consultancy for hydropower research and development centre in Bhutan</i>	79
2	Enseignement / Teaching	81
2.1	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2015/2016) / <i>Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2015/2016)</i>	81
2.1.1	Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / <i>Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering</i>	81
2.1.2	Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in sciences and environmental engineering</i>	82
2.2	Cours hors EPFL / Courses outside EPFL	83
2.3	Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2015-2016, de printemps 2016 / Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2015-2016 spring semester 2016	85
2.4	Projets et laboratoires en section SIE – semestres d'hiver 2015-2016 / Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2015-2016	87
2.5	Travaux de Master 2015-2016 (Automne) et 2016 (Printemps) / <i>Master thesis project 2015-2016 (Autumn) and 2016 (Spring)</i>	87
2.6	Excursions d'étudiants / <i>Student field trips</i>	89
2.6.1	Visite du barrage de Montsalvens et l'usine hydroélectrique de Broc, 09.03.2016	89
2.6.2	Visite de l'usine de potabilisation, Service des eaux, Lausanne, 14.03.2016	90
2.6.3	Visite à Val d'Illiez, 22.04.2016	90
2.6.4	Visite de l'aménagement hydroélectrique de Hagneck, 09.05.2016	91
2.6.5	Barrage de Rossens et de Schiffenen, sortie du 22 novembre 2016	91
2.7	Livres / Books	92

2.8	Polycopiés / Student course books	92
3	Manifestations scientifiques / <i>Scientific events</i>	93
3.1	Participation à des manifestations scientifiques hors EPFL	93
3.1.1	ASIA 2016: Sixth International Conference and Exhibition on Water Resources and Hydropower Development in Asia National Convention Centre, Vientiane, Lao PDR 1 to 3 March 2016	93
3.1.2	CCES (Competence Center Environment and Sustainability) Conference 2016, Zurich, February 10 th 2016	93
3.1.3	African Dams Project Database. Presentation of the water resources database for Africa to local institutions in Mozambique, Zimbabwe, Zambia, and Angola, March 2016.	94
3.1.4	European Geoscience Union (EGU) – General Assembly à Vienne, du 18 - 22 avril 2016	95
3.1.5	Research visit at IT Sligo, Ireland, from 20 th to 23 rd April 2016	96
3.1.6	Visite de la SSR du VSA, 28 avril 2016	97
3.1.7	Research visit at Aberdeen University 1 st - 6 th May 2016	98
3.1.8	Coastlab2016 – Ottawa, Canada – 9 th - 13 th May 2016	98
3.1.9	4 th Workshop related with Seditrans Project, Lisbon, 30 th May-1 st June	99
3.1.10	84 th ICOLD Annual Meeting, Johannesburg, South Africa, 14 th – 20 th May 2016	100
3.1.11	Conférence INTERPRAEVENT, Lucerne, du 30 mai au 2 juin 2016	102
3.1.12	17 th Deutsches Talsperrensymposium-Talsperren und Nachhaltigkeit, Freiburg im Breisgau, Allemagne, 15 – 17 juin 2016	103
3.1.13	ETH-EPFL Summer School, Losone, 29 juin – 1 ^{er} juillet 2016	103
3.1.14	Wasserbausymposium, Wallgau, TU Munich, 29 juin – 1 ^{er} juillet 2016	104
3.1.15	28 th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Grenoble, 4 th - 8 th July 2016	105
3.1.16	River Flow 2016, St. Louis, USA, 11 - 14 juillet 2016	106
3.1.17	W.A.T.E.R. Workshop on Advanced measurement Techniques and Experimental Research, Oostende (Belgium), 1 st - 5 th August 2016	106
3.1.18	4th IAHR Europe Congress, Liège, 27 th - 29 th August 2016	107
3.1.19	Symposium avec 105ème Assemblée générale de l'ASAE (SWV) Aménagement des eaux et changement climatique, Brigue – Glis. 1 - 2 septembre 2016	108
3.1.20	SCCER-SoE Annual Conference 2016 "Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production", Sion, Switzerland, 12 septembre 2016	108
3.1.21	International Symposium on River Sedimentation, Stuttgart, Allemagne, 19 - 22 septembre 2016	109
3.1.22	10 th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (10 th ISUD), Institute of Technology (TIT), Tokyo, Japon, 28 - 30 septembre 2016	109
3.1.23	Visite du Disaster Prevention Research Institute (DPRI) de l'Université de Kyoto au Japon, Kyoto, Japon, 1 ^{er} octobre 2016	110

3.1.24	JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology) meeting, Tokyo, Japon 3 - 4 octobre 2016	111
3.1.25	SCCER-SoE PhD School, Loèche-les-Bains, Switzerland, 18 - 21 octobre 2016	112
3.1.26	Professeur Schleiss invité chez Power China et China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 18 – 25 octobre 2016	113
3.1.27	Journée d'étude Force hydraulique 2016, Olten, 15 novembre 2016	114
3.1.28	IX international EFIB/AEIP Congress on Soil and Water Bioengineering, Donostia-San Sebastián, Spain, November 9 th -11 th 2016	114
3.1.29	Colloque "Gestion des sites soumis à forte sédimentation" de la SHF, Normandie, France, 6 -7 décembre 2016	114
3.2	Organisation des conférences	115
3.2.1	Hydro 2016, Montreux (VD), 10 – 12 octobre 2016	115
3.3	Conférences publiques au LCH / <i>Public conferences at the LCH</i>	118
3.4	Conférences internes données au LCH / Internal conferences given at the LCH	118
3.5	Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	120
4	Personnel / Staff	121
4.1	Organisation du LCH (2016) / Organisation of the LCH (2016)	121
4.2	Collaborateurs en 2016 / <i>Staff in 2016</i>	122
4.3	Professeurs invités et hôtes académiques / <i>Visiting professors and academic visitors</i>	124
4.4	Evénements spéciaux / <i>Special events</i>	124
4.4.1	Visites des gymnasiens au LCH, Lausanne, EPFL, 11 et 18 mars 2016	124
4.4.2	Démonstration du modèle «CEVA, siphon auto-amorçant», 14 juin 2016	125
4.4.3	Visite Kantonsschule Romanshorn, mercredi 22 juin 2016	126
4.4.4	Visite du modèle de Rhinau, 28 juin 2016	126
4.4.5	Crue artificielle dans la Sarine, 14 septembre 2016	127
4.4.6	Journée d'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, 16 septembre 2016	128
4.4.7	Visite des 2 classes du Gymnase de Kirchenfeld, 20 septembre 2016	128
4.4.8	Sortie LCH, 22 nd – 24 th September 2016, visiting the hidden Veneto, Italy	129
4.4.9	Journée Portes Ouvertes, EPFL, LCH, du 4 au 6 novembre 2016	131
4.4.10	Journée Futur en tout genre / Oser tous les métiers, 10 novembre 2016	131
4.4.11	Souper de Noël LCH, Les Paccots, 15 décembre 2016	132
5	Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i>	133
6	Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i>	135
6.1	Invités / <i>Invited</i>	135
6.2	Autres conférences / <i>Other conferences</i>	136

7	Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i>	139
8	Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i>	141
9	Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research funds</i>	142
10	Publications	144
10.1	Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	144
10.1.1	Référés / <i>Refereed</i>	144
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	146
10.2	Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	147
10.2.1	Référés / <i>Refereed</i>	147
10.2.2	Autres / <i>Others</i>	149
10.3	Revue de presse / <i>Press reviews</i>	151
10.4	Communications du LCH / <i>LCH Communications</i>	152
10.5	Rapports non publiés (recherche appliquée) / <i>Unpublished reports (applied research)</i>	152
11	Prix et récompenses dans la recherche / <i>Research prizes and awards</i>	153

1 Recherche / Research

1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research

1.1.1 Étude expérimentale de l'influence d'un changement de pente abrupt sur les caractéristiques de l'écoulement sur un déversoir en gradins / *Experimental study on the influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways*

De nombreux coursiers en marches d'escalier ont été construits au cours des dernières décennies, à savoir sur la face l'aval de barrages en béton compacté au rouleau (BCR). L'application de coursier en marches 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 coursiers en marches 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 coursiers en marches 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 coursiers en marches d'escalier ont été construits avec un changement de pente abrupte, 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.

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 des changements de pente de 50° à 18.6° ($\Delta\theta = 31.4^\circ$) et 50° à 30° ($\Delta\theta = 20^\circ$).

Des mesures détaillées du débit air-eau ont été effectuées à plusieurs sections transversales (au bord extérieur des marches) de la rampe, en

Numerous stepped spillways were built during the last decades, namely on the downstream face of roller compacted concrete (RCC) dams. 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. A quite limited number of stepped spillways have been built with an abrupt slope change, 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.

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 slope changes from 50° to 18.6° ($\Delta\theta=31.4^\circ$) and 50° to 30° ($\Delta\theta=20^\circ$).

Detailed air-water flow measurements were conducted at several cross-sections (step edges) along the chute, upstream and downstream of the

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.



Figure 1: Modèle physique du déversoir en gradins avec un changement de pente abrupte au LCH-EPFL; la double fibre optique est montée sur le système de placement automatique.

Les résultats indiquent une influence substantielle des changements de pente abrupts sur les propriétés de l'écoulement pour la gamme de profondeurs critiques relatives testée ($2.6 \leq d_c/h \leq 9.2$), en particulier en comparaison avec les résultats typiques d'écoulement sur coursiers en marches d'escalier à pente constante.

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.

La longueur du tronçon sous l'influence du changement de pente a été trouvée comme dépendant principalement de la profondeur critique, quel que soit le changement de pente et de la hauteur des marches. 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.

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 1: Physical model of the stepped spillway with an abrupt slope change assembled at LCH-EPFL; the dual fiber-optical probe is mounted on the automatic positioning system.

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.

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.

The length of the reach under the influence of the slope change was found to depend mainly on the critical depth, regardless of the slope change and step height. Empirical formulae were developed for predicting the mean air concentration and characteristic flow depths along the reach under the influence of the slope change.

Les profils de vitesse et l'énergie spécifique sont fortement affectés au voisinage de la variation de pente. 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 profondeurs critiques relatives testée ($2.6 \leq dcl/h \leq 4.6$) et les changements de pente testés.

Velocity profiles and the specific energy are strongly affected, in the vicinity of the slope change. 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 ($2.6 \leq dcl/h \leq 4.6$) and slope change configurations.

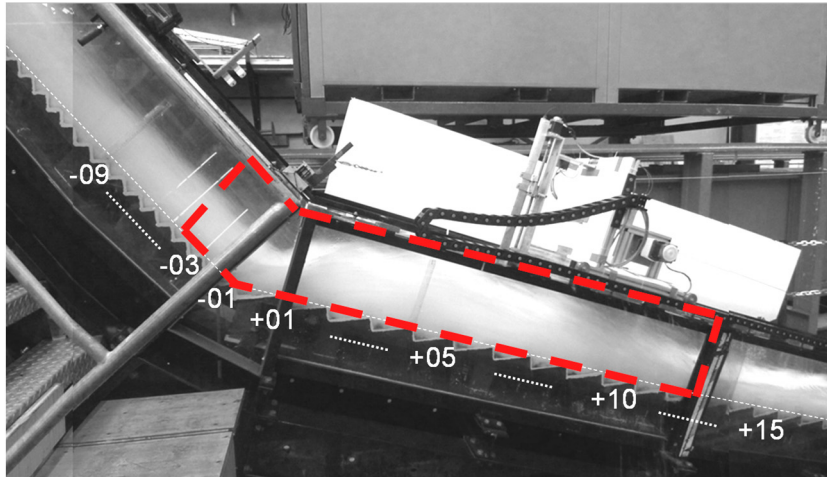


Figure 2: La zone sous l'influence du changement de pente 50° - 18.6° contournée en rouge (---).

Figure 2: The reach under the influence of 50° - 18.6° slope change configuration, highlighted in red (---).

La distribution de probabilité de la moyenne, des 95e et 5e centiles, et le contenu spectral des signaux de pression ont été analysés. 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 marches à proximité du changement de pente pour la gamme de profondeurs critiques relatives testée ($2.6 \leq dcl/h \leq 4.6$). 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.

Mean, 95th and 5th percentiles, probability distribution and spectral contents of the pressure signals were analysed. 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 relative critical depths ($2.6 \leq dcl/h \leq 4.6$). Negative values of the 5th percentile of the pressure were found on the vertical step faces, particularly in vicinity of the slope change. However, they were not expected to be severe enough to cause cavitation.

En conclusion, l'influence d'un changement de pente abrupt sur les propriétés de l'écoulement en mousse sur coursiers en marches d'escalier a été étudiée avec des expériences systématiques sur deux configurations de changement de pente et pour une large gamme de profondeurs critiques relatives.

In conclusion, 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.

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

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

Docteur Mohamad Javad Ostad Mirza (initiative de doctorants communs IST-EPFL)

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

1.1.2 Conception des aménagements hydroélectriques sous incertitudes / *Hydropower design under uncertainties*

La conception des aménagements hydroélectriques est entreprise à travers des estimations et des prévisions à long terme. Ces dernières sont très incertaines et rendent l'évaluation de performance ainsi que les choix de conception difficiles.

Cette étude se concentre sur les trois questions de recherche suivantes:

- Caractérisation et estimation des incertitudes influant la petite et grande hydraulique en Suisse.
- Elaboration d'une méthode, spécifique au projet, qui permet la caractérisation des incertitudes.
- Adaptation et formulation de nouvelles méthodes de dimensionnement pour l'intégration des incertitudes dans le processus de dimensionnement.

L'évaluation de performance de projets hydroélectriques est influencée par de nombreuses incertitudes comme par exemple l'estimation des coûts de construction et la prévision de production d'énergie. Des études récentes indiquent des dépassements dramatiques des coûts estimés pour les grands projets hydroélectriques. La fiabilité des prévisions de production énergétique est mise en question, surtout dans le contexte des changements climatiques futurs.

On assume généralement que les risques associées à des petites centrales sont beaucoup plus faibles comparés aux grandes centrales hydroélectriques. Sur la base d'une approche empirique, les dépassements des coûts observés pour les projets de petites et grandes centrales hydroélectrique suisses étaient analysés et comparés. En plus, la fiabilité des données de production d'énergie sur le mi-terme et long-terme était examinée.

Les résultats montrent que les petites centrales hydroélectriques, en moyenne, subissent des variations similaires des dépassements de coûts que les grands aménagements. Cependant, la probabilité que des petits projets dépassent les coûts estimés est beaucoup plus petite que pour les grands projets. D'un autre côté les petites centrales hydroélectriques ont la tendance à avoir des dépassements des coûts plus extrêmes comparés aux grandes centrales.

The design of hydropower infrastructures is determined by estimates and long-term forecasts. These forecasts and estimates are highly uncertain and make performance evaluation and design choices challenging.

This study focuses on the following three principal research aims:

- Characterization and assessment of uncertainties affecting small and large hydropower projects in Switzerland.*
- Elaboration of a method for project-specific assessment of uncertainties.*
- Adaptation and formulation of new design methods for incorporation of uncertainties into the design process.*

Performance evaluation of hydropower projects is affected by a number of uncertainties such as construction cost estimates and energy production forecasts. Recent studies indicate dramatic cost overruns for large hydropower schemes. Accuracy of energy production forecasts are questioned, especially in light of future climate change.

It is generally assumed that the risk associated with small plants is much lower compared to large hydropower projects. Based on an evidence-based approach, cost overruns of small and large Swiss hydropower projects were analyzed and compared. In addition, the reliability of mid-term and long-term energy production data was examined.

The results show that small hydropower projects, on average, suffer a similar range of cost overrun as large projects. However, the chance that small projects will exceed the estimated costs is much smaller than for large projects. On the other hand, small hydropower projects tend to have more extreme cost overruns than large facilities.

Par rapport à des études antérieures sur le dépassement des coûts des grands projets hydroélectriques internationaux, les résultats des analyses faites sur des projets suisses montrent que le coût moyen de dépassement est nettement inférieur aux chiffres provenant de bases de données mondiales.

En outre, les petites centrales hydroélectriques tendent vers une surestimation de la production d'énergie. En revanche, la production de grands projets hydroélectriques sur le long terme était en moyenne de 8% plus élevée que les chiffres estimés. Environ 80% des projets ont atteint ou dépassé les objectifs de production.

Ces résultats remettent en question l'hypothèse actuelle que des grands projets hydroélectriques sont généralement des structures très risquées et que les petits projets hydroélectriques devraient être préférés pour réduire les problèmes associés.

En outre, les résultats permettent un débat politique plus global sur le système de subventionnement actuel pour les petits projets hydroélectriques. En outre, basé sur des distributions statistiques des incertitudes, cela permet une évaluation des performances plus complète des projets hydroélectriques.

Un registre des incertitudes affectant potentiellement les projets hydroélectriques a été élaboré. Le registre peut être utilisé comme base pour la préparation d'évaluations d'incertitudes spécifiques à un projet.

Les incertitudes énumérées dans le registre sont liées au paramètre de performance économique clé et permettent d'intégrer directement l'évaluation de l'incertitude dans l'évaluation du rendement.

La troisième partie principale de l'étude se concentre sur les méthodes de conception qui sont utiles pour la gestion des incertitudes. Les projets hydroélectriques sont confrontés à des incertitudes à long terme, comme le prix de l'électricité et les entrées futures. Alors qu'il est communément admis que ces prévisions sont très incertaines, il reste la question de savoir comment prendre des décisions de conception en tenant compte des incertitudes dans le but final de diminuer les menaces et d'accroître les opportunités.

Compared to previous research studies on cost overrun of large international hydropower schemes, the results on Swiss projects show that the average cost overrun is significantly below the figures derived from global databases.

In addition, small hydropower plants show a tendency for energy production overestimates. In contrast, the production of large hydropower projects in the long term was on average 8% higher than the estimated figures. About 80% of the projects reached or exceeded the production targets.

These findings challenge the current assumption that large hydropower schemes are generally highly risky structures and that small hydropower projects should be preferred to reduce associated threats.

In addition, the results enable a more comprehensive political debate on the current subsidizing system for small hydropower projects. Also, based on the derived statistical distributions of uncertainties, this allows a more comprehensive performance evaluation of hydropower projects.

A performance-oriented register of uncertainties potentially affecting hydropower projects was elaborated. The register can be used as a basis for the preparation of project-specific assessments of uncertainties.

The uncertainties listed in the register are linked to the key economic performance parameter and allow the uncertainty assessment to be directly incorporated into the performance evaluation.

The third main part of the study focuses on design methods that are useful for the management of uncertainties. Hydropower projects face long-term uncertainties, such as electricity price and future inflow. Whereas it is commonly agreed that these forecasts are highly uncertain, there remains the question of how to make design decisions under the consideration of uncertainties with the final aim to decrease the threats and increase the opportunities.

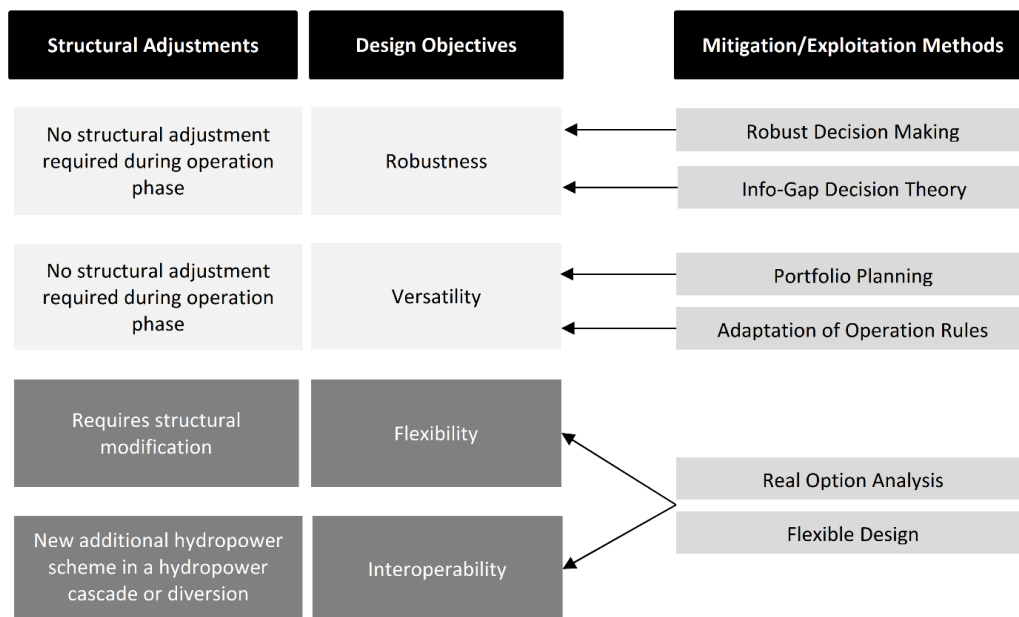


Figure1: Le concept du cadre d'analyse.

Diverses études antérieures ont suggéré et appliqué différentes méthodes de conception pour surmonter ce problème. Des études récentes ont porté sur la «Prise de Décision Robuste». D'autres études ont appliqué des évaluations d'options réelles pour des projets hydroélectriques. Une autre méthode qui a été identifiée comme une approche prometteuse est la théorie de la décision Info-Gap, mais elle n'a pas été formulée et appliquée à des projets hydroélectriques jusqu'à maintenant. L'application de ces méthodes à de réels projets hydroélectriques est très limitée.

Afin de promouvoir leur application dans la pratique de l'ingénierie, un nouveau cadre pour les projets hydroélectriques est introduit, permettant une sélection simple des objectifs de conception, y compris la robustesse, la polyvalence, la souplesse ou l'interopérabilité (voir Figure 1). Selon les objectifs de conception, différentes méthodes d'atténuation ou d'exploitation (méthodes de conception) peuvent être appliquées. Le cadre couvre les méthodes de conception: «Prise de Décision Robuste», «Théorie de la décision de l'Info-Gap», «Planification du portefeuille», «Adaptation des règles d'exploitation» et «Analyse des options réelles» ainsi que «Conception flexible».

Financement: Swisselectric research et l'Office Fédérale de l'Energie (OFEN) et HydroNET 2/CCEM

Docteur : Felix Oberrauch

Figure 1: Concept of the assessment framework.

Various past research studies have suggested and applied different design methods to overcome this problem. Recent studies focused on Robust Decision Making. Other studies applied real option valuations for hydropower schemes. Another method that has been identified as a promising approach is the Info-Gap Decision Theory, but it has not been formulated and applied to hydropower projects up to now. There is very limited experience with the application of these methods in real hydropower projects.

To promote their application in the engineering practice, a new framework for hydropower projects is introduced, allowing a straightforward selection of the design objectives including robustness, versatility, flexibility, or interoperability (see Figure 1). Depending on the design objectives, different mitigation or exploitation methods (design methods) can be applied. The framework covers the design methods: Robust Decision Making, Info-Gap Decision Theory, Portfolio Planning, Adaptation of Operation Rules and Real Option Analysis as well as Flexible Design.

Research financed by the Swiss Federal Office of Energy (OFEN) and HydroNET 2/CCEM

Ph.D : Felix Oberrauch

1.1.3 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*

Pour protéger les évacuateurs de crue de dommages dus à la cavitation, l'ajout d'une faible concentration d'air proche du fond est efficace. La performance des aérateurs sur des évacuateurs à fond lisse a donc été abondamment étudiée en termes d'entraînement d'air et de développement de la concentration d'air à l'aval. Depuis que les aérateurs de fond sont construits à l'amont des parties exposées à la cavitation, aucun dommage n'a été observé sur les évacuateurs de crue.

L'émergence des barrages en béton compacté au rouleau (BCR) dans les années 1980 a favorisé l'utilisation des évacuateurs en marches d'escalier rarement utilisés auparavant. Comparés aux évacuateurs conventionnels lisses, ils offrent l'avantage d'un taux de dissipation d'énergie plus élevé, et un début d'aération superficielle situé plus en amont. Cependant, l'écoulement non-aéré à l'amont du point initial est exposé à un risque de cavitation plus élevé dû au détachement de l'écoulement le long des marches. Jusqu'à récemment, l'incertitude quant aux conditions nécessaires pour l'apparition de la cavitation a mené à un dimensionnement d'évacuateurs en marches d'escalier avec des débits spécifiques conservateurs. Aujourd'hui, le potentiel de cavitation sur les évacuateurs en marches d'escalier est mieux établi et des techniques sont nécessaires pour accroître les débits spécifiques de manière sûre.

Cette recherche inclut l'étude sur modèle physique d'un aérateur comprenant un déflecteur sur un évacuateur en marches d'escalier. Les paramètres clés influençant la performance d'un aérateur et l'écoulement sur un évacuateur en marches d'escalier sont systématiquement variés. Ces paramètres sont: (i) l'angle du coursier, (ii) la hauteur de marche, (iii) le nombre de Froude de l'écoulement d'approche, (iv) la hauteur d'eau d'approche, (v) l'angle du déflecteur et (vi) la hauteur du déflecteur. De grandes sections sont utilisées dans le système d'approvisionnement en air afin de maintenir une sous-pression dans la cavité sous le jet proche des conditions atmosphériques, et ainsi obtenir une performance optimale de l'aérateur. La concentration d'air à l'aval de l'aérateur est mesurée à des profils régulièrement espacés par une sonde à fibre optique.

To protect spillways against cavitation damage, adding a small air concentration to the flow close to the invert is efficient. Aerator performance on smooth chutes was therefore well studied in terms of air entrainment and downstream air concentration development. Since bottom aerators are built upstream of regions exposed to cavitation, no damages have been observed on spillways.

The introduction of roller compacted concrete (RCC) dams in the 1980s promoted the use of stepped spillways rarely used until then. Compared to conventional smooth spillways, they have the advantage of a higher energy dissipation rate, and of a self-aeration point located higher upstream. However, the non-aerated flow upstream of the inception point is exposed to an increased cavitation risk due to flow separation on the steps. Until recently, the uncertainty about the conditions required for cavitation inception motivated conservative unit discharges. Today, the cavitation potential on stepped spillways is better known and is significant, so that techniques are necessary to safely use stepped spillways under increased unit discharges.

This research includes a physical model investigation of a deflector aerator on a stepped spillway. The key parameters influencing aerator performance and stepped spillway flow are systematically varied. These are: (i) the chute angle, (ii) the step height, (iii) the approach flow Froude number, (iv) the approach flow depth, (v) the deflector angle, and (vi) the deflector height. Large sections are used in the air supply system to keep the cavity subpressure near atmospheric conditions and thus obtain optimal aerator performance. The air concentration downstream of the aerator is measured at regularly spaced profiles by means of a fiber optical probe.

L'écoulement à l'aval de l'aérateur sur évacuateur en marches d'escalier peut être décrit selon trois zones: (i) la zone du jet où l'entraînement d'air se produit sur les surfaces inférieure et supérieure, (ii) la zone de spray et de ré-attachement où le spray est engendré par l'impact du jet et où les concentrations d'air moyenne et au fond varient rapidement, et (iii), la zone lointaine où la hauteur d'eau ainsi que les concentrations d'air moyenne et au fond tendent graduellement vers des conditions quasi-uniformes.

Les surfaces inférieure et supérieure du jet engendré par le déflecteur sont analysées, et des équations sont établies pour les angles d'envol inférieur et supérieur. Cela permet, à l'aide d'une équation pour obtenir la vitesse d'envol, de décrire les surfaces inférieure et supérieure du jet par des trajectoires balistiques. La hauteur maximale du jet, la longueur du jet et l'angle d'impact du jet sur le pseudo-fond peuvent alors être déterminés.

De façon similaire aux évacuateurs lisses, le coefficient d'entraînement d'air de l'aérateur est décrit en fonction de la longueur relative du jet. De plus, une équation pour déterminer le coefficient d'entraînement d'air en fonction du nombre de Froude de l'écoulement d'approche et de la géométrie du déflecteur est présentée. Les concentrations moyenne et au fond montrent un minimum peu après l'impact du jet, suivi d'un maximum dans la zone de spray. Ces extrêmes sont quantifiés et sont liés à la longueur relative du jet. Contrairement aux évacuateurs lisses, dans la zone lointaine, aucun déentraînement continu n'est observé pour la concentration d'air au fond. Autant la concentration moyenne que la concentration au fond convergent graduellement vers leur valeur en écoulement quasi-uniforme. Des expériences avec un fond plus rugueux dans la zone d'approche montrent une grande augmentation de l'entraînement d'air due à une turbulence plus élevée de l'écoulement, mais seulement de faibles différences résultent dans les concentrations d'air moyenne et au fond à l'aval de l'impact du jet. Un écoulement pré-aéré mène à des concentrations d'air moyenne et au fond plus élevées à l'aval de l'aérateur. Un exemple de dimensionnement résumant les résultats obtenus est donné à la fin pour montrer leur application pratique.

The flow field downstream of the stepped spillway aerator can be described in three main zones: (i) the jet zone where air is entrained on the lower and upper surfaces, (ii) the spray and reattachment zone where spray is produced by the jet impact and where there are rapid variations of the average and bottom air concentrations, and (iii) the far-field zone where the flow depth as well as the average and bottom air concentrations gradually tend towards quasi-uniform conditions.

The lower and upper surfaces of the jet issued by the deflector were considered to derive the effective takeoff angles. With the takeoff velocity, it allows to describe the lower and upper jet surfaces with ballistic trajectories. The maximum jet elevation, the jet length, and the jet impact angle on the pseudo-bottom can then be determined.

Similarly to smooth spillways, the air entrainment coefficient of the aerator is described as a function of the relative jet length. Besides, a relation for the air entrainment coefficient in function of the Froude number and the deflector geometry is presented. The average and bottom air concentration developments show a minimum shortly after the jet impact, followed by a maximum in the spray zone. These extrema are quantified and are related to the relative jet length. In the far-field zone, unlike smooth chutes, no continuous detrainment is observed for the bottom air concentration. Both the average and the bottom air concentrations gradually converge to quasi-uniform flow values. Tests with an increased approach flow bottom roughness showed a large increase of air entrainment due to the higher flow turbulence, but only small average and bottom air concentration differences downstream of the jet impact result. A pre-aerated approach flow leads to slightly higher average and bottom air concentrations downstream of the aerator. The design of a stepped spillway aerator is presented in the end to summarize the results obtained and their practical application.

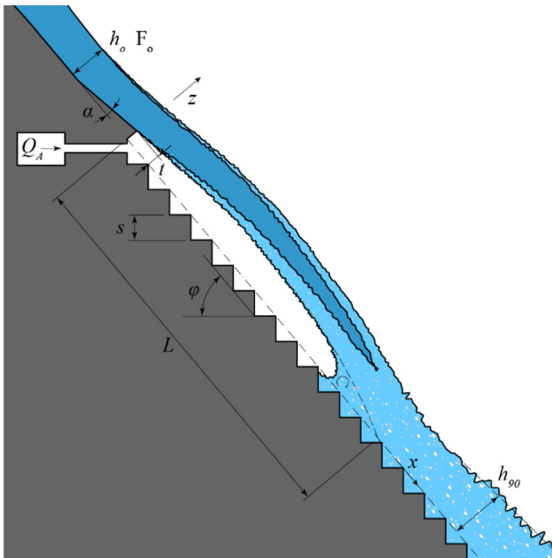


Figure 1: Schéma de définition des paramètres (gauche); installation expérimentale avec un angle de $\phi = 50^\circ$ (droite).



Figure 1: Parameters definition scheme (left); overview of the experimental facility with an angle of $\phi = 50^\circ$ (right).

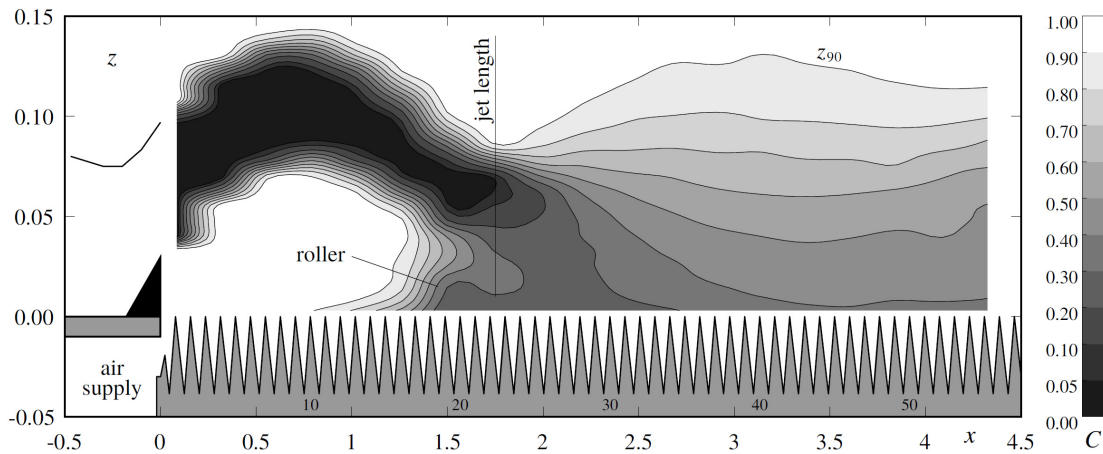


Figure 2: Distribution de la concentration d'air C et de la profondeur d'eau z_{90} mesurés à l'aide de la sonde à fibre optique le long de tout le modèle d'évacuateur en marches d'escalier incluant l'aérateur de fond.

Figure 2: Air concentration C distribution and flow depth z_{90} measured with the fiber optical probe along the whole length of the stepped spillway model with the bottom aerator.

Financement: Fonds national suisse FNS et Fondation Lombardi.

Funding: Swiss National Science Foundation SNSF and Lombardi Foundation.

Docteur: Stéphane Terrier

Ph.D.: Stéphane Terrier

1.1.4 Interaction fluide-structure pendant transients hydrauliques en tuyaux pressurisés: analyses expérimentales et numériques / *Fluid-structure interaction during hydraulic transients in pressurized pipes: Experimental and numerical analyses*

Le but de la présente recherche est de identifier, décrire et quantifier les principales relations mécaniques-hydrauliques lors des transitoires hydrauliques dans les écoulements sous pression dans le but d'améliorer la conception

The aim of the present research is to identify, describe and quantify the principal mechanic-hydraulic relationships during hydraulic transients in pressurized pipe flows in view of improving pipe design and reduce pipe and

des tubes et réduire la défaillance du système. Les phénomènes affectant l'onde transitoire tels que les interactions fluide-structure, la frottement superficiel instationnaire, le frottement sec ou la viscoélasticité de la paroi du tube sont analysés de manière expérimentale et numérique. L'objectif principal est l'amélioration de la modélisation 1D du coup de bélier dans le domaine temporel au moyen de la méthode des caractéristiques.

Des essais expérimentaux effectués au Laboratoire de l'Hydraulique et de l'Environnement de l'Instituto Superior Técnico (LHE/IST), Lisbonne, Portugal, sont présentés pour trois installations expérimentales différentes: un tuyau droit en cuivre, un tuyau en bobine en cuivre et un tuyau en bobine en polyéthylène. L'analyse des données expérimentales met en évidence les différences dans la réponse de chaque système en termes de forme d'onde, d'amortissement, et la dispersion. Le comportement de tuyau droit de cuivre est fortement dépendant des supports et les conditions d'ancrage en raison de l'interaction fluide-structure qui se produit lorsque la conduite est autorisée à se déplacer dans la direction longitudinale. L'interaction fluide-structure a également un rôle important dans le tuyau en bobine en cuivre, qui est autorisée à se déformer dans la direction radiale. Enfin, l'effet dominant dans l'installation en polyéthylène est le comportement viscoélasticité de la paroi du tube, où la réponse retardée de la déformation du matériau (hystérésis) augmente l'amortissement de l'onde transitoire. Fig. 1 illustre les différents comportements observés.

Dans une deuxième étape, la recherche se concentre sur la modélisation numérique des transitoires hydrauliques en bobines. L'analyse est basée sur les données expérimentales recueillies dans l'installation de tuyaux en bobine de cuivre. Tout d'abord, une analyse de déformation-contrainte est effectuée afin de comprendre les déplacements de la bobine dans des conditions statiques pour des chargements de pression interne. Ensuite, une analyse dynamique est effectuée dans le but de coupler l'écoulement de la conduite transitoire avec le mouvement axial du tuyau tout en négligeant l'inertie radiale, la flexion et la torsion du système de tuyauterie. Par conséquent, un modèle à quatre équations est mis en œuvre en incorporant les mécanismes d'interaction principaux: Poisson, friction et jonction. Le modèle est validé avec succès

system failure. Phenomena affecting the transient wave, such as fluid-structure interaction, unsteady skin friction, dry friction or pipe-wall viscoelasticity are analysed from both the experimental and numerical standpoints. The main goal is the improvement of one-dimensional (1D) waterhammer modelling in the time-domain by means of the well-known method of characteristics approach.

Experimental work, carried out at the Hydraulics Laboratory of Civil Engineering – Instituto Superior Técnico (IST), is presented for three different experimental facilities: a straight copper pipe, a coil copper pipe and a coil polyethylene pipe. The analysis of the experimental data highlights differences in the response of each system in terms of wave shape, damping, and dispersion. The straight copper pipe behaviour is highly dependent on the pipe supports and anchoring; the coil copper pipe to the deformation in the radial direction; while the polyethylene facility to the pipe-wall viscoelasticity. Fig.1 depicts de different observed behaviors during waterhammer events.

In a second stage, the research focuses on the numerical modelling of hydraulic transients in pipe coils. The analysis is based on the experimental data collected in the coil copper pipe facility. First, a structural analysis is carried out for static conditions and then for dynamic. A four-equation model is implemented incorporating the main interacting mechanisms: Poisson, friction and junction coupling. The model is successfully validated for different flow rates showing a good performance of the dynamics of the coil behaviour during hydraulic transients.

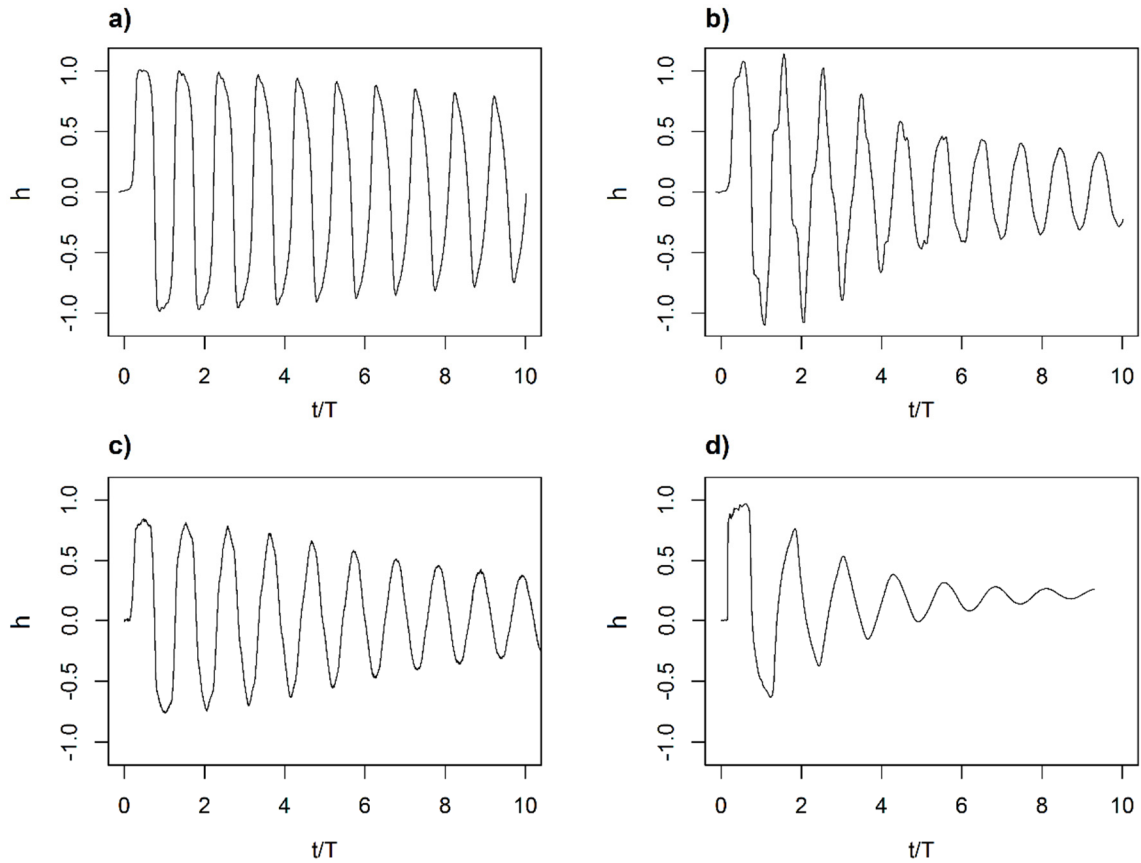


Figure 1: Comportement des tuyaux dans différentes installations de tuyauterie représentées à Ferras (2016): tuyau droit en cuivre à extrémités ancrées (a); Tube droit en cuivre avec extrémités aval (b) libérées; Serpentin en cuivre (c); Et du tuyau en polyéthylène à bobine (d).

pour différents débits montrant une bonne performance de la dynamique du comportement de la bobine lors des transitoires hydrauliques. 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.

Enfin, la recherche se concentre sur l'installation de tuyau droit de cuivre, pour lequel la simplicité de la mise en place permet d'approfondir sur les hypothèses de modélisation de base en interaction fluide-structure. Tout d'abord, le couplage de friction est évalué en utilisant le modèle de base à quatre équations et friction superficiel variable et de frottement du Coulomb sont incorporés dans le code. L'analyse montre l'effet dissipatif du phénomène de frottement du Coulomb, qui complète celle de la friction superficiel. Dans un second approche couplage de jonction est abordée et la résistance au mouvement en raison de

Figure 1: Pipe behaviours in different pipe rigs depicted in Ferras (2016): straight copper pipe with anchored ends (a); straight copper pipe with released downstream ends (b); coil copper pipe (c); and coil polyethylene pipe (d).

Finally, the research focuses on the straight copper pipe facility, for which the simplicity of the set-up allows deepening on the basic modelling assumptions in fluid-structure interaction. First, friction coupling is assessed using the basic four-equation model and unsteady skin friction and dry friction are incorporated in the solver. The analysis shows the dissipative effect of dry friction phenomenon, which complements that of skin friction. In a second approach junction coupling is tackled and the resistance to movement due to inertia and dry friction of the pipe anchor blocks is analysed. As shown in

l'inertie et de frottement du Coulomb des blocs d'ancrage de tuyauterie est analysé. Les résultats numériques reproduisent avec succès des mesures de laboratoire pour des valeurs réalistes des paramètres d'étalonnage (v.i. Fig.2).

La thèse identifie, décrit et quantifie, avec succès, les différents phénomènes physiques liés à FSI au moyen de la modélisation expérimentale et de reproduction numérique valide de résultats expérimentaux. Approches de modélisation expérimentales novatrices sont développées et les données sont mises à disposition pour les tests d'évaluation des outils numériques en tenant compte des installations avec différentes géométries et matériaux. Une nouvelle série de solveurs numériques sont développés, présenté et discuté à fond, qui peut être facilement utilisé pour la conception de nouveaux systèmes de tuyauterie industrielle ou l'évaluation des installations de tuyauterie existantes de sécurité.

Fig.2, numerical results successfully reproduce laboratory measurements for realistic values of calibration parameters.

The work successfully identifies, describes and quantifies different physical phenomena related with FSI by means of experimental modelling and valid numerical reproduction of experimental results. Experimental modelling approaches are developed and data is made available for benchmark testing of numerical tools considering facilities with different set-up geometries and materials. A new standpoint based on pipe-degrees-of-freedom is suggested for facing FSI problems, the structural behaviour of pipe coils is successfully described and FSI in straight pipelines is analysed focusing on both junction and friction coupling. A new set of numerical solvers are developed, presented and thoroughly discussed, which can be readily used for the design of new industrial piping systems or the safety assessment of existing piping facilities.

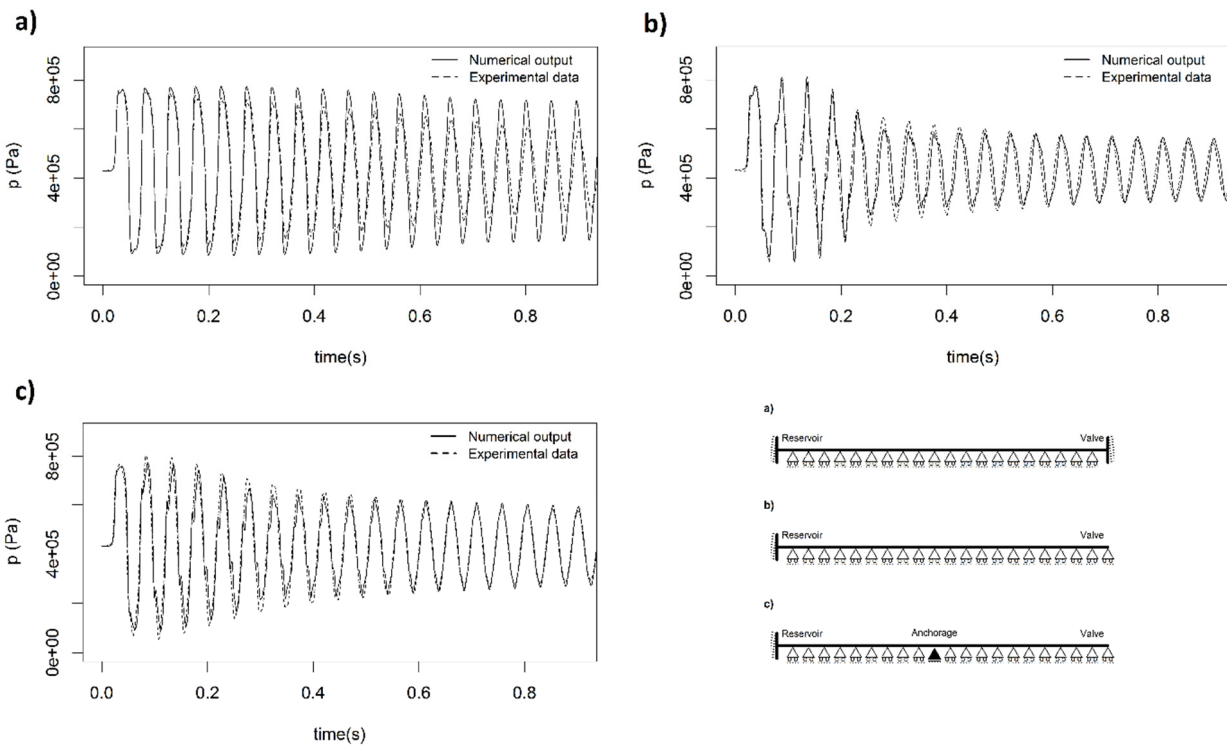


Figure 2: Validation du modèle numérique développé par Ferras et al. (2017) pour: ancrages tubulaires (a); Libérée en aval (b) et libéré en aval mais ancré au milieu (c).

Figure 2: Validation of the numerical model developed by Ferras et al. (2017) for: anchored Pipe-ends (a); released downstream end (b) and released downstream end but anchored midstream (c).

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

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

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

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

1.1.5 **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***

Le développement des aciers à haute-résistance (HSS, high-strength steel) ainsi que des turbines Pelton à haute-chute ont permis le dimensionnement de puits et tunnels blindés (SLPT&S, steel-lined pressure tunnels and shafts) sous haute pression. La conjonction de la libéralisation du marché européen de l'énergie et de l'augmentation de la contribution des énergies renouvelables volatiles dans le réseau électrique soumet les aménagements hydroélectriques, particulièrement de pompage-turbinage, à des événements transitoires de plus en plus sévères (coups de bélier). L'utilisation des HSS permet de dimensionner des blindages plus fins et donc plus économiques. Cependant, les HSS soudés ne présentent pas une meilleure résistance à la fatigue que les nuances plus basses, et sont par ailleurs soumis à un risque plus élevé de fissuration à froid. Cela fut dramatiquement illustré par l'accident de Cleuson—Dixence en 2000. Dans ce contexte, le comportement à la fatigue peut devenir l'état limite ultime prépondérant pour le dimensionnement.

Ce projet de recherche a pour but d'améliorer la compréhension du comportement mécanique des SLPT&S ainsi que de développer un cadre d'application pour une approche probabiliste de la propagation de fissures situées dans le cordon de soudure des joints longitudinaux des blindages, jusqu'à la rupture.

L'influence du comportement anisotrope du rocher ainsi que des imperfections géométriques dans le blindage, et plus particulièrement aux soudures longitudinales, a été étudiée par la méthode des éléments finis, en tenant compte de l'interaction entre le blindage et le système béton—rocher. Des facteurs de correction ont été dérivés afin d'estimer avec facilité dans la pratique les concentrations de contrainte ainsi que les contraintes structurelles dans le blindage. Ces résultats peuvent être utilisés pour appliquer les approches locales de vérification à la fatigue basées sur les courbes S—N. Les

The recent development of high-strength (HSS) weldable steels has enlarged the range of design alternatives for the optimization of high-head steel-lined pressure tunnels and shafts (SLPT&S) in the hydropower industry. With the liberalization of the European energy market and increasing contribution of new renewable volatile energies in the electricity grid due to high subsidies, storage hydropower and pumped-storage plants are subject to more and more severe operation conditions resulting in more frequent transients. The use of HSS allows the design of thinner and thus more economic steel liners. However, welded HSS do not provide higher fatigue resistance than lower steel grades, and may be particularly subject to the risk of cold cracking in the weld material as dramatically illustrated by the failure of the Cleuson—Dixence pressure shaft in 2000. Fatigue behavior may become the leading limit state criterion.

This research project aims at improving the comprehension of the mechanical behavior of SLPT&S and at developing a framework for probabilistic fatigue crack growth and fracture assessment of crack-like flaws in the weld material of longitudinal butt welded joints, considering all possible steel grades for high-head hydropower schemes.

The influence of anisotropic rock behavior and geometrical imperfections at the longitudinal joints on the structural stresses have been studied by means of the finite element method accounting for the interaction with the backfill concrete—rock multilayer system. Parametric correction factors have been derived to estimate stress concentrations and structural stresses in steel liners with ease in practice, allowing the use of S—N based engineering fatigue assessment approaches. Stress intensity factors (SIF) for axial cracks in the weld material of the longitudinal joints have also been obtained by

facteurs d'intensité de contrainte (SIF, stress intensity factor) pour des fissures axiales dans les cordons de soudures longitudinales ont également été étudiés par la méthode des éléments finis appliquée à la mécanique de la rupture linéaire élastique (LEFM, linear elastic fracture mechanics). L'utilisation des expressions analytiques précédemment développées dans les solutions classiques pour les SIF dans les plaques soudées contenant des fissures a été vérifiée. Enfin, des facteurs de correction afin de considérer l'influence du profil de soudure ont été proposés.

Un modèle probabiliste pour la propagation de fissures a été développé dans le cadre de la LEFM en combinaison avec la loi de Paris—Erdogan. La probabilité de rupture a été estimée par la méthode de simulation de Monte Carlo, dans laquelle les paramètres de l'acier liés au taux de propagation ainsi que la géométrie des fissures ont été définis de façon stochastique. Un spectre de chargement adimensionnel lors d'une semaine type d'opération a été déterminé grâce à des mesures effectuées dans un aménagement de pompage-turbinage dans les Alpes suisses. Cette approche a permis d'obtenir des résultats relatifs et quantitatifs à travers des études paramétriques, donnant de nouvelles indications sur le comportement à la fatigue des blindages contenant des fissures dans les cordons de soudures longitudinaux.

Enfin, un cas d'étude d'évaluation à la fatigue a été présenté. L'entière procédure de calcul développée dans cette recherche y est présentée, avec pour but d'assurer le transfert de connaissance vers la pratique.

Cette étude fait partie de HydroNet 2: Modern methodologies for design, manufacturing and operation of hydropower plants, un projet de recherche fondé par le Swiss Competence Center Energy and Mobility (CCEM-CH). Une contribution additionnelle a été obtenue du Swiss Committee on Dams (SwissCOD) et du Swiss Competence Center for Energy Research — Supply of Electricity (SCCER-SoE).

means of computational linear elastic fracture mechanics (LEFM). The use of the previously developed parametric equations in the classical formulas for SIF in cracked plated structures has been validated, and new parametric equations for the weld shape correction have been proposed.

A probabilistic model for fatigue crack growth assessment has been developed in the framework of LEFM in combination with the Paris—Erdogan law. The probability of failure is estimated by means of the Monte Carlo simulation procedure, in which the crack growth rate parameters and the crack shape ratio are defined as stochastic variables. A week-long normalized loading spectrum derived from prototype measurements on an alpine pumped-storage hydropower plant in Switzerland is used. This approach provides relative and quantitative results through parametric studies, giving new insights on the fatigue behavior of steel liners containing cracks in the weld material of the longitudinal joints.

Finally, a fatigue assessment case study is presented, detailing the entire calculation procedures developed in this research. It aims at ensuring the transfer of knowledge toward practitioners.

This study is part of HydroNet 2: Modern methodologies for design, manufacturing and operation of hydropower plants, a research project funded by the Swiss Competence Center Energy and Mobility (CCEM-CH). Additional support was obtained from the Swiss Committee on Dams (SwissCOD) and the Swiss Competence Center for Energy Research — Supply of Electricity (SCCER-SoE).

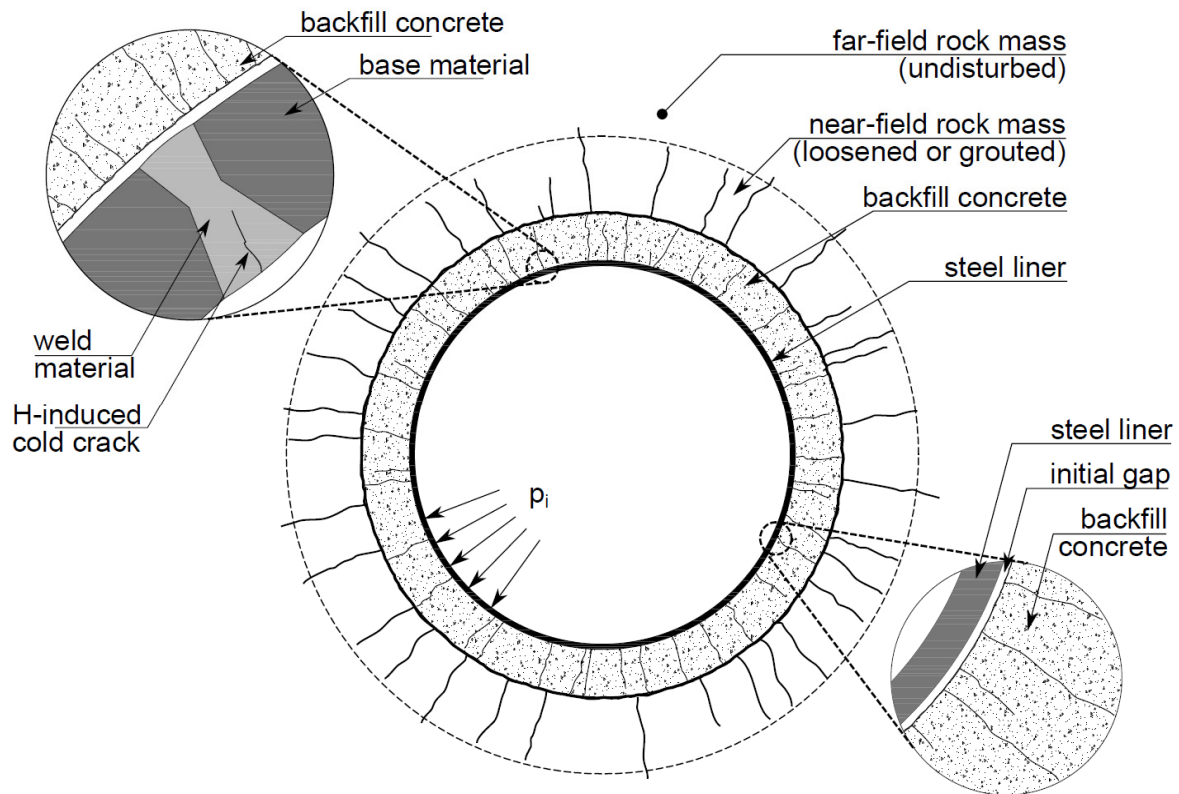
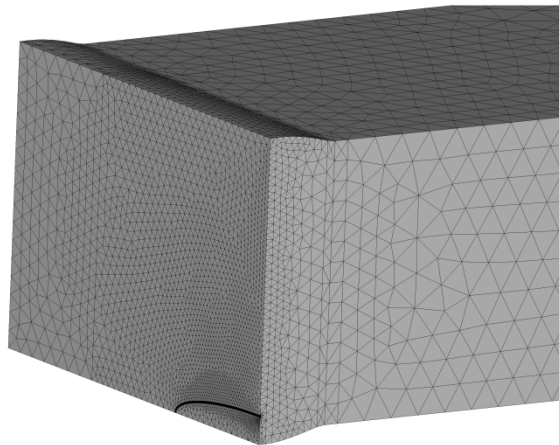
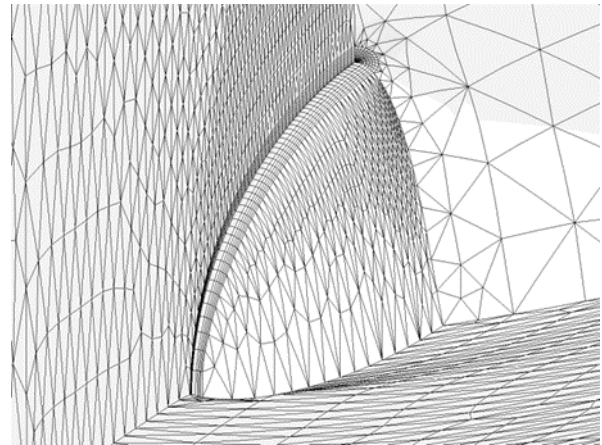


Figure 1: Schéma standard du système multicouche pour les tunnels et puits blindés en charge. La soudure longitudinale est agrandie, avec une fissure axiale sur la surface intérieure du cordon de soudure.

Figure 1: Definition sketch of the standard multilayer system for steel-lined pressure tunnels and shafts. The longitudinal butt welded joint is emphasized, with an axial surface crack in the weld material.



(a)



(b)

Figure 2: Maillage éléments finis et maillage déformé d'un blindage avec une fissure surfacique semi-elliptique dans le matériel de soudure du joint longitudinal. (a) Maillage : Vue 3D sur le cordon de soudure avec une fissure surfacique semi-elliptique ; (b) Maillage déformé : Vue 3D du plan et du front de la fissure.

Figure 2: Finite element mesh and deformed mesh of a steel liner with a semi-elliptical surface crack in the weld material of the welded joint. (a) Mesh : 3D view focused on the butt welded joint with semi-elliptical surface crack; (b) Deformed mesh : 3D view of crack face and front.

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

Docteur : Alexandre Jean Pachoud

Funding: Competence Center Energy and Mobility (CCEM), the swisselectric research and the Swiss Federal Office of Energy (OFEN) as well as Swiss Committee On Dams.

Ph.D.: Alexandre Jean Pachoud

1.1.6 **Développement d'une méthodologie d'estimation de crues extrêmes pour la vérification de la sécurité des barrages dans un environnement alpin – Le projet CRUEx++ / Development of a methodology for the estimation of extreme floods in alpine catchments for the verification of dam safety – The CRUEx++ project**

Dans le cadre de la sécurité des barrages, des méthodes fiables pour l'estimation des crues de sécurité sont une nécessité afin de garantir une capacité suffisante des évacuateurs de crue. L'état de l'art actuel permet d'aborder ce sujet sous différents angles. Les extrapolations statistiques sont une pratique commune, mais ne sont pas suffisantes pour satisfaire tous les besoins des vérifications de sécurité des barrages.

Grâce à l'évolution des ressources informatiques lors des dernières années, la puissance de calcul des ordinateurs a pu être amenée au degré où la modélisation hydrologique peut être effectuée dans des conditions de calcul optimales. Cependant, les praticiens n'ont souvent pas l'habitude de la modélisation hydrologique. Il s'en suit que le potentiel de la modélisation hydrologique n'est pas complètement exploité par les ingénieurs.

Ce projet de recherche a permis de développer une approche combinant les statistiques et la modélisation hydrologique afin de formuler une méthodologie innovatrice et prêt à l'emploi pour adresser la problématique complexe des estimations de crues extrêmes. De sorte à ce que ce développement puisse être réussi, la résolution d'un certain nombre de lacunes de connaissances scientifiques a dû être abordée avant d'insister sur la combinaison entre statistiques et simulations. Concernant la distribution temporelle des précipitations, il a été possible de montrer qu'une structure unique est admissible pour l'entité du territoire suisse. Au sujet d'un couple cohérent précipitation-température, une relation linéaire entre la durée de la précipitation et l'altitude de l'isotherme 0°C a pu être déterminée. Dans le contexte de la modélisation hydrologique, l'influence des conditions initiales a pu être évaluée et des recommandations méthodologiques pour le choix des conditions initiales pour des estimations de crues extrêmes ont pu être formulées. En outre, l'expansion maximum admissible pour un événement de PMP dérivé des cartes PMP suisses, élaborées au cours du projet CRUEx, a pu être estimée à 230km². Enfin, l'avantage de la combinaison des résultats de simulations et des distributions statistiques à

In the context of dam safety, reliable safety flood estimation methods are necessary to guarantee a well designed spillway capacity. Today's state of the art allows to approach this topic under different angles. Statistical extrapolations are common practice, but do not grant to address all needs of dam safety verifications.

Due to the evolution of informatics in the last years, computational power has been pushed to a level where hydrological modelling can be performed under optimal conditions. Practitioners are, however, not yet very familiar with hydrological modelling and its potential is not completely exploited.

The present research work develops an approach combining statistics and hydrological modelling techniques to propose an innovative ready-to-use methodology to address the complex issue of extreme flood estimations. In order for this to be successful, some lacks of scientific knowledge had to be addressed before dwelling on the combination between statistics and simulations. Concerning the temporal rainfall distribution, it could be shown that a unique rainfall mass curve is admissible for the entire territory of Switzerland. Regarding a coherent combination of temperature and extreme precipitations, linear relations between the duration of the precipitation event and the 0°C isothermal altitude could be determined. In the context of hydrological modelling, the influence of initial conditions for extreme flood simulations have been assessed and methodological recommendations for the choice of initial conditions for extreme flood simulations could be formulated. Furthermore, the maximum admissible spatial expansion of the PMP events derived from the Swiss PMP maps, elaborated during the CRUEx project, could be estimated to be 230 km². Finally, the combination of the simulation results with the approach of upper bounded statistical extrapolations could be

borne supérieure a pu être démontré: la sensibilité des extrapolations aux échantillons est réduite et les résultats d'extrapolation sont plus plausibles comparés aux distributions conventionnelles non bornées.

A part ces défis scientifiques, la méthodologie doit être pragmatique, prêt à l'emploi et aisément communicable vu qu'elle est destinée aux ingénieurs. Par conséquent, le développement s'est déroulé sous respect de pratiques communes.

Finalement, une méthodologie holistique pour l'estimation de crues extrêmes a été formulée. L'avantage principal de cette dernière est qu'elle permet de générer un hydrogramme de crue et d'attribuer plausiblement une période de retour à son débit de pointe (voir Figure 1) en prenant en compte une limite supérieure déterminée a priori en s'appuyant sur la méthode PMP-CMP (pluie maximale probable - crue maximale probable). De cette manière, la méthodologie combine la possibilité de prendre en compte l'estimation du laminage de la crue avec la connaissance de la probabilité d'occurrence du débit de crue, une grandeur de référence dans la majorité des directives pour la sécurité contre les crues.

shown to be advantageous: the sample sensitivity is reduced and the plausibility of the extrapolations is enhanced compared to conventional statistical distributions.

Besides these scientific challenges, the methodology has to be pragmatic and ready-to-use as it is destined to engineers. The methodology was developed to be easily communicable. Therefore, its development has been undertaken under respect of common practices.

Ultimately, a holistic methodology for extreme flood estimations could be formulated. The main advantage of the methodology is that it allows to estimate extreme flood hydrographs using hydrological simulation and to plausibly attribute a return period (see Figure 1) to the simulated peak discharge taking a deterministically determined upper discharge limit into account by referring to the PMP-PMF approach. The methodology combines thus the possibility of flood routing estimations with the knowledge of the occurrence probability of the peak discharge of the event that is normally a reference quantity in flood safety guidelines.

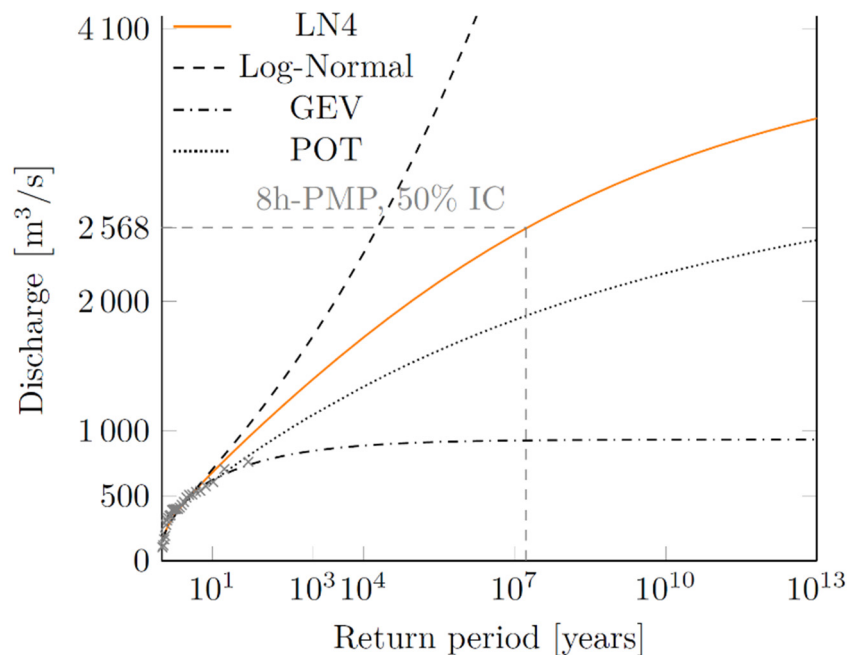


Figure 1: Exemple d'extrapolation avec des distributions non bornées (Log-Normal, GEV, GP pour l'approche Peak over threshold POT) et la distribution bornée LN4.

Figure 1: Extrapolation example using unbounded distributions (Log-Normal, GEV and GP for the Peak over Threshold (POT) approach) and the bounded LN4 distribution.



Figure 2: Logo officiel du projet CRUEX

L'application de la méthodologie à trois bassins versants avec des caractéristiques différentes était favorable à la démonstration de la facilité d'utilisation de la méthodologie et, plus important encore, de ses avantages vis-à-vis des approches conventionnelles. Un outil informatique a été développé pour rendre accessible la méthodologie CRUEX++ (dont le logo officiel est montré à la Figure 2) de manière à ce qu'elle soit prêt à l'emploi en pratique.

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

Docteur: Fränz Zeimetz

Figure 2: Official logo of the CRUEX++ project.

The application of the developed methodology to three catchments with different characteristics could prove its ease of utilization and, more importantly, its advantages compared to conventional approaches. A computer tool could be developed to make the CRUEX++ methodology (the official logo is shown on Figure 2) accessible and readily applicable in engineering practice.

Funding: Swiss Federal Office for Energy (SFOE).

Ph.D.: Fränz Zeimetz

1.1.7 **Technique de réapprovisionnement en sédiments à l'aval d'un barrage – Erosion et processus de transport des dépôts artificiels / Replenishment of sediment downstream of dams – Erosion and transportation process of artificial deposits**

Les barrages, retenant l'eau et les sédiments dans des réservoirs amonts, impacte la continuité sédimentaire. Les cours d'eau à l'aval sont affectés par une série d'effets négatifs, tels que l'incision du lit, la réduction de la variabilité morphologique de la rivière, le développement d'une couche de pavage et la diminution des habitats écologiques pour les poissons. Les techniques de réapprovisionnement en sédiments sont utilisées depuis les années 70 pour compenser l'insuffisance du transport sédimentaire à l'aval de barrages. Cette méthode est principalement utilisée pour rétablir une continuité sédimentaire, reconstruire une morphologie naturelle du lit et rétablir des lieux de reproduction pour les poissons. Même si des essais expérimentaux et in situ ont déjà été réalisés, il y a encore un manque de connaissance en ce qui concerne les débits devant être lâchés par les vidanges du fond des barrages, la quantité de sédiment et la configuration des dépôts de réapprovisionnement.

Dams on rivers alter the sediment continuum, trapping water and sediment in the upstream reservoirs. River reaches downstream are affected by several negative effects, such as bed incision, reduction of the river morphological variability, development of an armored layer and depletion of ecological habitat for fish. The replenishment of sediment technique has been used since the 1970s to mitigate the lack of sediment transport in the downstream reaches of dams. The method is mainly used to re-establish a sediment continuum, restore a natural bed morphology and to recover spawning grounds for fish. Even if both experimental and field tests have been performed in the past, there is still a lack of knowledge regarding the necessary flow released from the bottom outlet of the dam, the amount of sediment and the configuration of the replenished deposits.

Les principales caractéristiques d'un torrent alpin (distribution granulométrique, pente et conditions hydrauliques) ont été reproduites dans un canal expérimental (Figure 1). La technique de réapprovisionnement sédimentaire a été étudiée en termes d'influence de la configuration géométrique et volumes, en plus du débit. Les essais montrent que les schémas morphologiques du lit créés par l'érosion des matériaux de réapprovisionnement sont liés aux arrangements géométriques des volumes de réapprovisionnement. En appliquant des configurations parallèles de volumes de réapprovisionnement, un affinement général du lit est obtenu avec des matériaux distribués sur toute la largeur du canal.

Alterner la position des réapprovisionnements permet de créer d'autres schémas morphologiques de lit. La longueur d'onde de ces formes de lit a pu être reliée à la longueur du réapprovisionnement.

The main characteristics of an alpine stream were reproduced in an experimental channel in terms of grain size distribution, slope and hydraulic conditions (Figure 1). The sediment replenishment technique was investigated as an influence to the geometrical configurations and volume of deposits, as well as applied discharge. The experiments showed that the bed morphological pattern created by the eroded replenishment material was linked to the initial geometrical arrangement of the replenishment volumes. When applying parallel configurations of replenishment volumes, a general bed fining was obtained with material spread over the entire channel width.

Alternating replenishment positioning lead, in turn, to the creation of bed morphological patterns. The wavelength of these bed forms was seen to be related to the replenishment length.

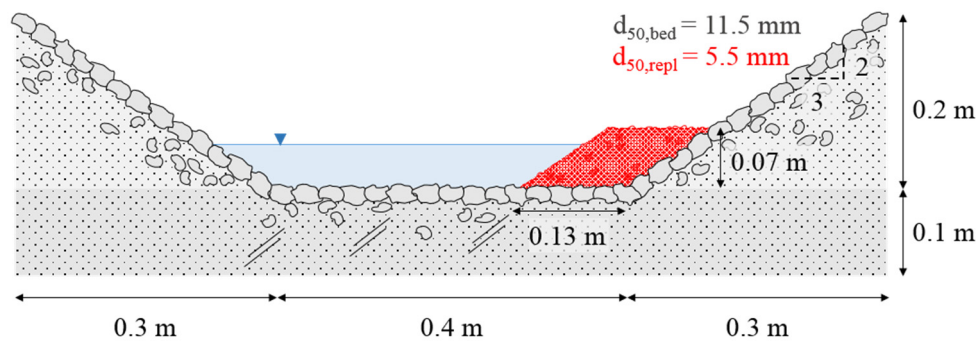


Figure 1: Schéma de la section transversale de l'installation expérimentale dans des conditions non-submergées (en rouge, le réapprovisionnement en sédiments).

Figure 1: Sketch of the cross-section of experimental installation in unsubmerged condition (in red, the replenishment volume).

Des débits constants et transitoires ont donc été examinés. Trois configurations de submersion des réapprovisionnements ont été testées : non-submergés, complètement submergés et sursubmergés. Il a été démontré que la submersion du volume de réapprovisionnement à 100% est la meilleure configuration pour obtenir : une érosion complète des volumes, un transport du matériau le long du canal et sa persistance sur le lit du canal.

Both constant discharge and transient flow were investigated. Three submergence conditions of the replenishment were tested: unsubmerged, completely submerged and over-submerged. A submergence equal to the replenishment volume height was optimal to obtain a complete erosion of the volumes with transport of the material along the channel and persistence of the material on the channel bed.

Quatre pentes pour augmenter ou diminuer la branche montante de l'hydrographe, ayant un même débit de pointe, ont été testés et les résultats obtenus ont été comparés avec le cas du débit constant (Figure 2). Un débit suivant une variation temporelle triangulaire est comparable aux conditions opérationnelles d'un barrage relâchant une crue artificielle. Un écoulement transitoire avec une montée

Four slopes for the increasing and decreasing limb of triangular-shaped hydrographs, having the same maximum discharge, were tested and the results compared with the constant discharge cases (Figure 2). A discharge having a triangular distribution in time is similar to the operational condition of dams when releasing an artificial flood. Transient flows with steep rising limbs lead to a reduction of 70% of water consumption

d'hydrographe raide permet une réduction de 70% du volume lâché par réapprovisionnement (Figure 3).

Un hydrographe complet relâché sur un tronçon fluvial surestime et réduit les effets positifs d'un réapprovisionnement sédimentaire. Ces hydrographes pourraient être utiles pour augmenter la distance d'impact du réapprovisionnement sédimentaire. Enfin, cette recherche étudie l'effet de la fréquence d'opération en réalisant des réapprovisionnements sédimentaires consécutifs. Cela a montré qu'un deuxième réapprovisionnement contribue à affecter le canal plus à l'aval. Des réapprovisionnements consécutifs peuvent être aussi utiles pour des applications in-situ pour toucher des tronçons plus à l'aval ou pour parvenir à des sites avec un accès limité.

compared to a constant flow, although achieving the erosion of the replenished material (Figure 3).

The application of the complete hydrographs showed to be counter-productive in terms of local effect of the sediment replenishment. These hydrographs may be useful for reaching longer distance impacts in sediment replenishment. Lastly, the effect of consecutive replenishment of sediments was investigated. A second replenishment can increase the deposition heights and volumes downstream. As expected, a second replenishment affects a longer downstream channel reach. Thus, consecutive replenishments are useful in field applications to have effects at longer downstream distances.

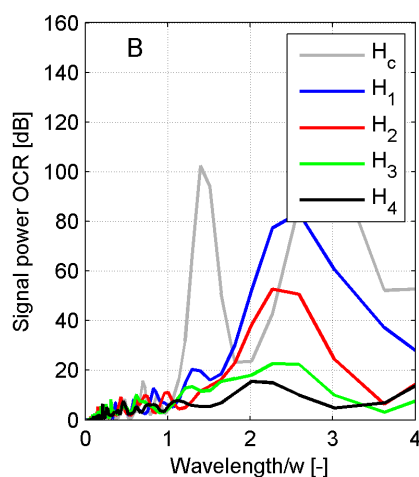


Figure 2: Longueurs d'onde obtenues à partir de l'analyse du signal OCR (dernier pas de temps) pour les débits constant et transitoire

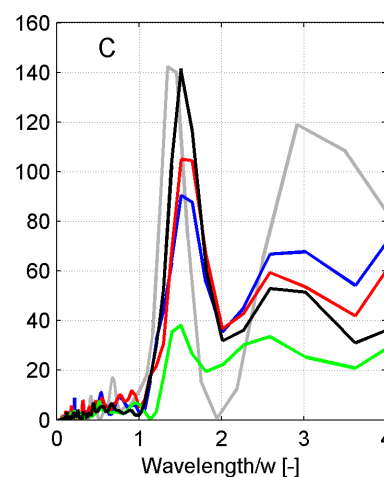


Figure 2: Wavelength obtained by the OCR-signal (related to the last time step) analysis for the constant and transient flow configurations

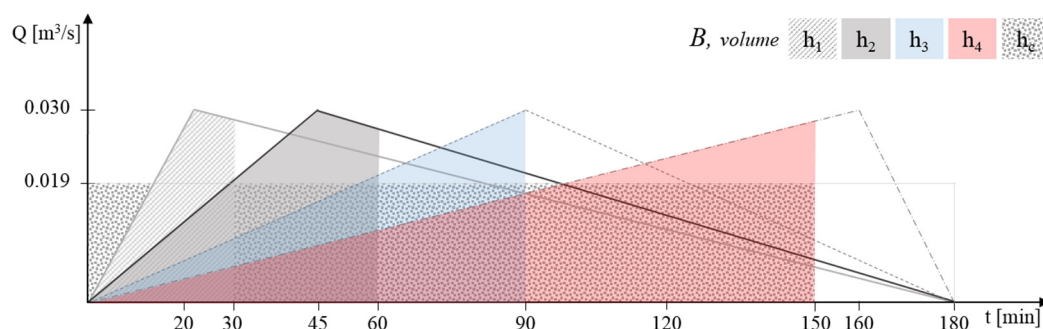


Figure 3: Représentation schématique de volumes d'eau nécessaires pour obtenir la valeur maximale de « cover surface » (CS) pour la configuration B et toutes les conditions de débit

Figure 3: Schematic representation of the required flow volume for achieving the maximum of covered surface (CS) for configuration B, for all the flow conditions

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

Docteur: Elena Battisacco

Funding: Swiss Federal Office for the Environment (FOEN)

Ph.D. : Elena Battisacco

1.1.8 Force hydraulique et efficacité énergétique dans les réseaux hydrauliques / *Optimization of low-head hydropower recovery in water supply networks*

L'hydroélectricité à petite échelle est en train de se développer comme une source décentralisée pour satisfaire des demandes locales d'électricité. L'intérêt pour la micro-hydroélectricité, qui correspond à moins de 100 kW de puissance installée, grandit actuellement en tant que solution sans grands impacts.

Les systèmes d'approvisionnement d'eau sont un des principaux types de systèmes hydrauliques artificiels avec du potentiel pour la micro-hydro. Bien que quelques applications de petite hydroélectricité existent dans des conduites d'adduction, les réseaux de distribution urbains restent encore inexplorés. Cela est dû à l'absence de technologies et de schémas d'installation spécifiques pour les réseaux de distribution, puisque ceux-ci sont des systèmes complexes où la pression et le débit varient constamment. Des nouvelles solutions sont nécessaires, qui soient performantes avec les débits et les chutes variables qui sont disponibles dans ces réseaux.

Ce travail vise à évaluer le potentiel pour l'hydroélectricité des réseaux de distribution en milieu urbain et de présenter un schéma d'installation de micro turbines, développées spécifiquement pour ce type d'application. L'aménagement hydroélectrique est basé sur une nouvelle turbine conçue pour être installée dans des systèmes sous pression et leur localisation optimale au sein du réseau est étudiée.

Small scale hydropower is emerging as a decentralized source to satisfy local demand for electricity. The interest in micro-hydropower, which refers to installed power below 100 kW, is increasing since this is a solution with low environmental impact.

Water supply systems are one of the main manmade water systems presenting potential for micro-hydropower. Although some applications already exist in adduction lines, the urban distribution networks remain unexplored. Because these are complex systems in which flows and pressure vary constantly, specific technology and installation schemes for energy recovery are lacking.

This work assesses the potential for hydropower within water supply networks (WSN) and presents an arrangement of micro-turbines specially conceived for this type of installation. The arrangement is based on a novel inline turbine suitable for pressurized systems and its best location within the networks is studied.

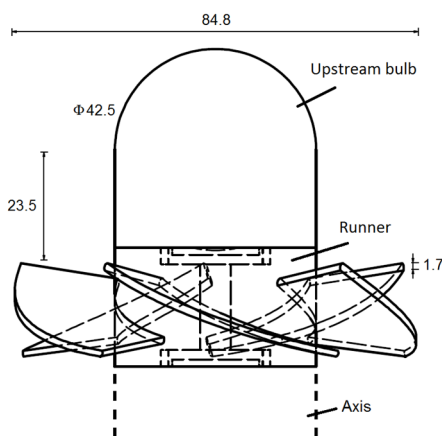


Figure 1: Conception finale de la turbine 5BTP. Gauche : schéma. Droite : visualisation 3D.

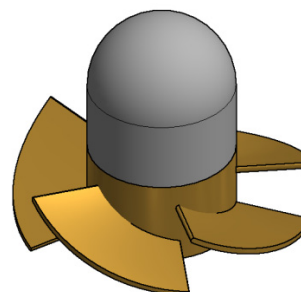


Figure 1: Final design of the 5BTP. Left: design scheme. Right: 3D visualization.

Le développement de la turbine en hélice à cinq pales (5BTP), initié dans le cadre du projet européen HYLOW, a été continué dans cette thèse. La turbine a été soumise à une campagne expérimentale avec une grande plage de débits et des mesures de couple mécanique afin d'évaluer sa performance ainsi que d'obtenir des diagrammes en colline. La position relative du groupe turbine-générateur par rapport à la courbe a été modifiée de l'aval vers l'amont. Les résultats expérimentaux ont montré des rendements de la turbine d'environ 60%.

Les localisations appropriées des turbines dans les réseaux sont identifiées en utilisant un algorithme d'optimisation qui tient compte non seulement de la production d'énergie mais aussi des quantités des principaux équipements et travaux de génie civil. Un schéma hydroélectrique est proposé avec une à quatre turbines placées dans une chambre souterraine créée autour d'une conduite existante. Deux fonctions objectif, l'énergie produite et la valeur économique respectivement, sont utilisées. Un processus du type « simulated annealing » est développé afin d'optimiser l'emplacement d'un nombre de turbines, compte tenu des changements horaires de débit sur une année moyenne et de son impact dans le rendement de la turbine. Les courbes caractéristiques et de rendements de la turbine pour différents diamètres sont utilisées pour le calcul hydraulique à chaque pas de calcul, réalisé par un solver hydraulique associé à l'algorithme.

The five blade tubular propeller (5BTP), preliminarily designed in the framework of the European Project HYLOW, was further developed and tested in this work. An experimental campaign was conducted with a large range of heads and torque measurements to assess its characteristic curves and to obtain hill charts. The relative positioning of the turbine-generator shaft regarding the pipe bend was modified from a downstream position to an upstream position. Efficiencies of around 60% were found.

The adequate locations in WSN for micro-hydropower plants are identified using an optimization algorithm which considers both the assessment of the energy production and sizing of the main equipment and works. A concept for the implementation of the 5BTP in the field was developed, consisting of an arrangement with up to four turbines inline within a buried chamber created around an existing pipe. Two objective functions, energy production and economic value respectively, are used. A simulated annealing process is developed to optimize the location of a given number of turbines. This procedure takes into account the hourly variation of flows throughout an average year and its effect on the turbine's efficiency. The optimization is achieved by considering the characteristic and efficiency curves of a turbine with different impeller diameters and simulating the annual energy production in a coupled hydraulic model.

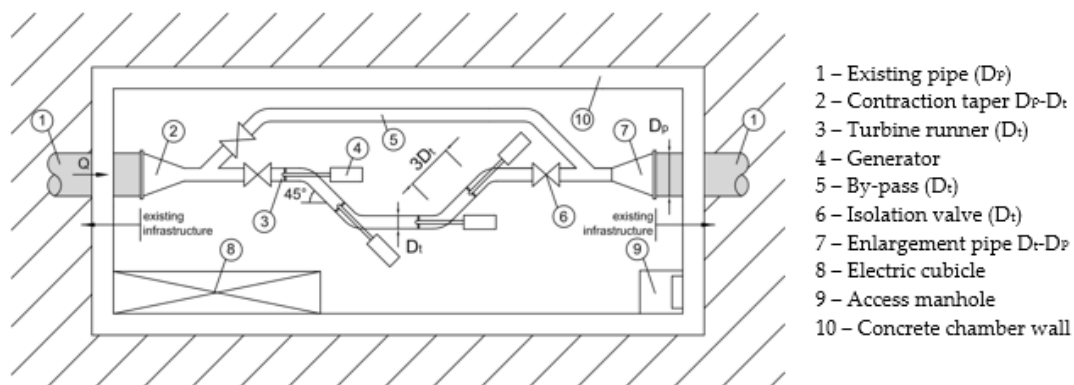


Figure 2: Vue en plan schématique de la disposition d'éléments d'une chambre équipée jusqu'à quatre turbines.

Figure 2: Schematic plan view of the lay-out of a chamber equipped with one to four turbines.

Après une analyse de convergence avec différentes restrictions et différents nombres de turbines à installer, l'algorithme a été appliqué pour évaluer la faisabilité du schéma proposé dans deux cas d'étude en Suisse : un sous-

After a convergence analysis for different restrictions and numbers of installed turbines, the algorithm was applied to analyze the feasibility of the proposed arrangement in two case studies in Switzerland: a sub-grid of the city

réseau de la ville de Lausanne et le réseau complet de la ville de Fribourg. Dans les deux cas, la mise en œuvre de la solution proposée apparaît être faisable. L'analyse détaillée des coûts a montré que le coût du by-pass supplémentaire nécessaire pour garantir la continuité du service en cas de maintenance peut jouer un rôle important dans l'investissement. Il a été également conclu que les endroits où des réducteurs de pression, si existants, sont installés sont probablement les solutions optimales.

Enfin, une méthodologie pour quantifier le potentiel pour l'hydroélectricité d'un réseau est proposée et appliquée dans des cas d'étude. Elle a permis de conclure combien du potentiel énergétique des réseaux il est possible d'extraire avec le schéma proposé. Une tentative de développement d'une méthode conceptuelle a aussi été réalisée, dans le but d'estimer la production avec une turbine sur la base des paramètres du réseau et d'une analyse dimensionnelle.

Recherche financée par la Fondation pour la Science et Technologie Portugaise (FCT) et LCH-EPFL. Les essais de laboratoire sont financés par OFEN. Aussi, on remercie eauservice, les Service Industriels de Fribourg et Ribi SA.

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

of Lausanne and the complete WSN of the city of Fribourg. In both cases, the implementation of the proposed energy recovery solution seems to be feasible. A detailed analysis of the cost breakdown revealed that the cost of additional pipe work, which is required in each layout to guarantee a by-pass supply in case of maintenance, may have an important role on the investments. Also, the pressure reduction valves locations, if they exist, are likely to be the optimal solutions.

Finally, a methodology to quantify the potential for hydropower based on the excess energy in a WSN is proposed and applied to case studies. It allowed to conclude how much the proposed arrangement can extract from the networks' energy potential. In addition, an attempt was made to produce a conceptual method to estimate the energy produced with one 5BTP based on network parameters and dimensional analysis..

Research funded by the Portuguese Fondation for Science and Technology (FCT) and LCH-EPFL. The laboratorial experiments are funded by SFOE. Also, acknowledgments are due to eauservice, the Industrial Services of Fribourg and Ribi SA.

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

1.1.9 Conception des barrages de dépotoire permettant le passage des sédiments pendant des crues fréquentes / Sediment trap design in order to allow sediment transfer during frequent floods

Les barrages de correction de torrents alpins sont construits afin de protéger les zones urbanisées 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

Sediment traps consist of a reservoir and an open sediment 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 sediment 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

dépasse la capacité d'écoulement de l'orifice. Dans ce cas, un dépôt de sédiments se forme lors des crues et se développe en amont du barrage. Si l'orifice est trop petit, le barrage filtrant a tendance à s'obstruer déjà lors de petites crues (fréquentes). Si l'orifice est trop grand et ne s'obstrue pas mécaniquement en cas d'une crue importante, le piège à graviers risque de s'auto-curer encore pendant l'évènement et les sédiments retenus passent quand même dans les zones à protéger.

the front reaches the check dam opening, the sediment trap starts to backfill also laterally. When the orifice is too small, the open sediment 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 sediment trap does not serve its purpose anymore.

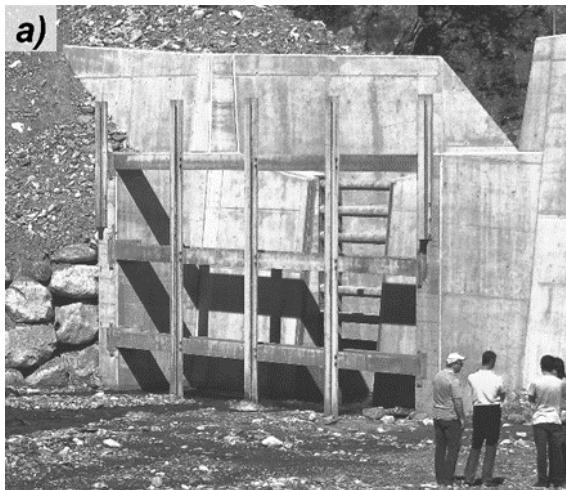


Figure 1: Illustration des deux types de barrages filtrants considérés dans ce projet de recherche, a) un barrage avec une crête ouverte [Riddes, VS] et b) un barrage avec une crête fermée [Manival, France].

Figure 1: Illustration of two basic types an open check dam, a) an open-gap crested check dam [Riddes, VS] and b) closed crest type check dam [Manival, France].

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 horizontaux.

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 wetted 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.

Dans l'encadrement de ce projet de recherche expérimental, le dimensionnement de tels barrages est optimisé, pour éviter une défaillance. L'approche 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.

This research aims at the design of open sediment check dams in order to allow for bedload 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 2: Installation expérimentale avec control mécanique (grille) et control hydraulique en aval (éléments PVC).

Figure 2: Experimental setup with mechanical control (screen) and downstream hydraulic control (PVC elements).

Des critères pour l'obturation mécanique sont bien décrites dans la littérature. L'obturation hydraulique des barrages de correction de torrents est seulement partiellement analysée et fait partie de cette recherche. Au-delà, la combinaison de barrières pour le control hydraulique et mécanique est étudiée ici. Les constrictions hydrauliques, en tant que constrictions latérales et verticales, sont réalisées par des éléments en PVC. Le control mécanique est introduit par une grille, conçue conformément à la littérature, comme illustré sur la Figure 2.

Design criteria for the mechanical obstruction of sediment check dams were established by former studies. The analysis of hydraulic obstruction of open sediment check dams in terms of lateral and vertical flow constrictions is only partially understood and subject of this research. In addition, the combination of barriers with hydraulic deposition control and mechanical control is studied. The hydraulic constrictions are introduced by means of PVC elements and the mechanical control structure is introduced by a screen according to literature findings, as shown on Figure 2.

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

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

Doctorant: Sebastian Schwindt

Ph.D. student: Sebastian Schwindt

1.1.10 **Efficacité de l'évacuation des courants de turbidité sous débits de vidange restreints / Turbidity current venting efficiency under restrained outlet discharge capacity**

La sédimentation des réservoirs met à risque la durabilité des barrages. D'un côté, les réservoirs perdent un certain volume d'eau dû à l'accumulation des sédiments et d'un autre, des problèmes mécaniques peuvent être engendrés aux structures hydrauliques telles que les vidanges de fond et les turbines. De plus, à l'aval, un appauvrissement de l'écosystème peut avoir lieu.

Reservoir sedimentation is endangering the sustainability of dams. From one hand, reservoirs lose water storage due to sediment accumulation, and from another, mechanical problems of low-level hydraulic structures are caused. Additionally, downstream sediment starvation induces ecosystem imbalance.

Plusieurs techniques existent pour la lutte contre la sédimentation et sont utilisés dans différentes régions du réservoir : la vidange périodique du réservoir appelée "flushing", les méthodes

Several techniques are used worldwide and take place in different parts of the reservoir. Flushing, mechanical dredging, airlift, construction of check-dams and many others all aim to reduce

mécaniques, la construction de barrage pour retenir les sédiments à l'amont, et plusieurs autres techniques ont le but de réduire la quantité de sédiments qui atteignent le réservoir. Toutefois, les courants de turbidité représentent la source principale de sédiments dans beaucoup de réservoirs. Ces courants sont générés pendant des événements de crues annuelles suite à l'érosion et au transport des sédiments du bassin versant. Pour cette raison, l'évacuation des courants de turbidité atteignant le barrage permet la réduction de la quantité des sédiments fins qui se déposent auprès du barrage et bloquent les structures hydraulique du fond. Plusieurs questions cruciales en relation avec l'opération de vidange des courants de turbidité manquent et des réponses sont cherchées à travers la recherche scientifique.

Cette recherche étudie l'opération de vidange des courants de turbidité afin d'éviter la sédimentation des réservoirs et afin d'assurer leur durabilité. L'approche adoptée est principalement expérimentale, et un modèle numérique a de même été construit afin d'étendre les paramètres testés. Les paramètres testés sont la pente du canal, le débit de vidange normalisé par le débit du courant de turbidité, le timing du début de la vidange, et la durée de l'opération, entre autres.

the amount of sediments reaching the reservoir. However, turbidity currents are the main source of sediments in reservoirs. The latter are sediment-laden currents generated during yearly floods due to the erosion and transport of sediments from the watershed. Therefore, the evacuation or venting of turbidity currents reaching the dam helps in reducing the amount of fine sediments that commonly deposit close to the dam and block hydraulic structures. Nevertheless, crucial information related to the operation of venting is missing and this gap can be filled through scientific research

This research investigated the operation of venting turbidity currents in order to avoid the sedimentation of reservoirs and to ensure their sustainability. An experimental and a numerical models have been built in order to extend the parameters tested. The tested parameters are the slope of the flume, the outlet discharge normalized by the turbidity current discharge, the timing of the beginning of venting, and the duration of the operation among others.



Figure 1: courant de turbidité progressant sur un fond horizontal.

Figure 1: Turbidity current flowing on the horizontal bed.

Les résultats montrent que pour le cas d'un lit horizontal, les courants de turbidité arrivant au barrage sont vite réfléchis vers l'amont. La vidange des courants de turbidité est recommandée avec un débit de de 100% par rapport au débit du courant pour un lit horizontal. Par contre, pour des pentes de 2.4% et 5%, la vidange s'est avérée plus efficace avec un débit de 135% par rapport au débit du courant (Figure 2).

Results showed that in the case of a flatbed in the vicinity of the dam, the turbidity current is more reflected back upstream and venting is recommended with an outflow to inflow discharge ratio of 100%. However, for bed slopes of 2.4% and 5%, venting is recommended with a venting discharge ratio around 135% (Figure 2).

D'un autre côté, les résultats montrent qu'en augmentant la pente, l'efficacité de vidange augmente. Pour cette raison, il est proposé

On another hand, the results showed that increasing slopes result in increasing venting efficiencies. Therefore, it is suggested to start

d'appliquer la vidange des courants de turbidité dès le début de l'exploitation du barrage afin d'éviter autant que possible le remplissage et l'aplatissement du thalweg à côté du barrage.

Pour des opérations de vidange à longue durée, l'ouverture de la vidange de fond avant que le courant de turbidité n'arrive au barrage assure une meilleure succion du courant que pour le cas où l'ouverture a lieu après l'arrivée du courant. Malgré les pertes d'eau qui peuvent être plus élevées en ouvrant avant l'arrivée du courant, l'efficacité obtenue avec ce timing est supérieur, particulièrement au long terme.

Finalement, l'opération de vidange de courants de turbidité est surtout efficace pour le transit des sédiments fins. Cette technique n'inclut pas l'évacuation des sédiments grossiers qui se déposent habituellement dans la partie du réservoir plus en amont. Ainsi, la combinaison de la vidange des courants de turbidité avec d'autres techniques d'évacuation de sédiments telles que le flushing est recommandée.

venting operations from the beginning of the dam's operation in order to avoid as much as possible the development of a flat bottom filled with sediments in front of the dam.

For long-duration venting operations, opening the outlet before the arrival of the turbidity current ensures a good suction of the current once it reaches the outlet compared to the case where the opening is done after the arrival of the current and the formation of the muddy lake. Despite the higher water losses compared to other timings at the beginning of the operation, efficiencies are higher on the longer-term when the bottom outlet is opened before the arrival of the turbidity current.

Finally, despite the fact that venting of turbidity currents is an efficient technique to reduce reservoir sedimentation, it does not deal with coarse sediments that commonly settle at the upstream part of the reservoir. Therefore, combining venting operation with other techniques such as dredging or flushing is recommended.

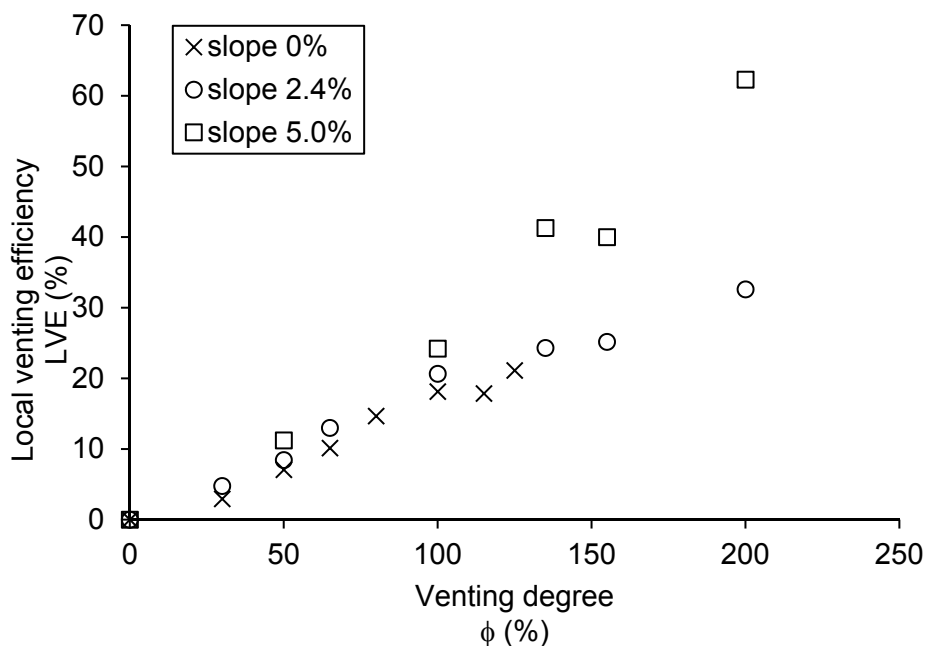


Figure 2: Efficacité locale de vidange en fonction du degré de vidange pour une certaine pente de fond.

Figure 2: Local venting efficiencies as a function of venting degree for a specific duration of venting fixed for different reservoir bed slopes.

Financement: Swisselectric research et le Comité suisse des barrages.

Funding: Swisselectric Research and the Swiss Committee on Dams.

Doctorante: Sabine Chamoun

Ph.D. student: Sabine Chamoun

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

Une cheminée d'équilibre est un organe hydraulique permettant de stabiliser les changements rapide de débit et de réduire les effets du coup de bélier dans un système hydraulique complexe tel qu'un aménagement à haute chute. Ceux-ci occupent une place centrale de l'approvisionnement électrique en Suisse. Dans le cadre de la stratégie énergétique 2050, la production hydraulique devrait augmenter de 4% (sachant que 90% de la production techniquement faisable est déjà exploitée). Cette augmentation de production peut aussi être assurée par l'extension d'ouvrages existant en augmentant leur puissance installée ou en rehaussant les barrages d'altitude.

Ces différentes transformations requièrent une modification ou un ajustement de la chambre d'équilibre existante. Un moyen simple d'augmenter l'efficacité de cette chambre d'équilibre est d'introduire une perte de charge à l'entrée de celle-ci. La modification ou le placement d'un étranglement (ou 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. Or, il existe actuellement peu de démarche de dimensionnement de ces étranglements 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. Premièrement, une étude physique systématique des pertes de charges de deux géométries d'orifices (Figure 1) est réalisée sur une conduite rectiligne.

A surge tank is a hydraulic device, which allows to damp the fast change of discharge and reduce the consequences of the water hammer in a complex hydraulic waterway such as a high head power plant. This type of hydroelectric power plant is essential in the Swiss energy generation market. Furthermore, with the 2050 energy strategy, the hydroelectricity generation capacity should increase by 4% (now, 90% of the technically feasible generation is already used). This increase of generation capacity may be achieved by increasing the installed capacity or by heightening existing dams.

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 decreases the impact of the water-hammer. A simple way to improve the effect of the water hammer is to place an orifice 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 orifice design. Consequently, a physical model and an experimental approach is often needed. Several studies were carried out at the LCH.

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. Firstly, a systematic experimental study of head losses are carried out on a rectilinear pipe. Two types of orifices' geometry are tested (Figure 1).

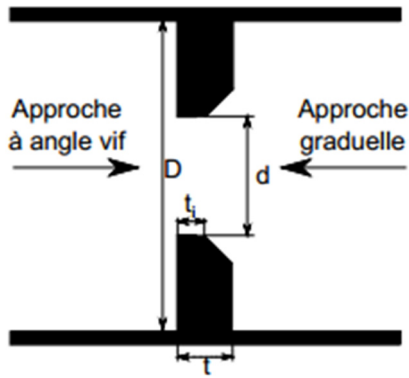


Figure 1 : Les deux types de géométrie testées : (gauche) Orifice à angle vif ; (droite) Orifice elliptique.

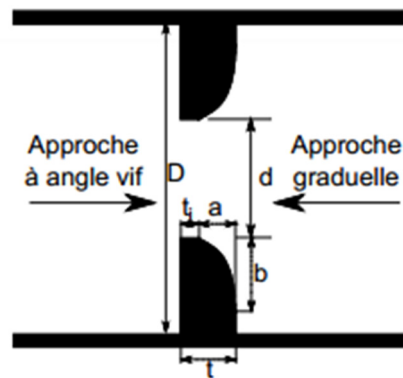


Figure 1: The two types of tested geometries : (left) Sharp angle orifice ; (right) Elliptical orifice.

Les résultats expérimentaux (Figure 2) montrent qu'il est possible d'introduire une grande palette d'asymétries (0.4 à 1.0) des pertes de charge sans influencer la plus grande perte de charge (approche à angle vif). L'approche arrondie donne quant à elle une asymétrie constante et plus faible (0.33). Deuxièmement, après avoir été validé sur les résultats physiques (Figure 3), le modèle numérique permet d'étendre le nombre d'expérience et de compléter les mesures physiques pour la compréhension des phénomènes.

The physical results (Figure 2) show that it is possible to introduce different asymmetry numbers (0.4 to 1.0) without influencing the highest head losses (sharp angle approach). The rounded approach give a more or less constant asymmetry number (around 0.33). Secondly, after a validation on the experimental results (Figure 3), the numerical modelling allows to extend the amount of experiment and complete the understanding of phenomena produced in the flow.

Troisièmement, les démarches de pré-dimensionnement pratique seront appliquées à des cas d'études ayant été étudiés par le LCH. Le cas d'étude du renouvellement du groupe 3 de l'aménagement hydroélectrique de Gondo peut être cité.

Thirdly, these different pre-study steps will be applied on different case studies such as the extension of the Gondo hydropower scheme.

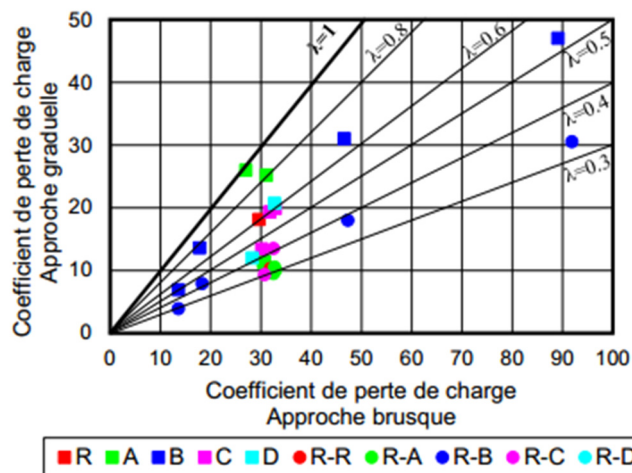


Figure 2: Paires de coefficients de perte charge en fonction de chaque géométrie testée physiquement, angles vifs (R – référence, A – variation de θ , B – variation de d , C – variation de t_i et D – variation de t) et angles arrondis (R-R référence arrondi, etc).

Figure 2: Pairs of head loss coefficients as a function of each physically-tested geometry, sharp angles (R – reference, A – variation of θ , B – variation of d , C – variation of t_i et D – variation of t) and rounded orifices (R-R rounded reference, etc).

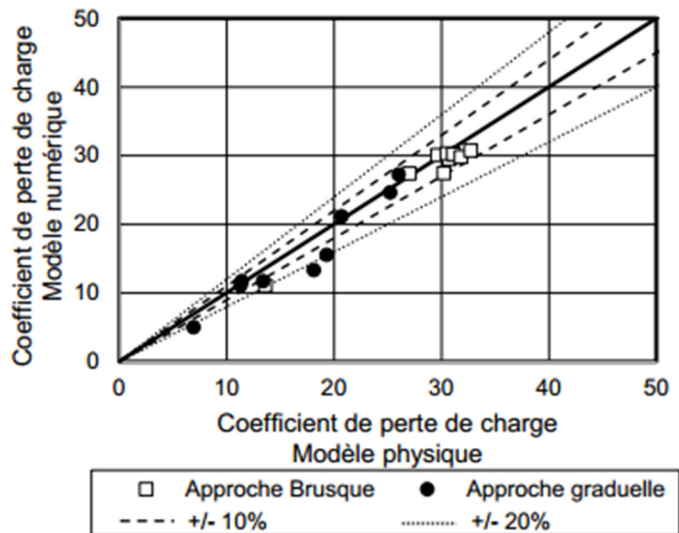


Figure 3: Comparaison entre les résultats physiques et numériques.

Figure 3: Comparison between the physical and numerical results.

Financement: "The Ark : la Fondation pour l'Innovation en Valais" et l'Office Fédéral de l'Énergie, OFEN, le programme de recherche hydroélectrique.

Funding: "The Ark: promoting innovation in Valais" and the Swiss Federal Office of Energy, SFOE (Hydropower research program).

Doctorant: Nicolas Jean Adam

Ph.D. student: Nicolas Jean Adam

1.1.12 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 événement très rare et les forces résultantes étaient souvent négligées 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 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'événement 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).

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 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).

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

The ultimate objective of this research project is to evaluate and analyse the damage potential of buildings hit by bore-waves. Through the

reproduction en laboratoire de différents types de vagues, l'impact contre des structures avec divers degrés de porosité de surface est analysé.

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 sont mesurées en continu avec des Ultrasonic Velocity Profilers (UVP) et des Ultrasonic distance Sensors (US).

Le projet étudie des vagues sur fond sec et sur fond mouillé ; des observations visuelles préliminaires ont montré une différence considérable dans leur comportement : les vagues sur fond sec sont caractérisées par un front fin, suivi par une augmentation constante du niveau d'eau, tandis que les vagues sur fond mouillé présentent un front turbulent similaire à un ressaut hydraulique en translation, suivi par un niveau d'eau constant. Une comparaison avec la littérature existante a montré une bonne correspondance entre le lâché d'eau vertical et le classique cas de rupture d'un barrage. Une attention particulière était consacrée à la célérité du front et aux profils de vitesse derrière le front, qui ont montré des profils typiquement associés aux écoulements en surface libre.

Les bâtiments sont simulés avec des cubes en aluminium de 30 cm. En admettant une similitude de Froude avec un facteur d'échelle de 1:30, cela correspond à des structures de 9 m avec trois étages, qui sont fréquemment observées dans les régions côtières sujettes aux tsunamis. Des porosités entre 0 (cas de référence imperméable) et 60 % ont été testées, comme montré dans la Figure 2.

Les bâtiments sont installés sur une plaque dynamométrique (AMTI MC6-1000) permettant de mesurer les forces et les moments dans les trois directions principales avec une fréquence de 1 kHz. Un exemple de force horizontale F_x mesurée pour trois vagues sur fond sec avec la même hauteur initiale est présenté dans la Figure 3 pour trois valeurs de porosité. Une réduction importante de la force horizontale est mesurée pour les structures avec ouvertures. Un écoulement à travers la structure est observé,

reproduction in a laboratory environment of different types of bore waves, their impact against structures with various degrees of surface porosity is analysed.

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 Profilers (UVP) and Ultrasonic distance Sensors (US) respectively.

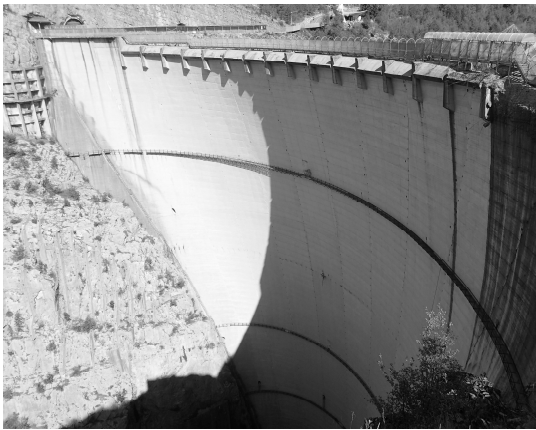
Both dry bed surges and wet bed bores were investigated and some preliminary visual observations showed a substantial difference in behaviour: dry bed surges were characterised by a thin edge followed by a constant increase of the water level, whereas wet bed bores presented a highly turbulent front similar to a propagating hydraulic jump, followed by a relatively constant water level. A comparison with existing literature showed a good agreement between the vertical release technique and the classical dam-break case. Particular attention was given to wave front celerity and velocity profiles behind the wave front, showing common profiles typically associated with open channel flows.

Buildings are simulated using aluminium cubes of 30 cm. If a Froude scaling ratio of 1:30 is assumed, this would correspond to three-floor structures of 9 m, commonly observed in coastal areas subject to tsunami hazard. Porosity values ranging from 0 (reference impervious scenario) to 60% are tested, as shown in Figure 2.

The buildings are installed on a Dynamometric Force Plate (AMTI MC6-100) allowing to measure the forces and the momenta in the three main directions with a frequency of 1 kHz. An example of the horizontal force F_x measured for three dry bed surges with identical equivalent impoundment depth is presented in Figure 3 for three porosity values. A substantial reduction of the total horizontal force is clearly measured for the structure with openings. A flow through the structure is also observed, reducing the

réduisant la hauteur d'eau à l'amont et permettant aux toits de devenir des refuges verticaux plus sûrs.

upstream inundation height e allowing the roofs to become safer vertical shelters.



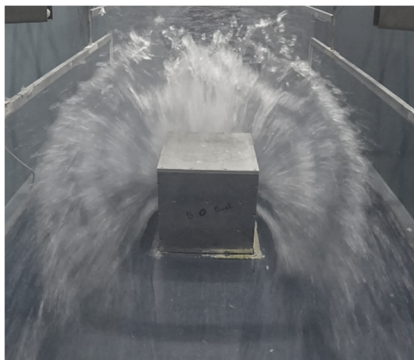
(a)



(b)

Figure 1 : Exemples de vagues hydrodynamiques: (a) barrage voute du Vajont; (b) Tsunami au Japon (2011) [Keystone].

Figure 1: Examples of hydrodynamic waves: (a) Vajont arch dam; (b) Japan Tsunami (2011) [Keystone].



P = 0%



P = 34%



P = 60%

Figure 2 : Valeurs de porosité testées dans ce projet de recherche.

Figure 2: . Porosity values tested in the present research

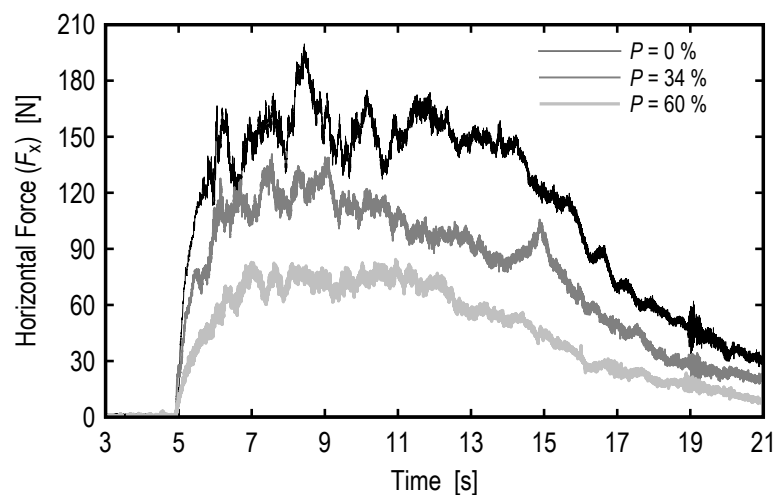


Figure 3. Développement temporel de la force horizontale obtenue pour les trois structures testées.

Figure 3. Time history of the horizontal Force diagrams obtained for the three tested structures

Financement: Swiss National Science Foundation (SNF).

Funding: Swiss National Science Foundation (SNF).

Doctorant: Davide Wüthrich

Ph.D. student: Davide Wüthrich

1.1.13 **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).

Les courants de gravité formés par des sédiments en suspension ont été identifiés comme une cause primaire du transport distal des sédiments et de la sédimentation de réservoirs à cause de leur grande capacité d'érosion 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 dans une mesure qui dépend de leurs caractéristiques hydrodynamiques. Cette recherche se concentre sur ce mécanisme 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. Un affaissement du fond horizontal de 0.6 m longueur est mis en place 2.5 mètres à l'aval de la porte. Un lit mobile créé par un remplissage avec des sédiments de l'affaissement garantit le rétablissement de l'horizontalité du fond.

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.

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).

Sediment-laden gravity currents have been found as a primary cause of distal transport of sediments and of reservoir sedimentation since they erode and transport considerable sediment volumes along the reservoir bed. When traveling downstream, the current entrains sediments from the bottom on a rate that depends on its hydrodynamics. The present research focuses on this mechanism 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. At 2.5 meters from the gate it is located a depression of the bottom, for a length of 0.6 m. It is fulfilled by sediments in order to create a horizontal mobile bed.

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.

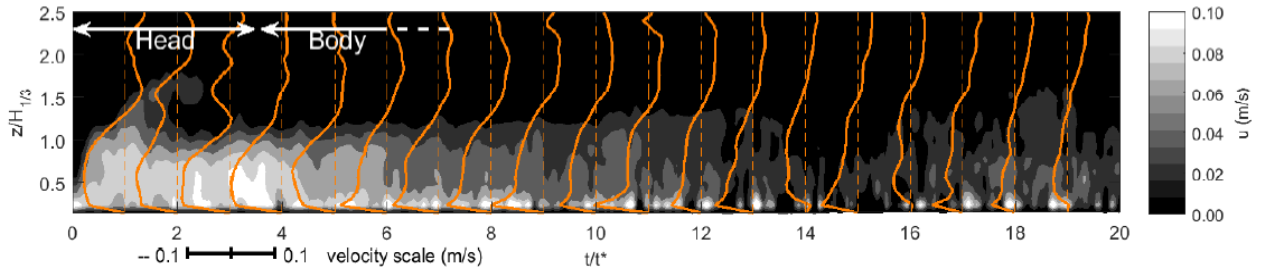


Figure 1: Les profils verticaux de vitesses longitudinales moyennés dans le temps sont représentés sur le champ des vitesses longitudinales. La tête et le corps du courant sont mis en évidence dans la figure.

Figure 1: Vertical profiles of the time-averaged downstream velocity are plotted on the downstream velocity map. The head and the body of the currents are put in evidence on the top of the figure.



Figure 2: Détection des interfaces importantes. L'image original (gauche) et la post-traitée (droite) avec les interfaces entre l'eau claire et le courant (ligne rouge) et le courant et les sédiments (ligne verte) sont représentées..

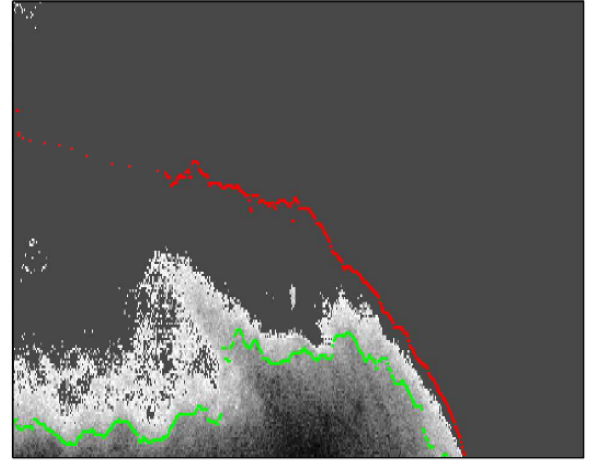


Figure 2. Detection of relevant flow interfaces. Original image (left) and post-processed image (right) with the interfaces between the clear water and the current (red line) and the current and the sediments (green line).

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 et prend des mesures de vitesses 3D et instantanées le long d'une verticale 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 déposition des particules). 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

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 and takes 3D instantaneous velocity measurements along a vertical during the passage of the current. The turbulence structure of the flow is studied in order to explain the interaction between the current and the sediment layer on the bed (erosion and deposition of particles). 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

l'évolution du courant de gravité et de la couche au-dessous est exploré à travers l'analyse des profils de vitesse enregistrés avec l'ADVP (Figure 1) et les vidéos reprisent depuis le coté (Figure 2).

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

evolution of the gravity current and that of the underlying substrate is explored by analyzing the velocity profiles as collected with the ADVP (Figure 1) and the videos recorded from the side (Figure 2).

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

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

Les bois flottants (BF) sont souvent transportés dans les réservoirs par les rivières pendant les fortes pluies. L'accumulation de BF dans les constructions hydrauliques comme les barrages peut bloquer et rétrécir la section d'écoulement d'un déversoir. Cela peut perturber l'évacuation des crues et provoquer des déversements incontrôlés et des conséquences structurelles catastrophiques.

Des études sur l'effet des BF sur l'éco-morphologie fluviale ou sur les ponts sont actuellement en cours, mais le processus de blocage des déversoirs de crête avec des piliers reste très peu connu. La figure 1 montre le déversoir de Yazagyo, en août 2015, avec les grues s'activant pour retirer le matériel accumulé. Pour mieux comprendre et prévenir le pouvoir destructeur du blocage des BF, les probabilités de blocage doivent être quantifiées.

L'objectif de ce projet est d'étudier cette question en lien avec les déversoirs de barrages. Pour ce faire, un modèle physique d'un déversoir à crête standard, avec piliers ronds, a été construit au LCH pour tester le comportement des débris. Des rondins artificiels de 5 tailles différentes ont été définis et trillés en classes. Pour trois de ces classes, des plastiques différents ont été employés afin d'obtenir différentes densités de rondins, en conservant formes et tailles constantes.

Large woody debris (LWD) is usually transported into reservoirs by rivers during heavy rainfall events. The accumulation of LWD in hydraulic structures like dams, can block and narrow the section of a spillway. It can interfere with the evacuation of floods causing overtopping and lead to catastrophic structural damages.

Studies about the effect of LWD in river eco-morphology or in contact with bridges are being done, nevertheless the process of blockage at ogee crested spillways with piers continues to be unknown. Figure 1 shows the spillway of Yazagyo dam (Myanmar) in August 2015 with cranes working to remove the material that was trapped. To understand and prevent the destructive power of LWD blockages, probabilities of blocking must be quantified.

The aim of this project is to focus on spillways of dams. In order to reach the objectives, a physical model of an ogee crested spillway with round nose piers has been built in LCH to test the behavior of LWD. Artificial logs of five different sizes have been defined and separated into classes. Three of the classes were built with different types of plastics to have diverse densities of logs while keeping shapes and size constant.



Figure 1: Image de le deversoir bloquee a cause de bois flottant (<http://www.thutatuam.net>).

La première phase d'expériences principales est en cours. Elle traite l'analyse systématique de la probabilité de blocage à l'aide de rondins artificiels. Cette phase a été divisée en 3 objectifs principaux: reproductibilité, densité et interaction des groupes.

La première série met l'accent sur la probabilité de blocage des rondins individuels, en faisant varier la quantité de répétitions par expérience. Une expérience consiste à fournir un rondin dans le canal et noter s'il est bloqué à l'entrée du déversoir ou non. Cette action est répétée 60 fois avec les mêmes conditions initiales pour évaluer comment la probabilité de blocage peut changer avec les répétitions. Les probabilités de blocage sont calculées comme la quantité de rondins bloqués par rapport à la quantité de rondins fournis. La Figure 2 montre comment la probabilité de blocage change au fil des répétitions. Cette analyse a été effectuée pour toutes les classes de rondins dans différentes conditions hydrauliques

Le deuxième série s'intéresse à la probabilité de blocage pour les rondins individuels, en variant leurs densités. La procédure d'une expérience est identique à celle pour les répétitions. Le Figure 3 illustre comment la probabilité de blocage évolue avec des densités croissantes pour des conditions hydrauliques identiques.

La deuxième phase d'expériences principales traitera de l'augmentation de la charge hydraulique sur le barrage à cause de l'accumulation de bois flottants.

Figure 1: Image of the spillway blocked with LWD (<http://www.thutatuam.net>).

The first main set of experiments is being conducted. It deals with a systematic analysis of blocking probabilities using artificial logs. This approach has been divided into three main objectives: repeatability, density and group influence.

The first series focuses on the blocking probabilities for individual logs, varying the amount of repetitions per experiment. One experiment consist of supplying one log to the flume and noting if it blocks at the spillway inlet or not. This action is performed 60 times under the same initial conditions to evaluate how the blocking probability can change along repetitions. Blocking probabilities are calculated as the amount of logs blocked over the amount of logs supplied. Figure 2 shows how the blocking probability varies along the amount of repetitions. This analysis was conducted for all the sizes of logs in different hydraulic combinations.

The second series focuses on the blocking probabilities for individual logs, varying the density of the logs. The procedure of an experiment is the same as for repetitions. In Figure 3 it can be seen how the blocking probability evolves with increasing density, under the same hydraulic conditions.

The second main set of experiments will deal with the increase of head due to LWD impact.

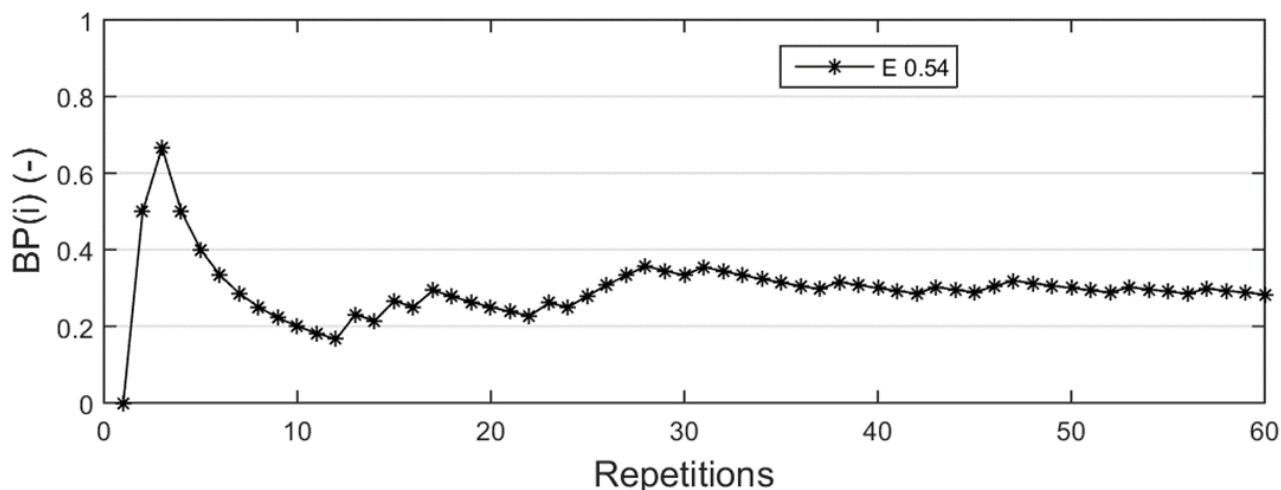


Figure 2: Exemple de développement des probabilités de blocage Classe E.

Figure 2: Example of blocking probabilities development Class E.

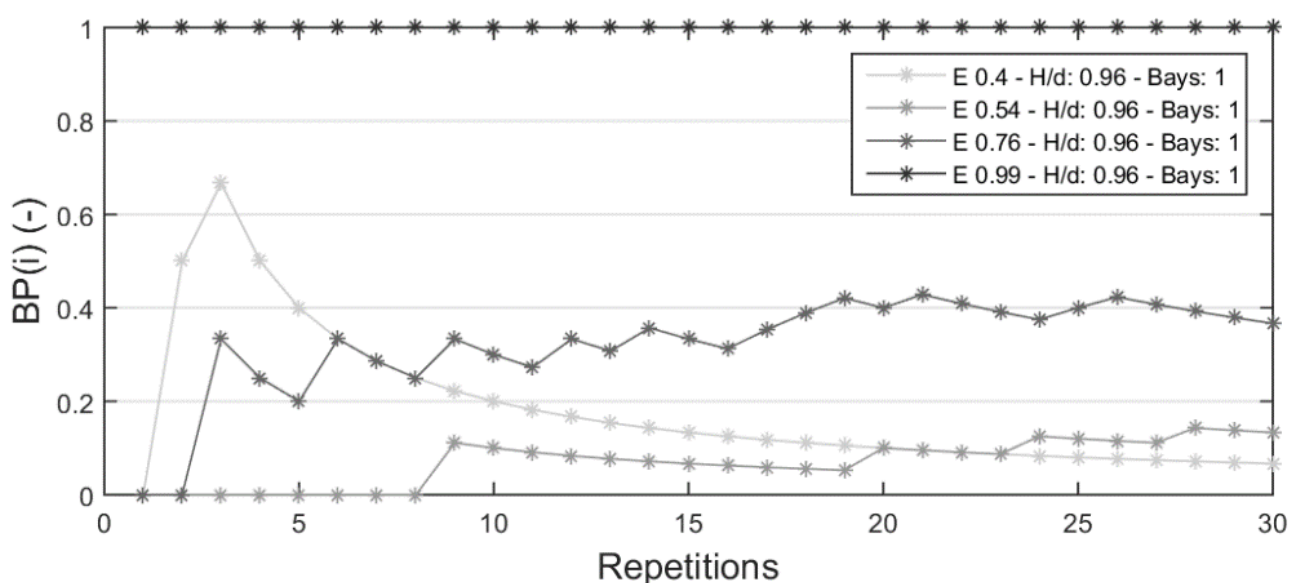


Figure 3: Exemple de probabilités de blocage pendant le changement de densité de LWD.

Figure 3: Example of blocking probabilities while changing density of LWD.

Financement: Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT), EDF et LCH-EPFL.

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

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

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

1.1.15 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 de l'eau à l'échelle du bassin versant, ainsi que

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

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 des 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 de 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, tels que la hauteur moyenne de précipitation, la fréquence moyenne d'événements de précipitation qui produisent des débits et le temps de résidence de l'eau dans le sol. Ces paramètres caractérisent les mécanismes de production de débit dans des régimes pluviaux, et le modèle a déjà été aussi adapté pour les régimes hydrologiques nivaux pendant l'hiver. Le travail en cours vise élargir l'applicabilité du modèle à toutes les saisons et aux régimes nival et glacier, qui peuvent exister dans des régions alpines.

obtained empirically, from measured discharge 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 for daily discharges 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 in a small number of parameters, such as the mean precipitation height, the mean frequency of precipitation events that produce discharge and the residence time of the water in the soil. Those parameters are being used to characterize the drivers of discharge production in pluvial regimes, and the model has already been extended for snow-dominated regimes during winter. The ongoing work aims to extend the applicability of the model to all seasons, for snow-dominated and glacial regimes, that may happen in Alpine regions.

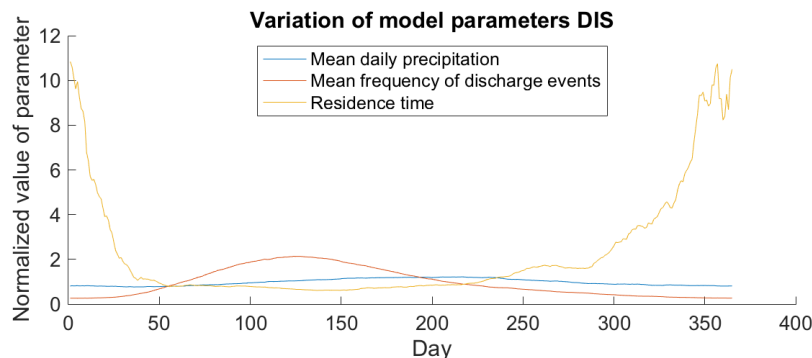


Figure 1: Variation annuelle des paramètres du modèle pour le bassin Dischmabach.

Figure 1: Annual variation of the parameters of the model for the Dischmabach catchment.

La Figure 2 montre quelques résultats de la modélisation du bassin Dischmabach pour deux saisons: l'été, calculé avec le modèle pluvial, et l'hiver, calculé en utilisant le modèle pour l'hiver dans des régimes nivaux. Les courbes enveloppe indiquent la gamme de variabilité naturelle des débits mesurés.

Figure 2 shows some results of the model for the Dischmabach catchment for two seasons: summer, calculated with the pluvial model and winter, calculated with the model for winter in snow dominated regions. The envelope curves indicate the range of natural variability of measured discharges.

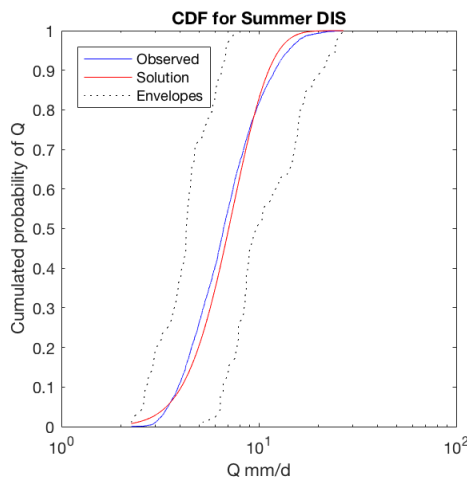


Figure 2: Résultats de la modélisation des débits journaliers pour l'été et pour l'hiver pour le bassin Dischmabach.

Les extensions du modèle seront suivies par l'étude des incertitudes dans les CDC. Il existe deux principaux types d'incertitudes, celles liées à la variabilité naturelle des débits, comme le montre aussi la Figure 2, et celles liées à la modélisation proprement dite, qui se produit en raison des incertitudes sur le modèle, par exemple les incertitudes dans les paramètres et dans les hypothèses. Les incertitudes de modélisation seront quantifiées pour le modèle développé.

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

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

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

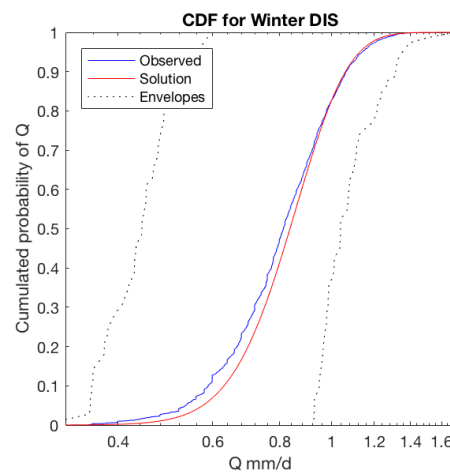


Figure 2: Modelling results for daily discharges during summer and winter in the Dischmabach catchment.

The extensions in the model are going to be followed by the study of uncertainties in the FDCs. There are two main types of uncertainties, the ones related to the natural variability of the discharges happening in nature, also shown in Figure 2 as the envelopes curves, 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 once the model is fully developed. Finally the model will be regionalized to be able to predict FDCs in ungauged catchments for all the hydrological river flow regimes in Alpine regions.

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

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

1.1.16 **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 gérer les crues et 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

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 manage floods and mitigate their effects. After the major flood of October 2000 in the Canton of Valais, the MINERVE project was initiated in 2002 with the objective of developing a flood forecasting and

objectif le développement d'un système de prévision et de gestion des crues pour le bassin du Rhône à l'amont du Lac Léman (García Hernández, 2011; Jordan, 2007; Tobin, 2012).

Depuis 2013, le système de prévision MINERVE est opérationnel pour l'ensemble du bassin. Le modèle hydrologique, utilisé avec le logiciel RS MINERVE, est basé sur le modèle conceptuel semi-distribué GSM-SOCONT.

Le présent projet de recherche a pour objectif de répondre à certains défis du système MINERVE, en lien notamment avec la spatialisation des précipitations, le calage du modèle ainsi que l'assimilation en temps-réel des observations.

Durant l'année 2016, le travail s'est principalement concentré sur la spatialisation des précipitations, avec pour objectif d'estimer au mieux les précipitations sur l'ensemble du bassin (Figure 1).

management system for the Upper Rhone River basin upstream of Lake Geneva (García Hernández, 2011; Jordan, 2007; Tobin, 2012).

Since 2013, the MINERVE 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.

The present research project aims at responding to some challenges of the MINERVE system, mainly regarding the spatialization of precipitation data, calibration of the model and real-time data assimilation of observations.

During 2016, the work has been focusing on the spatialization of precipitation, with the objective of providing the best estimation of precipitation intensities over the entire basin (Figure 1).

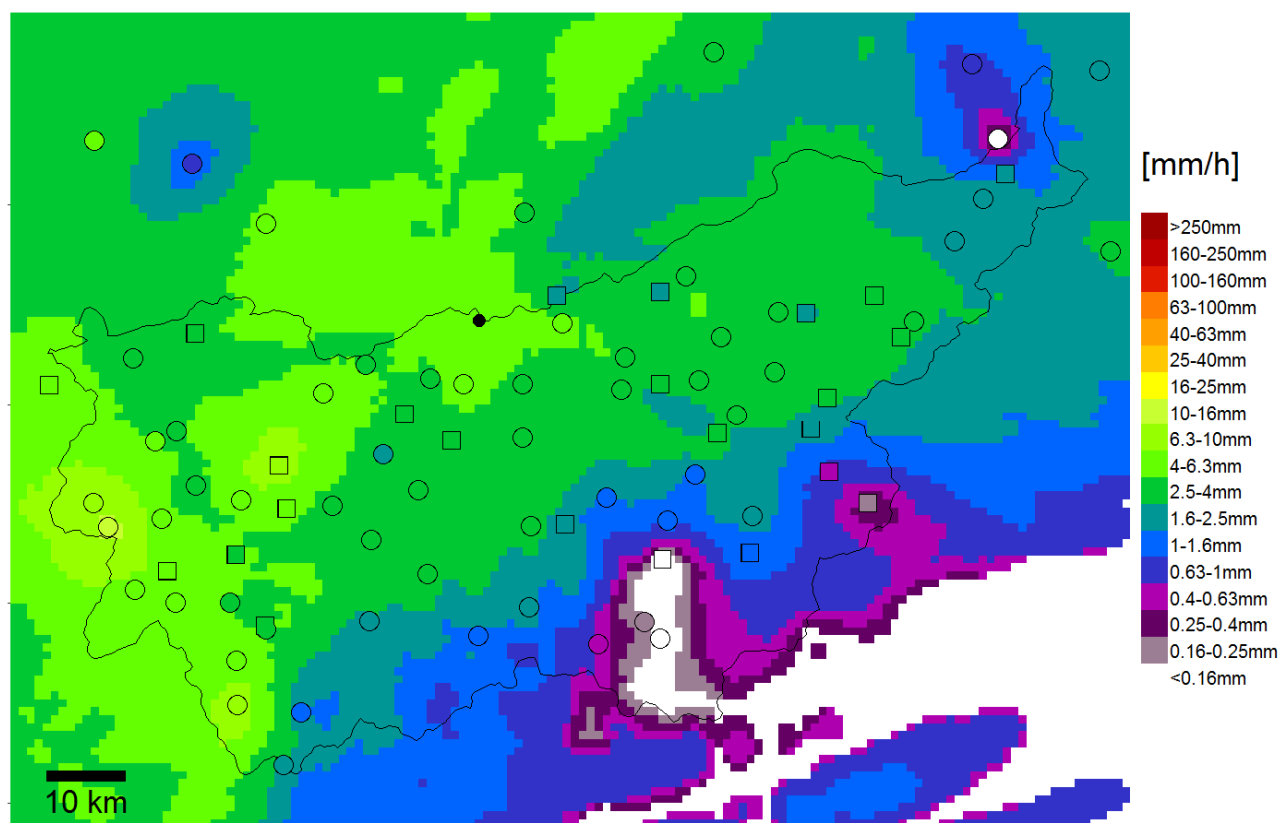


Figure 1: Précipitations spatialisées et observations au sol du réseau MétéoSuisse (cercle) et du réseau de la société MétéoGroup (carré).

Figure 1: Spatialized precipitation and observed precipitation at stations from the MétéoSuisse (circles) and MétéoGroup (squares) networks.

Pour ce faire, une méthodologie basée sur le co-krigeage avec dérive externe, combinant les données des radars météorologiques avec celles des stations au sol, a été développée et sera achevée en 2017. Le travail d'analyse a

A methodology has been developed to combine the meteorological radars' data with rain-gauges data, based on co-kriging with external drift. This methodology will be finalized in 2017. The analysis has allowed better understanding of the

permis d'étudier en détail les données à disposition, d'identifier les difficultés que peuvent représenter la combinaison de ces données ainsi que d'évaluer l'incertitude liée au résultat de l'interpolation. De premières analyses ont également permis d'évaluer l'impact d'un point de vue hydrologique de la spatialisation des précipitations. La Figure 2 illustre comment l'intégration de données radar en plus des stations au sol (KED) permet pour certains événements de mieux reproduire le débit observé comparativement à une simulation basée uniquement sur les données au sol (IDW).

La seconde phase du projet sera dédiée à l'amélioration du calage du modèle hydrologique afin de réduire les écarts entre débits simulés et débits observés. Une attention particulière sera donnée au modèle de fonte de neige, pour reproduire aux mieux la fonte nivale au printemps.

Lors de la troisième et dernières phase, l'intégration dans le système des données les plus récentes (e.g. mesures de débit ou de hauteur de neige) sera étudiée, dans l'optique d'ajuster les conditions initiales du modèle à la réalité.

available data, identifying difficulties in combining different sources of data as well as evaluating the uncertainty linked to the interpolation result. Impact from a hydrological point of view of spatializing the precipitation data has also been explored. Figure 2 illustrates how combining meteorological radar data with ground stations (KED) can allow simulating better the observed discharge by comparison to input data based only on ground stations (IDW).

The second phase of the project will be dedicated to the improvement of the hydrological model calibration, in order to reduce differences between observed and simulated discharges. A particular attention will be given to the snow-melting part of the model.

In the third and last phase, integration in the system of the latest observed data (e.g. discharge or snow-depth measurements) will be investigated, with the objective of adjusting the initial conditions of the model to the reality.

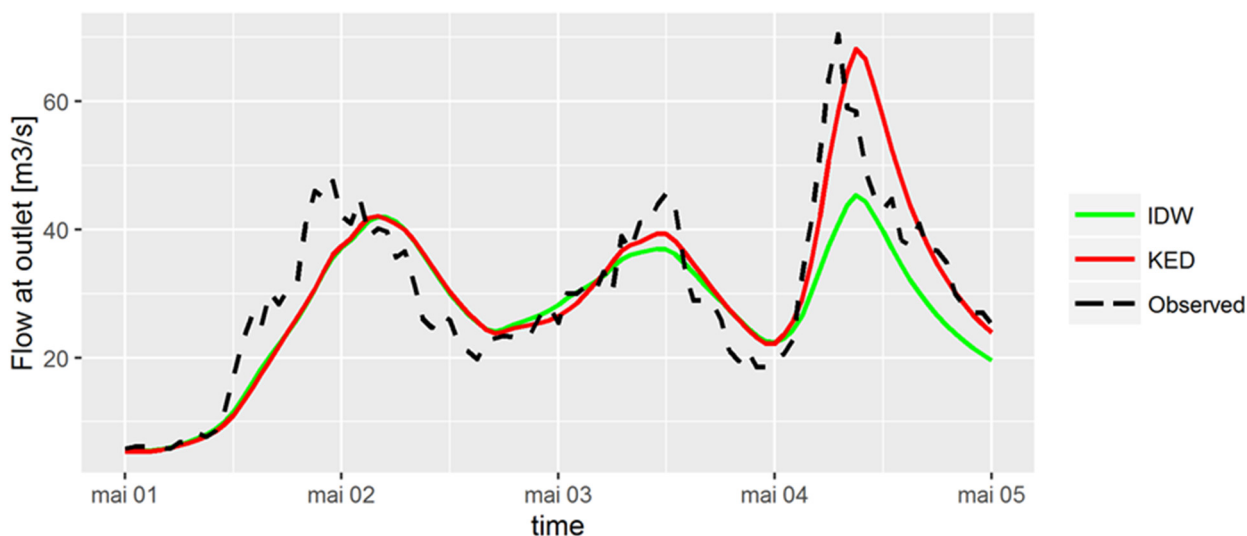


Figure 2: Comparaison entre le débit simulé en utilisant uniquement les données au sol (IDW) avec le débit obtenu en combinant les données au sol avec les données des radars météorologiques (KED).

Figure 2: Comparison between the simulated flow using only rain-gauge stations (IDW) and the simulated flow using a combination of rain-gauge stations with meteorological radar data (KED).

Financement: Recherche financée par le Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP).

Doctorant: Alain Foehn

Funding: Research financed by the Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP).

Ph.D. student : Alain Foehn

1.1.17 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 stressant les 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.

En Septembre 2016 une crue expérimentale a été lancée depuis le lac de la Gruyère (Figure 1 (a)) avec le but de nettoyer la rivière des algues et d'initier le transport sédimentaire. Normalement, un débit résiduel de 2.5 m³/s traverse ce tronçon de la Sarine mais pendant la crue expérimentale, 255 m³/s étaient attendus. L'intérêt des chercheurs de ZHAW, EAWAG et LCH-EPFL étaient le déplacement des macro-invertébrés, la perturbation de la zone alluviale et les mouvements et changements du lit. Par conséquent, l'LCH a conduit une étude in-situ intensive et testé l'impact d'un réapprovisionnement sédimentaire (Figure 1 (b)).



(a)

Figure 1: (a) Barrage de Rossens pendant la crue expérimentale ; (b) Quatre dépôts sédimentaires dans la Sarine.

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 September 2016 an experimental flood was released from the Gruyère lake, see Figure 1(a) The aim of the experimental flood was to clean the river from algae and to initiate sediment transport. Normally, a residual flow of 2.5 m³/s runs in this reach of the Sarine but during the experimental flood, 255 m³/s were expected. The interest of the research team consisting of people from ZHAW, EAWAG and LCH-EPFL was the drift of macroinvertebrates, disturbance of the floodplain as well as sediment movement and changes in bedforms. Therefore, LCH conducted an intensive field study and tested the impact of sediment replenishment in this event (Figure 1 (b)).



(b)

Figure 1: (a) The Rossens dam during the flood; (b) Four sediment deposits in the Sarine.

Les expériences en laboratoire ont montré qu'une configuration avec des bancs alternés produirait une structure favorable de déposition des graviers dans la rivière.

Pour évaluer la déposition des graviers dans la rivière, 500 pierres étaient équipées avec des « passive integrated radio frequency identification tags » et placées dans les dépôts. La localisation des capteurs a été faite après l'évènement et est indiqué dans Figure 2. Des analyses et des comparaisons avec les résultats en laboratoire devraient donner plus d'information concernant l'application de cette méthode de réapprovisionnement sédimentaire sur terrain.

Laboratory experiments showed that an alternate form of added sediment deposits leads to a favorable deposition structure of the gravel in the river.

To measure the deposition of gravel in the river, about 500 stones were equipped with passive integrated radio frequency identification tags and put into the four gravel deposits. The locations of the equipped stones was determined after the event. The result is shown in Figure 2. Further analyses and comparisons with the laboratory results are expected to give more information about the application of this sediment replenishment method in the field.

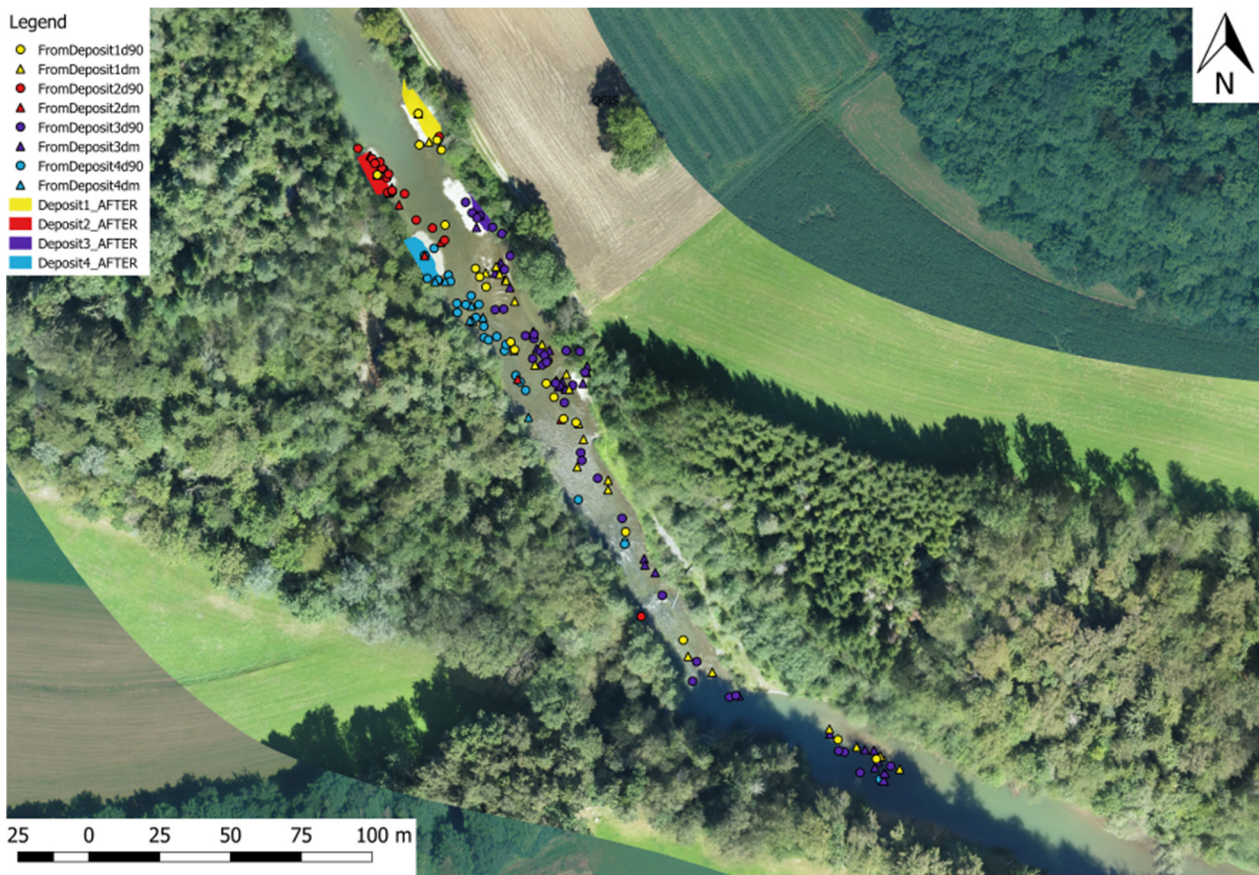


Figure 2: Distribution des PIT tags après la crue.

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

Doctorant: Severin Stähly

Figure 2: Distribution of the PIT tags after the flood.

Funding: Swiss National Science Foundation (SNF), National Research Project (NRP) 70: Energy Turnaround

Ph.D. student: Severin Stähly

1.1.18 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 de gravité) sont des courants géophysiques générés par des différences de densité entre des fluides en contact, pouvant être causés par des différences de température ou par la présence de substances dissoutes ou de particules en suspension. L'occurrence naturelle ou anthropique des courants de densité est d'une grande importance pour l'ingénieur car elle est souvent liée à la sécurité humaine et environnementale.

Les rejets d'eau salée issue de stations de dessalement, les fuites d'hydrocarbures dans l'océan, les courants de turbidité produisant des dépôts dans les réservoirs, les avalanches ou encore les courants océaniques responsables de la ré-oxygénation des masses d'eau sont de bons exemples de l'impact des courants de gravité sur la vie humaine et sur l'environnement. Les courants de gravité sont généralement caractérisés à l'avant du courant par une structure appelée la tête, fortement non stationnaires et tri-dimensionnelle. Celle-ci est suivie d'un corps quasi-stationnaire dont les variables ont de petits gradients dans la direction d'écoulement. Ils sont appelés « conservative » si aucun dépôt ni incorporation de la matière conférant la densité plus élevée se produit pendant la propagation d'écoulement.

Une bonne compréhension des mécanismes physiques intrinsèques aux courants de densité est fondamentale pour prendre les mesures adéquates de prévention et d'atténuation de leurs effets négatifs, ainsi que pour comprendre leurs implications dans les processus écologiques dans les milieux aquatiques.

Ces phénomènes ont déjà beaucoup été étudiés mais il subsiste encore des incertitudes devant être clarifiées avant que ces phénomènes soient parfaitement compris. Par exemple, il manque toujours une définition unique de la profondeur du courant ou du nombre de Froude du courant, et des résultats contrastés existent quant à la dépendance des profils de densité et de vitesse au nombre de Froude et à la rugosité du lit. De plus, les modèles actuels d'équations hydrodynamiques pour les eaux peu profondes (Shallow Water models, SW) négligent les corrélations entre la vitesse et la densité, mais il est possible que pour certains régimes d'écoulement, celles-ci ne soit non-négligeables.

Density or gravity currents are geophysical flows driven by density differences between two contacting fluids which may be caused by temperature differences, presence of dissolved substances or of particles in suspension. The either natural or anthropogenic occurrence of gravity currents is of great engineering relevance and it is often related to human and environmental safety.

Desalinization plants overflows, oil spillage release in the ocean, turbidity currents yielding deposition in reservoirs, airborne snow avalanches, oceanic currents re-oxygenation of water bodies, are among others clear examples of the impact of gravity currents on human life and environment. Gravity currents are generally characterized by a foremost highly unsteady tree-dimensional structure called head, followed by a quasi-steady body whose flow variables have small downslope gradients. They are defined conservative if no deposition neither incorporation of the matter conferring the higher density occurs during the flow propagation.

A proper understanding of the physical mechanisms intrinsic to density currents is fundamental to produce adequate preventing and mitigating measures against their negative effects, as well as to understand their implications in the ecological processes in natural water bodies.

These phenomena have been studied extensively however still some uncertainties exist and need to be clarified to these phenomena be completely understood. For example an unique definition of current-depth and current-Froude number is still missing and contrasting results exist about the dependence of density and velocity profiles on Froude and bed-roughness. Moreover, the present Shallow-Water (SW) equations models neglect correlations between velocity and density but there may be flow regimes for which they may be not negligible.

L'objectif de ce projet de recherche est de caractériser théoriquement et expérimentalement la structure du « corps » quasi-stationnaire du courant de densité conservative. Les équations de conservation de la masse et du moment pour les courants de densité, moyennées sur la profondeur, sont dérivés selon l'approche de Pokrajac et Kikkert (2011, Journal of Hydraulic Research). Les termes de corrélation apparaissant dans les équations SW dû aux variations des variables le long de la verticale seront estimés à l'aide de l'analyse des données numériques obtenu avec des « Large Eddy » simulations (LES). En particulier, l'influence du régime d'écoulement sur la valeur des termes de corrélation est estimée en comparant les données LES d'un courant gravitationnel subcritique et d'un courant gravitationnel supercritique avec une densité initiale de 20 kg / m³.

The objective of the present research is to characterize theoretically and experimentally the structure of the quasi-steady body of conservative gravity currents. Momentum and mass depth-averaged equations for density currents are derived following the approach of Pokrajac and Kikkert (2011, Journal of Hydraulic Research). Correlation terms appearing in the derived SW equations due to variables variation along the vertical will be estimated through the analysis of Large Eddy Simulation (LES) numerical data. Particularly the flow regime influence on correlation terms value is estimated comparing LES data of sub-critical and a super-critical continuously-fed brine gravity current with initial excess density 20 kg/m³.

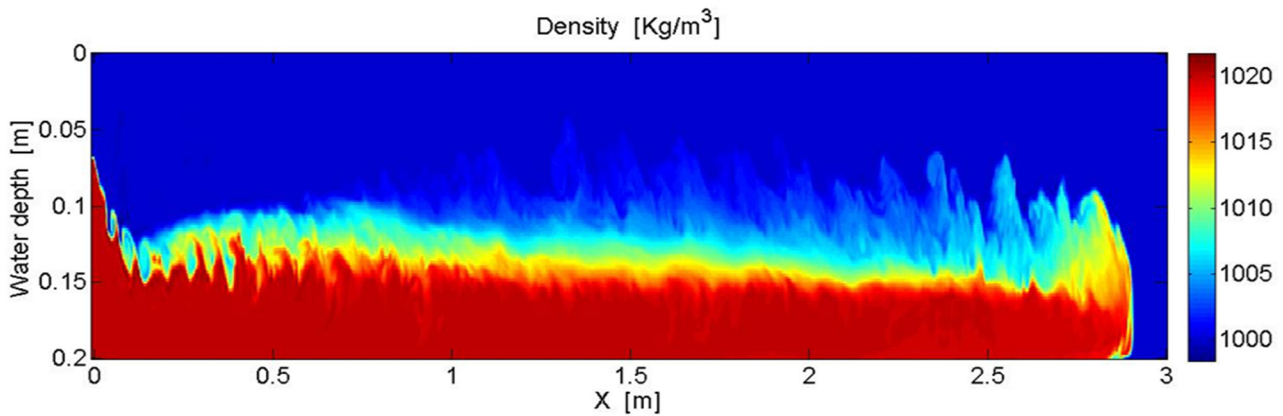


Figure 1: Diagramme de densité instantanée d'un courant de densité sous-critique de densité initiale 20 kg / m³ (données LES).

Figure 1: Instantaneous density map plot of a sub-critical density current of initial excess density 20 kg/m³ (LES data).

Cette analyse numérique fournira des connaissances utiles pour orienter le travail expérimental visant à étudier la dépendance des structures de densité et de vitesse sur le régime d'écoulement, la rugosité et la pente du lit et sur la combinaison de ces paramètres. Le programme expérimental prévoit 36 essais dans lesquels de l'eau d'une densité initiale variable serait injectée en continu dans un canal d'eau douce de 0,3 m de large et de 0,2 m de profondeur. Différentes vitesses d'entrée, de rugosité et de pentes permettent de reproduire les différentes conditions d'étude. Les profils de vitesse 3D instantanés seront acquis à l'aide d'un profileur de vitesse Doppler acoustique (ADVP) dont la configuration spéciale (un émetteur et quatre récepteurs) permet d'éliminer le bruit de fond dans le signal et de vérifier la qualité des données. Simultanément, on obtiendra une image 2D du courant avec une caméra

This numerical analysis provides useful insights to address the experimental work aiming at investigating the dependence of density and velocity structures on flow regime, bed-roughness and slope and on the combination of these parameters. The experimental programme foresees 36 tests in which brine water of varying initial excess density will be continuously injected in a fresh water 0.3 m wide, 0.2 m deep channel. Different inlet velocities, bed-roughness and slopes will allow to reproduce the different conditions of interest. Instantaneous 3D velocity profiles will be acquired through an Acoustic Doppler Velocity Profiler (ADVP) whose special configuration (one emitter and four receivers) allow to eliminate signal noise and to check the data quality. Simultaneously a 2D width-averaged image of the current will be acquired with a CCD camera placed

CCD placée perpendiculairement aux parois latérales du canal en correspondance du profil d'acquisition ADVP. Une technique d'analyse d'image appliquée par Nogueira et al. (2013) sera appliquée pour évaluer le champ instantané de densité bidimensionnelle.

Financement: Fonds national suisse FNS projet de recherche 200021_159249 (2015-2018)

Doctorante: Sara Venuleo

perpendicularly to the channel sidewalls in correspondence of the ADVP acquisition profile. An image analysis technique applied in Nogueira et al. (2013) will be applied to assess the instantaneous two-dimensional density field.

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

Ph.D. student: Sara Venuleo

1.1.19 Processus hydrauliques et geomorphiques dans un canal peu profond à cavités latérales dans les cas d'écoulements avec sédiments en suspension / *Hydraulic and geomorphic processes in a shallow channel with lateral embayments under flow with fine sediments in suspension*

Les rivières naturelles ont été canalisées par des activités humaines à des fins multiples (conquête des terres, protection contre les inondations, agriculture). Ces rivières canalisées ont des sections transversales uniformes et des rives monotones, contrastant avec les tronçons naturels où la morphologie, à grande échelle, est diversifiée. Les projets de restauration des rivières favorisent souvent la diversité morphologique par des interventions directes dans les tronçons artificiels, par des élargissements locaux ou par l'ajout d'éléments de macro-rugosité comme des cavités latérales. La création de telles irrégularités sur les berges d'une rivière provoque de nouveaux écoulements qui diversifient la courantologie et favorisent les habitats pour la faune des rivières. En présence de débits lourdement chargés de sédiments en suspension, comme dans les cours d'eau à l'aval des glaciers ou dans les tronçons à faible pente des grands cours d'eau, ces cavités latérales peuvent emprisonner les sédiments fins véhiculés par l'écoulement. L'efficacité de piégeage de telles cavités peut modifier la morphologie de la rivière et ainsi compromettre l'efficacité des interventions de restauration. L'impact de ces cavités sur l'hydrodynamique des rivières a déjà été soigneusement analysé. Cependant, les expériences systématiques en laboratoire liées aux processus géomorphiques qui se produisent dans ces éléments de macro-rugosité sont rares. Afin de qualifier ces effets morphologiques, des tests systématiques en canal ouvert ont été réalisés en laboratoire avec un grand nombre de configurations géométriques de bancs.

Natural rivers have been channelized by human activities for different purposes (land gaining, flood protection, agriculture). Such channelized rivers have uniform cross sections and monotonous river banks, which is in contrast with natural channels where large-scale diversified morphology can be found. Rivers restoration projects often promote morphology diversity with direct intervention in the artificial channels banks, by local widening and adding macro-roughness elements consisting in lateral cavities or embayments. The creation of such irregularities on the banks of a river causes new flow patterns that ultimately diversify the channel morphology and promote river habitats. In flows heavily charged with sediments in suspension, as in the case of reaches downstream of glaciers or the case of very low gradient reaches of large catchment rivers, these lateral cavities may trap the fine sediments conveyed by the flow. The trapping efficiency of such cavities may change the river morphology and may compromise the functionality of the restoration interventions. The impact of these lateral embayments on river hydrodynamics have been already thoroughly analyzed. However, systematic laboratory experiments related to the geomorphic processes that occur in these macro-roughness elements are scarce. In order to address their morphological effect, systematic laboratory tests in an open-channel were carried out with a large number of different bank geometrical configurations.

Les paramètres clés tels que le rapport de largeur-profondeur, le rapport géométrique des cavités et la concentration initiale de sédiments ont été testés. Le PIV de surface (voir Figure 1), les échantillonnages de sédiments et les enregistrements temporels de la turbidité ont été recueillis au cours des expériences. Finalement, l'efficacité de piégeage des cavités et les diagrammes d'écoulement associés ont été analysés en fonction de la géométrie des cavités et de leur rapport de largeur-profondeur.

Key parameters such as the shallowness ratio, the geometric ratio of the cavities and the initial sediment concentration were tested. Surface PIV (see Figure 1), sediment sampling and turbidity temporal records were collected during the experiments. At the end of the experiments, the trapping efficiency of the cavities and the associated flow patterns were cross-analyzed based on the geometry of the cavities and their shallowness ratio.

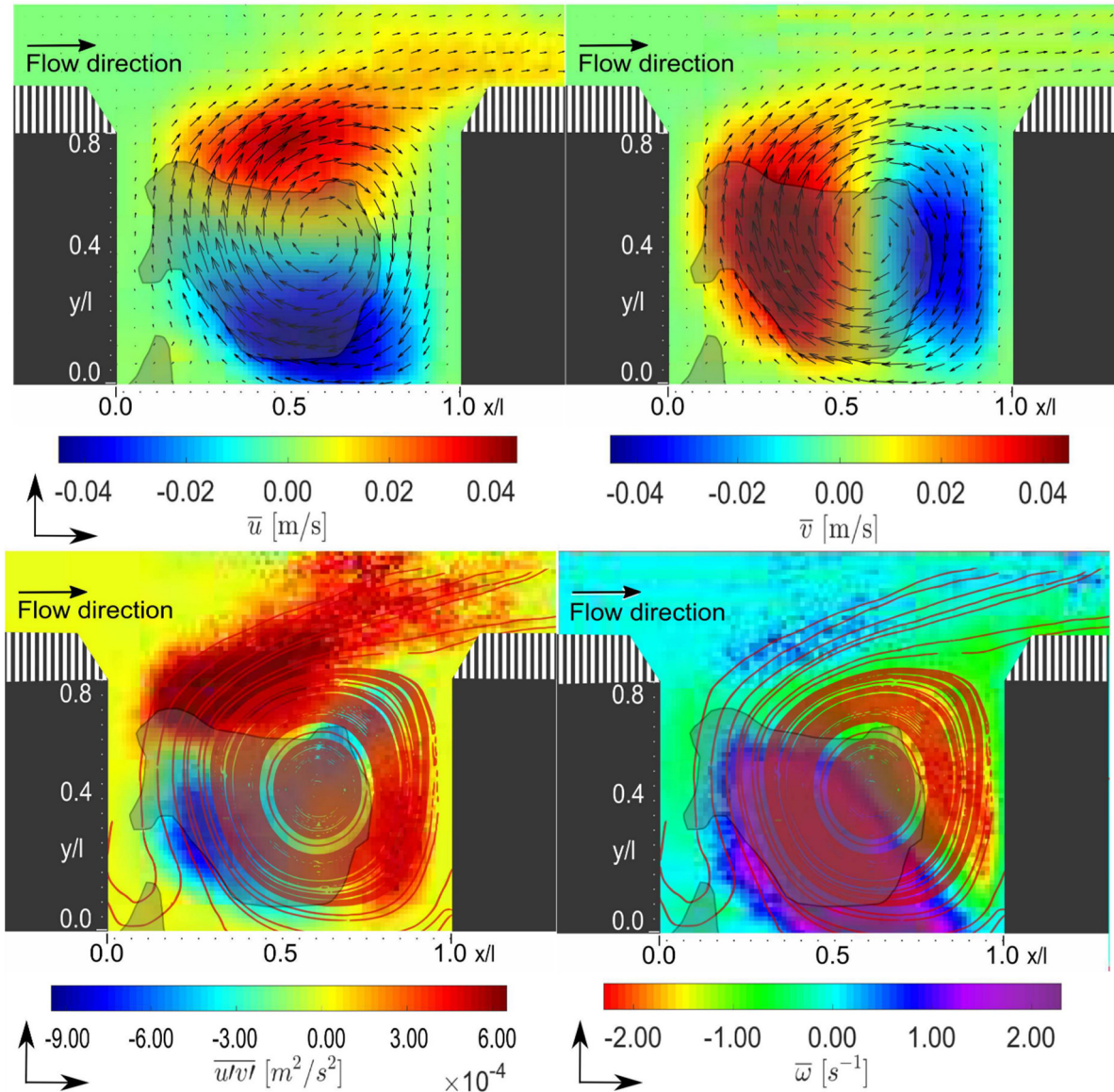


Figure 1: Valeurs moyennes en temps. Vitesse longitudinale représentée avec les vecteurs de vitesse horizontale (en haut à gauche); vitesse latérale représentée avec les vecteurs de vitesse horizontale (en haut à droite); la contrainte de cisaillement horizontale de Reynolds représentée avec les lignes d'écoulement du champ de vitesse horizontal (en bas à gauche) et le champ de vorticité représenté avec les lignes d'écoulement du champ de vitesse horizontal (en bas à droite). La zone ombr e indique la région avec des sédiments déposés à la fin des expériences.

Figure 1: Time-averaged values. Longitudinal velocity represented together with horizontal velocity vectors (top-left); streamwise velocity represented together with horizontal velocity vectors (top-right); horizontal Reynolds shear stress represented together with streamlines of the horizontal velocity field (bottom-left) and vorticity field represented together with streamlines of the horizontal velocity field (bottom-right). The shaded area indicates the region with deposited sediments at the end of the experiments.

Financement: Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) dans le projet de recherche WASSERBAU UND ÖKOLOGIE 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) within the research project of WASSERBAU UND ÖKOLOGIE and European project within the framework of SEDITRANS project funded by Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

Collaborateur scientifique postdoc: Carmelo Juez Jiménez

Scientist postdoc: Carmelo Juez Jiménez

1.1.20 Étude expérimentale de courants de sédiments sous-marins / *Experimental study on submarine sediment density flows*

En raison du développement industriel en eaux profondes, environnement sensible aux événements de mouvements de masse, il devient crucial d'évaluer avec précision le risque que représente pour une infrastructure sous-marine les flux de débris et des événements de turbidité impliquant le transport de vastes quantités de sol à des vitesses importantes. Ces glissements de terrain sous-marins constituent des écoulements de transition car ils peuvent évoluer d'un flux de débris dense à un courant de turbidité dilué, tout en se propageant en descente et en interagissant avec le fond marin et l'eau de mer. Dans ce travail, des glissements de terrain sous-marins sont reproduits de façon expérimentale à petite échelle afin d'améliorer le paramétrage des relations qui régissent la transition entre les différentes phases de ces flux. Une série d'expériences de courants de densité sous-marins a été réalisée dans un canal à pente variable. Des mélanges de particules de polyuréthane et d'eau ont été introduits dans le canal rempli d'eau. Différents tests ont été effectués et analysés avec différentes tailles de grains et différentes pentes. Les mesures des vitesses ont été effectuées au moyen de techniques UVP (Ultrasonic Velocity Profile). De plus, une caméra située sur le côté du canal a fourni des informations sur la vitesse de la tête et l'épaisseur du dépôt (voir Figure 2). Les séries expérimentales fournissent une base de données mettant en évidence les effets des différentes granulométries et des différentes pentes de fond sur les écoulements de densité de sédiments subaquatiques. La distance d'écoulement et l'épaisseur du flux solide indiquent les différences dans le comportement dynamique du débit pour chaque cas de test. Les données expérimentales suggèrent des mécanismes à inclure dans des modèles numériques.

Due to the industrial developments in deep water environments susceptible to mass movement events, it becomes critically important the accurate assessment of the risk to submarine infrastructure from debris flow and turbidity current events, which involve the transport of vast quantities of soil at significant velocities down channels and escarpments. These submarine landslides constitute transitional flows as they may evolve from a dense debris flow to a dilute turbidity current while propagating downslope and interacting with the sea floor and ambient sea water. In this work, it is experimentally reproduced small scale submarine landslides in order to improve the parametrization of the relations that govern the transition between the different phases of such flows. A series of submarine density-laden flow experiments were performed in a flume with variable bottom slope. Dense thermoplastic polyurethane-water mixtures were fed into the water-filled flume. Different tests with several grain sizes and slopes were carried out and analyzed. Velocities measurements were taken by means of UVPs (Ultrasonic Velocity Profile) techniques. In addition, a camera located in the lateral of the channel provided insight information about the head velocity and the deposit thickness (see Figure 2). The experimental series provide a database highlighting the effects of the different grain sizes used in the released slurry and the different bottom slopes in subaqueous sediment density flows. The runout distance and flow thickness are pointing the differences in the dynamical behavior of the flow for each test case. The experimental data suggest mechanisms to be included in numerical models.

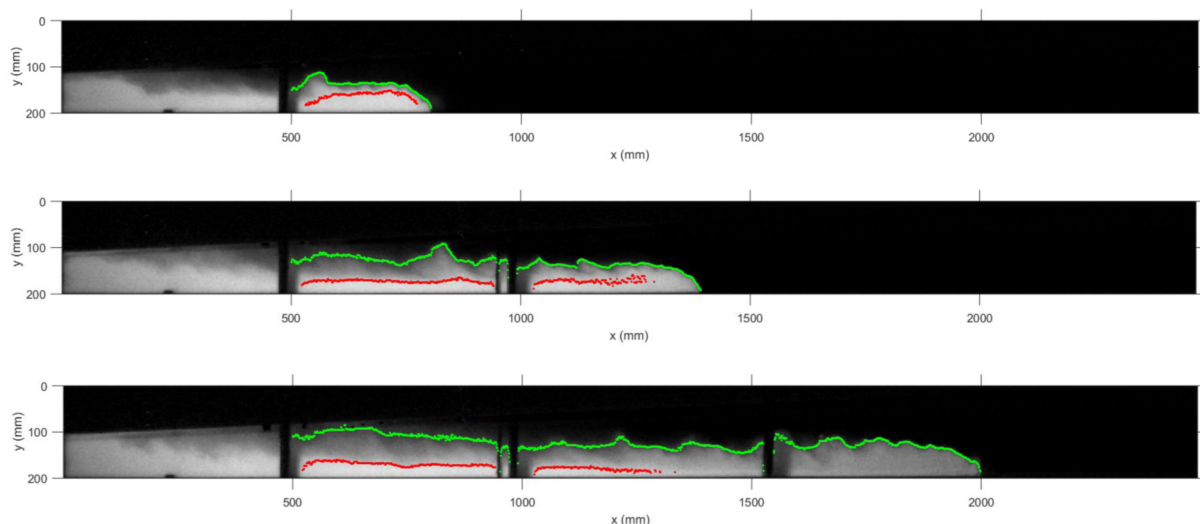


Figure 1: Evolution temporelle d'un courant de sédiments sous-marins dans des instants ultérieurs.

Figure 1: Temporal evolution of a submarine sediment current in subsequent instants of time.

Financement: Project SEDITRANS dans le cadre de Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

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

Doctorante invitée: Maria-Angeliki Sfouni-Grigoriadou

Guest Ph.D. student: Maria-Angeliki Sfouni-Grigoriadou

Post-Doctorant : Carmelo Juez

Postdoctoral Researcher: Carmelo Juez

1.1.21 Centre suisse de compétences en recherches énergétiques – approvisionnement en électricité (SCCER-SoE) / 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) 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».

The LCH is a founding member of the Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy (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.

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 encore des offices et des services fédéraux.

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 ». Les principales activités menées en 2016 sont résumées ci-après :

a) La préparation de la demande de subside CTI pour le programme de recherche FLEXSTOR avec le partenaire industriel Kraftwerke Oberhasli AG et cinq autres instituts de recherche (WSL, ETHZ, Eawag, EPFL-LMH and HES-SO) comprenant six projets de recherche complémentaires. Le projet a démarré officiellement en septembre 2016 et la coordination est assurée par le LCH.

b) La préparation de la demande de subside CTI pour le projet de recherche RENOVHYDRO avec les partenaires industriels Powervision, FMV et Groupe E. Le projet a démarré officiellement en décembre 2016.

c) Démarrage des activités de recherche dans la mitigation des effets négatifs des éclusés hydroélectriques (projet FLEXSTOR WP1 en collaboration avec l'Eawag), avec un accent particulier sur les mois d'hiver – Figure 1;

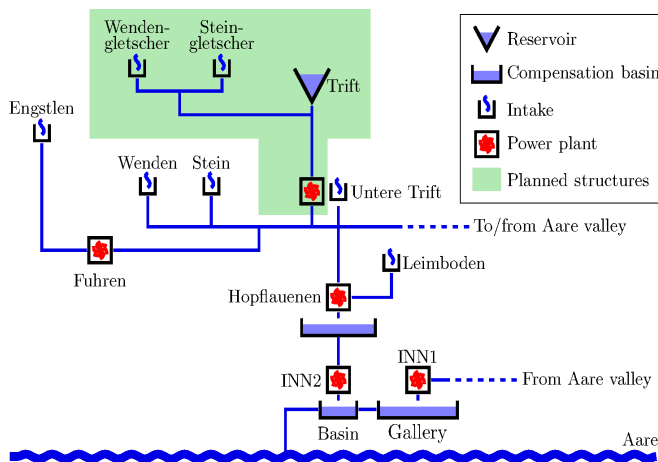


Figure 1: Optimization du programme de turbinage et du fonctionnement du bassin de demodulation de debits pendant la période hivernale tenant compte d'une nouvelle retenue dans le bassin versant de la Gadmenwasser: à gauche, schema hydraulique de l'aménagement; à droite, courbes de probabilité de non-dépassement des gradients des débits restitués dans la Haasliare en aval d'Innertkirchen selon trois strategies d'exploitation.

d) Démarrage des activités de recherche dans l'optimisation de l'exploitation d'aménagements avec lacs d'accumulation, à partir de l'analyse rétrospective de l'exploitation sur les derniers

The LCH leads the task 2.3 on the Hydropower infrastructure adaptation to requirements of future operating conditions. The main activities carried out in 2016 were:

a) The preparation of the CTI funding proposal FLEXSTOR together with Kraftwerke Oberhasli AG and five other research institutes (WSL, ETHZ, Eawag, EPFL-LMH and HES-SO), comprising six complementary research projects. The project started officially in September 2016, coordination is done by the LCH.

b) The preparation of the CTI funding proposal RENOVHYDRO with Powervision, FMV and Groupe E. The project started officially in December 2016.

c) Inception of research activities on hydropeaking mitigation (FLEXSTOR WP1, with Eawag), focusing on the winter semester – Figure 1.

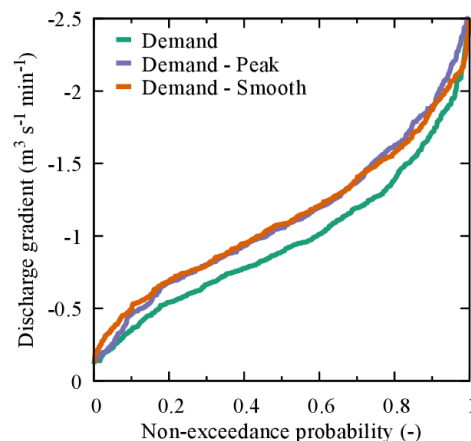


Figure 1: Optimization of turbine scheduling and demodulation basin operation during winter months considering new storage reservoir in the Gadmenwasser river catchment: left, hydraulic diagram of the scheme; right, non-exceedance probability diagram of outflow discharge gradients in the Haasliare downstream of Innertkirchen considering three operation strategies.

d) Inception of research activities on optimal reservoir storage management, by back-analysis of

quarante ans (projet FLEXSTOR WP3) – Figure 2;

e) Démarrage des activités de recherche dans la gestion des sédiments fins dans une cascade de retenues, avec l'établissement d'un bilan de masse sédimentaire sur le long-terme des quatre principales retenues et des premiers calculs de modélisation numérique du maintien artificiel des sédiments en suspension dans le Lac de Trift (FLEXSTOR WP4).

f) Préparation d'un plan de travail pour la Phase II du SCCER-SoE (2017-2020), y compris trois « Démonstrateurs », soit un sur les mini-centrales hydroélectriques (Demo 5), autre sur la gestion forcée des sédiments fins (Demo 6, nommé SEDMIX) et autre sur les aménagements avec stockage (Demo 7, focalise sur le programme de recherche FLEXSTOR)

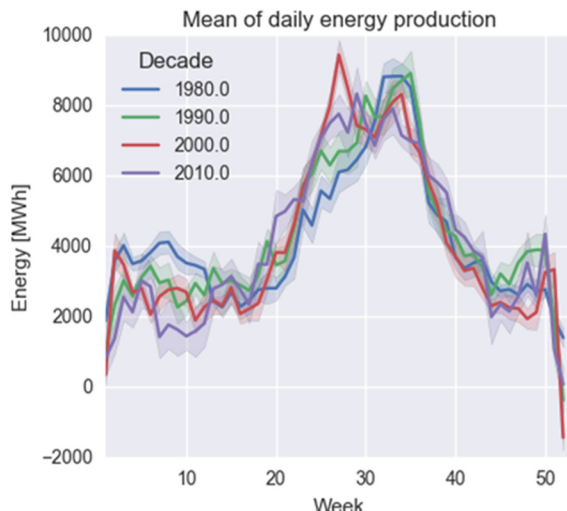


Figure 2: Structure de la production annuelle d'électricité par décennie, y compris valeurs moyennes et variabilité décennale; à gauche, moyennes hebdomadaires de la production journalière; à droite, variation d'une semaine à l'autre.

g) Démarrage anticipée des activités de recherche pour le Démonstrateur 5 sur la base du cas d'étude de l'aménagement hydroélectrique de Gletsch-Oberwald en construction par les Forces Motrices Valaisannes (FMV). L'aménagement sera mis en service fin 2017 et fonctionnera au fil de l'eau sans bassin d'accumulation. Le projet de recherche a pour buts d'identifier et de caractériser des solutions pour introduire des mesures d'exploitation flexible en utilisant les installations existantes dans certaines périodes de l'année, ainsi qu'identifier les limites de faisabilité technique, les dangers et les retombés économiques potentielles. Les mesures proposées seront testées lors de la mise en service, pour

the operation of KWO's system over the past four decades (FLEXSTOR WP3) – Figure 2.

e) Inception of research activities on fine sediment cascade flushing, with the long-term sediment mass balance of the main four reservoirs and preliminary numerical flow modelling of fine sediment induced-stirring at the Trift Lake (FLEXSTOR WP4).

f) Preparation of the detailed research plan for the 2nd Phase of SCCER-SOE (2017-2020), including three Pilots and Demonstrator, one on small hydropower schemes (Demo 5), another on fine sediment management (Demo 6, labelled SEDMIX) and one on large hydropower schemes (Demo 7, mainly based on FLEXSTOR).

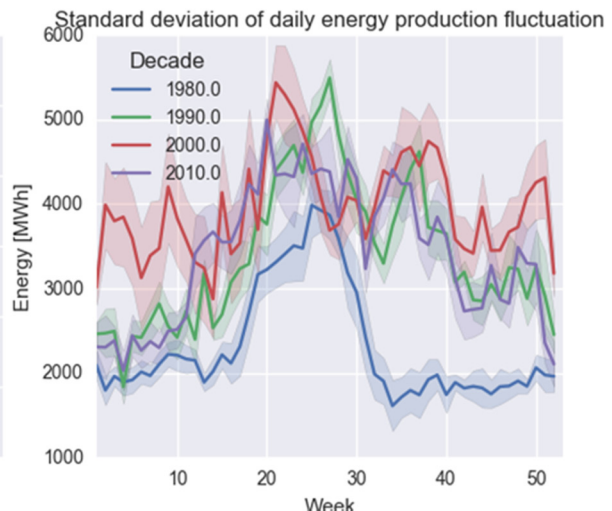


Figure 2: Annual energy production pattern per decade including mean values and decennial variability: left, weekly-averaged daily production values over the year; right, week-on-week variation over the year.

g) Preparation of the detailed research plan for the 2nd Phase of SCCER-SOE (2017-2020), including three Pilots and Demonstrator, one on small hydropower schemes (Demo 5), another on induced fine sediment management (Demo 6, labelled SEDMIX) and one on large hydropower schemes (Demo 7, mainly based on FLEXSTOR). Advanced-inception of research activities for Demo 5 with the case study of the Gletsch-Oberwald hydropower plant presently under-construction by FMV. The selected case study will be commissioned end 2017 and will operate as run-of-the-river plant with no storage. The research project aims at identifying and

comparer l'exploitation « conventionnelle » à l'exploitation « flexible » d'un tel aménagement au fil de l'eau. Un deuxième cas d'étude est en cours de préparation concernant la mini-centrale d'Adont aux Grisons avec l'EWZ.

characterizing solutions to smartly use the available infrastructure for flexible operation at certain periods of the year, as well as identifying the technical feasibility limits and dangers, as well as the potential economic benefits. The proposed measures will be tested on site during the commissioning phase, comparing “conventional” and “flexible” operation of such small-hydro run-of-the-river plant. A second case study is under-preparation at KWKW Adont in the Canton Grisons with EWZ.

Financement: Commission de la Technologie et de l'innovation (CTI)

Funding: Commission on Technology and Innovation (CTI)

Collaborateurs: Dr Pedro Manso and Dr Azin Amini

Team: Dr Pedro Manso and Dr Azin Amini

1.1.22 **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).

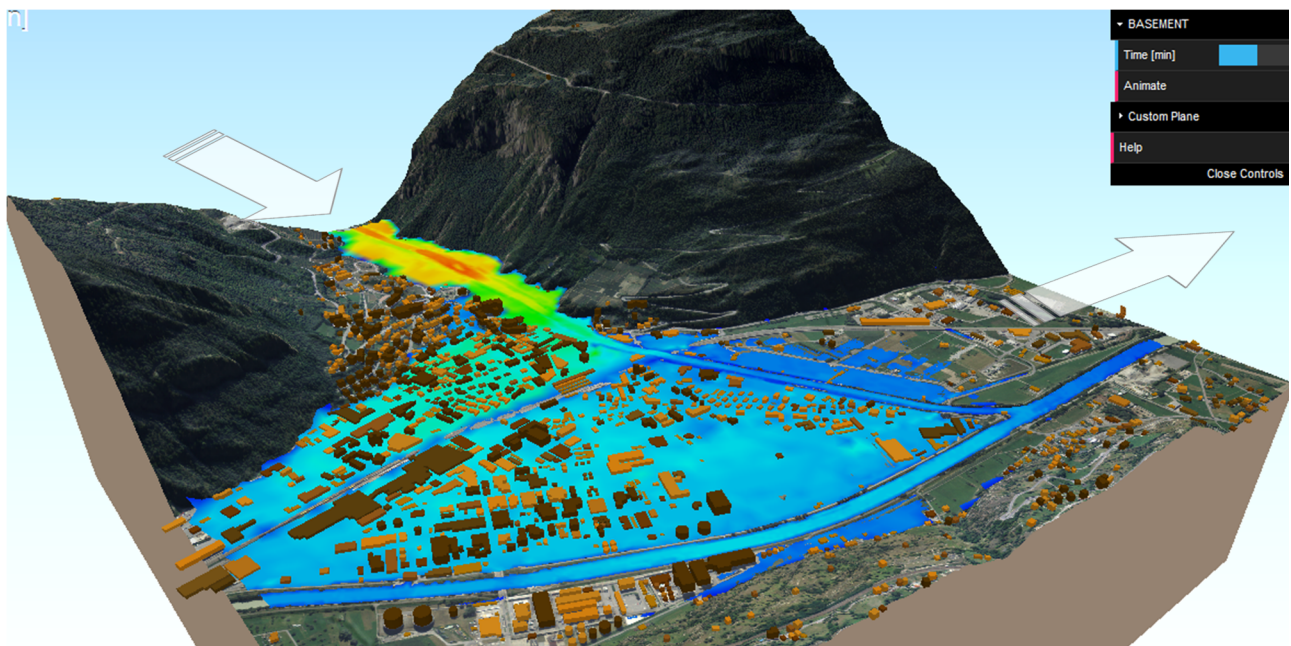


Figure 1: Simulation d'une vague de rupture de barrage traversant une agglomération urbaine le long de la vallée du Rhône.

Figure 1: Simulation of a dambreak wave passing through an urban agglomeration along on the Rhone Valley.

STREST a été un projet de recherche de 3 ans qui visait à développer une méthodologie générale de *stress test* pour des cascades d'événements affectant les IC non-nucléaires. Il a été conclu en septembre dernier.

STREST was a 3-year research project which aimed to develop a general stress test methodology for cascading disasters affecting non-nuclear CIs. It was concluded in last September.

Le travail du LCH s'est concentré sur les barrages alpins. Comprise dans ce travail est 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 a été développée.

La méthodologie est innovante dans la mesure où elle permet de comptabiliser de multiples sources d'incertitude – aléatoires ainsi qu'épistémiques – afin d'obtenir des estimations formelles du risque. Pour accomplir cet objectif, les défis conceptuels liés à la prise en compte des risques multiples et à la nature dynamique des systèmes réservoir-barrage ont été traités. De même, les obstacles informatiques liés à la simulation numérique de vagues de rupture de barrage de ont été abordés.

LCH's work focused on Alpine dams. Within it, a methodology that allows to estimate the risk associated with a given dam accounting for multiple hazards, hazard interactions, and uncertainty was developed.

The methodology is innovative in the sense that it allows accounting for multiple sources of uncertainty – aleatory and epistemic alike – so as to obtain formal estimations of risk. To do so, the conceptual challenges related to the consideration of multiple hazards and the dynamical nature of dam-reservoir systems were dealt with. Likewise, the computational hurdles linked to the numerical simulation dambreak waves were tackled.

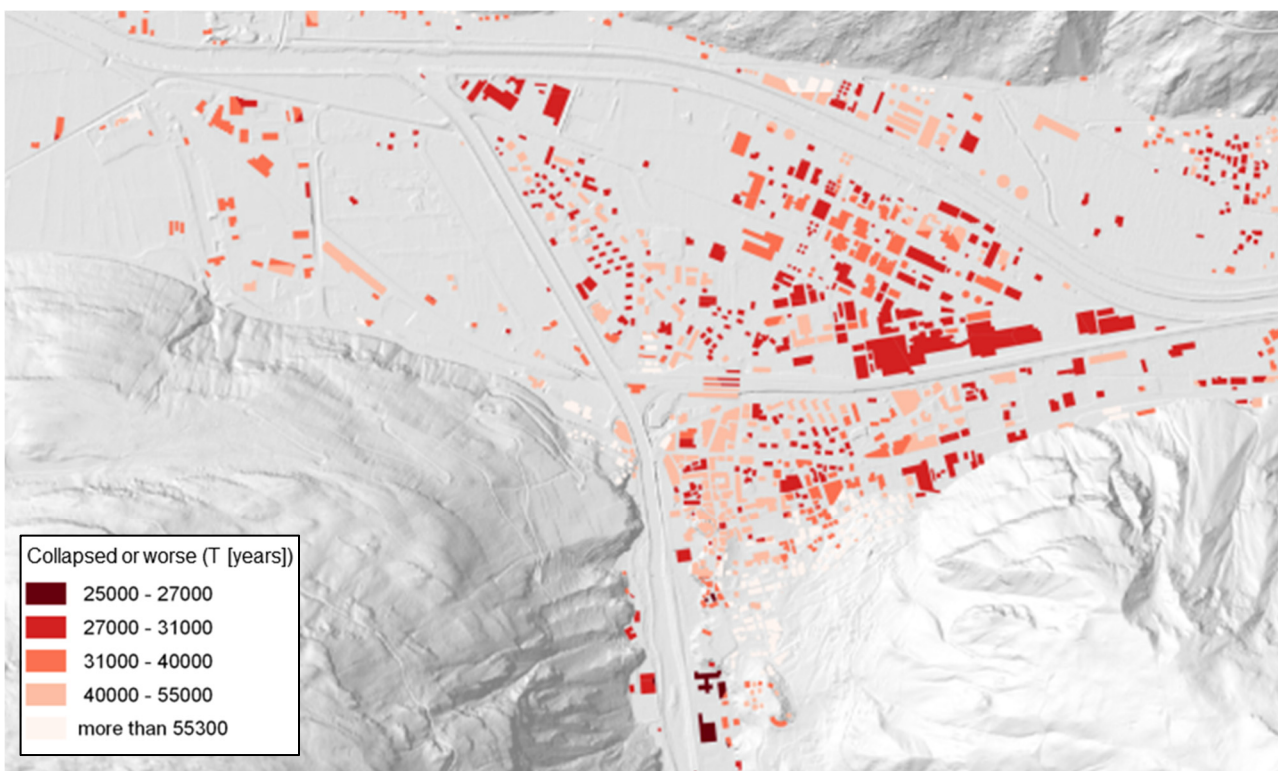


Figure 2: Exemple d'une carte détaillée de dommages annuels moyens attendus sur des bâtiments individuels en raison d'événements de rupture de barrage.

Figure 2: Example of a detailed map of mean annual damages expected on individual buildings due to dambreak events.

Une fois que le système de réservoir-barrage et les principaux dangers auxquels il est exposé sont décrits, une procédure de Monte Carlo est utilisée pour simuler des événements de rupture. En se déplaçant vers l'aval, les conséquences de chaque rupture de barrage sont simulées (Figure 1) basées sur le logiciel BASEMENT (VAW-ETHZ). En combinant cela avec les courbes de fragilité des bâtiments et de l'infrastructure, il est possible de se renseigner sur des éventuels dommages à des bâtiments spécifiques et leurs probabilités d'occurrence (Figure 2).

Once the dam-reservoir system and the main hazards it is exposed to are described, a Monte Carlo procedure is used to simulate dambreak events. Moving downstream, the consequences of each dam failure are simulated (Figure 1) based on the BASEMENT (VAW-ETHZ) software. Combining that with building and infrastructure fragility curves it is possible to learn about eventual damages to specific buildings and their probabilities of occurrence (Figure 2).

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

Post-Doctorant : José Pedro Matos.

Research funded by the European Union's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement no. 603389.

Postdoctoral Researcher: José Pedro Matos.

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

L'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.

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.

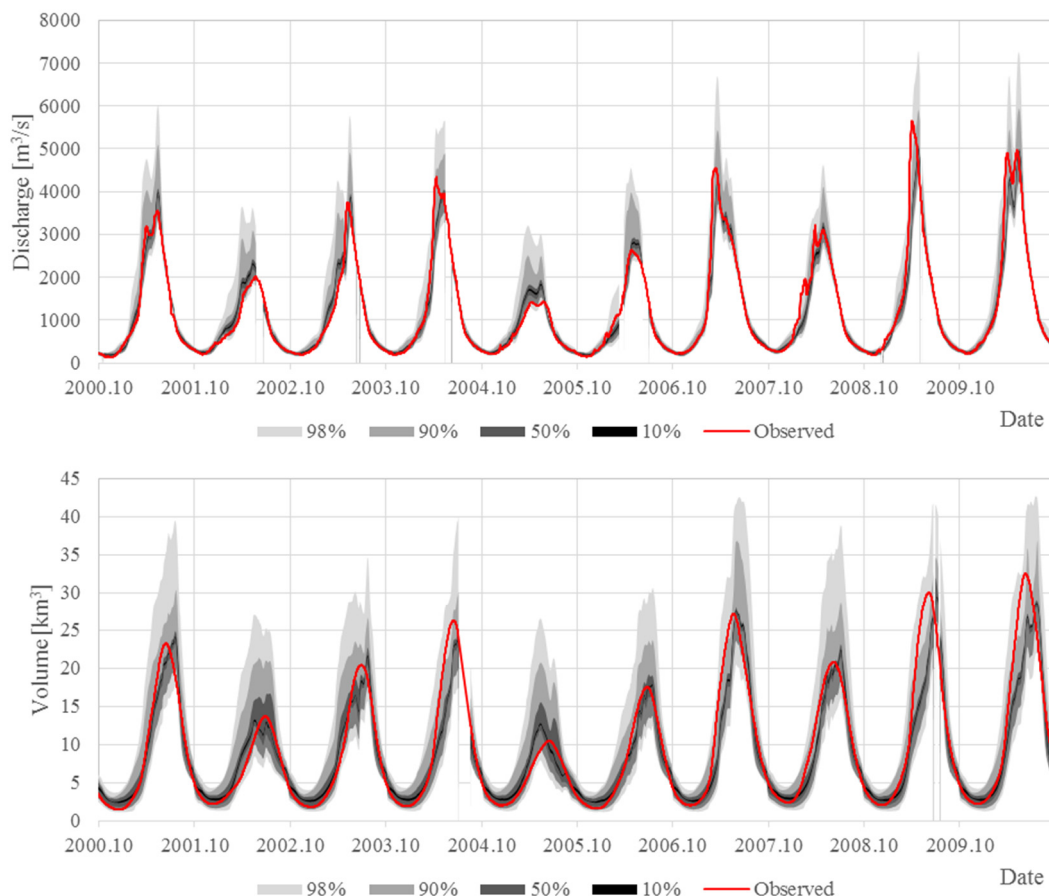


Figure 1: Exemple de prévisions ADAPT-DB. En haut: débits journaliers (délai de 30 jours) à Victoria Falls, fleuve Zambèze. En bas: prévisions de volume de ruissellement (délai de 90 jours) au même endroit.

Figure 1: Examples of ADAPT-DB predictions. Top: daily streamflow (lead time of 30 days) forecasts at Victoria Falls, Zambezi River. Bottom: runoff volume forecasts (lead time of 90 days) at the same location.

Une prolongation de deux ans au projet, ADAPT-DB, qui s'est terminée en juillet dernier, a joint les compétences développées au sein d'ADAPT à un partenariat effectif avec les acteurs locaux pour préparer une base de données *open source* des ressources en eau qui travaille en parallèle avec un système de prévision de pointe.

A two-year extension to the project, ADAPT-DB, which ended in past July, allied the competences developed within ADAPT to a close partnership with local stakeholders to prepare an open source water resources database that works in parallel to a state-of-the-art forecasting systems.

Le développement le plus innovant dans le cadre d'ADAPT-DB est un outil pour la prévision opérationnelle. Il est basé sur le concept de non-domination (Pareto) et il est largement non-paramétrique. Aussi, il est applicable pratiquement à tout problème stationnaire où suffisamment de données historiques sont disponibles (e.g. des débits, des hauteurs d'eau et des volumes de ruissellement). Très adaptable, la méthode fournit des prévisions statistiquement fiables et avec des résolutions progressivement supérieures selon la qualité des données (Figure 1).

Ayant à l'esprit l'opérationnalisation d'ADAPT-DB, un schéma d'assimilation des données a été préparé pour que le système soit capable d'utiliser en temps quasi réel des estimations de précipitations par satellite disponibles sur la plupart du monde (Figure 2). L'information sur les précipitations est traitée automatiquement et transformée de façon à alimenter les modèles de prévision.

Des travaux sont en cours avec trois partenaires locales bénéficiant actuellement de serveurs informatiques exploitant ADAPT-DB en Angola, au Mozambique et en Zambie.

The most innovative feature developed in the framework of ADPAT-DB is an operational probabilistic forecasting tool. It is based on the concept of non-domination (Pareto) and is largely non-parametric. It can be applied to virtually any stationary problem provided that enough historical data is available (e.g. streamflow, water stage, or runoff volume forecasting). Highly adaptable, it provides statistically reliable predictions and with increasing resolutions, the latter depending on the quality of the input data (Figure. 1).

Having in mind the operationalization of ADAPT-DB, a data assimilation scheme was prepared in order for the system to be able to use near real-time satellite rainfall estimations available over most of the world (Figure 2). The rainfall information is automatically processed and transformed to feed the forecasting models.

Work is ongoing with three local partners presently benefiting from computer servers running ADAPT-DB in Angola, Mozambique and Zambia.

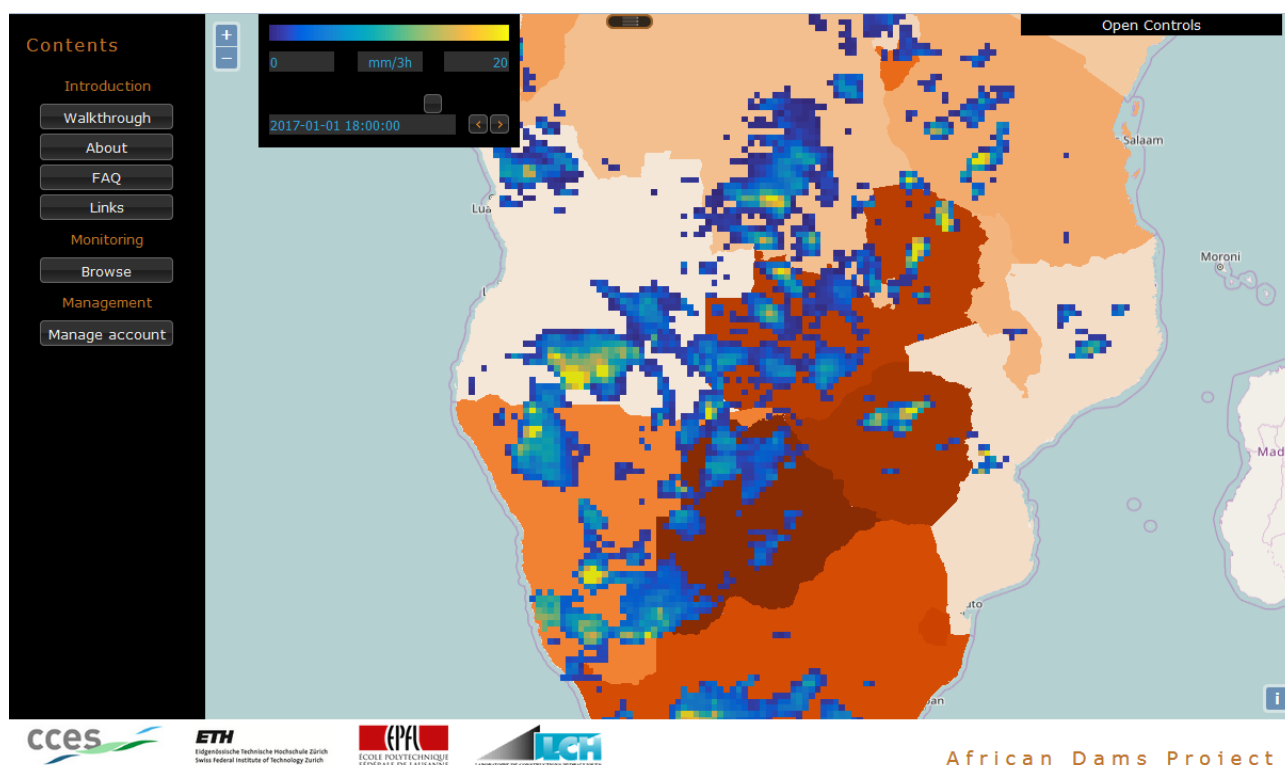


Figure 2: Affichage des estimations en temps quasi réel de précipitation à trois heures sur l'Afrique Australe produites par la Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM, NASA et JAXA) et assimilées par le système ADAPT-DB.

Figure 2: Display of near real-time 3-hourly rainfall estimates over Southern Africa produced by the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM, NASA and JAXA) and assimilated by the ADAPT-DB system.

Partenaires: Institut fédéral suisse de technologie de Zurich (ETHZ)

Financement du Centre de compétence Environnement et Durabilité (CCES)

Post-Doctorant : José Pedro Matos

Partners: Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETHZ)

Funding by the Competence Center Environment and Sustainability (CCES)

Postdoctoral Researcher: José Pedro Matos

1.1.24 **Efficacité des bassins amortisseurs à l'aval des coursiers en marches d'escalier / *Stilling basin performance downstream of stepped spillways***

Au cours des trois dernières décennies, les coursiers en marches d'escalier ont gagné en popularité grâce aux progrès faits dans la construction en béton compacté par rouleau (RCC). Une différence clé entre un coursier en marches d'escalier et un déversoir classique (lisse) est la plus grande dissipation d'énergie durant la chute. En conséquence, les dissipateurs d'énergie à la sortie des coursiers peuvent être de dimensions réduites. Les bassins amortisseurs sont fréquemment utilisés à la sortie des coursiers en marches d'escalier.

Au cours des années 1960 et 1970, à partir d'études sur modèles et prototypes, plusieurs types de bassins standard ont été développés (USBR, SAF, PWD, WEC, etc.). Tous ces bassins normalisés ont cependant été développés pour des coursiers lisses.

Le comportement hydraulique des bassins amortisseurs standards (en particulier le type USBR) en combinaison avec des déversoirs en marches d'escalier a été testé dans certaines études expérimentales (Cardoso et al., 2009, Meireles et al. 2012, Frizell et Svo-boda 2012). Cependant, aucune étude systématique n'a été menée à ce jour pour fournir des directives générales pour les bassins amortisseurs à l'aval des coursiers en marches d'escalier.

Cette recherche vise à contribuer à une compréhension plus approfondie de l'efficacité du bassin amortisseur (en particulier des caractéristiques du ressaut hydraulique) pour différentes conditions d'écoulement à l'entrée (concentration d'air et distribution des vitesses), que l'on retrouve typiquement sur les coursiers en escaliers. Ces résultats seront comparés à l'efficacité des bassins standards, y compris avec des écoulements classiques générés sur les coursiers lisses.

Les principales questions de recherche peuvent être résumées comme suit:

In the last three decades, stepped spillways have gained a significant popularity due to the advancements in roller compacted concrete (RCC) construction technique. A key feature of a stepped spillway, when compared to the classical (smooth) spillways, is the enhanced energy dissipation along the chute. As a result, energy dissipators at the toe of the chute can be reduced in size. Stilling basins are frequently applied as an outlet dissipators for stepped chutes.

During the 1960's and the 1970's, based on model and prototype studies, several standard stilling basin designs have been developed (USBR, SAF, PWD, WEC etc.). All these standardized basin types have been developed for smooth invert chutes.

The hydraulic behavior of standard stilling basins (in particular USBR type) in combination with stepped spillways have been tested in some experimental studies (Cardoso et al. 2009, Frizell et al. 2009, Meireles et al. 2010, Meireles 2011, Bung et al. 2012, Frizell and Svo-boda 2012). However, no systematic studies have been conducted so far providing general design guidelines for stilling basins downstream of stepped chutes.

The present research aims to contribute to a deeper understanding of stilling basin performance (i.e. hydraulic jump characteristics) under modified approach flow conditions (air concentration and velocity distribution) as typically produced on stepped chutes. These results will be compared with the efficiency of basins including classical inflows as generated on smooth chutes.

The main research questions can be summarized as:

- Quel est l'effet d'un écoulement aéré sortant d'un coursier en escalier sur l'efficacité du bassin amortisseur adjacent (USBR type I, type I avec une marche à l'aval, type II et type III)?
- Quel est l'effet d'un écoulement aéré sortant d'un coursier en escaliers sur les pressions dynamiques au fond du bassin amortisseur (USBR type I, type I avec une marche à l'aval, type II et type III)?
- Quelles sont les dimensions (par exemple la longueur, la taille du bloc de déflecteur, etc.) nécessaires pour atteindre un fonctionnement efficace des bassins amortisseur à l'aval d'un coursier en escaliers (USBR type I, type I avec une marche à l'aval, type II et type III)?



Figure 1: Installation expérimentale: conditions d'admission-jetbox (à gauche), coursier en escaliers (à gauche) et bassin amortisseur (à droite).

Un modèle physique (Figure 1, 2) sera utilisé ici pour étudier l'efficacité des bassins amortisseurs liés avec des déversoirs en escaliers.

Dans chaque scénario test, des mesures détaillées de l'écoulement seront effectuées tout au long du déversoir et du bassin amortisseur. Les mesures porteront principalement sur:

- Propriétés de l'écoulement à la sortie du coursier - concentration d'air et vitesse
- Profondeurs d'eau et dimensions caractéristiques du ressaut hydraulique
- Concentration de l'air et distribution de la vitesse dans le ressaut hydraulique
- Pressions dynamiques le long du bassin amortisseur
- Distribution des vitesses à l'aval du ressaut hydraulique

- *What is the effect of the self-aerated stepped chute inflow on the efficiency of the adjacent stilling basin (USBR type I, type I with end step, type II and type III)?*
- *What is the effect of the self-aerated stepped chute inflow on the dynamic bottom pressures of the stilling basin (USBR type I, type I with end step, type II and type III)?*
- *What are the dimensions (e.g. length, baffle block size, etc.) necessary to achieve an efficient operation mode of stilling basins downstream of a stepped chute (USBR type I, type I with end step, type II and type III)?*



Figure 1: Experimental facility: inlet conditions-jetbox(left), stepped chute(left) and stilling basin(right).

For this study, a physical model (Figure 1, 2) will be used to investigate stilling basin performance downstream of stepped chutes.

In each test scenario detailed flow measurements will be conducted throughout the chute and stilling basin. Measurements will be mainly focused on:

- *Flow properties at the toe of the chute – air concentration and velocity*
- *Flow depths and length characteristics of the hydraulic jump*
- *Air concentration and velocity distribution in the hydraulic jump*
- *Dynamic pressures along stilling basin invert*
- *Velocity distribution downstream of the hydraulic jump*

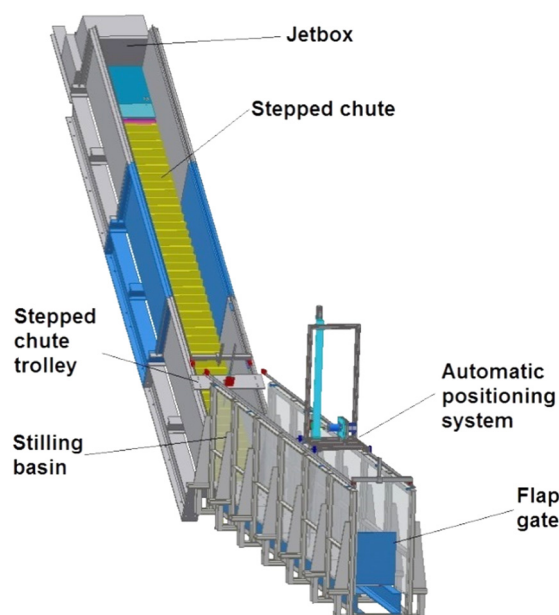


Figure 2. Schéma de la goulotte échelonnée et de la mise en place du bassin

Figure 2. Scheme of the stepped chute and stilling basin set-up

Financement: Fondation pour la Science et la Technologie Portugaise (FCT) (PD/BD/113621/2015) et LCH-EPFL.

Funding: Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) (PD/BD/113621/2015) and LCH-EPFL.

Doctorant: Ivan Stojnić (par le programme doctoral commun IST-EPFL, H2Doc)

Ph.D. student: Ivan Stojnić (under the joint IST-EPFL doctoral programme, H2Doc)

1.1.25 **Modélisation du devenir et le transport des pharmaceutiques dans les systèmes aquatiques / Modelling of the fate and transport of pharmaceuticals in aquatic systems**

La dégradation de la qualité de l'eau dans les systèmes aquatiques, par contamination d'usages produits pharmaceutiques, représente un problème environnemental croissant pour la société moderne. Les recherches antérieures sur le devenir et le transport de ces contaminants se sont concentrées sur un mécanisme unique à micro-échelle. Par conséquent, il y a encore un manque d'études systématiques et intégrées dans l'objectif de transport et pharmaceutique pour une large gamme de conditions environnementales dans les systèmes naturels. Le travail de thèse proposé comprendre l'approche multidisciplinaire pour intégrer les connaissances existantes complétées par des avancées originales concernant les produits pharmaceutiques mécanismes de sorption dans les écoulements turbulents.

The degradation of water quality in aquatic systems, caused by pharmaceuticals contamination, represents a growing environmental problem for the modern society. Previous research on the transport and fate of these contaminants has focused mainly on laboratory experiments that investigate a single isolated mechanism at the micro-scale. Consequently there is still a lack of systematic and integrated studies on the transport and fate of pharmaceuticals for a wider range of environmental conditions in natural systems. The proposed PhD work comprises a multidisciplinary approach to integrate existing knowledge complemented with original advances regarding pharmaceuticals sorption mechanisms in turbulent flows.

L'objectif de ce travail est de contribuer à l'élaboration d'un outil mathématique original et basé physiquement, capable de simuler le devenir et

The main goal of this PhD is the contribution towards a valuable and novel physically-based numerical tool, able to simulate the transport of

le transport des pharmaceutiques dans les systèmes aquatiques. Le modèle proposé vise à relier tous les processus de transformations pertinents pour les médicaments avec les processus hydrodynamiques typiques des environnements fluviaux. A cet effet, plusieurs sous-tâches sont proposées:

- Calibrer et valider le modèle hydrodynamique à deux couches avec des données obtenues à partir des expériences de laboratoire.
- Coupler un module de qualité de l'eau et de l'attacher au modèle hydrodynamique STAV 2D existant.
- Identifier les paramètres et les variables qui ont la plus forte influence sur le transport et le devenir des pharmaceutiques, par une analyse d'incertitude au modelé.
- Quantifier, sous une approche Eulérienne, l'influence des conditions turbulentes sur les processus de sorption-désorption par des expériences de laboratoire.

La première année de doctorant a été consacrée à la composante expérimentale de validation du modèle. Le modèle hydrodynamique existant, STAV-2D, destiné à représenter des environnements actuels des rivières, avec des profils de concentration de sédiments variables. Les tests de laboratoire dans les flux de transport avec une densité plus élevée ont été réalisés dans le Laboratoire d'Hydraulique de Génie Civil – Instituto Superior Técnico (IST).

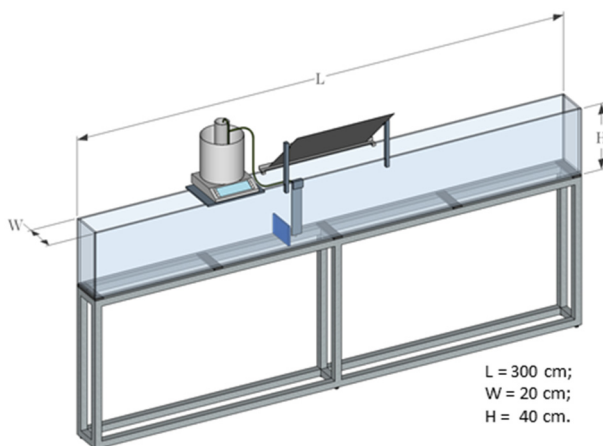


Figure 1 : Installations expérimentales, assemblées à IST, ULISBOA : (gauche) montage expérimental; et (droite) écoulement du fluide de densité plus élevée.

pharmaceuticals in aquatic systems. The proposed model aims at coupling all the relevant transformation processes for pharmaceuticals with the: hydrodynamic processes typical of fluvial environments. For this purpose, several sub-tasks are proposed::

- *Calibrate and validate a two-layer hydrodynamics model with data obtained from laboratory experiments.*
- *Couple a water quality module into the existing hydrodynamics model STAV-2D.*
- *Identify the parameters and variables that have more influence on the fate processes, by means of a sensitivity analysis performed upon the model.*
- *Quantify, under an Eulerian approach, the influence of the turbulent conditions on the sorption-desorption processes through laboratory experiments.*

The first year of the PhD student was devoted to the experimental component of model validation. The existing hydrodynamic model, STAV-2D, to be validated is a proxy for real fluvial flows, with varying sediment concentration profiles. Laboratory experiments on higher density currents transport were carried out, at the Hydraulics Laboratory of Civil Engineering – Instituto Superior Técnico (IST).

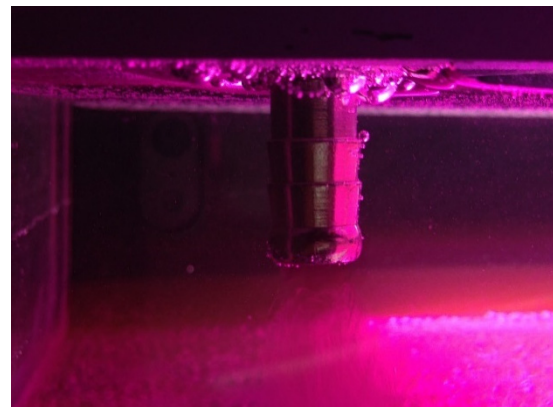


Figure 1: Experimental facilities, assembled at IST, ULISBOA, used during the PhD research: (left) experimental setup; and (right) discharge of the higher density fluid.

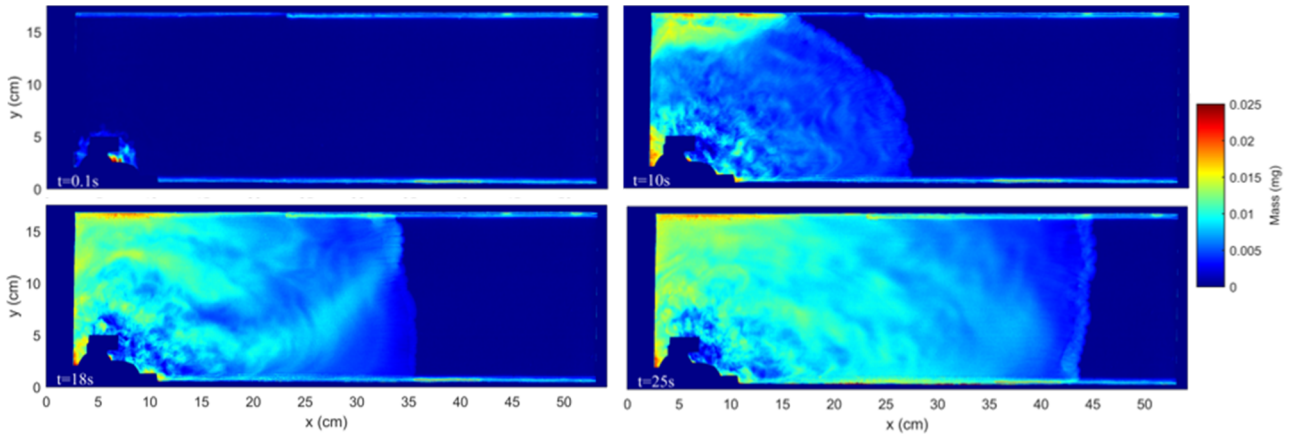


Figure 2: Vue planaire de la distribution spatiale et temporelle du mélange de densité plus élevée.

Figure 2: Planar visualization of the temporal and spatial distribution of the higher density mixture.

Le schéma de l'installation expérimentale assemblée est représenté dans Figure 1. Ces essais consistaient dans une décharge rapide et continue d'un mélange de NaCl avec un traceur, un point d'appui du réservoir d'eau douce (en éluant avec une densité plus faible), où le transport et les procédés de mélange ont été enregistrés photographiquement. Bien que les courants de densité simulés avec le modèle soient générés par des courants de turbidité, dans les expériences de laboratoire on a utilisé un mélange de sel et d'eau pour permettre la visualisation et la mesure de la vitesse du courant. Les objectifs spécifiques de ces expériences de laboratoire étaient la détermination de la distribution temporelle de masse du contaminant et des vitesses du courant. La distribution de masse a été obtenue par une méthodologie photométrique et la technique de Particle Image Velocimetry (PIV) a été utilisée pour mesurer les champs instantanés de vitesse d'écoulement.

The scheme of the experimental facility assembled is shown in Figure 1. These experiments consisted on both a punctual and continuous release of a dense NaCl mixture with a tracer, into tank with resting freshwater (less dense fluid) where the transport and mixing processes were photographically recorded. Although the density currents simulated with the model are generated by turbidity currents, in the laboratory experiments brine mixture of salt and water was used to allow for the visualization and velocity measurements of the current. The specific goals of these laboratory experiments were the determination of the temporal mass distribution of the contaminant and current velocities. The mass distribution was obtained through a photometric methodology and the Particle Image Velocimetry (PIV) technique was used to measure the instantaneous flow velocity fields.

Après la validation et l'étalonnage du modèle hydrodynamique à deux couches, le modèle conceptuel pour le transport et le devenir des produits pharmaceutiques en milieu fluvial sera formellement développé. La base de ce modèle conceptuel est soutenue par la notion de lois de conservation (Équation 1), où la variation temporelle d'une substance (C_n) est due aux processus de transport et à l'addition ou l'enlèvement par les sources et les puits (S_n). Les processus de transport incluent l'advection et la diffusion et sont déjà implémentés dans le modèle hydrodynamique STAV-2D.

After the validation and calibration of the two-layer hydrodynamic model, the conceptual model for the transport and fate of pharmaceuticals in fluvial environment will be formally developed. The base of this conceptual model is supported by the notion of conservation laws (Equation 1), where the variation a substance (C_n) in time is due to transport processes and addition or removal by sources and sinks (S_n). Transport processes include advection and diffusion and are already implemented in the STAV-2D hydrodynamic model.

$$\frac{\partial C_n h}{\partial t} + \frac{\partial C_n U_i h}{\partial x_i} - \frac{\partial}{\partial x_i} \left((D_m + D_t) \frac{\partial C_n h}{\partial x_i} \right) = S_n \quad [1]$$

Les sources et les puits comprennent les processus locaux de transformation et de transfert, qui sont responsables de l'apparition, de la disparition ou du changement de substance dans d'autres substances. Au cours de la première année, le docteur a effectué une revue de la littérature sur les principaux processus de transformation pour le cas des produits pharmaceutiques dans les systèmes aquatiques. La sorption, la biodégradation et la photodégradation ont été identifiées comme les principaux processus de transformation signalés pour ces contaminants émergents. Plusieurs études ont été menées sur les processus de biodégradation et de photodégradation, donc ces deux processus seront mis en œuvre dans le modèle basé sur les résultats trouvés dans la littérature. Au cours de la revue de la littérature, il a été identifié un manque de connaissances concernant l'influence de la turbulence sur la sorption de produits pharmaceutiques dans les sédiments fluviaux. Ainsi, les tests de laboratoire sont prévus pour caractériser et paramétrer ce processus.

Financement: Fondation pour la Science et la Technologie Portugaise (FCT) (PD/BD/113620/2015) et LCH-EPFL.

Doctorante: Dora Patrícia Valente Salgueiro (initiative de doctorants communs IST-EPFL, H2Doc)

The sources and sinks term include local transformation and transference processes, which are responsible for a substance to appear, disappear or change into other substances. During the first year, the PhD student performed also a literature review regarding the main transformation processes for the case of pharmaceuticals in aquatic systems. Sorption, biodegradation and photodegradation were identified as the main transformation processes for these emerging contaminants. Several studies have been conducted regarding biodegradation and photodegradation processes, therefore these two processes will be implemented in the model based on the results found in the literature. During the literature review it was identified a lack of knowledge regarding the influence of turbulence on the sorption of pharmaceuticals into riverine sediments. Thus, laboratory experiments are planned to characterize and parameterize this process.

Funding: Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT) (PD/BD/113620/2015) and LCH-EPFL.

Ph.D. student: Dora Patrícia Valente Salgueiro (under the joint IST-EPFL doctoral programme, H2Doc)

1.1.26 **GRACE - Investigations expérimentales sur la dynamique de la tête et du corps de courants gravitaires / GRACE – Experimental Investigations on Gravity Current Head and Body Dynamics**

Depuis des décennies, les courants de turbidité et leurs dépôts ont été sujet de recherche dans le domaine des sciences de la terre et de l'ingénierie. Les écoulements chargés de particules longeant le fond de la mer sont importants non seulement comme facteur de formation de la topographie sous-marine ou fluviale d'un point de vue géologique mais également comme réservoir de pétrole ou de gaz naturel pour l'utilisation industrielle. Pour comprendre la dynamique de courant de turbidité, des essais en canal de laboratoire sont réalisées. Le but principal de ce projet de recherche est d'étudier le comportement, la dynamique et la géométrie des courants de turbidité sous différentes paramètres. La distribution de la vitesse d'écoulement du courant de turbidité a été examinée grâce à l'UVP (Ultrasonic Doppler Velocity Profiler) avec une concentration spécifique de particules de 0.5% et

Turbidity currents and their deposits have been a research interest for earth science and engineering field for decades. Particle-laden flows along the sea-floor are important not only as a formation factor of the submarine or fluvial topography in the geological viewpoint but also as a reservoir of petroleum or natural gas for industrial use. To comprehend the dynamics of turbidity current, flume experiments are conducted. The main goal of this research project is to investigate the behavior, dynamics and geometry of turbidity current head and body under various parameters. The flow velocity distribution of the turbidity current was examined by UVP (Ultrasonic Doppler Velocity Profiler) for a specific particle concentration of 0.5% and a slope of 2.4°. Figure 1 shows the experimental set up, particle characteristics and flow image. The flume size is 27.5 cm wide, 98.0 cm deep and 670.0 cm long.

une pente de 2.4° . La Figure 1 montre la configuration expérimentale, les caractéristiques des particules et une image de l'écoulement. Le canal est 27.5 cm de large, 98.0 cm de profond et 670.0 cm de long. Avant un essai, la suspension est préparée dans le « réservoir de mélange » et mise en circulation avec le « réservoir de tête ». Pour générer un courant de turbidité, la conduite de retour est fermée et la vanne d'alimentation est ouverte. Le débit chargé de particules est pompé en continu à 1 l/s à travers l'ouverture. A travers d'enregistrements vidéo, la vitesse moyenne d'avancement et la dimension de la tête sont $v_f = 6.7$ cm/s, $H_f = 25.0$ cm respectivement, ont été estimés.

L'écoulement est turbulent and sous-critique, le nombre de Reynolds est $Re = 1.6 \times 10^4$, le nombre de Froude densimétrique est $Fr' = 0.47$, et le nombre de Richardson est $Ri = 4.52$.

Before the experiment, suspension is well mixed in the mixing tank and circulated with the head tank. To generate turbidity current, the return pipe is closed and the discharge gate is opened. Particle-laden flow is supplied continuously at 1 l/s through the gate by the pump. From the video recording, average front velocity and total head height were $v_f = 6.7$ cm/s, $H_f = 25.0$ cm, respectively.

The flow is turbulent and subcritical, the flow Reynolds number is $Re = 1.6 \times 10^4$, the densimetric Froude number is $Fr' = 0.47$, and the flow Richardson number is $Ri = 4.52$.

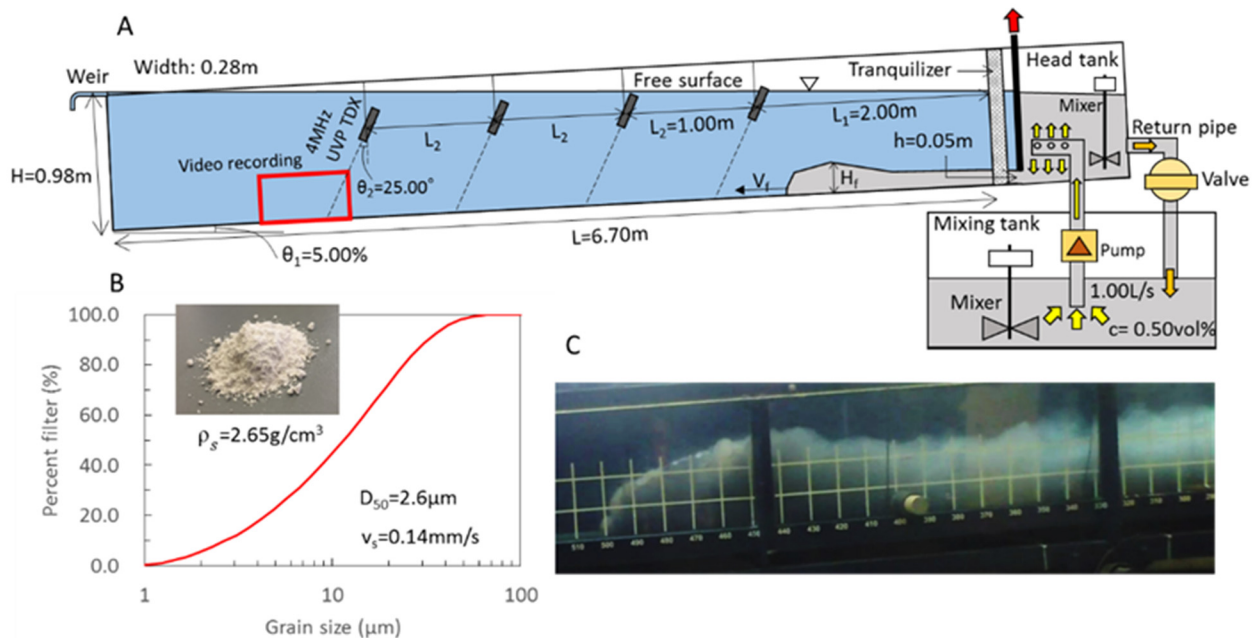


Figure 1: (A) Modèle expérimental. (B) Distribution granulométrique de particules et caractéristiques (C) Image du courant entre 300 et 500 cm après son entrée.

Figure 1: (A) Experimental set-up. (B) Particle size distribution and characteristics (C) Image of the current from 300 to 500 cm after the gate.

La figure 2 (A) montre les résultats mesurés tous les 1.0 m, le premier profil est à 2.0 m à l'aval de l'alimentation. La partie de la tête (intrusion abrupte du courant de turbidité dans l'eau ambiante) et la partie du corps (écoulement quasi stationnaire suivant la tête) sont clairement observées par les mesures UVP. En raison du frottement au fond du canal et du fort cisaillement à l'interface entre le courant et l'eau ambiante, l'écoulement est atténué dans cette zone. La figure 2 (B) montre l'intensité de la turbulence. Les vortex Kelvin-Helmholtz (K-H) sont générés dans le point le plus en avant de la tête et ces

Figure 2 (A) shows the measured results every 1.0 m starting at 2.0 m downstream of the gate. The head part (abrupt intrusion of turbidity current into the ambient water) and the body part (quasi steady flow behind the head part) were clearly observed by UVP measurement. Due to friction at the flume bed and strong shear with the interface between the current and ambient water, the flow is attenuated in that zone. Figure 2 (B) shows the turbulence intensity. The Kelvin-Helmholtz (K-H) vortices are generated in the foremost point of the head and they are carried backward by shear at the interface. Generation and

derniers sont portés vers l'arrière par cisaillement à l'interface. La génération et l'atténuation des vortex K-H peuvent être attribuées aux processus d'entraînement et de mélange dans les courants de turbidité.

attenuation of K-H vortices can be attributed to the entrainment and mixing processes in turbidity currents.

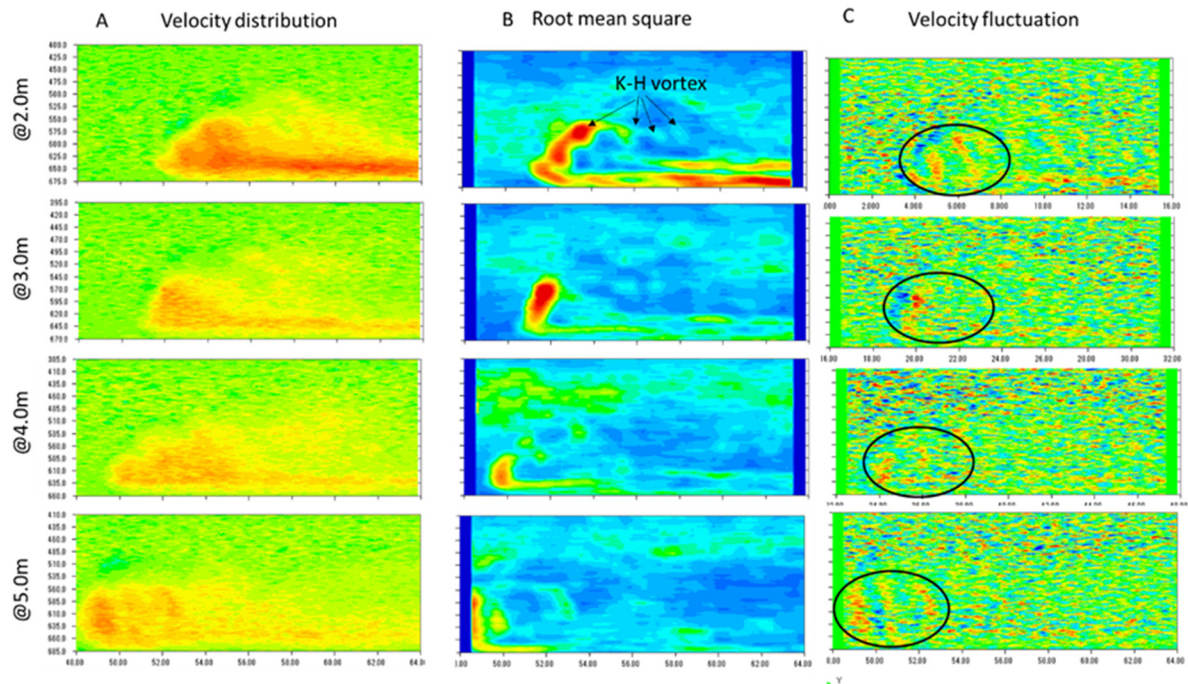


Figure 2 : Mesures et résultats analytiques du courant de turbidité. Les axes X et Y représente le temps (s) et la distance à partir de transducteur UVP (mm) (A) Distribution de vitesse avec l'UVP. (B) Valeur moyenne quadratique. (C) Différence entre les mesures et les valeurs moyens (fluctuation de vitesse).

Figure 2: Measuring data and analytical result of turbidity current. X and Y-axis represents time (s) and length from TDX (mm) (A) Velocity distribution with the UVP. (B) Root-mean-square. (C) Difference between measured data and averaged value (velocity fluctuation).

Dans la partie du corps, deux couches parallèles de forte intensité turbulente sont identifiées. Elles sont situées en correspondance de deux zones de vitesse élevée (comme mesuré avec l'UVP) et concentration élevée (d'après une analyse préliminaire des vidéos). L'énergie cinétique est consommée en raison du frottement aux deux interfaces: avec l'eau claire et avec le fond. La figure 2 (C) représente la différence entre la vitesse mesurée et la moyenne (fluctuation). Dans la partie avant de la tête, on observe des zones où les fluctuations de vitesse sont intenses. Elles montrent une certaine fréquence qui est probablement liée à la génération de vortex K-H ou d'oscillations du fond.

In the body part, two parallel layers of strong turbulence intensity are identified. They are situated in correspondence of two zones of high velocity (measured with the UVP) and high concentration (from a preliminary analysis of the video recorded). As a result of the friction at both the interfaces: with the ambient water and at the bottom, the kinetic energy would be consumed. Figure 2 (C) represents the difference of measured velocity from average one (fluctuation). In the frontal part of the head, zones of intense fluctuations are detected. They appear at a certain frequency and they are probably related to the generation of K-H vortex or flow oscillations.

Financement: Japan Agency Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC).

Funding: Japan Agency Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC).

Équipe: Shun Nomura (Hôte académique), Giovanni De Cesare (Collaborateur scientifique senior).

Team: Shun Nomura (Academic Guest), Giovanni De Cesare (Research and Teaching Associate).

Externe: Hide Sakaguchi (JAMSTEC), Yasushi Takeda (ETH), Yuji Tasaka (Hokkaido Uni.), Yuichi Murai (Hokkaido Uni.).

External: Hide Sakaguchi (JAMSTEC), Yasushi Takeda (ETH), Yuji Tasaka (Hokkaido Uni.), Yuichi Murai (Hokkaido Uni.).

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

1.2.1 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 communities 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 les 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 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 était 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 IDEALP SA, however the complexity of 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 was in charge of 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 in Figure 1.

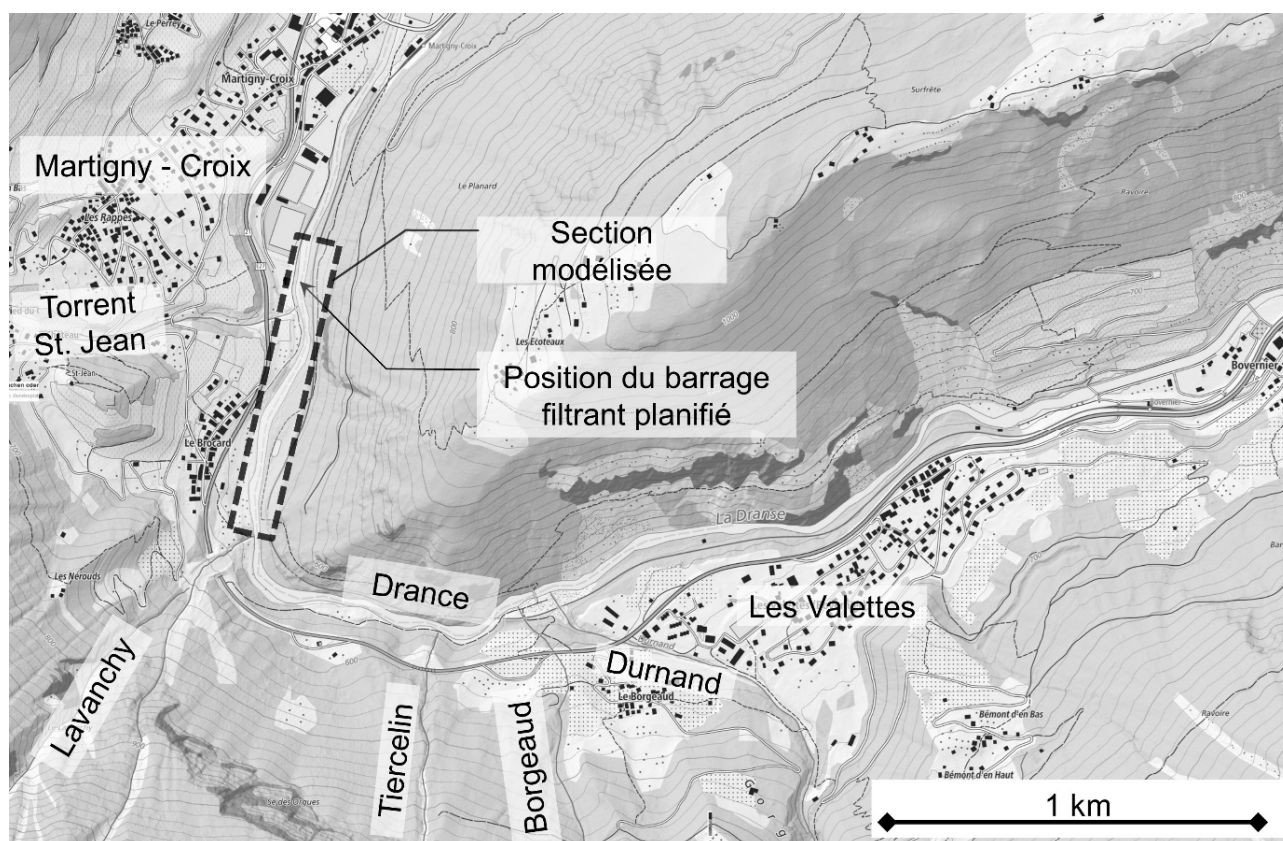


Figure 1: Situation du barrage filtrant sur terrain avec indication de la zone reproduite sur le modèle physique (cadre traitillé).

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

Les expériences ont été réalisées sur place à l'échelle géométrique de 1 :42, en appliquant la

The model was built on site, at a geometric scale of 1:42, by applying Froude and sediment

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.

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

Ingénieurs de Projet: Sebastian Schwindt, Giovanni De Cesare

transport similarity. The orientation of the filter check dam, the design of the energy dissipation basin and the conception of the opening of the filter sediment check dam were improved step-wise during the experiments.

Study entrusted by: Municipalities of Martigny and Martigny-Combe

Project engineers: Sebastian Schwindt, Giovanni De Cesare

1.2.2 Etude numérique de venting de courant de turbidité dans la retenue de Rudbar Lorestan / Numerical study on turbidity current venting at Rudbar Lorestan dam

Le réservoir de Rudbar Lorestan, situé dans le bassin versant de Dez au Sud-Ouest de l'Iran, est exposé à la sédimentation et par conséquent au risque de perte de volume du réservoir. Des mesures préventives doivent être prises pour limiter la perte de volume du réservoir et garantir la fonctionnalité des vidanges du fond. L'une de ces mesures, qui a montré des résultats positifs dans des cas semblables, est le « venting » des courants de turbidité. Il consiste à ouvrir les vidanges du fond au moment où le courant de turbidité atteint le barrage. Ainsi, les sédiments en suspension peuvent être évacués directement avant de se déposer dans le réservoir. Cette méthode présente plusieurs avantages économiques et écologiques (restauration des sédiments en aval du barrage) par rapport à d'autres méthodes.

Ce projet vise à étudier numériquement le « venting » des courants de turbidité dans le réservoir de Rudbar Lorestan. Les simulations sont exécutées à l'aide du modèle ANSYS CFX. Des simulations sont effectuées pour les niveaux d'eau normale et minimum et pour quatre différents scénarios de crue.

Les résultats montrent une évacuation efficace des sédiments à travers les deux vidanges de fond. Trois configurations d'ouverture sont examinées : 25%, 50% et 100% de l'ouverture maximale. Pour chaque configuration, trois paramètres importants sont calculés et comparés : le volume total d'eau évacué, le pourcentage de sédiments évacués par rapport au volume total de sédiments qui entre dans la retenue pendant la crue (efficacité globale) et le pourcentage de sédiments évacués par rapport au volume de sédiments qui atteignent le barrage (efficacité locale).

Rudbar Lorestan reservoir, located in the Dez catchment area in South West Iran, is exposed to reservoir sedimentation and consequently loss of reservoir volume. Preventive measures should be taken, in order to limit reservoir volume loss and guarantee the functionality of the bottom outlets. One of these measures, that showed successful results in similar cases, is venting of turbidity currents. This procedure consists in opening bottom outlets when the turbidity current reaches the dam. As such, the suspended sediment can be evacuated directly before settling down into the reservoir and water losses are minimized. This method has several economic and ecological advantages (sediment restoration downstream of the dam) compared to other evacuation methods.

The project aims to study the turbidity current venting in Rudbar Lorestan reservoir by means of numerical simulations run using ANSYS CFX model. Normal and minimum reservoir water levels and four different flood scenarios are simulated.

The obtained results are promising and show efficient sediment evacuation through two bottom outlets during the venting process. Three different opening configurations are tested: 25%, 50% and 100 % of the maximum opening. For each configuration, three important parameters are calculated and compared: total water release, percentage of total sediment evacuated as a function of total sediment inflow during the flood (global efficiency) and the percentage of total evacuated sediment as a function of the total sediments that reach the dam (local efficiency).



Figure 1: Emplacement du barrage de Rudbar Lorestan (www.maps.google.com).

Figure 1: Rudbar Lorestan dam site location (www.maps.google.com).

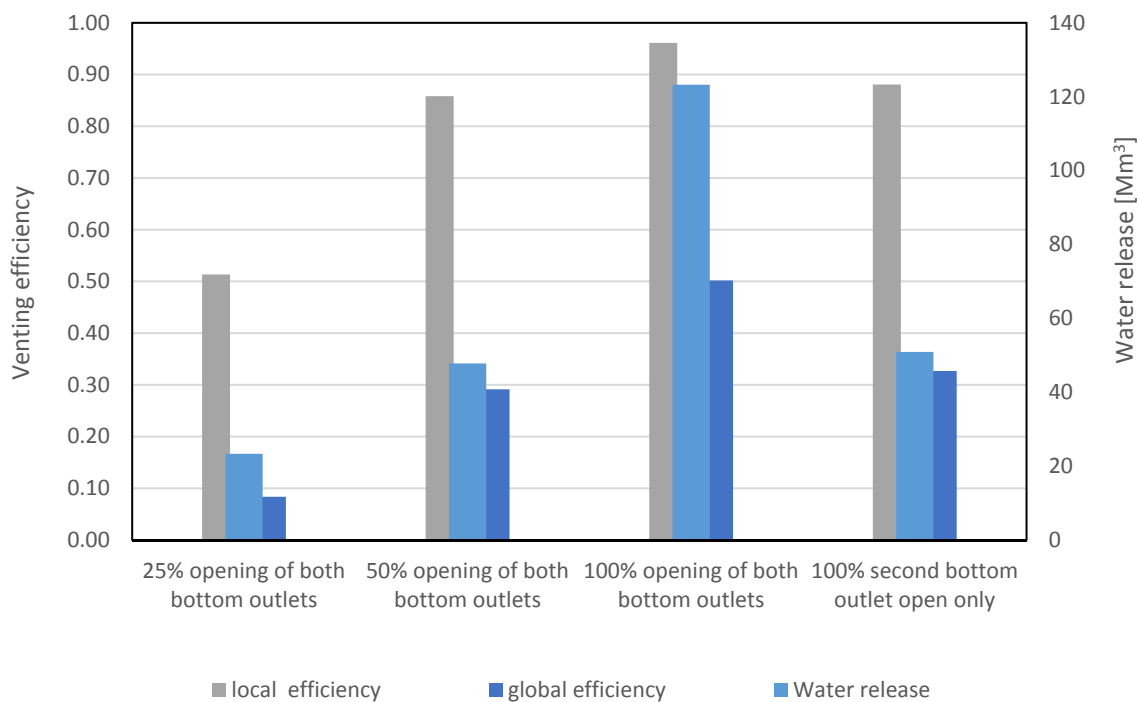


Figure 2: Volume d'eau évacué et efficacité locale et globale de « venting » (crue avec période de retour de 2 ans).

Figure 2: Global and local venting efficiency and water release comparison for three different bottom outlet openings (for a 2-year flood).

Le volume d'eau évacué lors de l'évacuation est très important lorsque les deux vidanges du fond sont ouvertes à 100%, alors que l'efficacité d'évacuation n'augmente pas de façon significative. Cette configuration d'ouverture n'est donc pas recommandée surtout pour les crues avec une période de retour inférieure à 10 ans.

The volume of released water during venting is very significant when both bottom outlets are opened at 100%, even for the minimum initial reservoir level, while the venting efficiency does not increase significantly. So this opening configuration is not recommended specially for flood events with a return period less than 10 years.

L'ouverture de 50% des deux vidanges de fond pendant la crue conduit à environ 35% d'efficacité d'évacuation. De plus, plus de 80% des sédiments qui arrivent au barrage peuvent être évacués en aval. Ces quantités sont beaucoup plus faibles pour une ouverture de 25% des deux vidanges de fond. L'ouverture des deux vidanges de fond à 50% ou garder l'une fermée et l'autre ouverte à 100% semble être le meilleur compromis pour réduire la perte d'eau et en même temps avoir une évacuation de sédiments efficace.

Etude confiée par: Pöyry Iran

Ingénieurs du projet : Sara Venuleo, Sabine Chamoun, Azin Amini, Giovanni De Cesare

Opening 50% of both bottom outlets during the flood event leads to about 35% evacuation efficiency; i.e. 35% of the total sediment that inflow to the reservoir are evacuated. Moreover, more than 80% of sediment that arrives to the dam body can be released downstream. These amounts are much lower for a 25% opening of both bottom outlets. As such, opening both bottom outlets at 50% or keeping one close and the other open at 100% seems to be the best compromise for minimising water losses and thus having effective sediment evacuation.

Study entrusted by: Pöyry Iran

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

1.2.3 Etude de courantologie pour emplacement d'une prise d'eau potable dans le lac de Neuchâtel Secteur Yvonand-Estavayer / *Hydrodynamic study to optimize the location of a drinking water intake in Lake Neuchâtel at Yvonand-Estavayer*

Entrée en vigueur en 2012, la nouvelle loi cantonale sur l'eau potable exige des communes l'établissement pour leur territoire d'un Plan des Infrastructures d'Eau Potable (PIEP). Ce dernier intègre l'état de la distribution actuelle, les besoins en eau (actuels/futurs) ainsi qu'un concept de distribution future. Afin de répondre à un besoin accru en eau à la commune d'Estavayer le Lac, le concept de l'implantation d'une nouvelle prise d'eau est étudié.

L'implantation du projet est contrainte par l'occupation du sol et les infrastructures existantes (Figure 1). La position du projet de captage est limitée au Sud par la réserve naturelle de la Grande Cariçaie, le plus grand marais lacustre de Suisse. Dans le périmètre de projet, on note également la présence d'un point de rejet de station d'épuration (STEP) et d'une station de traitement d'eau potable.

L'étude s'appuie sur trois approches complémentaires. La première est basée sur une expertise des conditions locales. La seconde repose sur une modélisation numérique des vagues et des courants dans la région concernée par le projet à l'aide du logiciel MIKE 21. La troisième approche est basée sur une modélisation numérique de l'advection / dispersion du rejet de la STEP d'Estavayer-le-Lac dans les champs de courants issus du modèle précédent.

Effective since 2012, the new cantonal law on drinking water requires municipalities to establish a Drinking Water Infrastructure Plan (PIEP) for their territory. The latter integrates the current state of water requirements and a future distribution concept. In order to meet an increased need for water in the municipality of Estavayer-le-Lac, the concept of a new water intake installation is studied at LCH.

Implementation of the project is constrained by land use and existing infrastructure. The position of the water intake is limited to the Grande Cariçaie nature reserve, the largest lake swamp in Switzerland, in the South. There is also a wastewater treatment plant outlet point and an existing drinking water treatment plant within the project perimeter (Figure 1).

The study is based on three complementary approaches. First of all, an analysis of wind and tributaries' inflow at the project region is done. Then, numerical wave simulations of the Lake Neuchâtel including the project region are carried out using the MIKE-21 model. Once the waves and wave-induced-currents are defined a numerical Advection/Dispersion model is used to estimate the propagation of the treated water (with an acceptable amount of pollutants) which is injected to the lake from the nearby waste water treatment plant.

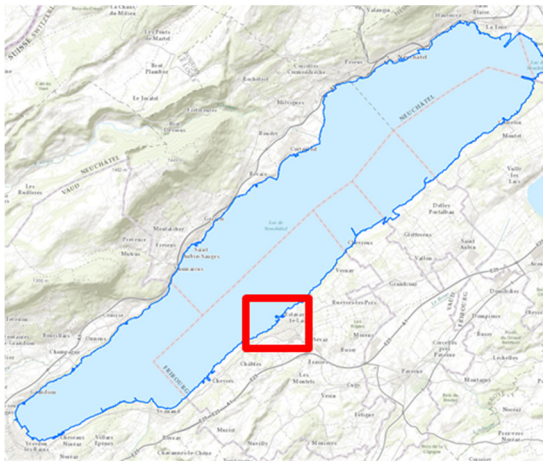


Figure 1: Situation générale du projet.

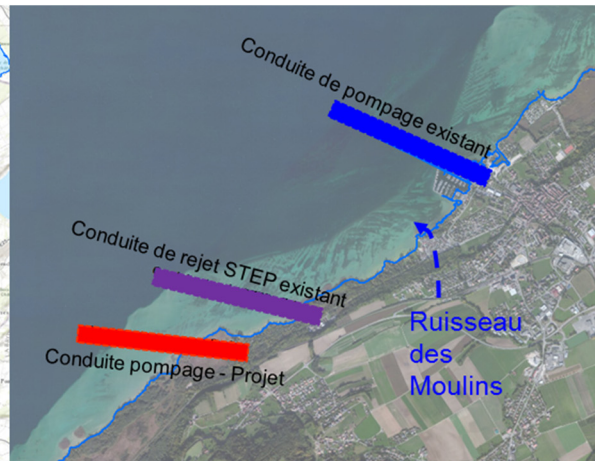


Figure 1: Project situation.

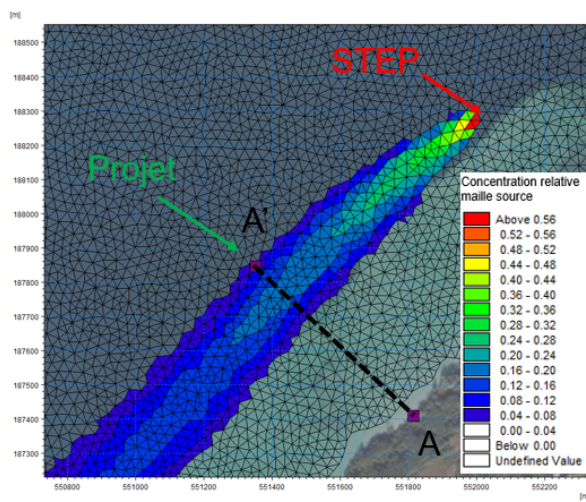


Figure 2: Evolution de la concentration le long du profil AA' - Bise Tr 50 ans.

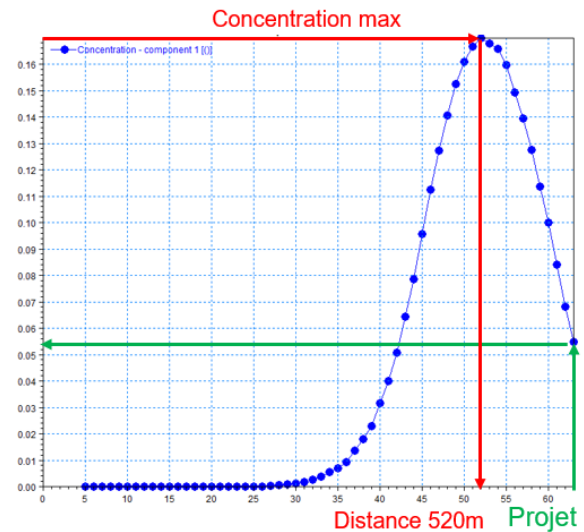


Figure 2: Evolution of the concentration along the AA' profile - Bise Tr 50 years.

L'analyse des vents a fait ressortir que le lac de Neuchâtel est soumis à trois régimes de vent dominant : la Bise, le Vent et le Joran. Les modélisations ont mis en évidence que l'influence des affluents (notamment ruisseau des Moulins) sur la courantologie au point de rejet de la STEP n'est pas significative. Il en résulte des concentrations négligeables au point de projet.

Les sollicitations critiques sur le site du projet sont associées aux courants générés par la Bise. Sous ce régime éolien, le rejet de la STEP est transporté le long de la rive en direction du Sud-Ouest, c'est à dire vers la nouvelle prise d'eau. Les courants propagent le rejet parallèlement à la rive. Les concentrations au projet atteignent 5% par rapport à la concentration du rejet. La direction prédominante de la propagation du panache est située plus proche de la rive.

Wind analysis revealed that Lake Neuchâtel is subject to three dominant wind regimes: the Bise, the Vent and the Joran. The simulations showed that the influence of the tributaries (e.g. ruisseau des Moulins) on the current field in the vicinity of the waste water treatment plant's outlet is not significant. This leads to negligible concentrations at the project point.

The most critical conditions on the project site are associated with the currents generated by the Bise. Under this wind regime, outflow from the waste water treatment plant is transported along the shore in a southwesterly direction, i.e. toward the new water intake. The currents propagate the treated water parallel to the shoreline. The concentration of the pollutants at the project point reaches 5% relative to the initial concentration at the waste water treatment plant's outlet. However, the predominant direction of the treated water propagation is located between the shore and the project point.

La distance entre le projet et le rejet étant importante, les concentrations sont très faibles. Donc l'emplacement la prise d'eau est bien choisi. Avec l'éloignement du point de captage vers le large et en profondeur, les concentrations se réduisent.

It was concluded that the outlet of the wastewater treatment plant is far enough from the project point and the propagated treated water can reach the intake point only with a very low concentration. Which means that the intake point is well situated. As a matter of fact, the water quality will get better by getting deeper and further away from the shoreline.

Etude confiée par: ribi SA ingénieurs hydrauliciens

Study entrusted by: ribi SA ingénieurs hydrauliciens

Ingénieur du projet : Adrien Oriez, Azin Amini

Project engineers : Adrien Oriez, Azin Amini, Giovanni De Cesare

1.2.4 Expertise sur la rupture de la prise d'eau du lac de Z'Mutt / Expertise on the failure of the Z'Mutt water intake

Le lac de Z'Mutt est situé dans la vallée de Zermatt, à l'aval du glacier Z'Mutt, et fait partie de l'aménagement de la Grande Dixence. Une prise d'eau flottante (Figure 1) a été spécialement développée et installée en 1984 pour suivre les grandes variations du plan d'eau du lac de retenue et afin de réduire la quantité de sédiments fins captés. Une maintenance, dont le remplacement complet des boulons connectant les deux parties coulissantes à la partie fixe de la prise d'eau, a été réalisée en automne 2015.

The Z'Mutt Lake is located in the valley of Zermatt, downstream of the glacier Z'Mutt, and is part of the hydroelectric power scheme of "La Grande Dixence". A floating water intake (Figure 1) was specially designed and installed in 1984 to follow the large variations of the reservoir level and to reduce fine sediment input. A maintenance, including renewal of all bolts connecting the two movable and fixed parts of the water intake, was made during Autumn 2015.

Lors du week-end du 5 au 7 juin 2016, une rupture de la prise d'eau au droit de la bague connectant la partie coulissante inférieure et fixe a été constatée. Cette rupture s'est produite lors de la 5ème mise en traction de la bague après le remplacement complet des boulons.

During the weekend of the 5th to the 7th June 2016, a failure of the water intake at the ring connecting the lower movable and fixed parts was noted. This failure appeared during the 5th tension cycle of the ring after the complete bolt renewal.

C'est dans le cadre de cette rupture que le LCH avec le RESSLab de l'EPFL ont été contacté pour en comprendre les causes possibles. Le LCH s'est penché sur les sollicitations hydrauliques probables et le RESSLab sur l'étude de la résistance mécanique de l'assemblage en acier inox.

In the framework of this failure, the LCH with the RESSLab of EPFL were contacted to assess the possible causes. The LCH studied the likely hydraulic loadings and the RESSLab studied the mechanical resistance of the stainless steel assembly.

Différentes hypothèses ont été étudiées par le LCH afin de quantifier différentes sollicitations probables mais exceptionnelles comme, par exemple, une sollicitation dynamique de la bague de liaison ou l'introduction de bulles d'air dans l'aménagement.

Different assumptions were made by the LCH to quantify different likely (but unusual) loads, e.g., a dynamical loadings of the connecting ring and the appearance of air bubbles in the waterway.

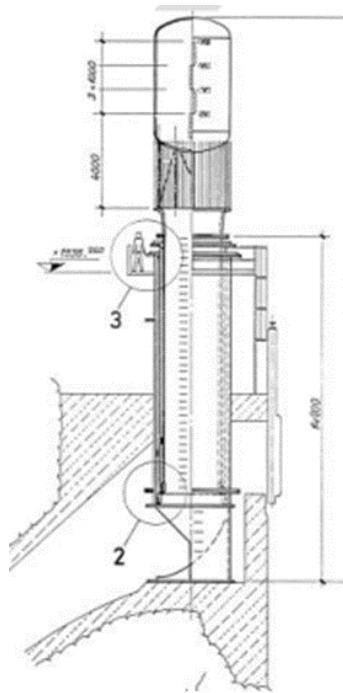


Figure 1: Prise d'eau de Z'Mutt en position basse (source: Hydroexploitation).

Figure 1: Z'Mutt water intake in its lower position (source: Hydroexploitation).

Etude confiée par: HYDRO Exploitation SA, Sion pour Grande Dixence SA, Sion

Study entrusted by: HYDRO Exploitation SA, Sion pour Grande Dixence SA, Sion

Ingénieurs de projet (LCH). Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare

Project Engineers (LCH): Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare

1.2.5 Protection d'un site préhistorique lacustre à Sutz-Lattrigen / Protection of the prehistoric "Pile Dwellings" in Lake Biel at Sutz-Lattrigen

Les sites palafittiques sont un ensemble de vestiges d'habitations lacustres préhistoriques présents autour des lacs et des marais des Alpes et aux abords de l'arc alpin. Les palafittes sont des habitations sur pilotis reliées à la rive par une passerelle. De nombreuses constructions de ce type sont bâties entre 5000 et 500 av. J.-C. Le site palafittique de Sutz-Lattrigen au bord du lac de Bienne est un de ces sites inscrits au patrimoine mondial par l'UNESCO depuis 2011.

The prehistoric "Pile Dwellings" sites in the Alpine region consist of the remains of prehistoric lakeside settlements dating from 5000 to 500 BC. They offer exceptional conservation conditions for organic materials such as wood, textiles, plant remains or bones. One of these sites, which has been nominated as UNESCO heritage since 2011, is located in Sutz-Lattrigen on the shore of Lake Biel.

En raison d'une diminution de 2 m de l'élévation de la surface d'eau dans le lac de Bienne pendant le projet de la correction des eaux du Jura, les pieux sont maintenant exposés à l'érosion induite par les vagues et les courants dans le lac. La diminution de la profondeur d'eau accentue l'exposition aux vagues pour la zone préhistorique dans le lac, ainsi que la rive. Une érosion progressive de la rive jusqu'à 1 m / an est remarquée à certains endroits.

Due to a 2 m decrease of water surface elevation in the Lake Biel during the Jura water correction during the last century, the piles are now exposed to erosion induced by waves and currents in the lake. The shoreline is also subject to high erosion rates and has been eroded up to 1 m/year at some locations.



Figure 1: Situation du projet.

Figure 1: Project situation.

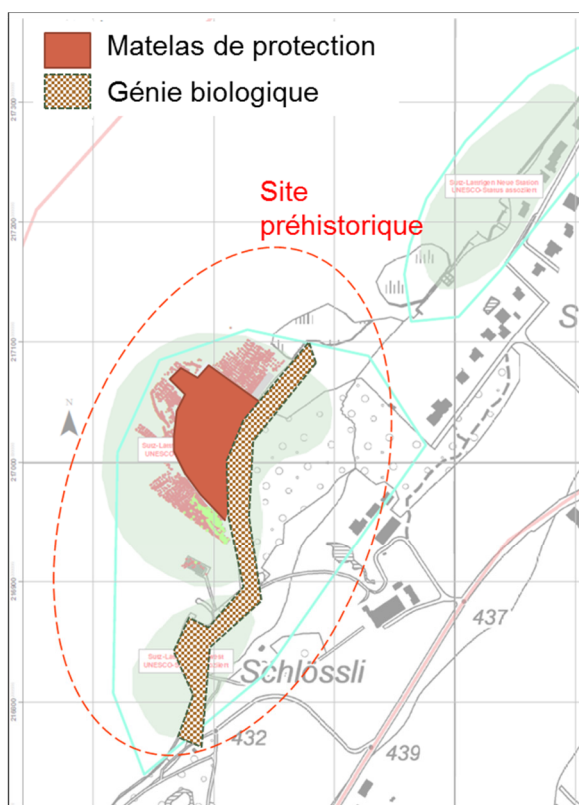


Figure 2: Mesures de protections proposées: Matelas de protection (gauche) digue submergée (droite).

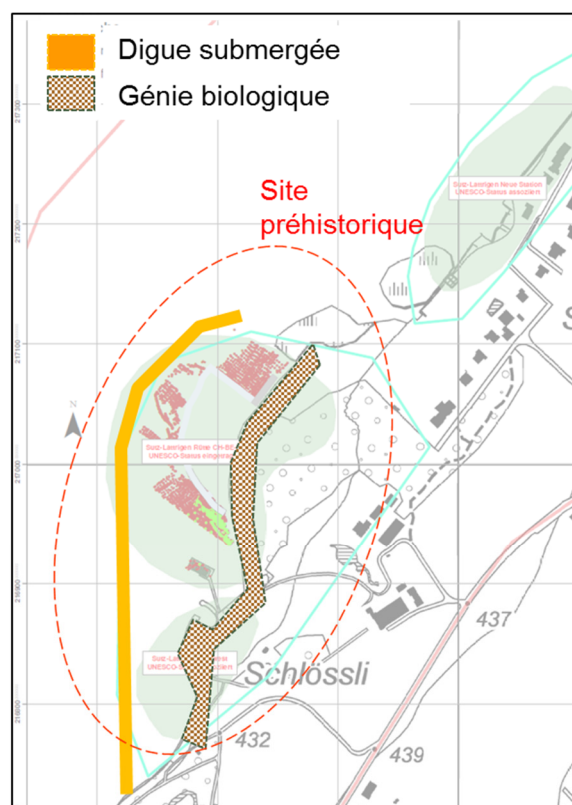


Figure 2: Proposed mitigation solutions: covering the site with a protection mattress (left), construction of a breakwater (right).

Ainsi, l'objectif principal de ce projet est de trouver une solution pour protéger le site préhistorique de l'érosion. Pour atteindre cet objectif, une analyse complète des régimes de vents dans la région est effectuée. Un modèle numérique est ensuite utilisé pour simuler des vagues induites par le vent. Le logiciel MIKE 21 a été utilisé pour simuler les vagues. Sur la base des vagues obtenues, les courants ont été simulés. Le site de Sutz-Lattrigen est situé dans une zone avec une

Thus, the main aim of this project is to find a protection system to avoid the prehistoric site from erosion and destruction. To achieve this purpose, a comprehensive analysis of wind regimes in the region is done. A numerical model is then used to simulate waves under wind conditions. The MIKE 21 software has been used to simulate the wind induced waves. Based on the simulated waves the currents have been simulated. The

exposition maximale aux vagues induites par le régime Vent, un vent venant du Sud-Ouest.

Différentes mesures de protection sont proposées et seront examinées dans les prochains mois pour ce site. L'idée est soit de protéger le site préhistorique en le recouvrant avec des matériaux durables, soit de réduire les sollicitations sur les objets en créant une zone calme derrière une digue submergée. Ces concepts sont présentés ci-dessous (Figure 2). Le rivage peut être protégé en utilisant des méthodes de génie biologique. Les simulations numériques des différentes mesures de protection sont en cours. La solution finale sera choisie compte tenu de l'efficacité de la mesure de protection, de sa durabilité et de son impact sur l'environnement.

Etude confiée par: Service archéologique de canton de Berne

Ingénieur du projet : Azin Amini, Adrien Oriez, Giovanni De Cesare

Sutz–Latrigen site is located in a zone with maximum exposure to waves induced in the Vent regime, a wind blowing from South-West.

Different mitigation measures are proposed and are going to be tested for this site. The idea is either to protect the prehistoric site by covering it with sustainable materials, or to reduce the applied loads on concerned region by creating a calm zone behind a break water. These concepts are shown in Figure 2. The shoreline can be protected using biological engineering methods. The numerical simulations of different mitigation measures are ongoing. The final solution will be chosen considering its effectiveness on protecting the prehistoric site and the shoreline, its sustainability and its impact on the environment.

Study entrusted by: Archeologic service of canton Bern

Project engineers : Azin Amini, Adrien Oriez, Giovanni De Cesare

1.2.6 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 aval 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.

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 intéressants. Plusieurs étapes d'essais sont pré-

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.

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. Different test phases are scheduled: (1) tests with fixed bottom (with both historical

vues: (1) Essais de base avec fond fixe (avec bathymétries historique et elliptique), (2) Essais avec différentes mesures contre l'affouillement (avec bathymétrie elliptique) et détermination de la séquence optimale d'ouverture des vannes.

Pour chaque étape, quatre débits de crue stationnaires sont testés, à savoir : 550, 1'080, 1'575 et 2'400 m³/s.



Figure 1: Forme de la solution finale retenue avec blocs rouges (1.8m) et blocs jaunes (2.2m) en place.

Jusqu'à présent, la phase (1) a été faite. La phase (2) est quasiment terminée de même ; une mesure avec un mur latéral a été testée, une autre avec mur latéral combiné avec des blocs en béton mis en place et une troisième mesure a été testée avec blocs seulement. Les mesures ont été optimisées en testant différentes configurations. De plus, les débits mentionnés ci-dessus ont été testés pour chaque configuration et des tests où une vanne fut consignée ont de même été faits. La solution retenue consiste en la mise en place de blocs de deux dimensions différentes (1.8m et 2.2m en échelle prototype) en suivant la forme des marches existantes sur la topographie du prototype (Figure 1).

En outre, des tests de "mise en place" ont été faits afin de prévoir une méthode pratique pour la phase de construction. Il s'agit de placer la première couche de blocs comme le montre la Figure 2 suivi du reste des blocs placés en vrac en-dessus.

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

and elliptical bathymetry), (2) tests with measures preventing erosion (with elliptical bathymetry) and determination of the optimal opening sequence of the gates.

For each step, four flood discharges are tested, namely : 550, 1'080, 1'575 et 2'400 m³/s.

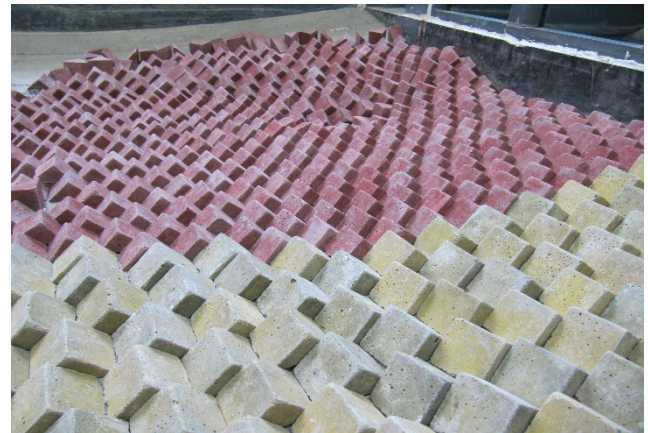


Figure 2: First layer of blocks as placed for the "implementation" tests.

So far, phase (1) has been finished. Phase (2) is almost done as well; one measure consisted of the construction of a lateral wall, another measure consisted in testing the lateral wall combined with concrete blocks placed in the pit. A third measure only considered the blocks. Several configurations were tested to reach an optimized solution for each measure. Additionally, the mentioned discharges were tested for each configuration as well as tests where one gate was closed. The chosen solution consists in placing blocks downstream with two different dimensions (1.8m and 2.2m in prototype scale) positioned following the steps that exist on the prototype's topography (Figure 1).

"Implementation" tests were also performed. Their goal is to find a practical method to position the blocs in the prototype. The first layer of blocks are placed as shown in Figure 2 followed by the remaining blocks, randomly added above.

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

Collaboration: AquaVision Engineering Sàrl

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

1.2.7 **Aménagement de passes à poissons sur le barrage de Rhinau (France) – étude sur modèle physique et numérique / *Implementation of fish ladders on Rhinau dam (France) – physical and numerical model study***

Le programme « Rhin, Saumon 2020 », encadré par la Commission Internationale de Protection du Rhin (CIPR) engage les propriétaires et exploitants des barrages du Rhin à garantir la libre migration des saumons de la mer du Nord jusqu'à Bâle d'ici 2020. A l'heure actuelle, les barrages de Rhinau, situé à une trentaine de kilomètres au sud de Strasbourg, et ceux plus à l'amont de Marckolsheim et de Vogelgrun empêchent encore le passage des salmonidés. Pour remédier à cette situation, l'usine hydroélectrique de Rhinau devra être aménagée de façon à pouvoir recueillir les poissons bloqués devant la sortie de ses turbines.

L'objectif principal de cette étude est d'optimiser sur modèle physique (Figure 1) la forme et le fonctionnement des futures entrées piscicoles. Pour attirer les poissons vers les passes, des débits d'attrait seront délivrés dans le canal de fuite de l'usine à travers plusieurs entrées de passes, en fonction du régime de turbinage. La complexité et l'ampleur de l'ouvrage ont rendu nécessaire le recours à la modélisation physique afin d'assurer la visibilité de ces courants d'attraits.

Les vitesses d'écoulement sont mesurées en 2D grâce à deux sondes UVP fonctionnant en parallèle. De plus, une sonde ultrason permet de contrôler la chute entre les entrées de passes et le niveau d'eau dans le canal de fuite.

Cette instrumentation est installée sur un bras robotisé, permettant une mesure automatique et flexible des vitesses et des hauteurs d'eau à la sortie des turbines.

The program « Rhine, Salmon 2020 », defined by the International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR) aims at assuring the free migration of the salmon of north sea up to Basel for 2020. Currently, the hydropower station of Rhinau, located 30 km South of Strasbourg, and the dams of Marckolsheim and Vogelgrun still block the upstream migration of the fishes. To correct this situation, the Rhinau hydropower station will be upgraded with fish collecting facilities.

The main objective of this study is to optimize the design and the optimization of the fish ladder inlets. In order to attract the fishes in the ladder, water will be spilled in the outlet channel through several inlets, depending on the turbines operation. The complexity and the size of the system has pointed out the necessity of building a physical model (Figure 1) to ensure the visibility of the attraction flows by the fishes.

2D velocity fields are measured in the model with two UVP transducers working in parallel. Also, an ultrasonic probe characterizes the water surface elevation difference between the fish ladder inlets and the downstream channel.

All these measurement devices are installed on a robotic arm, allowing automatic and ubiquitous measurements of the velocity and water surface elevation in the outlet channel.



Figure 1: Modèle physique de la centrale hydroélectrique de Rhinau / Physical model of the Rhinau hydropower station.

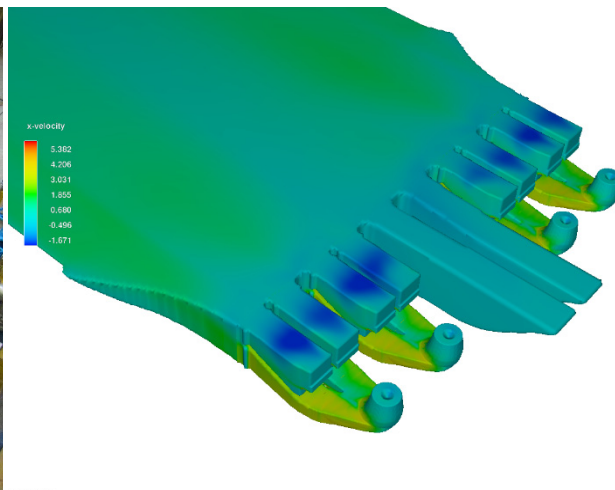


Figure 2: Modèle numérique de la centrale hydroélectrique de Rhinau / Numerical model of the Rhinau hydropower station.

Les phases du projet sont : (1) Construction du modèle à l'échelle 1/35 ; (2) Validation du modèle par comparaison des vitesses d'écoulement de trois configurations de turbinage (débit maximal de 1'400 m³/s, fonctionnements symétrique et asymétrique des turbines) avec celles mesurées sur le terrain ; (3) Installation et optimisation des entrées de passes à poissons. En parallèle et en complément à la modélisation physique, un modèle numérique a été mis en place (Figure 2) avec l'objectif d'avoir, pour d'éventuelles mises au point supplémentaires, un outil de simulation fiable remplaçant le modèle physique. En 2016, les phases (1) et (2) ont été terminées et l'optimisation des entrées de passes débutera en février 2017.

The project phases are: (1) Construction of the physical model with 1/35 scale; (2) Validation of the physical model through the comparison of the flow fields measured on the model and on the prototype for three different turbines operations (maximal discharge of 1'400 m³/s, symmetric and asymmetric operations); (3) Installation and optimization of the fish ladder inlets. As a complement to the physical model, a numerical model has been created (Figure 2), which provides a modelling device for other eventual developments, even after the deconstruction of the physical model. By the end of 2016, the steps (1) and (2) have been carried out. The optimization of the inlets will start in February 2017.

Etude confiée par: EDF (Electricité de France)

Study entrusted by: EDF (Electricité de France)

Ingénieurs du projet: Pierre Bourqui, Azin Amini, Giovanni De Cesare

Project engineers: Pierre Bourqui, Azin Amini, Giovanni De Cesare

1.2.8 Expertise du transport solide de l'Arbogne à Dompierre / Advice on solid transport of the Arbogne River at Dompierre

Lors des travaux de construction de l'autoroute A1 plusieurs travaux de compensation écologique ont été réalisés. Dans le cadre de ces compensations écologiques un tronçon de l'Arbogne, près de Dompierre (FR), a été réaménagé et élargi dans le but d'une revitalisation (Figure 1).

On the occasion of the construction of the highway A1, several ecological compensation measures were effected. Within the framework of these ecological compensations, a section of the Arbogne River near Dompierre (FR) has been rearranged and widened aiming at its revitalization (Figure 1).

Suivant cet élargissement, il a été rapidement constaté que le tronçon concerné agit maintenant comme un dépotoir lors des crues morphogènes. Ceci cause une surélévation du lit de l'Arbogne, augmentant les risques de

In consequence of the river widening, it was soon found that the section concerned now acts as a deposition zone during frequent floods. This causes an elevation of the river bed, increasing

débordements sur ce tronçon (Figure 2). Afin de réduire le risque de débordements, plusieurs variantes ont été conçues. Le LCH fut mandaté pour l'expertise hydraulique et la modélisation du charriage de l'état actuel ainsi que des variantes conçues.

the flood risk in this section (Figure 2). To reduce the risk of flooding, several alternative variants have been conceived. The LCH was in charge of the hydraulic expertise and the modeling of the solid transport for the current state as well as for the new variants.

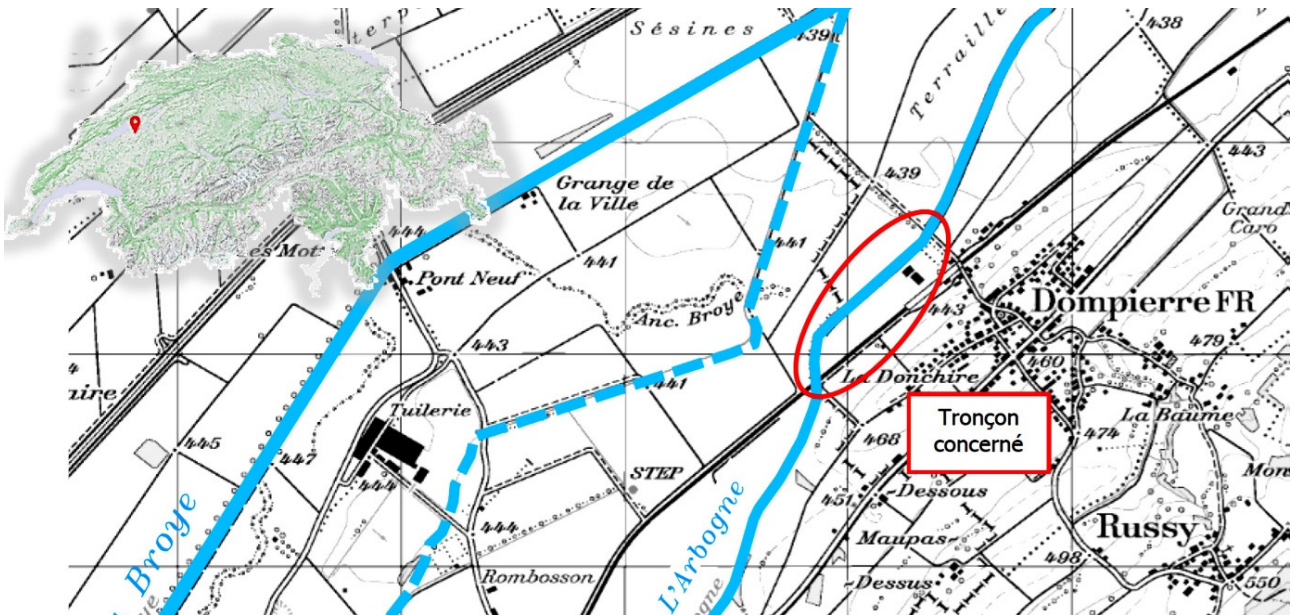


Figure 1: Encart du tronçon concerné de l'Arbogne près de Dompierre.

Figure 1: Map with details of the affected river section of the Arbogne near Dompierre.



Figure 2: Débordement du tronçon concerné de l'Arbogne lors d'une crue.

Figure 2: Flooding of the affected section of the Arbogne.

Etude confiée par: SD ingénierie Fribourg SA pour le Service de l'environnement, Domaine de l'eau du Canton de Fribourg.

Study entrusted by: SD ingénierie Fribourg SA on behalf of the Service de l'environnement, Domaine de l'eau, Canton of Fribourg.

Ingénieurs de Projet: Sebastian Schwindt, Giovanni De Cesare

Project engineers: Sebastian Schwindt, Giovanni De Cesare

1.2.9 CEVA Secteur 7 – Etude sur modèle physique d'un siphon autoamorçant / CEVA Sector 7 - Study on a physical model of a self-priming siphon

Le projet global dans lequel s'inscrit cette étude est la réalisation de la liaison ferroviaire entre la gare Cornavin, la gare des Eaux Vives et Annemasse (CEVA). La zone étudiée se situe dans le secteur 7: tranchée couverte mise en place par parois moulées située entre la gare de Chêne Bourg et la frontière française (cours d'eau du Foron). La mise en place de la tranchée couverte coupe l'écoulement de la nappe phréatique ce qui entraîne une mise en charge et une élévation de la nappe malgré l'évacuation partielle des eaux par le Foron. Ce phénomène sera amplifié au moment où la tranchée couverte coupera les écoulements au niveau du Foron (frontière française).

Le mandant du projet, CFF, a équipé une trentaine de puits dans le but de transiter les eaux de la nappe par pompage pour reproduire l'écoulement initial sans générer de montée des eaux. Des soucis d'exploitation de cette solution (ensablement et coûts d'exploitation élevés) ont mené vers une réflexion de trouver une solution alternative consistant à mettre en place des siphons autoamorçant, objets de nos études actuelles, en lieu et place des puits de pompage.

Le principe de fonctionnement du système repose sur le maintien de la dépression dans ce que l'on appellera la boîte étanche (Figure 1), ce qui gardera le siphon amorcé et permettra de transiter un débit liquide de part et d'autre de la galerie du CEVA.

L'objectif de ce modèle physique est double :

- Caractériser les conditions d'amorçage et de stabilité du système par le maintien de la dépression dans la boîte étanche.
- Caractériser les conditions limites de fonctionnement du système: aspiration d'air insuffisante par l'écoulement ou ennoiment de la boîte par l'aval.

Le modèle (Figure 2) est réalisé à l'échelle 1:1 à l'exception de la conduite horizontale (15 m de long dans le cas réel). La perte de charge linéaire sera simulée par l'ajout d'une vanne de perte de charge équivalente.

This study is framed in the realization of a rail link between the train stations of Cornavin, Eaux Vives and Annemasse (CEVA). The study area is in sector 7: covered tunnel with slurry walls located between the train station Chêne Bourg and the French border (water-course of Foron). The installation of the covered trench cuts the groundwater table flow, which causes a rise of the water table in spite of the partial evacuation of water by the Foron. This phenomenon will be amplified in the moment when the covered trench will cut the flows at the Foron.

The client of the project, CFF, has equipped about thirty wells with the aim of transmitting the water of the groundwater table by pumping to reproduce the initial flow without generating a rise in the water table. Concerns regarding the exploitation of this solution (construction and high operating costs) led to search an alternative solution consisting of setting up self-priming siphons, objects of the current studies, instead of the pumping wells.

The principle of operation of the system is based on the maintenance of negative pressures in the so-called sealed box (Figure 1), which will keep the siphon primed, allowing the liquid flow to be transmitted on either side of the tunnel of CEVA.

The objective of this physical model is double:

- *Characterize the conditions of self-priming and stability of the system by maintaining negative pressures in the sealed box.*
- *Characterize the limiting operating conditions of the system: insufficient suction of air by the flow or flooding of the box from downstream.*

The model (Figure 2) is carried out on a 1:1 scale except for the horizontal conduit (15 m length in real case). The linear head losses will be simulated by the addition of a valve to create equivalent pressure drop.

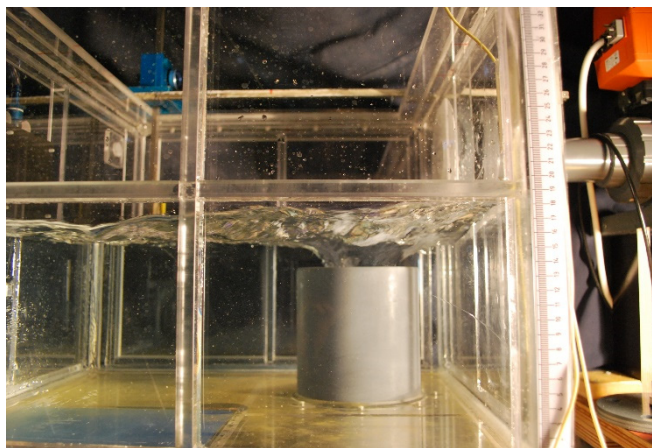


Figure 1 Tulipe d'écoulement dans la boîte étanche.

Figure 1: Funnel in the sealed box.



Figure 2: Photo et schéma du modèle.

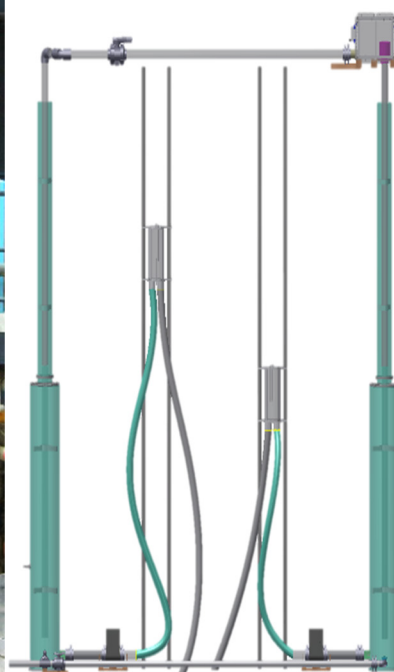


Figure 2: Picture and schematic drawing of the model.

Les niveaux de nappe amont et aval sont reproduits par des réservoirs circulaires de grand diamètre alimenté par une pompe; les niveaux sont régulés par des déversoirs mobiles réglables manuellement en hauteur.

La boîte étanche est équipée d'une tulipe d'écoulement (déversoir circulaire) dont la forme intérieure est façonnée selon le design d'un déversoir standard dans le but d'améliorer l'adhérence du jet.

Des capteurs de pression sont disposés dans la boîte étanche et dans les réservoirs amont et aval et des débitmètres permettent de connaître les débits dans le système alimenté en boucle autonome par une pompe, ce qui permet un maintien des niveaux d'eau.

The upstream and downstream water levels are reproduced by large circular tanks supplied by a pump; levels are regulated by movable overfall structures, which can be manually ad-justed in height.

The sealed box is equipped with a funnel (circular weir), whose inner profile is shaped according to the design of a standard weir in order to improve the adherence of the jet.

Pressure sensors are placed in the sealed box and in the upstream and downstream reservoirs. Flowmeters enable to know the discharges in the closed system supplied by a pump, which permits constant water levels.

Les essais sur modèle physique se décomposent en trois phases :

Essais avec alimentation directe de la boîte à pression atmosphérique: cette phase permet de caractériser l'écoulement de la tulipe (débit, hauteur d'eau). L'alimentation de la boîte s'effectue en la branchant directement sur le réseau incendie.

Essais avec alimentation directe de la boîte en dépression: la boîte est refermée de manière étanche à l'air, permettant de mesurer le débit d'air entraîné par l'écoulement à l'aide des rotamètres.

Essais avec amorçage du siphon (par pompe à vide ou éjecteur venturi): durant cette phase la stabilité du siphon préalablement amorcé sera caractérisée en fonction des niveaux amont/aval ainsi que de la hauteur d'eau dans la boîte étanche.

Etude confiée par: BG Ingénieurs Conseils SA
Ingénieurs de Projet: Furlan Paloma, De Cesare Giovanni

The physical model tests can be divided into three phases:

Tests with direct supply to the box under atmospheric pressure: this phase will allow characterizing the flow of the funnel (discharge, height of water). The box is connected directly to the fire network for water supply.

Tests with direct supply to the box with negative pressures: the box is closed in an airtight manner, making it possible to measure the flow of air carried by the flow with the aid of the rotameters.

Tests with priming of the siphon (by vacuum pump or venturi ejector): during this phase, the stability of the pre-primed siphon will be characterized as a function of the upstream / downstream levels as well as the height of water in the sealed box.

*Study entrusted by: CFF – Projet CEVA;
Collaboration: BG Ingénieurs Conseils SA*

Project engineers: Furlan Paloma, De Cesare Giovanni

1.2.10 Conception et dimensionnement d'une centre de recherche et développement en hydroélectricité au Bhoutan / Scoping, design and engineering consultancy for hydropower research and development centre in Bhutan

Installé au pied de l'Himalaya, le Bhoutan veut à accroître sa production hydroélectrique, une de ses seules ressources endogènes, notamment pour la vendre à son voisin indien. Le potentiel est énorme, puisque seuls 5% sont actuellement exploités. D'ici à 2030, le gouvernement a l'intention d'installer environ 11 GW, soit près de 8 fois plus qu'aujourd'hui.

Pour ce faire, le pays du bonheur national brut, riche de traditions séculaires et encore relativement imperméable à la mondialisation, prend un chemin plus long mais plus durable. Le Bhoutan veut s'assurer de posséder toutes les compétences à l'interne pour développer, exploiter et entretenir ses nouveaux barrages. Il mise donc sur un centre de recherche et développement en hydroélectricité, mais avec l'aide des conseils d'experts. C'est ainsi que l'EPFL via le Centre de l'énergie et trois

Bhutan, which sits in the Himalayan foothills, wants to expand its production of hydropower, one of the country's only indigenous resources, in part to sell it to neighboring India. Only 5% of this resource has been exploited, meaning there is enormous untapped potential. The Bhutanese government aims to install around 11 GW in capacity by 2030, which is nearly eight times the country's current level.

Yet Bhutan – a country known for its Gross National Happiness Index, age-old traditions and resistance to globalization – is in no hurry. It wants to be sure it has all the skills and knowledge needed to develop, operate and maintain its new dams without foreign assistance. It has only called on outside experts to help it set up its Hydropower Research and Development Center. EPFL, through its Energy Center and three laboratories and in association

laboratoires, en association avec l'entreprise BG Ingénieurs Conseils, a répondu à l'appel d'offre du gouvernement. Et l'a remporté.

Le projet a impliqué trois laboratoires de l'EPFL : le Laboratoire des constructions hydrauliques (LCH), le Laboratoire des machines hydraulique (LMH), et la Chaire La Poste en management des industries de réseau (MIR). Le LCH a proposé trois services :

with BG Consulting Engineers, responded to Bhutan's request for proposals – and won.

Three EPFL labs are involved in the project: The Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH), the Laboratory for Hydraulic Machines (LMH) and the Swiss Post Management of Network Industries Chair (MIR). Three services have been proposed by LCH:



Figure 1: Le barrage de Chukha en Bhutan pendant une visite. / Chukha Dam in Bhutan during a visit.



Figure 2: Prof. Schleiss devant le barrage. / Prof. Schleiss in front of the dam.

La feuille de route vient d'être remise fin 2016 au mandataire bhoutanais. Le Centre de recherche et développement comprendra neuf centres d'excellence qui couvrent l'entier de la chaîne de valeur de la production hydroélectrique. Il sera apte à répondre à tous les besoins internes, de la planification à l'exploitation, de la formation à la construction et à la maintenance ; de la sécurité à l'optimisation des coûts.

EPFL submitted its roadmap to the procuring agency at the end of 2016. The Research and Development Center will include nine centers of excellence that cover the entire hydropower production value chain. It will handle all domestic needs, from planning to operations, from training to construction and maintenance, and from safety to cost optimization.

Le Centre R&D aura aussi une mission stratégique de recherche, en particulier dans le domaine de la gestion des sédiments, des structures hydrauliques ou de l'optimisation. Il la réalisera en collaboration avec d'autres universités, par exemple l'Université du Bhoutan mais également à travers des collaborations internationales notamment avec l'EPFL. En combinant le volet opérationnel et le volet recherche, l'idée est de promouvoir un centre compétitif, attractif, rentable et de grande renommée. A terme, il comptera plus d'une centaine de personnes et sera un véritable levier de développement social et économique pour le pays.

The R&D center will also be given a strategic research mission, with a particular focus on managing sediment, hydraulic structures and optimization. It will carry out this mission in conjunction with other universities, such as the Royal University of Bhutan, and through international partnerships including with EPFL. The idea behind combining operating and research responsibilities under one roof is to make the center competitive, attractive and profitable and to build its reputation. It will eventually employ around 100 people and will spur both social and economic growth in the country.

Etude confiée par: *Druck: Green Power Corporation Ltd., Bhutan*

Study entrusted by: Druck: Green Power Corporation Ltd., Bhutan

Ingénieurs de Projet: Azin Amini, Pedro Manso, Alain Foehn, Giovanni De Cesare

Project engineers: Azin Amini, Pedro Manso, Alain Foehn, Giovanni De Cesare

2 Enseignement / Teaching

2.1 Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2015/2016) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2015/2016)

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> 125 étudiants / students	42 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres avec Dr M. Pfister
Barrages et ouvrages hydrauliques annexes <i>Dams and appurtenant hydraulic structures</i> 49 étudiants / students	42 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres
Hydraulique fluviale et aménagements des cours d'eau <i>Fluvial hydraulics and river training works</i> 34 étudiants / students	42 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres avec Dr K. Blanckaert
Organisation, économie et droit de la construction I <i>Organisation, économie, construction law I</i> 79 étudiants / students	28 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres 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> 17 étudiants / students	28 heures, Master 2 ^{ème} et 4 ^{ème} semestres Prof. J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargés de cours
Ouvrages et aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 114 étudiants / students (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre avec Dr G. De Cesare et Dr M. Franca

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

Systèmes hydrauliques urbains <i>Urban hydraulic systems</i> 34 étudiants / students	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
--	---

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

Ouvrages et aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 114 étudiants / students (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss et Dr M. Franca
Réseaux hydrauliques et énergétiques <i>Hydraulic and energy networks</i> 44 étudiants / students	42 heures, Master 2 ^{ème} et 4 ^{ème} semestres

Mário J. Franca, Dr ès Sciences, ingénieur civil / Ph.D., Civil Engineer

Ouvrages et aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 114 étudiants / students (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss et Dr G. De Cesare
---	--

Blanckaert Koen, Dr ès Sciences, ingénieur civil / Ph.D., Civil Engineer

Hydraulique fluviale et aménagements
des cours d'eau
Fluvial hydraulics and river training works
34 étudiants / *students*

42 heures, Master 1^{er} et 3^{ème} 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
32 étudiants / *students*

28 heures, Master 1^{er} et 3^{ème} semestres

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

UEE03: Quartiers, infrastructures et aménagement
durables
*UEE03 : Urban neighborhoods, infrastructures &
sustainable development*
19 étudiants/ *students*

48 heures, Bachelor 6^{ème} semestre
avec Dr P. Tosolini et Prof. J.L. Scartezzini

2.2 Cours hors EPFL / Courses outside EPFL

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

NEXUS Water Food Energy Summer School, TUM, Munich, 26 août 2016
Treatment of complex problems by a global and integrated approach by the help of network thinking
30 étudiants / students 4 heures

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^{ème} année

13 étudiants / students

Aménagements hydrauliques / *Hydraulic schemes* 84 heures

Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 3/4^{èmes} années

19 étudiants / students

Réseaux hydrauliques / *Hydraulic networks* 36 heures

Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 3/4^{èmes} années

17 étudiants / students

Haute Ecole d'Ingénierie (HES-SO Valais-Wallis), Sion, Suisse / *University of Applied Sciences (HES-SO Valais-Wallis), School of Engineering, Sion, Switzerland*

Aménagements hydroélectriques – génie civil et structures / *Hydropower schemes – civil engineering and structures* 8 heures

11 étudiants / students

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

Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR), Fribourg, Suisse / *University of Applied Sciences and architecture of Fribourg (HEIA-FR), Fribourg, Switzerland*

Hydraulique générale 1 / *General hydraulics I* 64 heures

Filière Génie Civil, semestre d'automne

35 étudiants / students

Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR), Fribourg, Suisse / *University of Applied Sciences and architecture of Fribourg (HEIA-FR), Fribourg, Switzerland*

Hydraulique générale 2 / *General hydraulics 2* 64 heures

Filière Génie Civil, semestre d'automne

35 étudiants / students

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

NRP70 / SCCER-SoE PhD School, Leukerbad, 18-21 octobre 2016

Key findings of ongoing research 2 heures

20 étudiants / students avec Dr A. Amini

Mário J. Franca, Dr ès Sciences, ingénieur civil / *Ph.D., Civil Engineer*

ETHZ-EPFL Summer School, Losone, 29 juin – 1 juillet 2016

Fluvial geomorphology in the lab 1.5 heures

31 étudiants / students

W.A.T.E.R, Vrije Universiteit Brussels, Ostende, 1 août 2016
Introduction to acoustic Doppler techniques 8 heures
Fluvial geomorphology in the lab 8 heures
8 étudiants / *students*

Amini Azin, Dr ès Sciences, ingénieur civil / *Ph.D., Civil Engineer*

NRP70 / SCCER-SoE PhD School, Leukerbad, 18-21 octobre 2016

Key findings of ongoing research 2 heures
20 étudiants / *students* avec Dr P. Manso

2.3 Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2015-2016, de printemps 2016 / Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2015-2016 spring semester 2016

Projet de construction / *Construction project*

Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse – Gletsch-Oberwald

Etudiant : Dia Dieynaba Anne – 7^{ème} semestre

Barrage en étranger ou en Suisse

Etudiant : Dubuis Romain – 9^{ème} semestre

Avant projet d'une petite centrale hydro-électrique en Suisse – Gletsch-Oberwald

Etudiant : Leroquais Anne – 7^{ème} semestre

Etudiant : Gaillard Valentin – Exchange student

Conception d'un mini aménagement de pompage-turbinage en milieu résidentiel - Projet Solar Decathlon

Etudiants : Bouchez Pierre, Biedermann Joël, Ylla Arbos Claudia, Maxit Yoann – 8^{ème} semestre

Projet de barrage, avec ses ouvrages annexes en Suisse – barrage de Trift

Etudiants : Maître Anthony, Nosedà Mattia, Glassey Thomas, Morand Grégory – 8^{ème} semestre

Avant projet d'une petite centrale hydroélectrique au Cameroun

Etudiants : Pasquier Olivier – 8^{ème} semestre

Projet d'aménagement et de renaturation d'un cours d'eau en Suisse romande – la Broye

Etudiant : Bienz Maxime – 8^{ème} semestre

Laboratoire GC / *GC Laboratories*

Participation à des essais en cours au laboratoire

Etudiant : Del Drago Filippo – 8^{ème} semestre

Projet de systèmes civils / *Civil system project*

Analyse d'extension et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes en Suisse (vallées de Tourtemagne et d'Anniviers)

Etudiant : Plagué Arthur – 9^{ème} semestre

Optimisation d'un réseau d'adduction et de distribution d'eau potable

Etudiant : Maxit Yoann – 7^{ème} semestre

Potentiel de réduction de frottement dans les galeries en charges des aménagements hydroélectriques suisses

Etudiant : Monay Blaise – 7^{ème} semestre

Partage du risque hydrologique dans le domaine hydroélectrique en Suisse et à l'étranger

Etudiant: Calixte Emeline – 9^{ème} semestre

Projet GC / *Civil Engineering project*

Analyse d'extension et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes en Suisse (EKW – Engadiner Kraftwerke)

Etudiant : Giovanni Marco – 8^{ème} semestre

Optimisation d'un réseau d'adduction et de distribution d'eau potable

Etudiants : Del Drago Filippo, Oliveira Machado Vera, Balas Nicolas, Leroquais Anne – 8^{ème} semestre

Partage du risque hydrologique dans le domaine hydroélectrique en Suisse et à l'étranger

Etudiants : Vuarchex Anthony, Richard Nathan, – 8^{ème} semestre

Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse – Val d’Illiez (VS)

Etudiants : Clerc Basile, Müller Livia, Loverius Marie, Schmid Nicola, Zarate Mendieta, Ngateu Mfabo – 6^{ème} semestre

Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse – Val d’Illiez (VS)

Etudiant en échange : Ballbé Marc

Projet de renaturation d'un cours d'eau en Suisse romande – la Broye

Etudiants : Gaertner Vincent, Cloesen Hanne – 6^{ème} semestre

Avant-projet d'une petite centrale hydroélectrique au Cameroun

Etudiant : Kouemeni Tchangoue – 6^{ème} semestre

Projet interdisciplinaire / Interdisciplinary project

Le canal du Rhin au Rhone - une utopie ?

Etudiants : Voisin Baptiste, Gardeta Vélez Claudia – 7^{ème} semestre

Le risque de guerre de l'eau au Proche-Orient

Etudiant : Chihab Anas – 7^{ème} semestre

Le risque de guerre de l'eau au Proche-Orient

Etudiants : König Michaël, Bennani Mohamed – 8^{ème} semestre

Le risque de guerre de l'eau au Proche-Orient

Etudiant : Fokri Saad – 10^{ème} semestre

Le risque de guerre de l'eau au Proche-Orient

Etudiants en échange : Mangin Thiébault, Sauviat Antoine

Le projet de barrage des Trois-Gorges, en Chine

Etudiants : Riffi Tamasamani Hamza, Sharabi Levy – 7^{ème} semestre

Le projet de barrage des Trois-Gorges, en Chine

Etudiant en échange : Magat Jean-Baptiste

Facteur de gain des aménagements de production d'électricité

Etudiant : Cousin Benoît – 7^{ème} semestre

Accidents majeurs/catastrophes dans le domaine des aménagements hydrauliques y compris les barrages

Etudiant : Masnada Anthony – 10^{ème} semestre

Evolution du parc des éoliennes en Europe et la conséquence sur le besoin de l'énergie réglable (nécessité des aménagements pour page-turbinage)

Etudiant : Pagani Paolo – 8^{ème} semestre

Projet ENAC / ENAC project

Le projet de barrage des Trois-Gorges, en Chine

Etudiants : Prevost Quentin, Richard Nathan – 7^{ème} semestre

Accidents majeurs/catastrophes dans le domaine des aménagements hydrauliques y compris les barrages

Etudiants : Tissot Maxence, Duval Maxime – 8^{ème} semestre

Le barrage d'Assouan, sur le Nil

Etudiants : Fokri Saad – 10^{ème} semestre

Barrage d'Assouan

Etudiants : Bennani Mohamed – 8^{ème} semestre

2.4 Projets et laboratoires en section SIE – semestres d'hiver 2015-2016 / Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2015-2016

Projet SIE / *Environmental science and engineering project*

Modelling of water distribution networks in order to detect leak locations

Etudiants : Mentha Max, Tosi Robinson Dorian – 9^{ème} semestre

Les risques de guerre de l'eau en Asie centrale

Etudiante : Chrobot Pauline – 9^{ème} semestre

Projet d'aménagement et de renaturation de la Broye en Suisse Romande

Etudiant : Henriot Charles - – 8^{ème} semestre

Géopolitique de l'eau : Canal trans-océanique au Nicaragua

Etudiant : Benoit à la Guillaume Léo - – 8^{ème} semestre

2.5 Travaux de Master 2015-2016 (Automne) et 2016 (Printemps) / *Master thesis project 2015-2016 (Autumn) and 2016 (Spring)*

Design of steel-lined pressure tunnels and shafts: new and innovative probabilistic approaches for reliability assessment

Diplômante GC : Muller Gabrielle (Lauréate Prix IM)

Air-entrainment at plunging jet

Diplômante GC : Bertola Numa

Aménagement hydroélectrique et nouveau barrage de Gorner

Diplômant GC : George-Molland Philippe

Aménagement hydroélectrique et barrage d'Oberaletsch

Diplômante GC: Calixte Emeline

Design of the Balintongon Multipurpose Project (MPP)

Diplômant GC : Berchtold Marc-André

Aménagement hydroélectrique de pompage-turbinage de Mauvoisin-Corbassière

Diplômant GC : Lequeux Larry

Numerical simulation of dam break flood wave propagation in the Rhone River. From dam breach formation to loss assessment

Diplômant GC: Darcourt Antonin (Lauréat Prix Stucky)

Étude expérimentale de l'impact de la géométrie d'orifices de barrages filtrants sur le transport solide

Diplômante SIE: Sakho Aïdatou

Heat recovery from sewers

Diplômante SIE: Piccinini Laura

Development of the Hydro-Morphological Index of Diversity (HMID) at the Sarine floodplain

Diplômant SIE: Pierre Bourqui

Modeling and analysis of pipe failure in the Winterthur water network

Diplômante SIE : Popa Iulia-Cristina

Influence of bank macro-roughness on the transport of suspended sediments

Diplômant SIE : Maechler Gaétan

Etude de variantes dans le cadre de l'avant-projet d'une revitalisation de l'embouchure du Batschiederbach dans le Rhône

Diplômante SIE : Dressler Yasmin

Prévision saisonnière des débits

Diplômant SIE : Laulagnet Alexis

Venting turbidity currents

Exchange student : Chen Yueyang

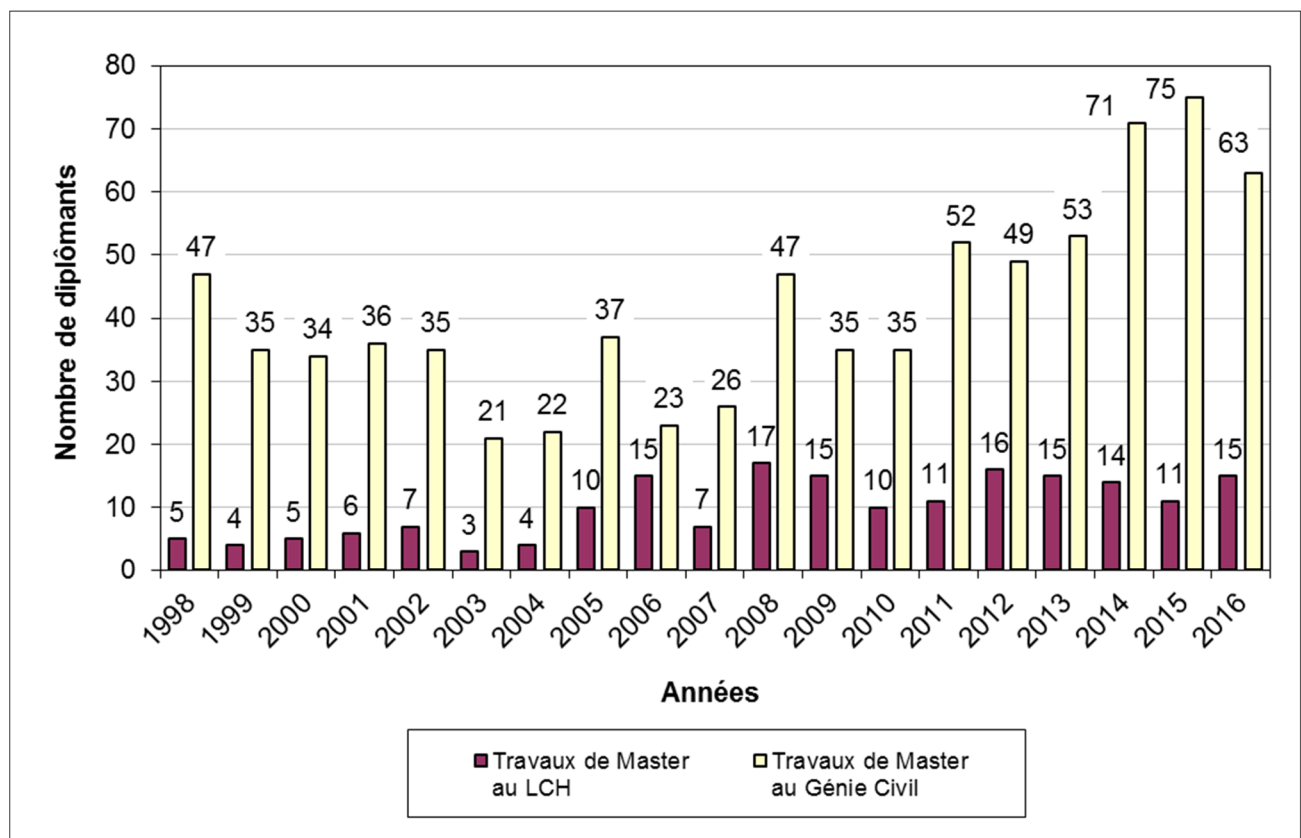
L'optimisation d'une micro-centrale avec rehaussement d'un lac naturel (Lac des Vaux, Valais)

Exchange student: Gaillard Valentin

Accompagnement travaux de master en architecture

Rêverie urbaine: habiter les rives de l'Aar

Diplômante AR : De Jong Floriane



Nombre total des travaux de Master à la section de génie civil et nombre total des travaux réalisés au LCH (étudiant(e)s science de l'environnement inclus et ERASMUS exclus)

2.6 Excursions d'étudiants / *Student field trips*

2.6.1 Visite du barrage de Montsalvens et l'usine hydroélectrique de Broc, 09.03.2016

Le 9 mars 2016 une sortie a été organisée par les étudiants de la deuxième année du génie civil. Dr Pedro Manso ainsi que les assistants Davide Wüthrich, Jessica Zordan et Ana Clara Santos ont accompagné les étudiants pour la visite du barrage de Montsalvens et l'usine hydroélectrique de Broc. Un bon apéro à la fin de la visite a animé des discussions avec les collaborateurs de « Groupe E » avant la visite de l'usine de chocolat voisine (Cailler).



Les étudiants pendant la visite

2.6.2 Visite de l'usine de potabilisation, Service des eaux, Lausanne, 14.03.2016

Dans le cadre du cours Réseaux hydrauliques et énergétiques, Giovanni De Cesare a organisé une visite de l'Usine d'eau potable de Lutry. 32 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

2.6.3 Visite à Val d'Illiez, 22.04.2016

Les étudiants qui ont développé le projet de semestre intitulé « Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse » sont allés visiter la région de son cas d'application, le Val d'Illiez, au canton du Valais. Cette visite c'est passé le 22 avril, accompagné par l'assistante Ana Clara Santos et par M. Pierre-Alain Galé responsable par un aménagement qui a été mis en œuvre dans ce même endroit.

La visite a compris les structures de l'aménagement existant, dès la prise d'eau jusqu'à la centrale et M. Galé a partagé des informations techniques sur l'aménagement et sa expérience avec ce projet, aussi répondant les questions des étudiants.



Le groupe des étudiants avec M. Galé

2.6.4 Visite de l'aménagement hydroélectrique de Hagneck, 09.05.2016

Le lundi 9 mai 2016, un groupe de collaborateur du LCH s'est rendu avec 35 étudiants au barrage de Hagneck afin de visiter le nouvel aménagement. Le 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

2.6.5 Barrage de Rossens et de Schiffenen, sortie du 22 novembre 2016

On 22nd November 2016 a visit to the Rossens and the Schiffenen dam was organized for students, of a "Barrage" course, accompanied by Prof. Schleiss and doctoral students Ivan Stojnic, Sara Venuleo, Dora Salgueiro and Chengfei Shao. These two arc dams are located on the river Sarin in the Canton of Fribourg. The group was welcomed by engineers working on site, which explained all elements of the dam (e.g., power plant, valves, drainage as well as the monitoring system). At the end of the visit, a nice Aperó was organized by the hosts which led to discussions with the site engineers.



Figures : 1) Dans le barrage de Rossens; 2) Au fond du barrage de Rossens; 3) Photo de group

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, 714 pages, ISBN 978-2-88074-831-9, disponible aux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (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)

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)

S. Erpicum – F. Laugier – M. Pfister - M. Pirotton – 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.

Gunn R.M., Manso P., Balissat M., Schleiss A., Mouvet L

Numerical Analysis of Dams. Thirteenth ICOLD International Benchmark Workshop. Published by the Swiss Committee on Dams. 401 pages, Swiss Committee on Dams, septembre 2015 (<http://www.swissdams.ch/>)

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, <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, <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, <http://www.livres.ch/>

3 Manifestations scientifiques / Scientific events

3.1 Participation à des manifestations scientifiques hors EPFL

3.1.1 ASIA 2016: Sixth International Conference and Exhibition on Water Resources and Hydropower Development in Asia National Convention Centre, Vientiane, Lao PDR 1 to 3 March 2016

ASIA 2016 was officially opened on 1 March by His Excellency Dr Khammany Inthirath, Minister of Energy and Mines of Lao PDR. As President ICOLD Prof. Schleiss was invited to give a keynote speech entitled « The worldwide role of hydropower in sustainable multipurpose schemes development » during the opening plenary session.

A total of 825 delegates from 47 nations took part, an increase of nearly 30 per cent compared with ASIA 2010 in Sarawak, which had previously been the best attended conference in this series. The high level of participation reflected the interest of the international water resources community in the impressive hydro development programme of Lao PDR, the investment opportunities in the host country and in other South East Asian nations, and the practical and topical issues covered by the three-day programme and pre-conference training workshops.

High on the agenda were issues such as: structuring projects and managing hydropower contracts; project finance, legal aspects, concession agreements and risk management; transboundary issues; assessing and dealing with environmental impacts; climate resilience; dam and powerplant safety; and, innovations in technology for large and small hydro plants and for dams (more information see www.hydropower-dams.com).



3.1.2 CCES (Competence Center Environment and Sustainability) Conference 2016, Zurich, February 10th 2016

On February 10th the LCH was represented by José Pedro Matos at the CCES Conference 2016 in Zurich, where he took part in the presentation “Many users – one river, collaboration in transboundary water management” with Prof. Bernhard Wehrli from the ETHZ and EAWAG. This was the final conference of CCES and an occasion to summarize the learnt lessons and compare points of view. Indeed, CCES has bet substantially on interdisciplinarity from its onset, which provided for an extremely interesting range of topics and points of view being covered.

The presentation LCH took part in addressed the issues associated with water resources management in environments facing challenges of constrained water availability and financial resources. In particular, it focused on the interactions that take place when transboundary issues come into play. Finally, it explored the main drivers of these interactions and possible contributions to render them more effective. The knowledge building up to the presentation was gained through participations in the now concluded African Dams Project (ADAPT) and the ongoing ADAPT-DB (ADAPT database

for Africa), whose activities on the Zambezi River Basin – a basin shared by 8 sub-Saharan countries where issues of water scarcity are a major concern – provided valuable insights and experience on the topic.



On the left the moment of LCH's presentation; on the right the audience at Auditorium Maximum, ETH Zurich.

3.1.3 **African Dams Project Database. Presentation of the water resources database for Africa to local institutions in Mozambique, Zimbabwe, Zambia, and Angola, March 2016.**

Having participated in the Swiss African Dams Project (ADAPT 2009-2013, www.cces.ethz.ch/projects/nature/adapt), the LCH has been developing a water resources online database (zambezi.epfl.ch) with a thought for Southern African institutions. The ADAPT-DB project – a water resources database for Africa – has been going on for nearly two years with a major contribution of the LCH. In its scope, an open-source database, with particularly interesting forecasting capabilities has been developed. During the month of March, this outcome of the project was presented to a number of stakeholders in four African countries: Mozambique, Zimbabwe, Zambia, and Angola.

In the course of a tiring but also rewarding trip, contacts were made with the Eduardo Mondlane University (Maputo, Mozambique), the Mozambican National Water Agency (Direcção Nacional das Águas), Hidroelétrica de Cahora Bassa (HCB, managing the Cahora Bassa dam), ARA-Zambeze (state entity managing the Mozambican part of the Zambezi Basin), the Zambezi Watercourse Commission (ZAMCOM), the Zimbabwe National Water Authority, the Zambezi River Authority (managing the Kariba dam), World Wildlife Fund Zambia, the Water Resources Management Agency of Zambia, and the Angolan National Institute of Water Resources (Instituto Nacional de Recursos Hídricos).

The goal is now to endow at least some of these institutions with the ADAPT-DB database in the coming months and, consequently, make a sound contribution to the water resources management community in the region.

Evidently, the trip included interesting trips to some of the most iconic infrastructures in the Zambezi basin – Cahora Bassa and Kariba dams – whose reservoirs, while unusually low for the present time of the year, are expected to recover slightly due to some rainfalls at the headwaters of the catchment and, consequently, actively contribute to mitigate the present shortage of energy supply afflicting the region.



On the left José Pedro Matos at Cahora Bassa dam, Mozambique. On the right: Kariba dam, Zambia, Zimbabwe.



On the left Ponta do Ouro, Mozambique. On the right trip from Lusaka to Siavonga (near the Kariba dam), Zambia.

3.1.4 European Geoscience Union (EGU) – General Assembly à Vienne, du 18 - 22 avril 2016

13'650 chercheurs de 109 pays ont participé aux 4'863 présentations, 10'320 posters et 947 PICO presentations (<http://www.egu2016.eu/>). De l'LCH Mário Franca, Carmelo Juez et les doctorants Elena Battisacco, Jessica Zordan, Fränz Zeimez et Severin Stähly ont présenté leurs travaux. Une bonne ambiance spécialement pendant les sessions de posters a contribué aux intéressantes discussions et à l'élargissement des networks. Pendant la soirée, les collaborateurs avaient aussi la possibilité de visiter la ville de Vienne avec sa bonne cuisine.



Fränz avec son poster



Mário en discussion



Jessica présente son poster



Carmelo présente ses résultats



Le magnifique château «Belvédère»



L'apéro offert par Elsevier



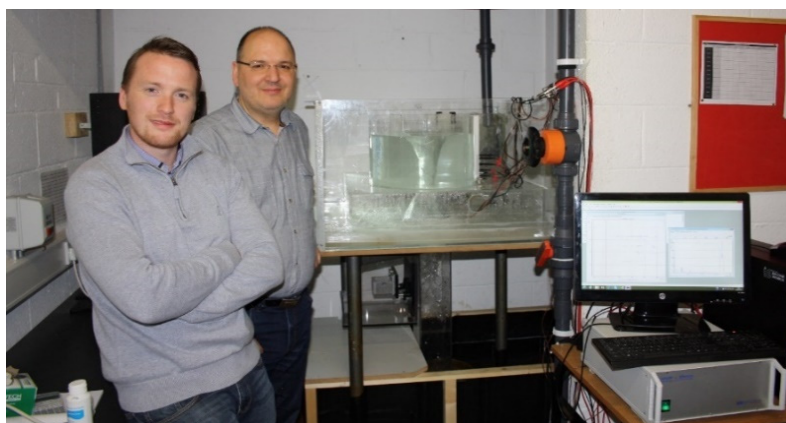
La belle vue de la tour TV à Vienne (pendant l'apéro Elsevier)



Manousos Valyrakis, Elena and Severin, après la dernière session

3.1.5 Research visit at IT Sligo, Ireland, from 20th to 23rd April 2016

During three days, from April 20 to 23, upon invitation, Giovanni De Cesare was on a research visit at the Institute of Technology Sligo, in Ireland. During his stay, he performed ultrasonic Doppler velocity measurements with post-doctoral researcher, Sean Mulligan on his physical installation modelling three-dimensional turbulent free-surface vortex flows with strong circulation. He took a UVP monitor with 14 transducers (4MHz) from Lausanne to Sligo, lent graciously by Met-Flow SA Lausanne. Nine transducers came from LCH, four from HES Fribourg and one from Met-Flow SA, thus allowing efficient quasi-instantaneous 2D flow mapping. The instrument and equipment allowed measuring: the spatio-temporal secondary flow field for various approach flow conditions; the tangential velocity as a function of the axial coordinate in the near-, mid- and far-field regions and the turbulence intensities on selected single axis points in the near-, mid- and far-field.



Sean Mulligan and Giovanni De Cesare next to the experimental strong vortex set-up and UVP Monitor

This ambitious program could be performed during the short stay, thanks to the perfect preparation of the laboratory set-up and transducer holding frames before the visit. Dr. Richard Sherlock of the Precision Engineering and Manufacturing Centre and John Casserly, lecturer in Hydraulic engineering at the School of Engineering and Design, IT Sligo followed the work. At least two peer-reviewed papers are under preparation using the analysis of the collected data. On Thursday April 21, he held an invited lecture entitled "Understanding real world waterway systems". The fruitful three day measuring campaign ended on Friday late afternoon with a nice walk around Ben Bulbin Mountain, and a dinner in the Davis's Restaurant @ Yeats Tavern in Drumcliff north of Sligo.



The team in front of Ben Bulbin mountain in the Friday sunset (from left to right: John Casserly, Giovanni De Cesare, Richard Sherlock and Sean Mulligan).

3.1.6 Visite de la SSR du VSA, 28 avril 2016

Le 28 Avril a eu lieu la visite de la SSR du VSA à l'EPFL, concentré sur le projet du puits à Vortex de Cossonay et son modèle réduit au LCH. Après les présentations de Thierry Fuchsmann de Ribi SA et de Dr Michael Pfister du LCH sur le projet, les simulations CFD et le modèle réduit, les visiteurs ont eue l'opportunité de visiter la halle hydraulique. Avec les explications de Michael Pfister, Giovanni De Cesare, Irene Samora, Nicolas Adam et Davide Wüthrich, les principaux modèles du LCH ont été visités, inclusivement le puits à Vortex en fonctionnement.



A gauche présentation de l'hydraulique et du modèle réduit du puits à Vortex de Cossonay ; à droite visite dans la halle – chambre de dissipation du puits à Vortex

3.1.7 Research visit at Aberdeen University 1st - 6th May 2016

Between the 1st and the 6th May 2016 Venuleo Sara has been guest at the School of Engineering of Aberdeen University. Aberdeen is a small city (more or less the size of Lausanne) on the western coast of Scotland (United Kingdom). During her stay she had the opportunity to meet and work with Professor Pokrajac (Associate Editor of the Journal of Water Resources Research (AGU) and of Journal of Hydrological Processes) who has been guest of LCH laboratory in June 2016. She also met Professor V. Nikora (Editor of the Journal of Hydraulic Research (IAHR)) and Professor B. Kneller.”



King's College Chapel; University of Aberdeen (Aberdeen, Scotland)

3.1.8 Coastlab2016 – Ottawa, Canada – 9th - 13th May 2016

From the 9th to the 13th of May 2016, the Coastlab 2016 edition took place at the University of Ottawa, in Canada's beautiful capital. Davide Wüthrich represented LCH and he was the only participant from a country that doesn't have access to the sea! This was the first time the conference was held in the Americas and it focused on the application of physical modelling on Coastal and Port Engineering. The event was organised by Prof. Ioan Nistor, previously a visiting professor at LCH. The first day Davide participated to a short course with other 32 students, during which the role of Physical modelling in the future of Coastal Engineering was discussed, with the contribution of world's leading experts. The conference lasted for 3 days, and the different sessions with more than 100 participants and over 75 papers represented a great opportunity to discuss and interact with people in the same domain. Davide presented his work on "Surface turbulence on bores and surges propagating on smooth and rough beds" (Wüthrich D, Pfister M, Manso P, Constantinescu G and Schleiss AJ). During the technical visit, all participants had the opportunity to visit the laboratory of NRC (National Research Center) with their impressive wave basins, channels and ice-tanks. The Social program included an ice-breaking reception on the campus of uOttawa and a Cruise on the Ottawa River, allowing to admire the beauty of the city at sunset. The Conference Banquet was held on the last night inside the War Museum, where participants had the chance to eat surrounded by tanks and airplanes.



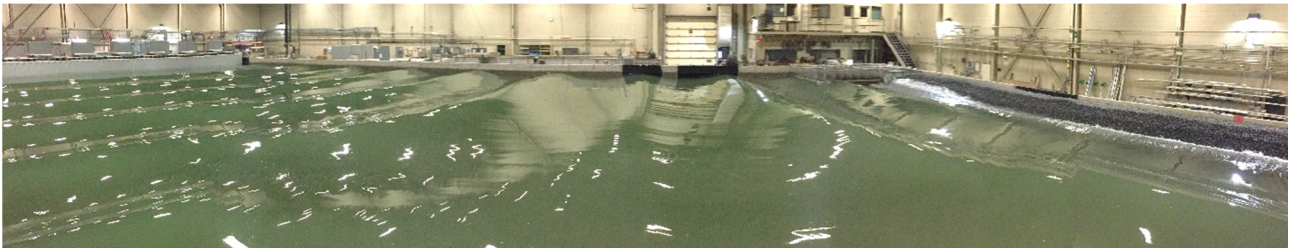
Parliament Hill



Sunset Cruise on the Ottawa River



Gala Dinner inside the War Museum



Wave basin at National Research Council's Ocean, Coastal and River Engineering in Ottawa

3.1.9 **4th Workshop related with Seditrans Project, Lisbon, 30th May-1st June**

The 4th Workshop related with Seditrans Project took place from the 30th May to 1st June in Lisbon. The advances achieved in the different goals of the projects were presented by each PhD student and Postdoc and then discussed thoroughly among all the participants. In addition, two invited speakers gave a talk about numerical simulation in 2D and 3D with high performance computing techniques (OMP, MPI and GPUs). The presentation given by the LCH PhD Jessica Zordan: and the LCH Post Doc Carmelo Juez were respectively: "Turbidity currents: experiments over erodible bed" and "Developments on sediment transport: bedload and suspended transport experiments".

A visit of the laboratory of LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) was organized and the participants had the possibility to appreciate the great installations present there. Finally, the workshop was also useful for discussing the next secondment that Jessica Zordan and Carmelo Juez are going to perform in Trieste University and in Idrostud L.T. Both institutions are partners of the project and the aim of this secondment is the connection and knowledge transfer from academia to engineering praxis.



The view of a model on the left and the guide explaining the functioning to professors and PhDs on the right.

3.1.10 **84th ICOLD Annual Meeting, Johannesburg, South Africa, 14th – 20th May 2016**

Last May the Laboratory of Hydraulic Constructions was present at the 84th Annual Meeting of the International Commission on Large Dams (ICOLD). The laboratory was represented at the highest level, as Prof. Anton Schleiss, president of the organization, took a leading role in the event. The LCH Post Doc J.P. Matos attended the conference as second member of the EPFL's committee.

It was a great opportunity for the industry to gather and discuss the practical and strategic aspects of this leading organization, but well beyond that it served to discuss and establish consensus over the relevant topics dealt with by the 26 ICOLD technical committees. Two technical presentations were made by the LCH. Prof. Schleiss presented a "Hydraulic Scaled Model Test for the Optimization of Approach Channel Excavation and Approach Flow Conditions of Haraz Morning Glory Spillway", while J.P. Matos presented the speech "Analysis of Future Hydropower Development and Operational Scenarios on the Zambezi River Basin". Of course, the conference venue at Sandton, Johannesburg, facilitated several interesting technical tours, an outstanding social program, and nothing short of thrilling post-conference escapades with the renewed South African national parks as a background.



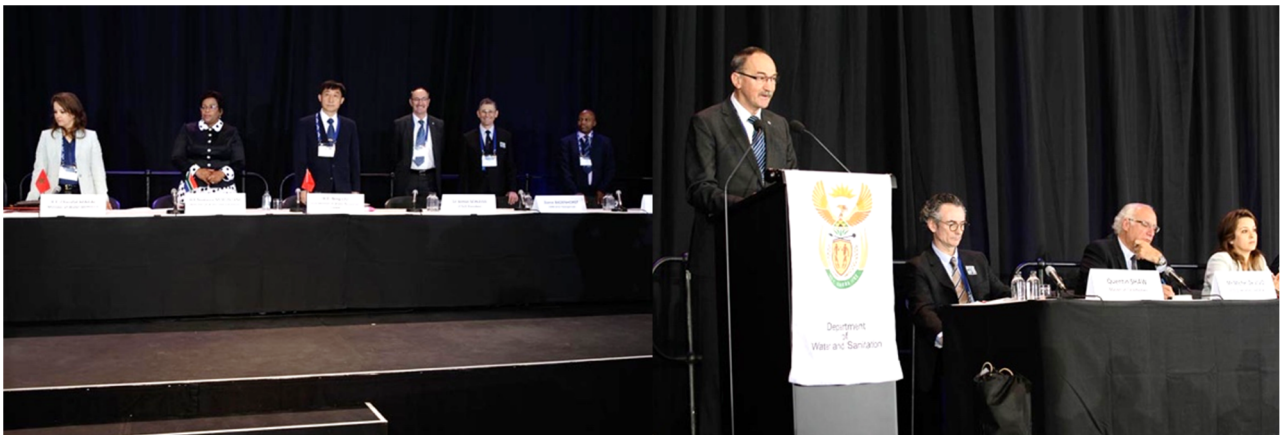
Group photo of country delegates following the closure of the Annual Meeting.



Prof. Schleiss, at the bottom right, leading the ICOLD General Assembly.



On the left Prof. Schleiss speaking; on the right the meeting before opening ceremony of the symposium : Minister MOKON-YANE of Water and Sanitation of South Africa (third from right) , Vice Minister LIU of Water Resources of China (second from right) ; Minister AFAILAL of Water of Morocco (in the middle).



ICOLD board.

3.1.11 Conférence INTERPRAEVENT, Lucerne, du 30 mai au 2 juin 2016

La conférence « INTERPRAEVENT » a lieu tous les deux ans, en alternance entre l'Europe et le Japon. La conférence aborde des sujets autour des risques naturels dans des régions montagneuses, p.ex. La gestion de chutes de roches, avalanches et crues torrentielles. En 2016, c'était à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) d'organiser ces « jeux olympiques » des risques naturels dans la ville de Lucerne.

Azin Amini, Giovanni De Cesare et Sebastian Schwindt en tant que participants du LCH ont profité des présentations, discussions et exhibitions de posters. A part le fait qu'Azin faisait partie des évaluateurs (« reviewers »), la contribution scientifique du LCH consistait en deux posters traitant les manipulations sur un modèle physique d'un barrage filtrant à Martigny et une post-estimation des risques des vagues pour les projets lacustres. Des nombreuses questions à propos du sujet de la conception des barrages filtrants ont permis un échange d'idées et des intenses discussions constructives. En particulier, un poster établi en coopération entre l'Irstea Grenoble (France) et le LCH a inspiré des dialogues et voies intéressantes avec les experts du domaine.

Les liens scientifiques ont été resserrés lors du dîner de conférence qui fut organisé d'une manière inoubliable: pendant une visite guidée de la ville de Lucerne les participants avaient l'occasion de déguster des spécialités culinaires de la région, culminant dans un excellent dîner au « Schweizer Hof ».



La ville de Lucerne avec la « Kapellbrücke » sur la Reuss.



De gauche à droite: Guillaume Piton (IRSTEA) et l'équipe du LCH, notamment Sebastian Schwindt, Azin Amini et Giovanni De Cesare lors du dîner au « Schweizer Hof ».

L'organisation impeccable de la conférence s'est manifestée aussi lors de dix différentes excursions dans les régions voisines, p.ex. dans le Canton d'Uri autour de la rampe du Gothard, où une multitude de mesures de protections de villages, routes et voies CFF nécessitent des mesures de protection contre des laves torrentielles, chutes de blocs et crues. Un groupe de participants avait même l'occasion de témoigner l'efficacité des pompiers suisses, quand ils ont été évacués d'un élévateur dans le plus haut immeuble de la Suisse à Zürich.

3.1.12 **17th Deutsches Talsperrensymposium-Talsperren und Nachhaltigkeit, Freiburg im Breisgau, Allemagne, 15 – 17 juin 2016**

Comme président de la CIGB - ICOLD M. Schleiss a été invité de donner un discours « keynote » à la cérémonie d'ouverture intitulé « Wasserkraftwerke und Talsperren - lebenswichtige Wasserinfrastrukturen als Grundlage für weltweiten Wohlstand » (Dams and reservoirs as vital water infrastructures ensuring worldwide economic prosperity). Le Symposium était un très grand succès avec plus de 400 participants venant partout de l'Europe. Les contributions de haute qualité ont été publiées dans une édition spéciale de WasserWirtschaft 6/2016.

3.1.13 **ETH-EPFL Summer School, Losone, 29 juin – 1^{er} juillet 2016**

Une « summer school » autour du sujet de la géomorphologie fluviale a été organisée à Losone (Ticino) en collaboration entre le LCH, le « IfU » et la VAW de l'ETHZ. Une grande ampleur d'intervenants internationaux populaires a participé pour donner lors avis à 32 doctorants de l'Europe entière. Le lundi était dédié au transport solide grâce à Dieter Rickenmann (WSL, Birmensdorf) et Alain Recking (IRSTEA Grenoble). Le mardi, le sujet de végétation et du bois furent abordés en 4 séances avec Walter Bertoldi (University of Trento), Paolo Perona (University of Edinburgh), Francesco Comiti (Free University of Bolzano) et Huib de Vriend (Delft University of Technology). Après on a traité l'impact anthropogène sur les rivières à travers les expériences données par Stuart Lane (UNI Lausanne) et Volker Weitbrecht (VAW, ETHZ). Le programme du jeudi était intitulé par la modélisation de la géomorphologie fluviale, conduit par Mário Franca et Marco Colombini (University of Genova).

Une excursion à la Maggia était organisée le vendredi avec Peter Molnar (IfU, ETHZ) pour voir les effets sur la rivière du contrôle de l'écoulement à travers les barrages. Les organisateurs du LCH étaient Elena Battisacco, Severin Stähly et Sebastian Schwindt. L'équipe d'organisation était accompagnée par Sara Venuelo.



Discussion entre Huib de Vriend et Severin Stähly.



Dans le sens des aiguilles de monde (depuis le haut) le group pendant la sortie sur terrain, le groupe LCH qui a profité pour une randonnée sur Pizzo Leone (haut droit), Ponte Brolla le long la rivière de Maggia et un autre point de vue sur l'état de la Maggia.

3.1.14 **Wasserbausymposium, Wallgau, TU Munich, 29 juin – 1^{er} juillet 2016**

Les experts germanophones en hydraulique se sont réunis dans les environs des Alpes bavaroises au laboratoire hydraulique de la TU de Munich entre le 29 juin et le 1 juillet 2016. Cette conférence a lieu tous les deux ans, en alternance à l'ETHZ, la TU de Graz et la TU de Munich. Aussi cette fois, une grande ampleur de sujets autour de l'hydraulique fut abordée lors d'une trentaine de présentations en tant que bois flottant, exploitations hydroélectriques, protections contre les crues et transport solide. Severin Stähly et Sebastian Schwindt ont représenté le LCH dans les discussions et entretiens conspiratifs. La liste de présentations a été complétée par Sebastian Schwindt avec une contribution sur la conception des plages de dépôts pour la rétention partielle de sédiment. Cette présentation faisait le lien entre la recherche fondamentale et appliquée en tant que conclusions principales concernant la conception d'ouvertures des barrages filtrant. La conférence culminait, sens figuré, sur le Herzogstand [*sommet des Alpes bavaroises*] dans un dîner festif.



«Brotzeit» pendant la première soirée avec des bretzel et de la bière de la région



Visite du laboratoire à Obernach avec des modèles immenses



Sebastian présente ses résultats



Le diner dans le «Berggasthaus Herzogstand» avec une bonne ambiance

3.1.15 **28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Grenoble, 4th - 8th July 2016**

This edition of the Symposium on Hydraulic Machinery and Systems took place in Grenoble, France. It was co organized by the SHF (French Hydraulic Society), and held at the Energy, Water & Environmental Sciences School of the Grenoble Institute of Technology. The main topics of discussion were the latest advances on hydraulic machines and systems issues, sustainable hydropower challenges, pumped storage plants aspects and computational & experimental techniques. Two members of the LCH team attended to present their work. Irene Samora presented “Energy production with a tubular propeller turbine” and Nicolas Adam presented “Head loss coefficient through sharp-edged orifices”. The Garden Party allowed for interesting discussions and networking, while enjoying delicacies from the grill.



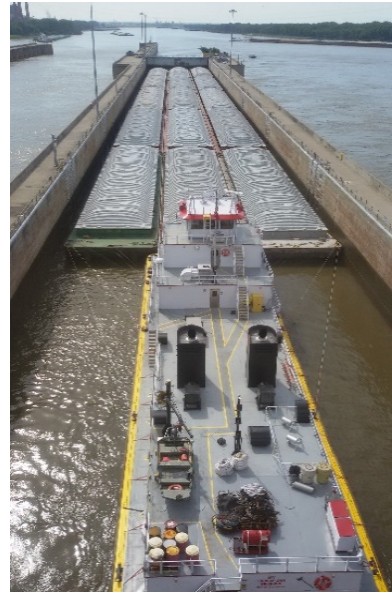
On the left the view from the place of the Garden party with the nice artificial pond; on the right the light show on a building close to the garden party.

3.1.16 River Flow 2016, St. Louis, USA, 11 - 14 juillet 2016

Deux années après la mémorable 7ème édition de River Flow Lausanne, la 8ème a eu lieu à St. Louis, États-Unis du 11 au 14 juillet 2016. Une grande délégation du LCH a participé. Professeur Anton Schleiss, Dr. Mário Franca, le post-doc Carmelo Juez et les doctorants Sabine Chamoun, Elena Battisacco, Jessica Zordan et Sebastian Schwindt ont bien représenté le laboratoire. Les présentations de l'équipe étaient bien appréciées par le public scientifique. Des discussions intéressantes ont suivi pendant les sessions et les soirées organisées. La visite technique a permis aux participants de voir les « Melvin Price Locks and Dam » et depuis là de descendre le Mississippi en bateau jusqu'à St. Louis en passant par la Confluence des rivières Mississippi et Missouri. Tout cela dans le climat estival très chaud et humide de la région, mais pour une fois, sans les vents forts de l'air climatisé !



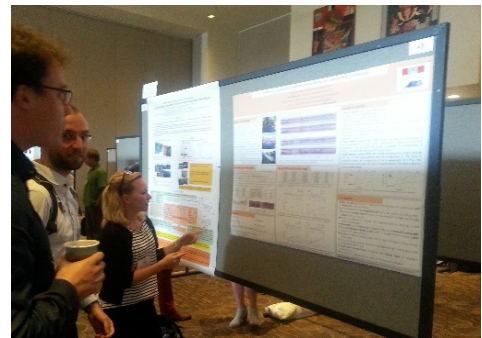
La photo du groupe LCH lors de la soirée de gala.



Le système de transport des marchandises le long du Mississippi.



La confluence des rivières vue depuis le « bateau ».



Elena Batisacco en train de présenter le poster.

3.1.17 W.A.T.E.R. Workshop on Advanced measurement Techniques and Experimental Research, Oostende (Belgium), 1st - 5th August 2016

Having identified that not many events exist where people can go to learn or get training in measurement techniques, the IAHR Experimental Methods and Instrumentation Committee (EMI) Leadership Team proposed the organization of a new event where training in state-of-the-art instrumentation and techniques could be given to the participants. Mário Franca (Laboratoire de Constructions

Hydrauliques – Ecole polytechnique fédérale de Lausanne) was part of the Leadership Team members together with Margaret Chen (professor at the Hydrology and Hydraulic Engineering department of VUB), Rui Aleixo (EMI chair and researcher at GHT Photonics) and Rui Ferreira (Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa).

The topics covered the fundamentals of hydraulic measurements, including working principles of image analysis methods with emphasis on particle image and particle tracking velocimetry, (PIV and PTV respectively), acoustic Doppler measurement fundamentals, measurement of sediment concentration and fluxes, bottom profiling and bed topography (including CTD measurements), principles regarding reproducing fluvial geomorphology in the lab, data processing and visualization. Laboratory setups where the measurement techniques were demonstrated and applied and field measurements made on board of the Research Vessel (RV) Simon Stevin were also part of the hands-on approach of the W.A.T.E.R. summer school. A private company I.L.A. GmbH provided the PIV system for use and demonstration during the W.A.T.E.R. Summer School.

The feedback received from this first event was highly positive and encouraging. A second edition is being organized by the same team. It will take place again in Oostende in September 2017. The W.A.T.E.R. summer school website is: <https://watersummerschool.wordpress.com/>.



Mário Franca with the others W.A.T.E.R. Summer School participants on board of the research vessel Simon Stevin.

3.1.18 4th IAHR Europe Congress, Liège, 27th - 29th August 2016

Prof. A. Schleiss, M. Franca, P. Manso, I. Samora, D. Wüthrich, G. Crispino (Guest PhD student at LCH) and N. Adam attended to the 4th IAHR Europe Congress in Liège (Belgium). Prof. Schleiss presented an applied research on “Waves generated by ship convoy: Comparison of physical and numerical modelling with in-situ measurements” while M. Franca and P. Manso were organizers and chairmans of two workshops, respectively “Buoyancy-driven flow” and “Adaptation of European hydropower infrastructures in view of climate and market changes”. Irene Samora, Davide Wüthrich, Gaetano Crispino and Nicolas Adam showed results from their thesis. The evening before the conference, Irene Samora, Davide Wüthrich and Gaetano Crispino climbed the famous “Montage de Buren”, a 374-step stairway with an average slope of 30%, during the Ice-breaking city tour of Liège. Prof. Schleiss opened the congress as the President of IAHR Europe and gave the “Industry Innovation Award” to the SPW (Walloon public services) for the 4th lock of Lanaye (At the Belgium-Netherlands border). At the end of the day, everybody attended to the Welcome Drink at the Prince-Bishops’ Place in Liège. The Conference Diner (On Thursday 28th) allowed for interesting discussions and networking at a refurbished former swimming pool (Bains de la Sauvenière).



Prof. Schleiss giving the Industry Innovation Award.



Refurbished former swimming pool in Liège.



Group pictures in the Prince-Bishops' Palace during the Welcome Drink (Prof. Schleiss and Irene Samora in front).

3.1.19 **Symposium avec 105ème Assemblée générale de l'ASAE (SWV) Aménagement des eaux et changement climatique, Brigue – Glis. 1 - 2 septembre 2016**

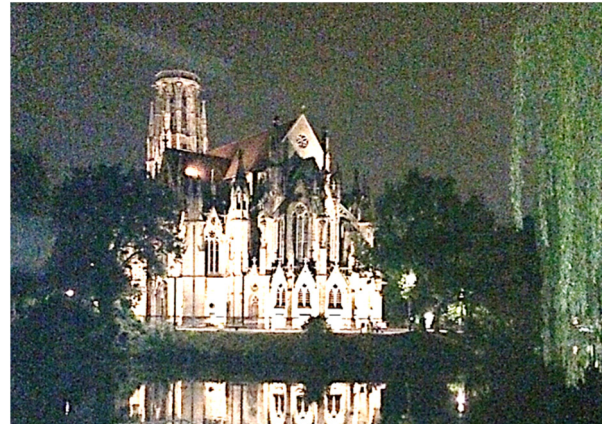
Comme membre du bureau M. Schleiss a participé à cette AG et symposium avec 150 participants. Comme nouveau président de l'ASAE, M. Albert Rösti (président UDC) a été élu.

3.1.20 **SCCER-SoE Annual Conference 2016 "Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production", Sion, Switzerland, 12 septembre 2016**

Environ 160 personnes ont participé à la troisième conférence annuelle du « Swiss Competence Centers for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE) ». Le LCH a participé avec un total de 20 posters et trois présentations orales. Prof. Schleiss a présenté « Demonstrator Sedmix: an innovative tool to release fine sediments from hydropower reservoirs ». Dr Pedro Manso a fait une présentation sur le Demonstrator « FLEXSTOR - Solutions for flexible operation of storage hydropower plants in changing environment and market conditions » et a signalé que le contrat de démarrage serait signé en dehors des sessions le jour même. Dr Irene Samora a fait une présentation intitulée « Optimization of low-head hydropower recovery in water supply networks ». Les posters ont été intégrés dans le Science report du SCCER-SoE pour 2016 disponible à l'adresse suivante (<http://www.sccer-soe.ch/research/science-report-2016>).

3.1.21 International Symposium on River Sedimentation, Stuttgart, Allemagne, 19 - 22 septembre 2016

Entre le 19 et le 20 septembre, il y a eu l'International Symposium on River Sedimentation à Stuttgart (Allemagne). Elena Battisacco a y présenté son travail : "Laboratory experiments on the influence of the length of a sediment replenishment applied with alternated geometrical configuration" lors de la session River Morphodynamics. La conférence était très intéressante et internationale. Divers aspect lié au transport de sédiments ont été traités dans les différentes sessions.

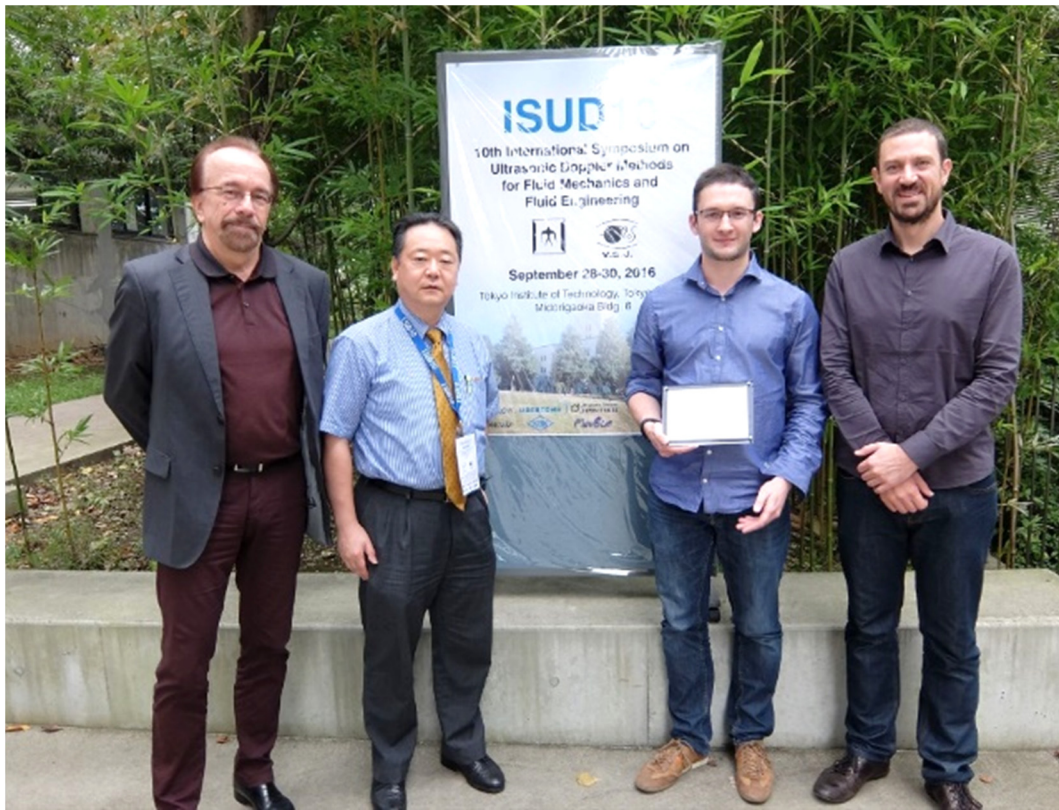


À gauche Elena Battisacco à l'apéro de bienvenue ; À droit vue sur l'église de St. John à Stuttgart.

3.1.22 10th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (10th ISUD), Institute of Technology (TIT), Tokyo, Japon, 28 - 30 septembre 2016

Dans la série de conférences ISUD, dont la troisième édition a eu lieu à Lausanne organisée par le LCH en 2002, la dixième édition était organisée par le *Laboratory for Advanced Nuclear Energy, Institute of Innovative Research* du *Tokyo Institute of Technology*.

Cette édition marque le dixième anniversaire de cette série de conférence et ses vingt ans qui a vu sa première édition 1996 au Paul Scherrer Institute (PSI) en Suisse. Giovanni De Cesare a participé comme membre du comité scientifique et du jury pour le *Student Paper Award*. Giovanni De Cesare a également assuré la modération de la session *Applied flow 2* vendredi matin. Les comptes rendus se trouvent à la bibliothèque du LCH et les articles du LCH sont intégrés dans Infoscience. Les articles publiés de tous les conférences ISUD se trouvent sous : www.isud-conference.org. Pour la partie sociale, les participants ont pu d'abord visiter le quartier populaire et traditionnel de Asakusa puis naviguer sur un bateau traditionnel (*traditional Yakatabune boat*) dans la *Toky Bay* devant la skyline de Tokyo avec le Met-Flow dîner à bord. Le symposium s'est terminé vendredi après-midi par la visite du *Laboratory for Advanced Nuclear Energy of TIT*. L'*ISUD Ubertone Student Paper Award* a été décerné à Damien Dufour de l'ETH Zürich pour son article et présentation "*Study of the rheological properties of the retropulsive jet build by the antral contraction wave in a simplified artificial stomach*". La prochaine édition du Symposium, le 11th ISUD aura lieu à la *Physikalisch-Technische Bundesanstalt* (PTB) à Berlin en septembre 2018.



Le lauréat de l'ISUD Ubertone Student Paper Award, Damien Dufour de l'ETH Zurich encadré par (de gauche à droite), Erich Windhab de l'ETH Zürich (président du comité scientifique), Hiroshige Kikura du Tokyo Institute of Technology (Organisateur) et Stéphane Fischer de Ubertone (sponsor du prix).



À la gauche photo de groupe devant le clock tower du bâtiment principal du Tokyo Institute of Technology ; à la droite Giovanni De Cesare dans une rue du quartier populaire d'Asakusa à Tokyo.

3.1.23 Visite du Disaster Prevention Research Institute (DPRI) de l'Université de Kyoto au Japon, Kyoto, Japon, 1^{er} octobre 2016

Giovanni De Cesare a eu l'occasion de rencontrer Prof. Tetsuya Sumi ainsi que Sameh Kantoush, ex-doctorant du LCH, Professeur associé au *Disaster Prevention Research Institute* (DPRI) de l'Université de Kyoto au Japon. Il a présenté certains projets de recherche en cours au LCH pour se focaliser sur la sédimentation des réservoirs, ainsi que la stratégie de développement de l'hydroélectricité et des nouveaux réservoirs. Giovanni De Cesare a pu profiter de son séjour à Kyoto pour rencontrer Martin Bieri, également ex-doctorant du LCH, dans le quartier du Vieux Kyoto.



À la gauche Giovanni De Cesare devant l'entrée du Disaster Prevention Research Institute (DPRI) de l'Université de Kyoto au Japon ; à la droite Martin Bieri, ex-doctorant du LCH avec Giovanni De Cesare dans le quartier Gion du Vieux Kyoto au Japon.

3.1.24 JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology) meeting, Tokyo, Japon 3 - 4 octobre 2016

La réunion de lundi 3 Octobre était consacrée au projet de recherche commun JAMSTEC – LCH sur les courants de turbidité. Dr Shun Nomura de JAMSTEC est actuellement au LCH pour faire des essais de laboratoire de courants de turbidité stratifiés, à concentration et pente variable. La journée s'est terminée par un dîner commun dans un magnifique restaurant japonais. Le 4 Octobre, deux futurs projets de collaborations ont été discutés, il s'agit de:

1. Forces d'impact de Tsumani sur des bâtiments, sujet étudié au LCH par une approche expérimentale, et chez JAMSTEC par une approche numérique en SPH.
2. Stabilité de ballast de voie de chemin de fer en présence d'écoulement le long de la voie, sujet également étudié au LCH par une approche expérimentale, et chez JAMSTEC par une approche numérique en SPH. Le programme des simulations à effectuées ainsi que les articles scientifiques sont en cours de préparation.



Dîner avec JAMSTEC à Tokyo, à gauche : Asahiko Taira, président de JAMSTEC, Giovanni De Cesare, Prof. Yasushi Takeda, à droite : Daisuke Nishiura de JAMSTEC (SPH simulations numériques), Hide Sakaguchi, Directeur de JAMSTEC-MAT (Department of Mathematical Science and Advanced Technology), Prof. Norihiro Izumi de l'Université de Hokkaido et Wataru Azuma de JAMSTEC (Executive Director for Development and Operation).

3.1.25 **SCCER-SoE PhD School, Loèche-les-Bains, Switzerland, 18 - 21 octobre 2016**

A la mi-octobre 2016 s'est tenue la deuxième édition de la SCCER-SoE/NRP 70 PhD School à Loèche-les-Bains (VS). Préparée avec la participation de nombreux doctorants des domaines hydroélectrique et géothermique, elle répondit à merveille aux besoins de tout juste 60 participants, dont Alex Pachoud, Davide Wüthrich, Elena Battisacco et Severin Stähly du LCH. Pedro Manso a organisé cette 2ème édition du point de vu hydroélectricité et Azin Amini a géré les séances de vendredi. Le mercredi matin une série d'exposés présentèrent différents aspects du virage énergétique: le changement climatique, la pénurie d'électricité, les défis du stockage d'électricité, des facteurs socio-économiques et politiques, et l'accueil réservé par la population. Les informations présentées en fin de journée sur les aides aux start-ups offertes par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) ont suscité beaucoup d'intérêt. Le LCH a aussi contribué avec une présentation intitulé «Hydropower: key findings 2013-2016» réalisé par Dr Pedro Manso. La deuxième journée fut vouée à la région. A la Gemmi, le professeur Herwegh de l'université de Berne expliqua la structure des Alpes face à un panorama impressionnant. Après avoir marché quelques temps en direction de la Lämmerenhütte, un vallon concentra toute notre attention (cf. photo). Il s'agit, à notre grand étonnement, d'une faille vieille d'un million d'années, où la géothermie fut longtemps active à plusieurs milliers de mètres de profondeur. Une couche de cristaux calcaires au milieu de la faille et de nombreuses fractures parallèles témoignent encore de cette époque. L'après-midi, nous avons visité le barrage de Ferden et la centrale hydroélectrique de Lötschen située à Steg. Le barrage-vôute haut de 76 m crée une retenue d'environ 1.8 millions de m3 d'eau qui ne permettent qu'une exploitation intra-hebdomadaire, voire intra-mensuel. Des dispositions particulières permettent de garantir la sécurité de l'ouvrage en cas d'avalanches. L'usine équipée avec deux groupes Pelton à axe verticale a remplacé une ancienne usine située dans la rive opposée. Entre autre, les participants ont pu constater les dégâts d'abrasion subits par les turbines, ainsi que les dispositions prises par l'exploitant pour réduire la vulnérabilité de la centrale aux crues de la Lonza (voire photo). Des collaborateurs de l'entreprise EnAlpin AG nous montrèrent le barrage et la centrale, et répondirent à nos nombreuses questions. Le vendredi, un atelier destiné aux doctorants en géothermie a permis de riches échanges d'informations au-delà même des instituts. Parallèlement, les doctorants en hydroélectricité purent découvrir plus en détails les activités en cours dans le cadre du SCCER-SoE par les différents partenaires, ainsi que les défis posés et les nouvelles opportunités ouvertes à l'hydroélectricité par le changement climatique, ainsi que les mesures envisageables en vue de réaliser la Stratégie énergétique 2050. Un exercice sur l'aménagement de petites centrales hydroélectriques dans un bassin versant en tenant compte du patrimoine génétique des poissons compléta le programme et démontra aux doctorants que l'on n'a jamais fini d'apprendre. Puis il fallut reprendre le bus pour la vallée. Mais, tout en contemplant les sommets imposants du Valais, les participants se réjouissaient déjà de retrouver la PhD School 2017 dans la région de Glaris.



Le groupe dans le vallon sur le Gemmi.

3.1.26 Professeur Schleiss invité chez Power China et China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 18 – 25 octobre 2016

En tant que président de la Commission Internationale des Grand Barrages et directeur du Laboratoire de constructions hydrauliques (LCH-EPFL), professeur Schleiss a été invité du 18 au 25 octobre 2016 en Chine pour participer comme « key-note speaker » et hôte spécial à la réunion annuelle de du comité chinois des grands barrages (CHINCOLD). Le symposium à Xi'an a réuni plus que 600 ingénieurs spécialistes de la Chine ainsi une grande délégation de plusieurs pays africain. A la cérémonie d'ouverture le vice-ministre du « Ministry of Water Resources » M. Xuewen Zhou a donné une adresse de bienvenue. Après une visite du barrage La Xiwa (250 m et 4300 MW) proche de Xi'ning sur la fleuve jaune, professeur Schleiss a été reçu à Beijing par la direction de Power China dirigé par M. Yan Zhiyong. China Power est probablement la plus grande entreprise générale (financement, conception, construction, fourniture des équipement, exploitation) dans le monde dans le domaine des infrastructures énergétiques et de transport (<http://en.power-china.cn/about.html>). Sur invitation M. Schleiss a aussi visité le China Institute of Water Resources and Hydropower Research (<http://www.iwhr.com/IWHR-English/index.htm>) pour avoir une discussion avec le président Shanfu Kuang ainsi les membres de la direction. Toutes les visites étaient accompagnées avec des diners et repas officielles avec plusieurs discours de bienvenu par professeur Schleiss.



Dans l'ordre: (1) accueil chez Power China; (2) accueil chez China Institute of Water Resources and Hydropower Research; (3) visite du barrage La Xiwa (250 m et 4300 MW); (4) direction de Power China; (5) réunion chez Power China.

3.1.27 **Journée d'étude Force hydraulique 2016, Olten, 15 novembre 2016**

Sur l'initiative de la commission Hydrosuisse de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux (ASAE), la journée d'étude a pour objectif de faciliter les échanges en matière de développements techniques actuels liés à l'utilisation de l'énergie hydraulique. Ce symposium était couronné de succès avec plus de 170 participants. Le symposium est destiné en particulier aux ingénieurs et aux spécialistes des exploitations hydrauliques, des bureaux d'études et des fournisseurs d'équipement. Giovanni De Cesare a fait une présentation intitulée : "Ecran à poisson électrique de l'aménagement de pompage turbinage Hongrin-Léman FMHL+". Cette présentation inclut l'étude Flow3D réalisée au LCH pour déterminer les champs de vitesse devant la prise d'eau de Veytaux en mode pompage et turbinage pour l'aménagement actuel et futur, permettant de placer de façon optimale l'écran à poisson.

3.1.28 **IX international EFIB/AEIP Congress on Soil and Water Bioengineering, Donostia-San Sebastián, Spain, November 9th-11th 2016**

During the IX international EFIB/AEIP Congress on Soil and Water Bioengineering in Donostia (the Basque name of San Sebastián), Giovanni De Cesare was invited to give a talk on river restoration starting with the example of the Arbogne River, where after revitalization, large sediment deposits as well as massive vegetation growth reduced flood discharge capacity. A short speech on the state of river restoration in Switzerland ended the talk. This second presentation is based on slides prepared by Katharina Edmaier of the Swiss Federal Office for the Environment, Rehabilitation and Water Management section. The Congress was organized by the European Federation of Soil Bioengineering (EFIB) and the Asociación Española de Ingeniería del Paisaje (AEIP) and took place in the beautiful Palacio de Miramar overlooking the palace gardens and the Concha Bay. Before the congress, there was the EFIB Board meeting, attended by Giovanni De Cesare, member of the Board as President of the Swiss Association of Soil Bioengineering. The Miramar Palace gardens and view over La Concha Bay just before the opening session, where a rainbow charmed the attendance.



Giovanni De Cesare presenting his paper during the conference.

3.1.29 **Colloque "Gestion des sites soumis à forte sédimentation" de la SHF, Normandie, France, 6 -7 décembre 2016**

Giovanni De Cesare était invité à donner une conférence intitulée "Les sédiments dans les réservoirs – état de l'art et vision" lors du Colloque "Gestion des sites soumis à forte sédimentation" organisé par la Société Hydrotechnique de France (SHF). Le colloque a eu lieu à l'Ecole Nationale Supérieure Maritime (ENSM) au Havre en Normandie, France du 6 au 7 décembre 2016. Il réunissait une soixantaine de participants venus essentiellement de France. Sur le chemin aller via Paris, Giovanni De Cesare a fait une brève visite du laboratoire d'Hydraulique Saint-Venant de EDF R&D à Chatou en dehors de Paris.

3.2 Organisation des conférences

3.2.1 Hydro 2016, Montreux (VD), 10 – 12 octobre 2016

La réunion des experts de l'hydroélectricité en provenance du monde entier a eu lieu cette année en Suisse à Montreux. Avec plus de 270 contributions présentées dans 32 séances (sessions), plus de 1'300 participants et de nombreux stands d'entreprises, cette conférence a offert de grandes opportunités pour échanger des expériences professionnelles et pour resserrer les liens entre entreprises exécutantes, fournisseurs et centres de recherche. Le LCH faisant partie de ce dernier fut représenté par son directeur, le Prof. Anton Schleiss qui donna des discours captivants pour l'ouverture et la fermeture de la conférence.



Sabine Chamoun et Giovanni De Cesare (à gauche) et Nicolas Adam, Sabine, Melanie Ganz (organisatrice), Davide Wüthrich et Jessica Zordan (à droite) en train de profiter du buffet pendant la «welcome reception».



Sabine Chamoun a présenté les résultats de sa recherche sur les courants de turbidité.



Prof. Schleiss, le président d'ICOLD, a parlé de la situation mondiale de l'hydroélectricité.

Avec son co-directeur Dr Giovanni De Cesare et son adjoint scientifique Dr Pedro Manso, Prof. Schleiss était bien soutenu par une forte équipe consistant en ses doctorants, notamment Severin Stähly, Nicolas Adam, Fränz Zeimet, Jessica Zordan, Sabine Chamoun, Davide Wüthrich, Elena Battisacco, Alain Foehn et Sebastian Schwindt. L'équipe ne représentait pas seulement un support important pour l'organisation de la conférence, mais amenait aussi un apport de savoir-faire avec plusieurs présentations dans les sessions.

Par ailleurs le LCH a co-organisé avec le LMH dans le cadre du SCCER-SoE une séance spéciale consacré à la recherche et aux développements dans le domaine hydroélectrique en Suisse, qui a compté avec 20 présentations sur deux périodes complètes, y compris une présentation par Dr Pedro Manso intitulée «Electricity supply and hydropower development in Switzerland ». La conférence culmina dans un grand dîner, accompagné par des moments et des rencontres mémorables.



Doctorant du LMH EPFL (à gauche) et M. Homero Boa Esperanca avec Pedro Manso (à droite) en train de s'échanger tant au niveau culturel que professionnel.



Une partie du groupe de doctorants VIP qui ont contribué au bon déroulement de la conférence.



Fränz Zeimetz au «welcome desk».



Le grand dîner de la conférence, vu de la table des doctorants du LCH.



La délégation de doctorants du LCH à la conférence Hydro 2016 avec Prof. Anton J. Schleiss.

3.3 **Conférences publiques au LCH / Public conferences at the LCH**

Design and construction of Xayaburi Hydropower Plant on the Mekong (19.01.2016)

Nemesio CASTILLEJO

AF-Consult, Baden, Switzerland

Projets hydroélectriques en Amérique Latine : expérience de 10 ans de réalisations et aperçu du chantier de l'aménagement Cerro del Aguila au Pérou (16.02.2016)

Philippe LAZARO et Sélim SAYAH

Lombardi S.A., Minusio, Suisse

Projet et réalisation de l'aménagement pompage-turbinage de Limmern (22.03.2016)

Urs MÜLLER

IG Alpenstrom (c/o IM Maggia Engineering SA, Locarno), Suisse

Questions géologiques liées aux barrages: une vue d'ensemble et quelques cas particuliers (03.05.2016)

Dr Thierry BUSSARD et Dr Georg SCHÄEREN

Norbert SA, Géologues-Conseils, Suisse

Detailed Design of Moamba-major Hydropower scheme with focus on hydromechanical equipment (Incomati river / Mozambique) (07.06.2016)

Dr Alexandre DUARTE

COBA - Consultores de Engenharia e Ambiente, SA, Portugal

The Data Revolution: Assessing Water Resources Between and Beyond Gauges (31.08.2016)

Dr Marc François MULLER

Stanford University, Etats-Unis d'Amérique

Assainissement écologique de la force hydraulique - Premiers résultats positifs de la LEaux 2011 (13.09.2016)

Rémi ESTOPPEY

Office Fédéral de l'Environnement, Berne, Suisse

Réhabilitation de l'Aménagement Hydroélectrique de la Pissevache (08.11.2016)

Julien DERIVAZ

Forces Motrices Valaisannes SA, Sion, Suisse

Surveying sediment traps/bedload transport to better understand bedload transport/sediment traps (28.11.2016)

Dr Guillaume Piton

IRSTEA, Univ. Grenoble Alpes, France

Design and Construction of 520 MW Cerro del Águila Hydroplant in Peru (06.12.2016)

Dr Sélim SAYAH

Lombardi SA, Minusio, Suisse

3.4 **Conférences internes données au LCH / Internal conferences given at the LCH**

"Characterisation of hydraulic behaviour for surge tank orifices" (21.01.2016)

Nicolas Adam

"Hydrodynamic Impact of waves against structures" (15.02.2016)

Davide Wüthrich

"Influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways" (14.03.2016)
Mohammad Ostad Mirza

"Modeling interactions between river morphology and habitat dynamics in floodplains" (1.04.2016)
Severin Stähly

"Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features"
(8.04.2016)
Stephane Terrier

"Gravity currents over a mobile bed: erosion and deposition processes" (25.04.2016)
Jessica Zordan

"Bedload trap design allowing for sediment transfer during frequent floods" (11.05.2016)
Sebastian Schwindt

"Blocking probability and increase of head at spillway inlets under driftwood impact" (10.06.2016)
Paloma Furlan

"New approach for obtaining flow duration curves under uncertainties in ungauged Alpine catchments" (21.06.2016)
Ana Clara Santos

"Fluid-structure interaction during hydraulic transients in pressurized pipes: experimental and numerical analyses" (19.07.2016)
David Ferras

"Optimization of low-head hydropower recovery in water supply networks" (23.08.2016)
Irene Samora

"Theoretical and experimental study of the inner structure of steady state density currents"
(5.09.2016)
Sara Venuleo

"Replenishment of sediment downstream of dams: Erosion and transportation process of artificial deposits" (7.10.2016)
Elena Battisacco

"Development of a methodology for extreme flood estimations in alpine catchments for the verification of dam safety" (28.10.2016)
Fraenz Zeimet

"Stilling basin performance downstream of stepped spillways" (29.11.2016)
Ivan Stojnic

"Modelling of the fate and transport of pharmaceuticals in aquatic systems" (02.11.2016)
Dora Salgueiro

"Influence of geometrical imperfections and flaws at welds of steel liners on fatigue behavior of pressure tunnels and shafts in anisotropic rock" (07.11.2016)
Alexandre Pachoud

"Interpolation with kriging" (29.11.2016)
Alain Foehn

“Venting of turbidity currents under restrained outflow discharges”(09.12.2016)
Sabine Chamoun

“The measurements analysis during the first filling of Jinping-I arch dam and Guobu Landslide”
(19.12.2016)
Shao Chenfei

3.5 Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees

European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, April 2016
Mário J. Franca, Co-convener of the session Measurement and monitoring techniques for evaluating sediment transport and dynamic processes in open-water environments (HS9.1/GM9.7/SSS12.29) and of the session Experimental sedimentology, grain interaction and granular mechanics (SSP3.1/GM3.6/HS11.24)

International Conference on Fluvial Hydraulics, July 2016, St. Louis, USA
Mário J. Franca, Convener for the special session on Buoyancy-Driven Flows

4th IAHR Europe, Liège, Belgium, 27-29 August 2016
Anton J. Schleiss, Michael Pfister, Pedro Manso, membres du International Scientific Committee;
Mário J. Franca Convener for the special session on Buoyancy-Driven Flows

S1 Special Session on Hydropower, *4th IAHR Europe*, Liège, Belgium, 27-29 August 2016
Pedro Manso, co-convener (with Prof. Miroslav Marencé of Unesco IHE-Delft)

13th International Symposium on River Sedimentation, Stuttgart, Germany, September 2016
Mário J. Franca, Convener of the special session SEDITRANS – Sediment Transport in Fluvial, Estuarine and Coastal Environment

Third SCCER-SoE Annual Conference 2016, 12 September 2016, HES-SO, Sion, Suisse
Anton J. Schleiss, membre du comité d'organisation

ISRS International Symposium on River Sedimentation 2016, 19 - 22 septembre, Stuttgart, Allemagne
Anton J. Schleiss, membre du comité scientifique

HYDRO 2016, *Achievements, Opportunities and Challenges*, 10-12 October 2016, Montreux, Suisse
Anton J. Schleiss, membre du comité scientifique avec soutien pour l'organisation

Second PhD School of the NRP70/ SCCER-SoE, Leukerbad, 18-21 Octobre 2016
Anton J. Schleiss, Pedro Manso, membres du comité d'organisation

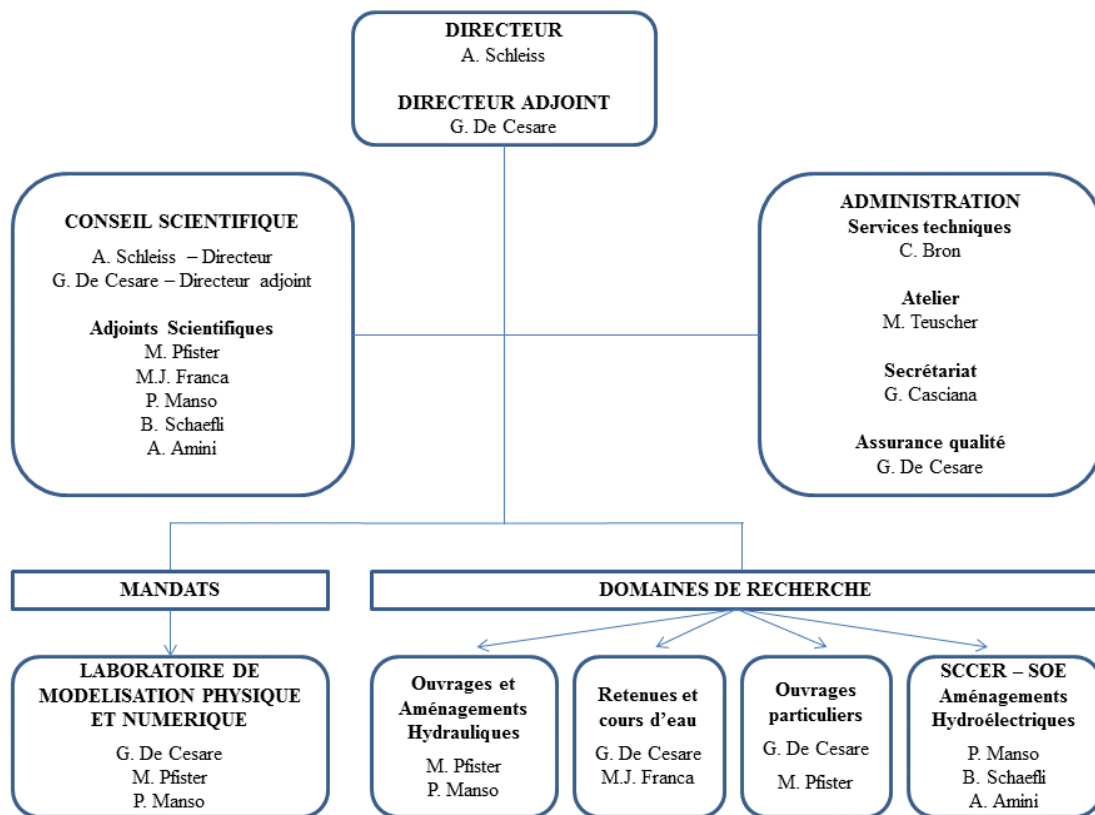
EPFL-LCH Conference Cycle, jointly organized with the SCCER-SoE
Anton J. Schleiss, Pedro Manso, membres du comité d'organisation

6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, 2016, Portland (USA),
Michael Pfister, Member of Scientific Committee, Anton J. Schleiss, keynote speaker

6th International Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures, 2016, Lübeck (D),
Michael Pfister, Member of Scientific Committee

4 Personnel / Staff

4.1 Organisation du LCH (2016) / Organisation of the LCH (2016)



Carte de vœux 2017 du LCH / Season's Greetings card 2017 of the LCH

IST-EPFL *Joint Doctoral Initiative*

David Ferràs Segura (Espagne)	01.11.2012 – 31.08.2016
Irene Almeida Samora (Portugal)	01.02.2014 – 30.09.2016
Paloma Furlan (Argentine)	01.10.2014 – 01.10.2016
Ana Clara Pereira Barbosa Santos (Brésil)	01.11.2014 – 31.07.2016
Ivan Stojnic (Serbie)	depuis / since 01.09.2016
Dora Patricia Valente Salgueiro (Portugal)	depuis / since 15.09.2016

Stagiaires / *Trainees*

Jonas Durand-Gasselin	02.06.2016 – 16.09.2016
Ricardo Hubert	01.07.2016 – 30.09.2016
Christopher Mckie	09.07.2016 – 28.09.2016
Gaétan Combes	17.08.2016 – 11.11.2016

Hôtes académiques / *Academic guests* (doctorants / *PhD students*)

Foetini Kyrouri	01.3.2016 – 31.07.2016
Mariangela Afouni-Grigoriadou	01.4.2016 – 31.08.2016
Josep Fortesa	27.05.2016 – 30.06.2016
Chenfei Shao	depuis / since 01.09.2016
Mahmoud Jourabian	depuis / since 01.10.2016
Dr Shun Nomura	depuis / since 03.08.2016
Nestor Lerma	15.04.2016 – 15.07.2016

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
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*

Sandro Martin Döblin	28.09.2015 - 29.04.2016
----------------------	-------------------------

4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / *Visiting professors and academic visitors*

Prof. Pokrajac Dubravka, Aberdeen University, Scotland, United Kingdom

Prof. Pokrajac a visité le LCH du 23 mai au 24 juin. A collaboré avec le LCH sur la recherche des écoulements de densité, notamment avec Mário Franca et Sara Venuleo. Le 2 juin elle a proféré une conférence dans le cadre de Civil Engineering Seminar Series sur le thème: *What lies beneath? Surface-subsurface interactions in fluvial and coastal environments*.

Dr Alain Recking, Irstea, Grenoble, France

Dr. Alain Recking, a visité le LCH le 26 et 27 mai 2016, et il a proféré une conférence sur le thème *Bedload and morphodynamics*, dans le cadre des Civil Engineering Seminar Series de l'ENAC.

Dr. Vítor FARIA e SOUSA, Instituto Superior Técnico, ULisboa, Portugal

Dr. Vítor Sousa a visité le LCH en Février et Juin 2016. Il a collaboré avec le LCH, notamment avec José P. Matos, ayant comme objectif le développement d'outils et applications d'intelligence artificielle. Le travail a été développé dans le langage de programmation Python pour être appliqué à résoudre des défis liés aux ressources en eau. Les thématiques approfondies lors de cette collaboration ont comme exemple l'estimation de la dégradation de systèmes de collection des eaux usées.

4.4 Événements spéciaux / *Special events*

4.4.1 **Visites des gymnasiens au LCH, Lausanne, EPFL, 11 et 18 mars 2016**

Le 11 et le 18 Mars, 89 gymnasiens de la Romandie ont visité le Section de Génie Civil. Après des présentations d'introductions, ils ont visité l'LCH. Les guides ont présenté les modèles suivants: Gondo, Vortex, Karibati et Chancy-Pugny. Les élèves étaient très intéressés et ont posé beaucoup des questions sur la gestion d'eau, l'EPFL et la vie en Lausanne. On est sûr que nous avons été capables de convaincre beaucoup de gymnasiens de commencer ses études dans la gestion de génie civil.



Sara Venuleo illustre aux étudiants la halle du LCH

4.4.2 Démonstration du modèle «CEVA, siphon auto-amorçant», 14 juin 2016

En collaboration avec le bureau d'ingénieur BG, le LCH teste le fonctionnement d'un by-pass avec siphon auto-amorçant qui permettrait de transférer, une fois amorcé, les eaux de nappes phréatiques d'un côté à l'autre d'un tunnel de la liaison ferroviaire Cornavin - Eaux-Vives - Annemasse (CEVA) dans sa tranchée couverte située entre la gare de Chêne Bourg et la frontière française (cours d'eau du Foron). Les premiers tests concluants se sont déroulés durant le printemps 2016. Il a fallu pour y arriver apporter quelques modifications au modèle, entre autre pour assurer la stabilité de l'écoulement et l'évacuation de l'air vers l'aval.

Le 14 juin 2016, malheureusement en l'absence de Paloma Furlan qui travaille sur ce projet depuis le début, une délégation du CEVA est venue au LCH observer le fonctionnement du modèle. Après une présentation du laboratoire par Giovanni De Cesare, l'équipe de BG a présenté le travail accompli jusqu'ici et défendu son projet. La visite du modèle, d'apparence simple et efficace, ainsi que l'apéritif servi à la fin de la présentation ont fini de convaincre la délégation du bien-fondé de ces essais en laboratoire. Outre la partie ingénierie appliquée, ce projet devrait pouvoir donner la possibilité au LCH de rédiger et de publier quelques articles scientifiques sur le fonctionnement de certains éléments du système, comme la relation Q-h d'une tulipe en fonction de la pression environnante.



Démonstration du siphon sur la passerelle de la halle hydraulique.

4.4.3 Visite Kantonsschule Romanshorn, mercredi 22 juin 2016

Dans le cadre d'un séjour culturel en suisse romande, une classe de la Kantonsschule (gymnase) de Romanshorn (20 élèves + accompagnants) a visité l'EPFL mercredi 22 juin 2016. Cette visite était organisée par Maya Frühauf du Service de Promotion des études de l'EPFL.

Le matin, le groupe a pu découvrir le projet HOUSE 1 (Projet d'étudiant concocté par l'Atelier de la Conception de l'Espace de l'EPFL), suivi d'une visite guidée du Rolex Learning Center. Ensuite, après l'accueil par Prof. Anton Schleiss, les activités d'ingénieur autour de l'eau ont été présentées par Giovanni De Cesare suivi de la visite de la halle hydraulique guidée par Severin Stähly et Giovanni De Cesare. Les gymnasiens ont eu beaucoup de plaisir et d'intérêt pour la matière, même si on voyait leur fatigue après la fête de la musique du soir avant. Ainsi la présentation et la visite se sont déroulées en suisse-allemand au lieu du français initialement prévues et souhaitées par leur enseignante de français.



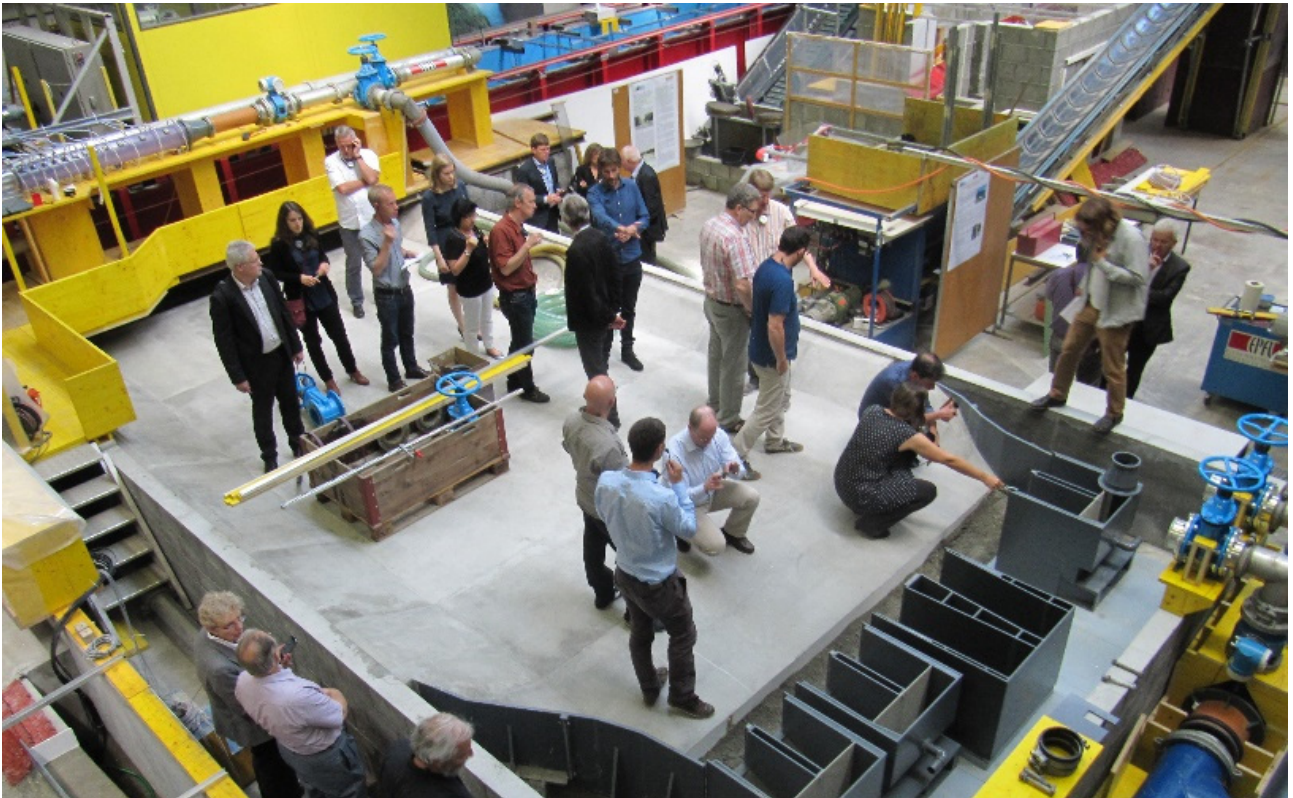
Giovanni De Cesare explique le modèle de Chancy-Pougy aux gymnasiens de Romanshorn.

4.4.4 Visite du modèle de Rhinau, 28 juin 2016

En construction depuis la fin du mois d'avril 2016, le modèle de Rhinau était prêt ce mardi 28 juin pour la visite du mandant, Electricité de France (EDF), et de l'ensemble de la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR). Le barrage de Rhinau est situé environ 90 km à l'aval de Bâle et constitue pour le moment l'obstacle empêchant la remontée des saumons jusqu'en Suisse, devant être garantie par le programme cadre « Rhin Saumon 2020 » de la CIPR. Un ensemble d'entrées piscicoles pour attirer les poissons vers un ouvrage de montaison est ainsi en cours d'étude à Rhinau. Mais avec ses quatre groupes pouvant turbiner ensemble jusqu'à $1'400 \text{ m}^3/\text{s}$, les conditions d'écoulement à l'aval des turbines sont suffisamment chaotiques pour annihiler tout débit d'attrait mal distribué. L'optimisation des entrées (formes, positions, débits d'attrait et fonctionnement) sous différentes configurations de turbinage est ainsi l'objectif principal de ce projet.

D'abord réunis dans une même salle, les participants ont reçu d'EDF la description précise du projet et des objectifs visés avec ce mandat de modélisation physique et numérique. Azin Amini a ensuite souhaité la bienvenue aux participants et présenté le LCH, avant une brève description du modèle physique. Heureux de pouvoir visualiser le travail accompli jusqu'ici, les participants ont aussi pu se rendre compte en visitant l'atelier du travail que nécessite la fabrication des éléments PVC. La fin de la matinée s'est déroulée autour des autres modèles de la halle, présentés par les doctorant(e)s.

L'après-midi a permis à la CIPR de se réunir pour une réunion de coordination, alors que les représentants d'EDF discutaient avec le LCH des prochaines étapes à prévoir pour ce mandat. Cette journée dans l'ensemble très réussie a marqué la première étape publique du modèle de Rhinau, qui sans aucun doute a convaincu par la qualité « LCH made » de sa réalisation.



Visite du modèle de Rhinau par EDF et la CIPR, 28 juin 2016.

4.4.5 Crue artificielle dans la Sarine, 14 septembre 2016

Avec le but de nettoyer la rivière des algues et réactiver le transport solides dans une section de la Sarine avec du débit résiduel, groupe e et le canton du Fribourg ont déclenché une crue artificielle au barrage de Rossens. Pour ce faire, un débit de 255 m³/s était lâché du barrage (normalement débit résiduel = 2.5 m³/s). Dans le cadre des thèses d'Elena Battisacco et de Severin Stähly, des dépôts de sédiments d'un totale de 1000 m³ étaient placés dans le cours d'eau. 500 cailloux équipés par des senseurs passifs du radio frequency identification (RFID tags) étaient déposés dedans. En plus, des antennes fixes étaient installées pour mesurer les RFID tags et observer les caractéristiques du transport solides et des dépôts.



Inspection de dépôts des sédiments par Prof. Schleiss



Camping pendant la crue



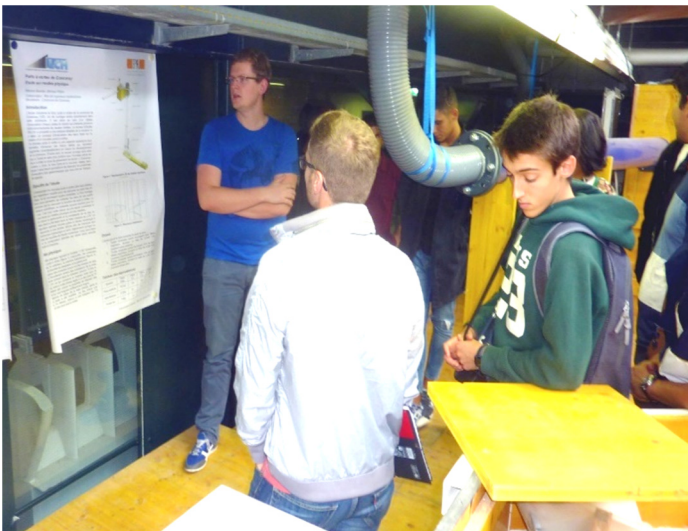
Antenne dans la Sarine



Ouverture des vindages de fond à Rossens

4.4.6 **Journée d'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, 16 septembre 2016**

Le vendredi 16 septembre 2016 a eu lieu l'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, en majorité les étudiants de première année. L'après-midi quatre fois deux groupes ont passé au laboratoire d'hydraulique guidés par Nicolas Adam, Irene Almeida Samora, Carmelo Juez, Sebastian Schwindt, Ivan Stojnic, Paloma Furlan et Ricardo Montero Rubert sur les modèles de Chancy-Pougny, du puits à Vortex de Cossonay et de la recherche fondamentale de Paloma Furlan (passage bois flottant).



On the left : Nicolas Adam expliquant le principe du puits à vortex aux étudiants ; on the right Ivan Stojnic avec un groupe d'étudiant devant le modèle de recherche fondamentale de Paloma Furlan.

4.4.7 **Visite des 2 classes du Gymnase de Kirchenfeld, 20 septembre 2016**

Deux classes de première année du Gymnase de Kirchenfeld à Berne ont visité l'EPFL avec une quarantaine d'élèves. Pendant qu'un groupe suivait une présentation sur la robotique bio-inspirée, suivie par un tour du Campus EPFL avec le Rolex Learning Center, l'autre groupe avait l'occasion de voir une présentation sur les robots mobiles par le Prof. Francesco Mondada et une présentation

par Giovanni De Cesare sur les études en hydrauliques à l'EPFL. Une visite du laboratoire d'hydraulique, guidée par Giovanni et Severin Stähly couronnait la matinée.



Severin Stähly avec les élèves.

4.4.8 **Sortie LCH, 22nd – 24th September 2016, visiting the hidden Veneto, Italy**

Every two years a memorable trip takes place. This year the secret destination was Italy. The big LCH family counted 23 participants who were brought, day by day keeping the suspense, to the discovery of unusual destinations in the Veneto region, north-east of Italy. The first meeting point was Desenzano del Garda (Picture 1) where the LCH-trip organizer, Jessica Zordan, could join the group. We had a pic-nic on the lake side and the weather was so nice that people could even enjoy a swim in the lake of Garda. During the following events, the group was put to the test through many adventurous activities: first the speleological tour in the Buso della Rana cave (Monte di Malo, VI, Picture 2) and then rafting along the river Brenta (San Nazario, VI, Pictures 3-4). The first night allowed to discover city center of Valdagno, a small hidden pearl in Vicenza province, where a copious dinner in a typical restaurant let people discover the traditional tastes of the region. During the second night, the city of Bassano could confirm the dynamism of Italy: music in the center and dozens of bars serving the typical liquor, the Grappa (Pictures 5-6). To conclude the trip the group was driven to the unfortunately notorious Vajont dam (Pictures 7-8). Everybody was touched by the story of 2000 people killed by the wave caused by a huge landslide in October 1963. The dam is still intact.

A memorable event, this LCH-trip 2016. Thanks to the participants who made it a cheerful trip and thanks to Prof. Schleiss who allowed the LCH team becoming a real, strong and now even closer family.



1.



2.



The LCH team on the famous bridge of Bassano del Grappa.

4.4.9 Journée Portes Ouvertes, EPFL, LCH, du 4 au 6 novembre 2016

Du 4 au 6 novembre 2016 l'EPFL a ouvert ses portes pour faire découvrir le campus. Plus de 230 activités, des conférences, des démonstrations et des visites guidées ont été organisées. Naturellement le laboratoire LCH a offert la possibilité 'de visiter la halle du laboratoire d'hydraulique. Pendant tout le week-end tout le personnel LCH a alterné pour assurer la présence d'au moins cinq guides disponibles pour illustrer au public les différents modèles. L'événement a été un grand succès pour l' LCH et l'EPFL, plusieurs centaines de personnes ont visité la halle hydraulique.



Alexandre Pachoud explique le modèle du Rhinau

4.4.10 Journée Futur en tout genre / Oser tous les métiers, 10 novembre 2016

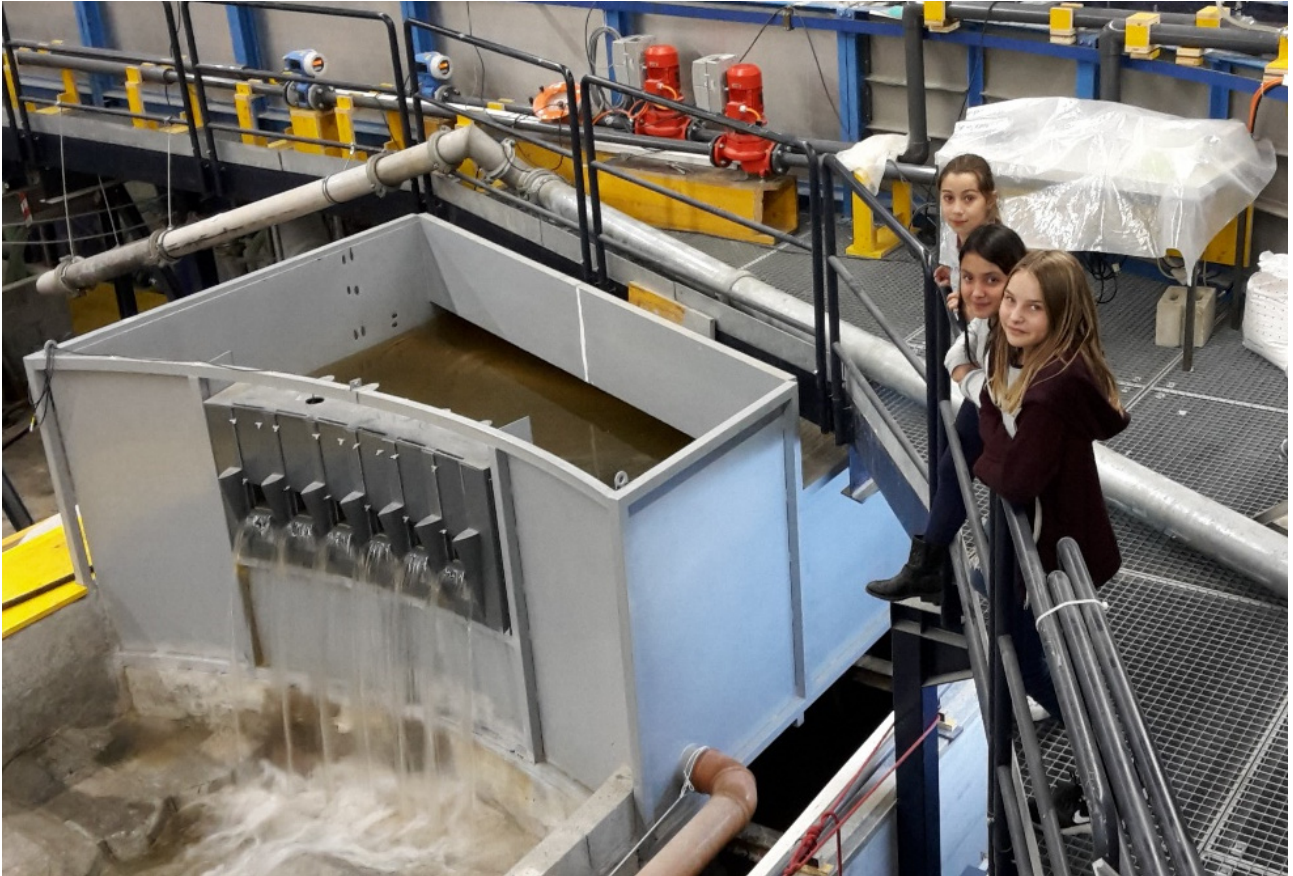
La JOM est depuis toujours une journée très particulière: dans le canton de Vaud, tous les enfants de la 7P à la 9S sont invités à découvrir l'univers professionnel de leur père pour les filles et celui de leur mère pour les garçons. L'objectif de cette journée est de faire tomber les barrières qui existent entre les métiers typiquement masculins et féminins ; il faut encourager les enfants à imaginer leur future vie professionnelle en dehors des schémas traditionnels.

Cette année, la JOM a eu lieu jeudi 10 novembre 2016. Côté LCH, ce sont les filles de Pedro Manso, Laura et de Giovanni De Cesare, également Laura ainsi que sa copine Barbara Rincon qui sont venus au LCH. Les trois filles, ensemble avec 6 autre enfants, ont pu visiter l'atelier mécanique puis découvrir la mesure de débits dans un modèle hydraulique. Dans l'atelier le groupe a été reçu par Michel Teuscher et introduit à la fabrication de pièces en aluminium par Laurent Morier.

Dans la halle d'hydraulique, le groupe a été accueilli par Pedro Manso et Pierre Bourqui. L'activité a démarré avec la mise en eau du modèle hydraulique du Rhin à Rheinau, en aval de Bâle et la préparation de bateaux en origami pour usage ultérieure. Les notions d'aire d'une section et de vitesse ont été introduites de manière interactive et didactique, à l'aide d'exemples du quotidien de vie lausannois. Les mesures de distances et de vitesse ont été faites par les participants, pieds dans l'eau (en bottes), pour remplir un protocole d'essai. La vitesse a été déduite à partir d'une course de bateaux origami (Photo ci-dessous).

Les données de mesure ont été traitées et le résultat du calcul du débit comparé avec celui obtenu par le débitmètre du système de pompage du laboratoire. La précision de la méthode et les sources de différence ont été discutées. A la fin, une synthèse a rappelé les cinq étapes de la méthode scientifique : formulation d'une question – pose d'hypothèses - vérification (expérimentale) – établissement des constats (mesures) – conclusions. L'après-midi, Laura Manso a suivi l'atelier « Analyse de caféine et autres molécules dans vos boissons et bonbons préférés! » dans le département de Chimie. Laura De Cesare et sa copine Barbara ont visité les expositions au nouveau ArtLab de l'EPFL ainsi que le Montreux Jazz Café. Après une pause cafétéria avec l'équipe du LCH, les trois ont aidé Sebastian Schwindt à purger son modèle de transport solide.

Pour clôturer cette longue journée, elles ont assisté à la remise en eau du modèle du barrage de Kariba après quatre ans de sommeil (notre barrage au réservoir dormant).



Laura Manso, Barbara Rincon et Laura De Cesare lors de la remise en eau du modèle du barrage de Kariba.

4.4.11 Souper de Noël LCH, Les Paccots, 15 décembre 2016

Le repas de Noël a eu lieu cette année à la Buvette du Vuipay, le jeudi 15 décembre. La soirée a commencé par une promenade vers la cabane à mi-chemin vers le restaurant. Après environ 30 minutes de balades dans la forêt éclaircie par les lampes frontales des courageux collègues, nous avons pu nous retrouver autour d'un bon verre de vin accompagné de quelques assiettes de viandes séchées. Une fois arrivés à la buvette, après avoir parcouru un dénivelé de plusieurs centaines de mètres, nous avons pu goûter une bonne fondue avec le fromage produit localement, et des desserts excellents.

5 Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / *Participation in commissions, professional and academic associations*

Schleiss Anton

American Society of Civil Engineers – ASCE (member)

Société Hydrotechnique de France (SHF) (membre bureau du comité scientifique et technique)

Swiss Tunneling Society (FGU-STs) (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)*

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 2014 -2016) / *Europe Division of IAHR (chairman 2014 - 2016)*

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 (council member)*

Groupe d'expert pour la révision de la directive sur la sécurité des ouvrages d'accumulation (OFEN)

De Cesare Giovanni

Association suisse pour le génie biologique - VIB (président) / *Swiss Association of Soil Bioengineering (president)*

Member of the board of the European Federation for Soil Bioengineering EFIB

Member of the EPFL-ENAC Faculty Teaching Committee (Commission d'enseignement)

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 Schwemmholz (member since 2013)

VSA Section Suisse Romande (membre du Comité depuis 2012)

Franca Mário J.

International Association of Hydro-Environment Engineering and Research (member)

American Geophysical Union (member)

Portuguese Association of Water Resources (member)

Committee on Experimental Methods and Instrumentation of the IAHR - International Association of Hydro-Environment Engineering and Research (member of the leadership team)

Committee on Fluvial Hydraulics of the IAHR - International Association of Hydro-Environment Engineering and Research (co-opted member of the leadership team)

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 (member 2014-2017)

Comité Suisse des Barrages (CSB/SCOD, member)

CSB/SwissCOD Working group Reservoir flushing and drawdown (chairman)

Zeimetz Fränz

“Hochwassersicherheit und Stauseeabsenkung”, Commission for the elaboration of new guidelines for flood security and artificial lake level lowering, SFOE / Commission pour l'élaboration d'une nouvelle directive pour la sécurité vis-à-vis des crues et concernant l'abaissement du niveau d'eau dans les lacs artificiels, OFEN (2016)

6 Conférences données par les collaborateurs du LCH / Conferences presented by LCH staff

6.1 Invités / Invited

Schleiss Anton

The worldwide role of hydropower in sustainable multipurpose schemes development (keynote)
ASIA 2016 - Sixth International Conference and Exhibition on Water Resources and Hydropower Development in Asia National Convention Centre, Vientiane, Lao PDR, 1-3 mars 2016

Hydraulic scaled model test for the optimization of approach channel excavation and approach flow conditions of Haraz morning glory spillway
84th ICOLD Annual Meeting, Johannesburg, South Africa, May 2016

Wasserkraftwerke und Talsperren - lebenswichtige Wasserinfrastrukturanlagen als Grundlage für weltweiten Wohlstand (keynote)
17. Deutsches Talsperrensymposium-Talsperren und Nachhaltigkeit, Freiburg im Breisgau, Allemagne, 15-17 juin 2016

Interaction of Hydraulic Structures with Air, Water, and Rock: The Challenge of Researchers and Designers (Keynote)
6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Portland, OR, 27-30 June 2016

Stauraumverlandung und nachhaltige Entwicklung
Erfahrungsaustausch „Stauraumbewirtschaftung in Zusammenhang mit der Verlandungs problematik“, IBI - Euregio Kompetenzzentrum K.G.M.B.H., Vahrn, Bozen, Italien, 5. August 2016

Die weltweite Rolle der Wasserkraft für die nachhaltige Entwicklung von wasserwirtschaftlichen Mehrzweckanlagen (1)

Demonstrator Sedmix: an innovative tool to release fine sediments from hydropower reservoirs (2)
SCCER-SoE Annual Conference 2016, Hydropower and Geo-Energy in Switzerland - Challenges and Prospects, Sion, Switzerland, September 12, 2016

Dams and reservoirs: Security belt around the world to ensure water, food and energy (Keynote)
HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges, Montreux, Switzerland, 10-12 October 2016

Reservoir Sedimentation and Sustainable Development (keynote)
CHINCOLD 2016 Annual Meeting & International Conference on Reservoirs and Dams, Xi'an, China, 20-21 October 2016

De Cesare Giovanni

Les sédiments dans les réservoirs – état de l'art et vision (keynote)
Colloque "Gestion des sites soumis à forte sédimentation" de la Société Hydrotechnique de France (SHF), Le Havre, France, 7 décembre 2016

Ecran à poisson électrique de l'aménagement de pompage turbinage Hongrin-Léman FMHL+
Commission Hydrosuisse - Journée d'étude Force hydraulique 2016, Olten, Switzerland, 15 novembre 2016

Gestion des apports solides à l'aide des organes de décharge
Journées d'études 2016 du comité Suisse de barrage CSB, Viège, Suisse, 8 septembre 2016

Understanding real world waterway systems
Institute of Technology Sligo, Ireland, 21 avril 2016

Pfister Michael

Piano Key weirs on spillways: Advantages and risks.

Kolloquien BAW, Karlsruhe, Germany, 8 avril 2016

Puits à vortex pour multiples collecteurs amont.

Visite technique du Comité Romand SSR du VSA, EPFL, Switzerland, 28 avril 2016.

Kriterien zur Beurteilung des Gefahrenpotentials einer Talsperre durch Schwemmholz.

Workshop Schweizerisches Talsperren-Komitee, ETH Zürich, 22 juin 2016

Franca Mário

Upscaling approaches to turbulent environmental flows

Invited seminar, Università degli Studi Roma Tre, Rome, 25 octobre 2016

Fluvial geomorphology in the lab

Invited seminar, Università degli Studi Roma Tre, Rome, 24 octobre 2016

Transport and fate of momentum, sediments and diluted species in environmental hydraulics

University of Aberdeen, 2 mai 2016

Transport and fate of sediments, momentum and diluted species in environmental hydraulics

University of Glasgow, 4 mars 2016

Contained density currents with high volume of release

INSA: Institut national des sciences appliquées, Lyon, 19 février 2016

Manso Pedro

Innovation and changes in the Swiss hydropower sector within the energy transitions in Europe

APRH Symposium, LNEC, Lisbon, 23 juin 2016

FLEXSTOR - Solutions for flexible operation of storage hydropower plants in changing environment and market conditions

Annual Conference of the SCCER-SoE, Sion, 13 septembre 2016

Research on Hydropower by the SCCER-SoE: key findings 2013-2016

Second NRP70/ SCCER-SoE PhD School, Leukerbad, 19 octobre 2016

6.2 Autres conférences / Other conferences

Adam Nicolas

Head loss coefficient through sharp-edged orifices

28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Grenoble, France, 4-8 juillet 2016

Experimental assessment of head losses through elliptical and sharp-edged orifices

4th IAHR Europe Congress, Liege, Belgium, 27-29 July 2016

Surge tank throttles for safe and flexible operation of storage plants

HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges, Montreux, Switzerland, 10-12 octobre 2016

Battisacco Elena

Laboratory experiments on the influence of the length of a sediment replenishment applied with alternated geometrical configuration

International Symposium on River Sedimentation, Stuttgart, Allemagne, 19-22 septembre 2016

Chamoun Sabine

Experimental investigation on turbidity current venting under restrained outflow discharges

River Flow 2016, St Louis, USA, 12-15 juillet 2016

The importance of venting turbidity currents on the sustainable use of reservoirs

HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges, Montreux, Switzerland, 10-12 octobre 2016

De Cesare Giovanni

Evolution of a restored river course and alternative measures to correct unintended effects and State of river restoration in Switzerland

IX international EFIB/AEIP Congress on Soil and Water Bioengineering, Donostia-San Sebastián, Spain, 9 novembre 2016

Non-intrusive flow velocity measurements in pressurized pipe with orifice

Velocity profile measurements in bore waves

Velocity profiles of turbidity currents flowing over a flat bed

10th ISUD, 28-30 septembre 2016, Tokyo Institute of Technology (TIT), Tokyo, Japon

Foehn Alain

Spatialization of precipitation data for flood forecasting applied to the Upper Rhone River basin

HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges, Montreux, Switzerland, 10-12 octobre 2016

Juez Carmelo

2D transient granular flows over obstacles: experimental and numerical work

EGU 2016, Vienna, Austria, 17-22 avril 2016

Developments on sediment transport: bedload and suspended transport experiments

4th SEDITRANS workshop, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, 30-31 mai 2016

Modeling sediment pulses on an armored channel

River Flow 2016, St Louis, USA, 12-15 juillet 2016

Fine sediment trapping in river lateral cavities

AMERICAN GEOPHYSICAL UNION, San Francisco, USA, 12-18 décembre 2016

Manso Pedro

Electricity supply and hydropower development in Switzerland

HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges, Montreux, Switzerland, 10-12 octobre 2016

Fully rehabilitation: integrating a small hydro cascade into a water supply system

HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges, Montreux, Switzerland, 10-12 octobre 2016

Matos José Pedro

Many users – one river, collaboration in transboundary water management

CCES (Competence Center Environment and Sustainability) Conference, Zurich, Switzerland, 10 février 2016

Analysis of future hydropower development and operational scenarios on the Zambezi river basin

84th ICOLD Annual Meeting, Johannesburg, South Africa, May 2016

Pachoud Alexandre

Parametric study of stress concentration factors for longitudinal butt welded joints of steel penstocks and liners

Seventh International Conference on Engineering Failure Analysis ICEFA VII, Leipzig, Germany, 3-6 Juillet 2016

Pfister Michael

Effect of deflector aerator on stepped spillway flow.

6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Portland OR, USA, 30 juin 2016

Junction chamber at vortex drop shaft: case study of Cossonay.

6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Portland OR, USA, 30 juin 2016

Samora Irene

Energy production with a tubular propeller turbine

28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Grenoble, France, 4-8 juillet 2016

Feasibility assessment of micro-hydropower for energy recovery in the water supply network of the city of Fribourg

4th IAHR Europe Congress, Liège, 27-29 juillet 2016

Schwindt Sebastian

Physical Modelling Optimization of an open check dam in Switzerland

Interpraevent 2016, Lucerne, 30 mai au 2 juin 2016

Die Gestaltung moderner Geschiebesammler anhand eines Fallbeispiels mit physikalischen Modellversuchen

18. Wasserbau-Symposium 2016, TU München, Wallgau, 29 juin au 1 juillet 2016

The influence of the opening width of check dams on bedload continuity of mountain rivers

River Flow 2016, St. Louis, USA, 12-15 juillet 2016

Wüthrich Davide

Surface turbulence on bores and surges propagating on smooth and rough beds

6th International Conference on the Application of Physical Modelling in Coastal and Port Engineering and Science, Ottawa, Canada, 10-13 mai 2016

Example of wave impact on a residential house

4th IAHR Europe Congress: Sustainable hydraulics in the era of global change, Liège, Belgium, 27-29 juillet 2016

Zeimetz Fränz

The variation of the zero degree celsius isothermal altitude during intense rainfall events

EGU 2016, Vienna, Austria, 17-22 avril 2016

Zordan Jessica

Time evolving bed shear stress due the passage of gravity currents estimated with ADV velocity measurements

EGU 2016, Vienna, Austria, 17-22 avril 2016

Turbidity currents: experiments over erodible bed

4th SEDITRANS workshop, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal, 30-31 mai 2016

Bed shear stress estimation for gravity currents performed in laboratory

River Flow 2016, St. Louis, USA, 12-15 juillet 2016

7 Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / Participation in congresses and visits of research institutes

CCES (Competence Center Environment and Sustainability) Conference, 10 février 2016, Zurich, Switzerland. José Pedro Matos

ASIA 2016 - Sixth International Conference and Exhibition on Water Resources and Hydropower Development in Asia National Convention Centre, Vientiane, Lao PDR, 1-3 mars 2016. Anton J. Schleiss

ADAPT, African Dams Project Database, Zimbabwe, Zambia, and Angola, March 2016. José Pedro Matos

Research visit at Institute of Technology Sligo, Ireland, Great Britain, 20-23 avril 2016. Giovanni De Cesare

EGU General Assembly, 17-22 avril 2016, Vienna, Austria. Mário J. Franca, Jessica Zordan, Carmelo Juez, Elena Battisacco, Fränz Zeimez, Severin Stähly

84th ICOLD Annual Meeting, Johannesburg, South Africa, May 2016. Anton J. Schleiss, José Pedro Matos

Research visit at Aberdeen University, Scotland, United Kingdom, 1-6 mai 2016. Mário J. Franca, Sara Venuleo

6th International Conference on the Application of Physical Modelling in Coastal and Port Engineering and Science, 10-13 mai 2016, Ottawa, Canad,. Wüthrich Davide

4th SEDITRANS workshop, 30-31 mai 2016, Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, Portugal. Mário J. Franca, Jessica Zordan, Carmelo Juez

INTERPRAEVENT conférence, Lucerne, Suisse, du 30 mai au 2 juin 2016. Azin Amini, Giovanni De Cesare, Sebastian Schwindt

17. Deutsches Talsperrensymposium-Talsperren und Nachhaltigkeit, Freiburg im Breisgau, Allemagne, 15-17 juin 2016. Anton J. Schleiss

6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Portland, OR, 27-30 June 2016. Anton J. Schleiss, Michael Pfister

ETH-EPFL Summer School on Fluvial Geomorphology, Losone, Switzerland, du 29 juin au 1 juillet 2016. Mário J. Franca, Elena Battisacco, Severin Stähly, Sebastian Schwindt, Sara Venuelo

Wasserbausymposium à Wallgau, TU Munich, Allemagne, du 29 juin au 1 juillet 2016. Severin Stähly, Sebastian Schwindt

28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems, Grenoble, France, 4-8 juillet 2016. Irene Samora, Nicolas Adam

River Flow 2016 – International Conference on Fluvial Hydraulics, 12-15 juillet 2016, St Louis, USA. Anton J. Schleiss, Mário J. Franca, Carmelo Juez, Sabine Chamoun, Elena Battisacco, Jessica Zordan, Sebastian Schwindt

4th European Congress of the IAHR, 27-29 juillet 2016, Liège, Belgium. Anton J. Schleiss, Mário J. Franca, Pedro Manso, Irene Samora, Davide Wüthrich, Nicolas Adam, Gaetano Crispino (Guest PhD student at LCH)

Symposium avec 105ème Assemblée générale de l'ASAE (SWV) Aménagement des eaux et changement climatique, 1-2 septembre 2016, Brigue – Glis, Suisse. Anton J. Schleiss

Journées d'études 2016 du Comité Suisse des Barrages, 8 septembre 2016, Viège. Anton J. Schleiss, Giovanni De Cesare

Third SCCER-SoE Annual Conference 2016, 12 septembre 2016, HES-SO, Sion, Suisse. Anton J. Schleiss, Pedro Manso, Azin Amini, Gabrielle Muller

International Symposium on River Sedimentation, Stuttgart, Allemagne, 19-22 septembre 2016. Elena Battisacco

Tenth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering - 10th ISUD, 28-30 septembre 2016, Tokyo Institute of Technology (TIT), Tokyo, Japon. Giovanni De Cesare

Visit of the Water Resources Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Kyoto, Japan, 1 octobre 2016. Giovanni De Cesare

JAMSTEC (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology) meeting, Tokyo, 3-4 octobre 2016. Giovanni De Cesare

HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges, 10-12 octobre 2016, Montreux, Suisse. Anton J. Schleiss, Giovanni De Cesare, Pedro Manso, Severin Stähly, Nicolas Adam, Fränz Zeimetz, Jessica Zordan, Sabine Chamoun, Davide Wüthrich, Elena Battisacco, Alain Foehn, Sebastian Schwindt

SCCER-SoE PhD School, octobre 2016, Loèche-les-Bains, Suisse. Pedro Manso, Azin Amini, Alex Pachoud, Davide Wüthrich, Elena Battisacco, Severin Stähly

Power China and China Institute of Water Resources and Hydropower Research, 24 and 25 October 2016, Beijing, China. Anton J. Schleiss

Commission Hydrosuisse - Journée d'étude Force hydraulique 2016, Olten, Suisse, 15 novembre 2016. Giovanni De Cesare

IX international EFIB/AEIP Congress on Soil and Water Bioengineering, Donostia-San Sebastián, Spain, 9-11 novembre 2016. Giovanni De Cesare

Colloque "Gestion des sites soumis à forte sédimentation" de la Société Hydrotechnique de France (SHF), Ecole Nationale Supérieure Maritime (ENSM), Havre, Normandie, France, 6-7 décembre 2016. Giovanni De Cesare

American Geophysical Union Fall Meeting, 12-18 décembre 2016, San Francisco, USA. Mário J. Franca, Carmelo Juez

8 Participation au jury de thèses de doctorat / *Participation in doctoral thesis jury*

Schleiss Anton

Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features

Doctorant: S. C. O. Terrier, EPFL No 6989, directeur de thèse, 14.04.2016

Experimental study on the influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways

Doctorant: M. J. Ostad Mirza, EPFL No 6862, directeur de thèse, 21.03.2016

Multiaxial and variable amplitude fatigue in steel bridges

Doctorant: C. A. Pereira Baptista, EPFL No 7044, président du jury, 29.04.2016

Sediment control by check dams and open check dams in Alpine torrents

Doctorant: G. Piton, Université Grenoble Alpes, committee member, 8.6.2016

Experimental Study of Turbulence Characteristics near Piano Key Weirs

Doctorant: H. Tiwari, Indian Institute of Technology Roorkee, committee member, 10.8.2016 (report)

Fluid-structure interaction during hydraulic transients in pressurized pipes: experimental and numerical analyses

Doctorant: D. Ferràs Segura, EPFL No 7099, directeur de thèse, 6.9.2016

Optimization of low-head hydropower recovery in water supply networks

Doctorante: I. Almeida Samora, EPFL No 7126, directeur de thèse, 5.9.2016

Caractérisation de la résistance au cisaillement et comportement des interfaces entre béton et fondation des structures hydrauliques

Doctorant: H. Mouzannar, Université de Lyon, member of committee, 14.9.2016

Numerische und physikalische Untersuchung des hydraulischen Verhaltens von wandartigen Strukturen am Übergang von Druckstollen zu Druckschacht – Wand im Triebwasserweg

Doctorant: J. F. Seibl, Universität Innsbruck, member of committee, 6.10.2016

Development of a methodology for the estimation of extreme floods in alpine catchments for the verification of dam safety – The CRUEX++ project

Doctorant: F. Zeimet, EPFL No 7307, directeur de thèse, 11.11.2016

Influence des imperfections géométriques et des fissures dans les soudures des blindages sur le dimensionnement des tunnels et puits en charge dans un rocher anisotrope

Doctorant: A. J. Pachoud, EPFL No 7305, directeur de thèse, 16.11.2016

Franca Mário J.

Replenishment of sediment downstream of dams: erosion and transport processes

Doctorante: E. Battisacco, EPFL No 7239, co-directeur de thèse, 2.11.2016

Etude expérimentale d'écoulements soumis à une transition longitudinale de rugosité en lit simple et en lit composé

Doctorant: V. Dupuis, Université Claude Bernard Lyon 1, IRSTEA Lyon, France, 21.09.2016

Pfister Michael

Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features

Doctorant: S. C. O. Terrier, EPFL No 6989, co-directeur de thèse, 14.04.2016

Manso Pedro

Influence des imperfections géométriques et des fissures dans les soudures des blindages sur le dimensionnement des tunnels et puits en charge dans un rocher anisotrope

Doctorant: A. J. Pachoud, EPFL No 7305, co-directeur de thèse, 16.11.2016

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
- Journal of Flow Measurement and Instrumentation
- Structural Engineering International
- Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering (ASCE)
- Engineering (Springer)
- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Slovenian Research Agency
- River Flow 2016 8th International Conference on Fluvial Hydraulics
- IAHR Europe Congress
- Hydro 2016
- ISRS International Symposium on River Sedimentation 2016

Amini Azin

- Reviewer for INTERPRAEVENT

De Cesare Giovanni

- Environmental Modeling & Assessment (SPRINGER)
- Flow Measurement and Instrumentation (ELSEVIER)
- ICE Water Management Journal, The Institution of Civil Engineers
- International Journal of Multiphase Flow (ELSEVIER)
- Journal of Applied Water Engineering and Research (IAHR - Taylor & Francis)
- Journal of Soils and Sediments (SPRINGER)
- International Journal of Multiphase Flow (ELSEVIER)
- Natural Hazards and Earth System Sciences – NHES, European Geosciences Union (EGU)
- Scientia Iranica (Sharif University of Technology)
- Water Resources Research (American Geophysical Union – AGU)

Franca Mário

- Water Resources Research
- Environmental Fluid Mechanics on Environmental Buoyancy-Driven Flows
- Geophysical Research Letters
- Advances in Water Resources
- Canadian Journal on Chemical Engineering
- Earth Surface Processes and Landforms

- Flow Measurements and Instrumentation
- International Journal of Sediment Research
- Journal of Applied Water and Engineering Research
- Journal of Hydraulic Engineering
- Journal of Hydraulic Research
- Journal of Hydro-environment Research
- Reviewer for the Sawiris Foundation for Social Development (Switzerland), 2016
- XXIII Congresso da Água
- River Flow 2016 8th International Conference on Fluvial Hydraulics

Manso Pedro

- Journal of Hydraulic Engineering (American Society of Civil Engineers ASCE)

Pfister Michael

- Journal of Hydraulic Engineering
- Journal of Irrigation and Drainage Engineering
- Journal of Hydraulic Research
- International Journal of Multiphase Flow
- Coastal Engineering Journal
- Canadian Journal of Civil Engineering

10 Publications

10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

10.1.1 Référés / *Refereed*

Amini A., Dhont B. and Heller P. (2016). "Wave atlas for Swiss lakes: modeling design waves in mountainous lakes". **Journal of Applied Water Engineering and Research**, 1-11, DOI: 10.1080/23249676.2016.1171733.

Battisacco E., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Re-establishment of a uniform discharge on the Olympic fountain in Lausanne". **Journal of Applied Water Engineering and Research**, 5(1), 78-89.

Battisacco E., Franca M.J. and Schleiss A.J. (2016). "Sediment replenishment: Influence of the geometrical configuration on the morphological evolution of channel-bed". **Water Resources Research**, 52, 8879–8894, DOI: 10.1002/2016WR019157.

Birkhofer B., Meile T., De Cesare G., Jeelani S.A. and Windhab E.J. (2016). "Use of gas bubbles for ultrasound Doppler flow velocity profile measurement". **Flow Measurement and Instrumentation**, 52, 233-239.

Chamoun S., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). Managing reservoir sedimentation by venting turbidity currents: A review, **International Journal of Sediment Research**, 31(3), 195-204, doi:10.1016/j.ijsrc.2016.06.001

Chamoun S., Zordan J., De Cesare G. and Franca M.J. (2016). "Measurement of the deposition of fine sediments in a channel bed". **Flow Measurement and Instrumentation**, 50, 49-56.

Duarte R., Pinheiro A. and Schleiss A.J. (2016). "An Enhanced Physically Based Scour Model for Considering Jet Air Entrainment", **Engineering**, 2016, 2(3): 294 -301.

Duarte R., Pinheiro A. and Schleiss A.J. (2016). "Dynamic response of an embedded block impacted by aerated high-velocity jets", **Journal of Hydraulic Research**, 54(4), 399-409. DOI: 10.1080/00221686.2016.1168491.

Duarte R., Schleiss A.J. and Pinheiro A. (2015). "Effect of pool confinement on pressures around a block impacted by plunging aerated jets". **Canadian Journal of Civil Engineering**, 43(3), 201-210.

Ferràs D., Manso P.A., Schleiss A.J. and Covas D.I.C. (2016). "Experimental distinction of damping mechanisms during hydraulic transients in pipe flow." **Journal of Fluids and Structures** 66, 424-446.

Ferràs D., Manso P.A., Schleiss A.J. and Covas D.I.C., (2016). "Fluid-structure interaction in straight pipelines: Friction coupling mechanisms". **Computers and Structures**, 175, 74-90, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruc.2016.06.006>.

Guillen-Ludena S., Franca M.J., Cardoso A.H. and Schleiss A.J. (2016). "Evolution of the hydromorphodynamics of mountain river confluences for varying discharge ratios and junction angles", **Geomorphology**, vol. 255, pp. 1-15, 2016, DOI:10.1016/j.geomorph.2015.12.006.

Haeberli W., Buetler M., Huggel C., Friedli T.L., Schaub Y. and Schleiss A.J. (2016). "New lakes in deglaciating high-mountain regions – opportunities and risks". **Climatic Change**, 139(2), 201-214., DOI: 10.1007/s10584-016-1771-5.

Jenzer Althaus J.M.I., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Release of suspension particles from a prismatic tank by multiple jet arrangements", **Chemical Engineering Science**, 144, 153-164, DOI: 10.1016/j.ces.2016.01.042.

Juez C., Battisacco E., Schleiss A.J. and Franca M.J. (2016). "Assessment of the performance of numerical modeling in reproducing a replenishment of sediments in a water-worked channel". **Advances in Water Resources**, 92:10-22, DOI:10.1016/j.advwatres.2016.03.010.

- Jüstrich S., Pfister M. and Schleiss A.J. (2016). "Mobile riverbed scour downstream of a Piano Key weir". **Journal of Hydraulic Engineering** 142(11), 04016043. DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001189.
- Matos J.P., Monteiro A.J., Matias N.M. and Schleiss A.J. (2016). "Redesigning water distribution networks using a guided evolutionary approach". **Journal of Water Resources Planning and Management**, 142(5):C4015004, DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000586.
- Mazzocchi E., Pachoud A.J., Farhat M., Hachem F.E., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Signal analysis of an actively generated cavitation bubble in pressurized pipes for detection of wall stiffness drops". **Journal of Fluids and Structures**, Vol. 65, August 2016, pp. 60-75, ISSN 0889-9746, DOI:10.1016/j.jfluidstructs.2016.05.009.
- Müller M., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). Flow field in a pumped-storage reservoir, measurements and numerical modeling, **Journal of Applied Water Engineering and Research**, JAWER IAHR, doi: 10.1080/23249676.2016.1224692
- Nogueira H.I.S., Pfister M. and Schleiss A.J. (2016). "Approaches to reduce friction losses in head-race waterways of hydropower plants". **Journal of Hydraulic Engineering**, 142(5), DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001123.
- Pachoud A.J. and Schleiss A.J. (2016). "Stresses and displacements in steel-lined pressure tunnels and shafts in anisotropic rock under quasi-static internal water pressure". **Rock Mechanics and Rock Engineering**, 49(4), 1263-1287, DOI: 10.1007/s00603-015-0813-z.
- Pfister M., Hager W.H. and Boes R.M. (2016). "Closure to Trajectories and air flow features of ski jump-generated jets". **Journal of Hydraulic Research**, 54(2), 247. DOI: 10.1080/00221686.2016.1140092.
- Ribeiro M.L., Blanckaert K. and Schleiss A.J. (2016). "Local tributary widening for river rehabilitation", **Ecohydrology**, 9(2):204-217, DOI:10.1002/eco.1588.
- Ricardo A.M., Franca M.J. and Ferreira R.M., (2016). "Turbulent flows within random arrays of rigid and emergent cylinders with varying distribution". **Journal of Hydraulic Engineering**, 142(9), p.04016022.
- Samora I., Franca M.J., Schleiss A.J. and Ramos H.M. (2016). "Simulated Annealing in Optimization of Energy Production in a Water Supply Network". **Water Resources Management**, 30(4), 1533-1547, DOI: 10.1007/s11269-016-1238-5.
- Samora I., Hasmatuchi V., Münch-Alligné C., Franca M.J., Schleiss A.J. and Ramos H.M. (2016). "Experimental characterization of a five blade tubular propeller turbine for pipe inline installation. **Renewable Energy**, 95, pp. 356-366. doi:10.1016/j.renene.2016.04.023.
- Samora I., Manso P., Franca M.J., Schleiss A.J. and Ramos H. (2016). "Opportunity and Economic Feasibility of Inline Microhydropower Units in Water Supply Networks." **Journal of Water Resources Planning and Management**, DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000700.
- Samora I., Manso P., Franca M.J., Schleiss A.J. and Ramos H.M. (2016). "Energy Recovery Using Micro-Hydropower Technology in Water Supply Systems: The Case Study of the City of Fribourg". **Water**, 8(8), 344-359; DOI: 10.3390/w8080344.
- Schleiss A.J. (2016). "Talsperren und Speicher als lebenswichtige Infrastrukturanlagen für den weltweiten Wohlstand", **WasserWirtschaft** 106(6), 12-15.
- Schleiss A.J. and Studer M.J. (2016). Discussion "Experimental study on the flow characteristics of unstructured block ramps", **Journal of Hydraulic Research**, 54(2), 242-243, DOI: 10.1080/00221686.2015.1137641.
- Schleiss A.J., Franca M.J., Juez C. and De Cesare G., (2016). "Reservoir sedimentation", **Journal of Hydraulic Research**, 54(6), 595-614, DOI:10.1080/00221686.2016.1225320

Teng P., Yang J. and Pfister M. (2016). "Studies of two-phase flow at a chute aerator with experiments and CFD modelling". **Modelling and Simulation in Engineering**, DOI: 10.1155/2016/4729128.

Theiler Q. and Franca M.J., (2016). "Contained density currents with high volume of release". **Sedimentology**, 63(6), pp.1820-1842.

Wei M., Blanckaert K., Heyman J., Li D. and Schleiss A.J. (2016). "A parametrical study on secondary flow in sharp open-channel bends: experiments and theoretical modelling", **Journal of Hydro-environment Research**, 13, 1-13, ISSN 1570-6443, DOI: 10.1016/j.jher.2016.04.001.

10.1.2 **Autres / Others**

Chamoun, S., De Cesare, G. and Schleiss, A.J. (2016). "Venting turbidity currents for the sustainable use of reservoirs". **International Journal on Hydropower and Dams**, 23(5), 64–69.

Manso P., Filliez J. and Mösching B. (2016) "Fully rehabilitation: integrating a small hydro cascade into a water supply system", **The International Journal of Hydropower and Dams**. Vol. 23. Issue 5, pp. 54-59.

Manso P., Schleiss A.J., Stähli M. and Avellan, F. (2016) "Electricity supply and hydropower development in Switzerland", **The International Journal of Hydropower and Dams**. Vol. 23. Issue 5, pp. 41-47.

Samora I., Manso P., Franca M. J., Schleiss A.J. and Ramos H. (2016). "Microcentrales dans les réseaux urbains". **Aqua & Gas**, 96(12)/2016, 54-58.

Schiefer A., Iseli C., Amini A., and De Cesare G. (2016). "Untersuchung von Renaturierungskonzepten am Seeufer Gals, Bielersee". **Fachzeitschrift Ingenieurbiologie / Génie biologique, Tagungsband**, Heft 2/2016, 26. Jahrgang, pp. 62-69.

Schleiss A.J. and Matos J.P. (2017). "Zambesi River Basin". **Handbook of Applied Hydrology** – Second Edition; Editor-in-chief Vijay P. Singh; Mc Graw Hill Publisher; pp. 98-1-98-6.

10.2 Comptes rendus des congrès / *Proceedings of congresses*

10.2.1 Référés / *Refereed*

Adam N.J., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Non-intrusive flow velocity measurements in pressurized pipe with orifice". **Proc. of the 10th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering**, Tokyo, Japan, 81-84.

Adam N.J., De Cesare G., Schleiss A.J., Richard S. and Muench-Allignée C. (2016). "Head loss coefficient through sharp-edged orifices". **Proc. 28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems**, Grenoble, France, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 49, no. 6, p. 062009.

Adam N.J., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016) "Experimental assessment of head losses through elliptical and sharp-edged orifices". **Proc. of 4th IAHR Europe Congress**, Liege, Belgium, 16.

Amini A., Philippe H. and Marc D. (2016). "Assessment of wave risk for Swiss lakes: Numerical simulation of waves of different return periods." **Proc. of INTERPRAEVENT**, Lucerne, Switzerland.

Bösch L., Battisacco E., Franca M.J. and Schleiss A.J. (2016). "Influence of consecutive sediment replenishment on channel bed morphology". **Proc. of River Flow 2016**, St. Louis, USA, 1147-1154.

Chamoun S., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Velocity profiles of turbidity currents flowing over a flat bed", **Proc. of the 10th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering**, Tokyo, Japan, 141-144.

Chamoun S., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016) "Experimental investigation on turbidity current venting under restrained outflow discharges". **Proc. of River Flow 2016**, St. Louis, USA, 1435-1441.

Cohen Liechti T., De Cesare G., Schleiss A.J., Amacher R. and Pfister M. (2016). "Waves generated by ship convoy: Comparison of physical and numerical modeling with in-situ measurements". **Proc. of the 4th IAHR Europe Congress**, Liege, Belgium, 73.

Crispino G., Dorthe D., Fuchsmann T., Gisonni C. and Pfister M. (2016). "Junction chamber at vortex drop shaft: case study of Cossonay". **6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures**, Portland, OR, 437-446. DOI: 10.15142/T350628160853 (ISBN 978-1-884575-75-4).

Crispino G., Gisonni C. and Pfister M. (2016). "Shock wave patterns in supercritical junction man-holes with inlet bottom offsets". **Proc. of 4th IAHR Europe Congress**, Liege, Belgium, 563-570.

Crookston B., Crowley L. and Pfister M. (2016). "Piano Key Weir for Enlargement of the West Fork of Eno River Reservoir". **6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures**, Portland, OR, 447-456. DOI: 10.15142/T3300628160853 (ISBN 978-1-884575-75-4).

De Cesare G. (2016). "Les sédiments dans les réservoirs – état de l'art et vision". Colloque "**Gestion des sites soumis à forte sédimentation**" de la Société Hydrotechnique de France (SHF), Le Havre, France, p. 12-13 (in French).

De Cesare G., Schwind S., Giroud S. and Maibach A. (2016). "Evolution of a restored river course and alternative measures to correct unintended effects". **IX International EFIB/AEIP Congress on Soil and Water Bioengineering**, Donostia-San Sebastián, Spain, p. 7 (in English and Spanish).

Emami S. and Schleiss A.J., (2016), "Hydraulic scaled model tests for the optimization of approach channel excavation and approach flow conditions of haraz morning glory spillway". **Proc. of the Int. Symposium on Appropriate Technology to Ensure Proper Development**, Operation and Maintenance of Dams in Developing Countries, Johannesburg, South Africa, 2a-87-95.

Foehn A., García Hernández J., Alesina S., Schleiss A.J. and Fluixá Sanmartín J. (2016). "Los desafíos de la modelización hidrológica y la previsión de crecidas en tiempo real en alta montaña". **XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica-LADHI**. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, Lima, Perú. ID113, 3421-3430.

García Hernández J., Foehn A., Alesina S. and Fluixá Sanmartín J. (2016). "El sistema operacional MINERVE para la previsión de crecidas en el Cantón de Valais, Suiza". **XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica-LADHI**. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, Lima, Perú. ID221, 1955-1964.

Guyot G., Rodriguez M., Pfister M., Matas J. and Cartellier A. (2016). "Experimental study of large scale plunging jets". **6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures**, Portland, OR, 195-208. DOI: 10.15142/T3540628160853 (ISBN 978-1-884575-75-4).

Juez C., Batisacco E., Franca M.J. and Schleiss A.J. (2016) "Modeling sediment pulses on an armored channel". **Proc. of River Flow 2016**, St. Louis, USA, 1314-1320.

Samora I., Hasmatuchi V., Münch-Alligné C., Franca M.J., Schleiss A.J. and Ramos H. M. (2016). "Energy production with a tubular propeller turbine", **Proc. of the 28th IAHR Symposium on Hydraulic Machinery and Systems**, Grenoble, France, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol. 49, no. 10, p. 102001.

Samora I. Manso P., Franca M.J. and Schleiss A.J. (2016) "Feasibility assessment of micro-hydro-power for energy recovery in the water supply network of the city of Fribourg". **Proc. of the 4th IAHR Europe Congress**, Liege, Belgium, 167.

Schleiss, A.J. (2016). "Interaction of Hydraulic Structures with Air, Water, and Rock: The Challenge of Researchers and Designers". **6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures**, Portland, OR, 665-672. DOI: 10.15142/T39598 (ISBN 978-1-884575-75-4).

Schwindt S., De Cesare G. and Boillat J.-L. and Schleiss A.J. (2016). "Physical modelling optimization of a filter check dam in Switzerland". **Proc. of INTERPRAEVENT**, Lucerne, Switzerland, 828-836.

Schwindt S., Piton G., De Cesare G., Recking A. and Schleiss A.J. (2016). "Study of the effects of a distanced retention basin combined with an open check dam on a physical model", **Proc. of INTERPRAEVENT**, Lucerne, Switzerland, 322-323.

Schwindt S., Franca M.J. and Schleiss A.J. (2016). "The influence of the opening width of check dams on bedload continuity of mountain rivers." **Proc. of River Flow 2016**, St. Louis, USA, 1156-1160.

Schwindt S., Franca M.J., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Gestaltung effizienter Geschiebesammler anhand physikalischer Modellversuche mit Fallbeispiel [Design of efficient sediment traps based on physical experiments with case study]". **18. Wasserbausymposium**, Technische Universität München, Wallgau, Germany, 275-284.

Stähly S., Bourqui, P., Robinson C.T. and Schleiss A.J. (2016). "Numerische Modellierungen zur Bestimmung der Habitatvielfalt an einem mäandrierenden wasserkraftbeeinträchtigten Fließgewässer". **18. Wasserbausymposium**. Technische Universität München, Wallgau, Germany, 720-728.

Terrier S., Pfister M. and Schleiss A.J. (2016). "Effect of deflector aerator on stepped spillway flow". In B. Crookston & B. Tullis (Eds.), **6th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures**, Portland, OR, 168-177, DOI: 10.15142/T330628160857 (ISBN 978-1-884575-75-4).

Wüthrich D., Pfister M., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Velocity profile measurements in bore waves", **Proc. of the 10th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering**, Tokyo, Japan, 137-140.

Wüthrich D., Pfister M., Manso P., Constantinescu G. and Schleiss A.J. (2016). "Surface Turbulence on Bores and Surges propagating on Smooth and Rough Beds", **Proceedings of the 6th International Conference on the Application of Physical Modelling in Coastal and Port Engineering and Science** (Coastlab16), Ottawa, Canada.

Wüthrich D., Pfister M. and Schleiss A.J. (2016) "Example of wave impact on a residential house." **Proc. of 4th IAHR Europe Congress**, Liege, Belgium, 73.

Zordan J., Schleiss A.J. and Franca M.J. (2016) "Bed shear stress estimation for gravity currents performed in laboratory". **Proc. of River Flow 2016**, St. Louis, USA, 855-861.

10.2.2 Autres / Others

Adam N.J., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "Surge tank throttles for safe and flexible operation of storage plants". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

Bieri M., Zünd B., Gasser M. and Schleiss A.J. (2016). "Intervention strategies to mitigate hydropeaking: Two case studies from Switzerland". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

Chamoun S., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2016). "The importance of venting turbidity currents on the sustainable use of reservoirs". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

Cros K., Schleiss A.J., Artigue G. and Jordan F. (2016). "Hydrological forecasting on glacier systems: Temperature forecasting corrections". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

De Cesare G., Schleiss A.J., García Hernández J. and Schaeffli B. (2016). "Spatialization of precipitation data for flood forecasting applied to the Upper Rhone river basin". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

Durand-Gasselin J., Dujardin J., Kahl A., Schaeffli B. and Manso P. (2016). "Mise en évidence du déficit de stockage des ouvrages de retenue en Suisse". **SCCER-SOE Annual Conference 2016**, Sion, Switzerland.

Durand-Gasselin J., Stähly S., Manso P. and Schleiss A. J. (2016). "Mobile-bedflood analysis of the Sarine in view of Artificial Flood monitoring". **SCCER-SOE Annual Conference 2016**, Sion, Switzerland.

Foehn A., De Cesare G., Schleiss A.J., García Hernández J. and Schaeffli B. (2016). "Spatialization of precipitation data for flood forecasting applied to the Upper Rhone river basin". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

Guittet M., Akari S., Capezzali M., Vuille F. and Manso P. (2016). "Untapped seasonal storage potential in Swiss hydropower schemes". **SCCER-SOE Annual Conference 2016**, Sion, Switzerland.

Juez C., Battisacco E., Schleiss A.J. and Franca M.J. (2016). "Modeling of replenishment of sediments on a water-worked gravel bed channel". **EGU 2016**, Book of abstracts, Vienna, Austria.

Juez C., Buehlmann C.I., Maechler G., Schleiss A.J. and Franca M.J. (2016). "Fine sediment trapping in river lateral cavities". **AMERICAN GEOPHYSICAL UNION**, San Francisco, USA.

Juez C., Caviedes-Voullième D., Murillo J. and García-Navarro P. (2016). "2D transient granular flows over obstacles: experimental and numerical work". **EGU 2016**, Book of abstracts, Vienna, Austria.

Launay M., Leite Ribeiro M., Juez C., Franca M.J., and Schleiss A.J. (2016). "Reservoir sedimentation management: practical guidelines for the implementation of mitigation measurements". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

Manso P., Filliez J. and Mösching B. (2016). "Fully rehabilitation: integration of a small hydro cascade into a water supply system". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

Manso P., Schleiss A.J., Avellan F. and Stähli M. (2016). "Electricity supply and hydropower development in Switzerland". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.

- Matos J.P., Liechti T. Cohen and Schleiss A.J. (2016). "Analysis of future hydropower development and operational scenarios on the Zambezi River Basin". **Proc. of the 84th ICOLD Annual Meeting**, Johannesburg, South Africa.
- Meier P., Bieri M., Manso P., Schleiss A.J., Schweizer S., Fankhauser A.U. and Schwegler B. (2016). "Hydro-peaking mitigation measures: Performance of a complex compensation basin considering future system extensions". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.
- Nilipour N., van Mark M., Amini A. and Monnay P., (2016). "New hydraulic gallery improving operation conditions of Emosson hydropower scheme". **HYDRO 2016, Achievements, Opportunities and Challenges**, Montreux, Switzerland.
- Plumb B., Juez C., Schleiss A.J., Franca M.J. and Annandale W.K. (2016). "The impact of hydrograph variability and frequency on the morphodynamics of gravel-bed rivers". **EGU 2016**, Book of abstracts, Vienna, Austria.
- Santos A.C., Schaepli B., Manso P., Portela M.M., Rinaldo A. and Schleiss A.J. (2016). "An analytical model to quantify water resources in Alpine environments". **SCCER-SOE Annual Conference 2016**, Sion, Switzerland.
- Schaepli B., Manso P., Fischer M. and Huss M. (2016). "The role of glaciers for Swiss hydropower production", Geophysical Research Abstracts, Vol. 18, **EGU 2016**-1622-2.
- Schwindt S., Franca M.J. and Schleiss A.J. (2016). "Physical modelling optimization of a filter check dam". **SCCER-SOE Annual Conference 2016**, Sion, Switzerland.
- Stähly S., Bourqui P., Franca M.J., Robinson C.T. and Schleiss A.J. (2016). "The performance of the Hydromorphological Index of Diversity (HMID) in a hydropower affected meandering river". **EGU 2016**, Book of abstracts, Vienna, Austria.
- Zeimetz F., García-Hernández J., Jordan F., Artigue G., Receanu R. Fallot J.-M., Hertig J.-A. and Schleiss A.J. (2016) "Development of a methodology for extreme flood estimation". **SCCER-SOE Annual Conference 2016**, Sion, Switzerland.
- Zeimetz F., Schaepli B., García-Hernández J. and Schleiss A.J. (2016). "The variation of the zero degree celsius isothermal altitude during intense rainfall events". **EGU 2016**, Book of abstracts, Vienna, Austria.
- Zordan J., Schleiss A.J. and Franca M. J. (2016). "Time evolving bed shear stress due the passage of gravity currents estimated with ADV velocity measurements". **EGU 2016**, Book of abstracts, Vienna, Austria.

10.3 Revues de presse / Press reviews

Articles dans les journaux

Schleiss Anton

- Article : Barrages tropicaux controversés, Le Temps – Genève, Science, 9 janvier 2016
- Article : From the Board Room: Anton Schleiss, ICOLD, HRW-Hydro Review Worldwide, février 2016
- Article : La nouvelle centrale hydroélectrique de Hagneck, rendement plus élevé et revalorisation écologique, Technologie énergie hydraulique, février 2016
- Article : Dams are a question of heart – better dams for a better world, The Dams Newsletter - Mai 2016
- Article : Welcome to ICOLD 2016: a chance to discuss Africa's future water and energy development, ICOLD Annual Meet. in Johannesburg. Welcome by Anton Schleiss, Pres, Mai 2016 (H & D)
- Article : Rehausser les digues des barrages pourrait assurer une plus grande production d'électricité, 20 Minuti - Breganzona, 2 septembre 2016
- Article : Le canton de Berne projette de surélever les barrages pour obtenir plus d'électricité, 20 Minutes - Lausanne, 12 septembre 2016

LCH

- Article : EPFL: contrer l'accumulation de sédiments dans les barrages, swissinfo.ch, 20 avril 2016
- Article : Des jets d'eau pour contrer l'accumulation de sédiments, Le Matin - Lausanne, 20 avril 2016
- Article : EPFL: contrer l'accumulation de sédiments dans les barrages, Le Journal du Jura - Bienne, 20 avril 2016
- Article : Des tourbillons pour nettoyer les barrages, mysciensce.ch, 20 avril 2016
- Article : Pour que les barrages ne s'ensablent pas trop, 24heures - Lausanne, 21 avril 2016
- Article : L'EPFL s'attaque à l'accumulation de sédiments, La Liberté - Fribourg, 21 avril 2016
- Article : Stauseen durch Wirbel reinigen, Tages Anzeiger - Zürich, 21 avril 2016
- Article : Pulizie a fondo, La Regione Ticino - Bellinzona, 21 avril 2016
- Article : Das Leben im Fluss besser schützen, 20 Minuten - Zürich, 22 avril 2016
- Article : Stauseen durch Wirbel reinigen, Der Bund - Bern, 25 avril 2016
- Radio : Un mixer au secours des barrages, L'actu des sciences, www.rts.ch, 25 avril 2016
- Vidéo : Imaginer le pire pour mieux prévenir les risques extrêmes, www.euronews.com, 2 mai 2016
- Article: Dighe più alte, gli ambientalisti sulle barricate, 20 Minuti, 2 settembre 2106
- Article: Surélever les lacs n'est pas du goût de tout le monde, 20 Minutes, 8 settembre 2106

10.4 **Communications du LCH / *LCH Communications***

- N° 62 M. Jafarnejad Chaghooshi, "Time-dependent failure analysis of large block size riprap as bank protection in mountain rivers", Communication 62, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2016, ISSN 1661-1179
- N° 63 S. Terrier, "Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features", Communication 63, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2016, ISSN 1661-1179
- N° 64 M. J. Ostad Mirza, "Experimental study on the influence of abrupt slope changes on flow characteristics over stepped spillways", Communication 64, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2016, ISSN 1661-1179
- N° 65 I. Almeida Samora, "Optimization of low-head hydropower recovery in water supply networks", Communication 65, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2016, ISSN 1661-1179
- N° 66 D. Ferràs Segura, "Fluid-structure interaction during hydraulic transients in pressurized pipes: experimental and numerical analyses", Communication 66, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2016, ISSN 1661-1179
- N° 67 E. Battisacco, "Replenishment of sediment downstream of dams: erosion and transport processes", Communication 67, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2016, ISSN 1661-1179

10.5 **Rapports non publiés (recherche appliquée) / *Unpublished reports (applied research)***

- No. 1 Protection contre les crues et renaturation de la Drance
Commune de Martigny, janvier 2016
- No. 2 Rudbar Lorestan Turbidity Venting
Pöyry, mai 2016
- No. 3 Rapport d'avis d'expert sur le projet
MBR Massongex, juin 2016
- No. 4 Rapport courantologie Estavayer
Ribi, décembre 2016
- No. 5 Expertise sur la rupture de la prise d'eau du lac de Z'Mutt
GD Hydro-Exploitation, Sion, décembre 2016

11 Prix et récompenses dans la recherche / *Research prizes and awards*

Numerical simulation of dam break flood wave propagation in the Rhone River. From dam breach formation to loss assessment (Master thesis)

Antonin Darcourt, Lauréat Prix Stucky

Design of steel-lined pressure tunnels and shafts: new and innovative probabilistic approaches for reliability assessment (Master thesis)

Gabrielle Muller, Lauréate Prix IM

Best Teaching Award 2016, Civil Engineering Section

Prof. Dr Anton Schleiss