

---

**LCH**

Laboratoire de Constructions Hydrauliques  
Laboratory of Hydraulic Constructions

---



# **Rapport d'activité** ***Activity Report*** **2017**

Editeur: Prof. Dr A. Schleiss





# Préface / Foreword

La prospérité économique d'une société et sa richesse culturelle, comme l'histoire nous le montre, ont toujours été fortement liées au degré de développement des infrastructures de l'eau. En vue de changements climatiques, les infrastructures d'eau vont et doivent même jouer un rôle plus important par rapport au passé, comme une partie importante des mesures de mitigation et adaptation qui sont indispensables pour satisfaire les besoins en eau, énergie et nourriture partout dans le monde. Dans l'Agenda 2030 des Nations Unies, 17 objectifs de développement durable ont été définis en 2015, parmi lesquels les objectifs suivants sont fortement liés au développement mondial des infrastructures d'eau :

- O2. Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable
- O7. Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable
- O8. Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous
- O9. Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation
- O13. Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions
- O14. Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité.

Les instituts de recherche travaillant dans le domaine des systèmes de l'eau devraient contribuer par leurs activités au minimum aux 6 objectifs de développement durable cités ci-dessus (cf. Hydrolink 3/2017). Comme confirmé par les nombreux projets en cours dans ce rapport d'activité et l'impact scientifique et professionnel avéré, ainsi que plus de 1000 publications pour des journaux et conférences depuis 2000, le LCH a sans aucun doute contribué de manière significative aux objectifs de développement durable et à la vision mondiale « De meilleures infrastructures d'eau pour un monde meilleur ».

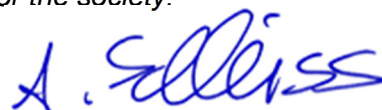
Au nom de tous les collaborateurs, je tiens à remercier sincèrement nos partenaires de la recherche et l'industrie pour leur soutien qui est primordial pour atteindre nos missions de recherche, de formation et de services à la société.

*The economic prosperity of a society and its cultural wealth, as history shows us, have always been closely related to the level of development of its water infrastructure. In view of climate change, water infrastructures will and must play an even more important role than in the past as part of mitigation and adaptation measures that are necessary in order to satisfy vital needs in water, renewable energy and food worldwide. In the Agenda 2030 of the United Nations, 17 sustainable development goals (SDG) have been defined in 2015, among which the following goals are strongly related to the worldwide development of water infrastructures:*

- *G2. End hunger, achieve food security, improve nutrition and promote sustainable agriculture*
- *G7. Ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all*
- *G8. Promote sustained, inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all*
- *G9. Build resilient infrastructure, promote inclusive and sustainable industrialization and foster innovation*
- *G13. Take urgent action to combat climate change and its impacts*
- *G14. Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development.*

*Research institutes working in the field of water systems should also contribute, through their activities, to at least to the above six SDG's (see Hydrolink 3/2017). As confirmed by the numerous ongoing research projects in this activity report and the achieved scientific and professional impact as well as also demonstrated in more than 1000 publications in journals and conferences since 2000, the LCH has without any doubt significantly contributed to the SDG's and the worldwide vision of "Better water infrastructure for a better world".*

*On 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 in research, teaching and services for the society.*



Prof. Dr Anton Schleiss  
Mai / May 2018



**Dernier cours donné par Prof. Schleiss 19.12.2017**





## TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

<b>1</b>	<b>Recherche / Research</b>	<b>1</b>
1.1	Recherche fondamentale / <i>Fundamental research</i>	1
1.1.1	Conception des aménagements hydroélectriques sous incertitudes / <i>Hydropower design under uncertainties</i>	1
1.1.2	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>	4
1.1.3	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>	7
1.1.4	Efficacité de l'évacuation des courants de turbidité sous débits de vidange restreints / <i>Turbidity current venting efficiency under restrained outlet discharge capacity</i>	9
1.1.5	Processus hydro-morphologiques à travers des pièges à sédiments perméables dans les rivières de montagne / <i>Hydro-morphological processes through permeable sediment traps at mountain rivers</i>	12
1.1.6	Caractérisation du comportement hydraulique des orifices à l'entrée de cheminée d'équilibre / <i>Characterisation of hydraulic behaviour of surge tank orifices</i>	14
1.1.7	Impact hydrodynamique extrême contre les bâtiments / <i>Extreme hydrodynamic impact onto buildings</i>	16
1.1.8	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>	19
1.1.9	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>	21
1.1.10	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>	22
1.1.11	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>	24
1.1.12	Gestion durable des zones inondables et force hydraulique / <i>Sustainable floodplain management and hydropower</i>	26
1.1.13	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>	29
1.1.14	Résilience morphologique aux fluctuations d'écoulement des dépôts de sédiments fins dans les cavités latérales d'un canal peu profond /	

	<i>Morphological resilience to flow fluctuations of fine sediment deposits in bank lateral cavities</i>	31
1.1.15	Simulations numériques d'entraînement des sédiments par un courant de gravité / <i>Large eddy simulations of sediment entrainment induced by a lock-exchange gravity current</i>	32
1.1.16	Centre suisse de compétences en recherches énergétiques – approvisionnement en électricité (SCCER-SoE) / <i>Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy (SCCER-SoE)</i>	35
1.1.17	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>	37
1.1.18	SEDMIX : Evacuation contrôlée des sédiments fins d'un réservoir à travers des conduites forcées par un dispositif de mélange / <i>SEDMIX : Controlled fine sediment release through the power waterways using a mixing device</i>	39
1.1.19	Mesures d'assainissement des effets des éclusées hydroélectriques / <i>Hydropeaking remediation measures (FLEXSTOR-P1)</i>	40
1.1.20	Gestion optimisée de bassins d'accumulation / <i>Optimal storage management (FLEXSTOR-P3)</i>	43
1.1.21	Gestion des sédiments dans un système de réservoirs alpins en cascade / <i>Sediment management in a cascade of alpine reservoirs (FLEXSTOR-P4):</i>	46
1.1.22	RenovHYDRO - renouvellement d'aménagements hydroélectriques alpins / <i>RenovHYDRO – renovation of alpine hydropower schemes</i>	49
1.1.23	Efficacité des bassins amortisseurs à l'aval des coursiers en marches d'escalier / <i>Stilling basin performance downstream of stepped spillways</i>	51
1.1.24	Caractérisation des courants de densité entraînés thermiquement à des interfaces eau- milieu humide / <i>Characterization of thermally-driven density currents at waterbody interfaces</i>	53
1.1.25	GRACE - Investigations expérimentales sur la dynamique de la tête et du corps de courants gravitaires / <i>GRACE – Experimental Investigations on Gravity Current Head and Body Dynamics</i>	56
1.1.26	Conception fonctionnelle et constructive de pièges à sédiments perméables / <i>Functional and constructive design of permeable sediment traps</i>	58
1.1.27	Etude des techniques de réduction de l'affouillement dans les piles en tandem / <i>Investigation of scour reduction techniques in tandem piers</i>	63
1.2	Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	66
1.2.1	Protection d'un site archéologique lacustre à Sutz-Lattrigen / <i>Protection of a archeological site at Sutz-Lattrigem</i>	66
1.2.2	Fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny: étude sur modèle physique / <i>Chancy-Pougny dam plunge pool: physical model study</i>	68
1.2.3	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>	69

1.2.4	Réhabilitation du barrage de Kariba : Phase I : batardeau en aiguilles / Kariba Dam Rehabilitation ; Phase I : Needle Stop-logs	71
1.2.5	Galerie du ruisseau de Broye – étude sur modèles physique / <i>Stream gallery of the Broye - physical model study</i>	74
1.2.6	Simulation numérique de la prise d'eau M5 de l'ancienne centrale hydroélectrique de Hagneck avec Flow3D / <i>Numerical simulation of the Hagneck hydroelectric power plant M5 water intake using Flow 3D</i>	75
<b>2</b>	<b>Enseignement / Teaching</b>	<b>77</b>
2.1	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2016/2017) / <i>Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2016/2017)</i>	77
2.1.1	Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / <i>Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering</i>	77
2.1.2	Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in environmental sciences and engineering</i>	78
2.2	Cours hors EPFL / <i>Courses outside EPFL</i>	79
2.3	Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2016-2017 et printemps 2017 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2016-2017 and spring semester 2017</i>	80
2.4	Projets et laboratoires des autres sections – semestres d'hiver 2016-2017 / <i>Graduate student projects and laboratory work in other sections – winter semester 2016-2017</i>	81
2.5	Travaux de Master 2016-2017 (Automne) et 2017 (Printemps) / <i>Master thesis project 2016-2017 (Autumn) and 2017 (Spring)</i>	82
2.6	Excursions d'étudiants / <i>Student field trips</i>	84
2.6.1	Visite des centrales souterraines de Veytaux I et II des Forces Motrices Hongrin-Léman S.A., 29.05.2017	84
2.6.2	Visite de l'aménagement hydroélectrique de Hagneck, 09.10.2017	85
2.6.3	Excursion aux barrages de Rossens et de Schiffenen avec les étudiants du génie civil, 28.11.2017	86
2.7	Livres / <i>Books</i>	88
2.8	Polycopiés / <i>Student course books</i>	88
<b>3</b>	<b>Manifestations scientifiques / Scientific events</b>	<b>90</b>
3.1.1	Symposium APRH, Lisbonne, 18.01.2017	90
3.1.2	5 <sup>th</sup> SediTrans Workshop at Instituto Superior Tecnico, Lisbon (19-20.01.2017)	90
3.1.3	Haute école d'ingénierie et d'architecture HEIA-FR, 25.01.2017	90
3.1.4	Energie-Apéros Wallis : Zukunft der Wasserkraft: Marktchancen, Potenziale, Umweltschutz, Brig-Glis, 07.03.2017	90
3.1.5	Third Labyrinth and Piano Key Weir Workshop, Vietnam, Février 2017	91
3.1.6	Séances du groupe de travail du CSB, 03.03. et 05.05.2017	91
3.1.7	Africa 2017. Water Storage and Hydropower Development for Africa International Conference and Exhibition, 14-16.03.2017	92
3.1.8	Workshop CRUEX++, 20-21.03.2017 et 27-28.03.2017	93
3.1.9	European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28.04.2017	93

3.1.10	Academic visit at the University of Ottawa, Canada, March-May 2017	94
3.1.11	XXXVI International School of Hydraulics – Free surface flows and transport processes, Jachranka, Pologne, 23-26.05.2017	95
3.1.12	SimHydro 2017, Nice, 14-16.06.2017	95
3.1.13	4 <sup>th</sup> International Symposium of Shallow Flows (ISSF), Eindhoven, Netherlands, 26-28.07.2017	96
3.1.14	Atelier en Sécurité des Barrages en Autriche et en Suisse, Dornbirn (Autriche), 28-29.07.2017	97
3.1.15	85 <sup>th</sup> ICOLD Annual Meeting and Symposium « Knowledge based dam engineering », 03-07.07.2017 Prague	97
3.1.16	SEDITRANS CLOSING MEETING, Patras, Greece, 20-21.07.2017	99
3.1.17	37 <sup>ème</sup> congrès mondial de l'IAHR à Kuala Lumpur, Malaisie, 13-18.08.2017	99
3.1.18	Sabine Chamoun receives the John F. Kennedy Student Paper Competition Award, 13-18.08.2017	101
3.1.19	Conference HYDRO 2017, Seville, Spain, 09-11.10.2017	102
3.1.20	3 <sup>rd</sup> Hellenic Conference on dams and reservoirs, Aegli Zappiou, Athens 12-14.10.2017	103
3.1.21	SCCER PhD School, Engelberg, 17-20.10.2017	103
3.1.22	V Iberoamerican Symposium on water Engineering, La Coruña, Spain, 24-27.10.2017,	103
3.1.23	Internationale Bautage, 16-17.11.2017, Forum Brixen, Südtirol	104
3.1.24	PEAK – KOHS-Vertiefungskurs V46/17, Dübendorf, 22.11.2017	104
3.1.25	Colloque Hydraulique des barrages et des digues à Chambéry, 29-30.11.2017	105
3.1.26	Atelier CFBR/EuroClub ICOLD, Aussois, France, 13-14.12.2017	106
3.2	Conférences publiques au LCH / <i>Public conferences at the LCH</i>	107
3.3	Conférences internes données au LCH / <i>Internal conferences given at the LCH</i>	107
3.4	Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	108
<b>4</b>	<b>Personnel / Staff</b>	<b>109</b>
4.1	Organisation du LCH (2017) / Organisation of the LCH (2017)	109
4.2	Collaborateurs en 2017 / <i>Staff in 2017</i>	110
4.4	Événements spéciaux / <i>Special events</i>	113
4.4.1	Visit of an official Indian delegation at the EPFL, 26.05.2017	113
4.4.2	Journée d'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, 15.09.2017	114
4.4.3	Voyage d'études de génie civil en Iran, 01-13.09.2017	115
4.4.4	Visit to LCH by the group of Water Engineering Young Scientists from Israel, 17.10.2017	118
4.4.5	Mise en eau officielle du modèle Galerie du Ruisseau de la Broye, 10.11.2017	118
4.4.6	Journées des gymnasiens EPFL : visite de la halle hydraulique, 22-24.11.2017 – 3 jours d'information aux gymnasiens	119
<b>5</b>	<b>Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i></b>	<b>120</b>

<b>6</b>	<b>Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i></b>	<b>122</b>
6.1	Invités / <i>Invited</i>	122
6.2	Autres conférences / <i>Other conferences</i>	124
<b>7</b>	<b>Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i></b>	<b>126</b>
<b>8</b>	<b>Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i></b>	<b>128</b>
<b>9</b>	<b>Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research funds</i></b>	<b>130</b>
<b>10</b>	<b>Publications</b>	<b>132</b>
10.1	Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	132
10.1.1	Référés / <i>Refereed</i>	132
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	133
10.2	Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	135
10.2.1	Référés / <i>Refereed</i>	135
10.2.2	Autres / <i>Others</i>	137
10.2.3	Posters / <i>Posters</i>	138
10.3	Revue de presse / <i>Press reviews</i>	140
10.4	Communications du LCH / <i>LCH Communications</i>	140
10.5	Rapports non publiés (recherche appliquée) / <i>Unpublished reports (applied research)</i>	141
<b>11</b>	<b>Prix et récompenses dans la recherche / <i>Research prizes and awards</i></b>	<b>142</b>
<b>12</b>	<b>Nomination des anciens collaborateurs comme professeurs / <i>Nomination of former collaborators as professors</i></b>	<b>143</b>

# **1 Recherche / Research**

## **1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research**

### **1.1.1 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 associés 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 hydroélectriques 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

*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.*



avoir des dépassements des coûts plus extrêmes comparés aux grandes centrales.

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.*

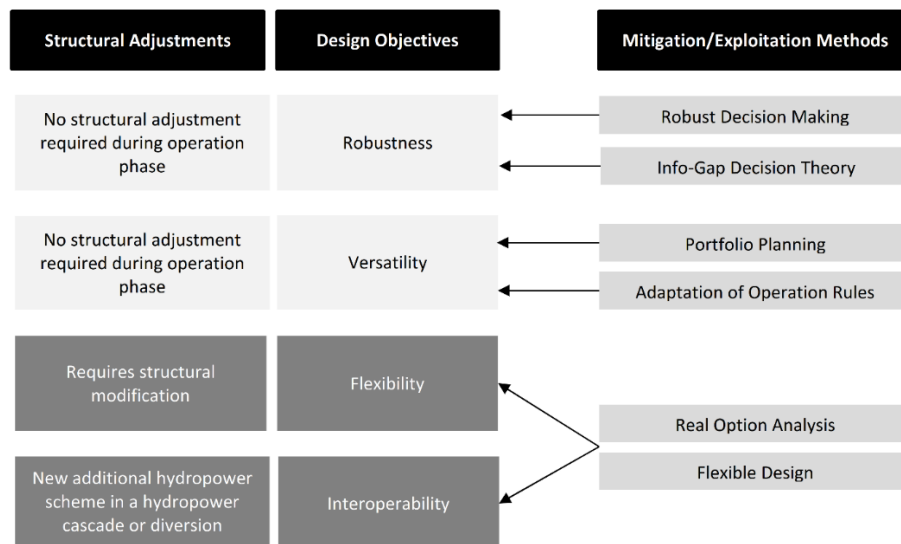


Figure1: Le concept du cadre d'analyse.

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, 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 Swiss electric research, the Swiss Federal Office of Energy (OFEN) and HydroNET 2/CCEM

Ph.D.: Felix Oberrauch

### 1.1.2 **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 structurales 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 facteurs d'intensité de contrainte (SIF, stress

*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 means of computational linear elastic fracture*

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).

*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).*

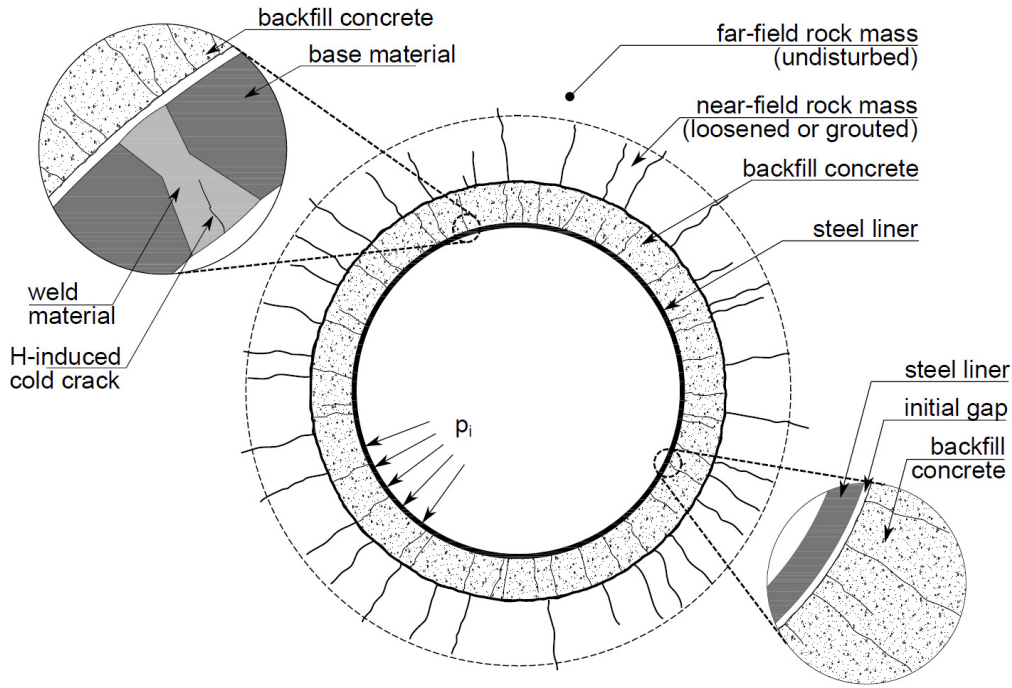


Figure 1: Schéma standard du système multicouche pour les tunnels et puits blindés en charge. La soudure longitudinale est agrandie, avec une fissure axiale sur la surface intérieure du cordon de soudure.

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.

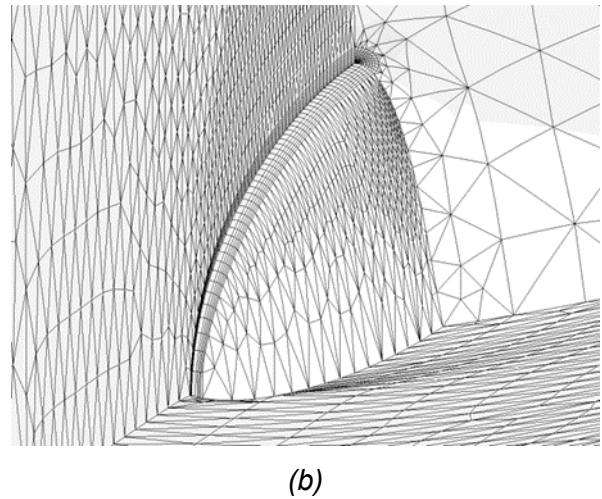
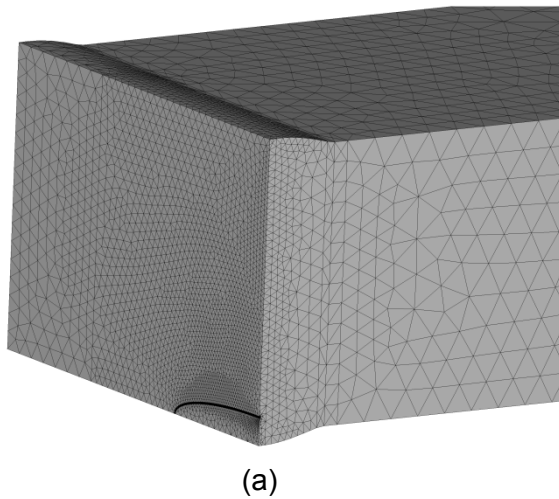


Figure 2: Maillage d'éléments finis et maillage déformé d'un blindage avec une fissure surfacique semi-elliptique dans le matériel de soudure du joint longitudinal. (a) Maillage : Vue 3D sur le cordon de soudure avec une fissure surfacique semi-elliptique ; (b) Maillage déformé : Vue 3D du plan et du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

### 1.1.3 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 230 km<sup>2</sup>. 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 km<sup>2</sup>. 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, prête 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.*

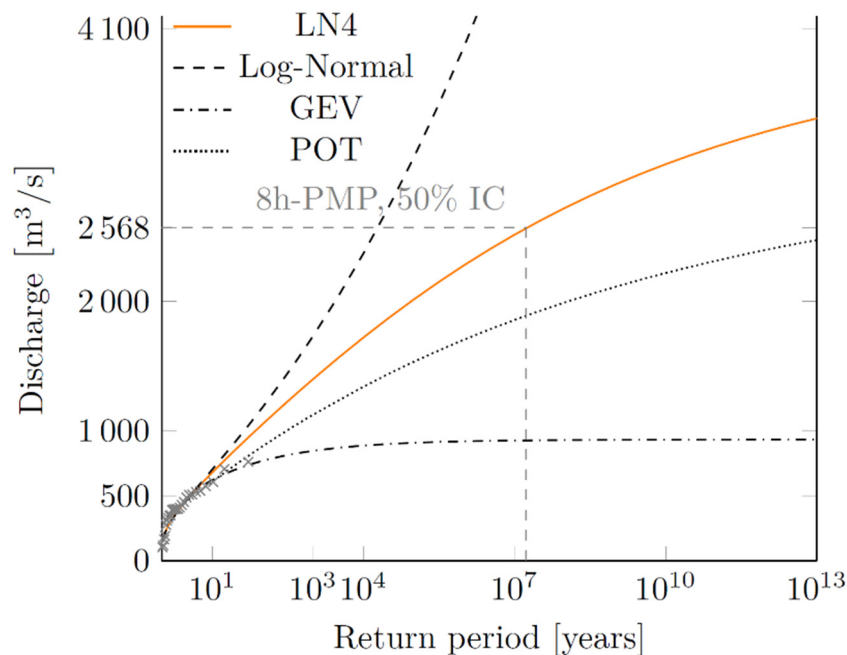


Figure 1: Exemple d'extrapolation avec des distributions non bornées (Log-Normal, GEV, GP pour l'approche Peak over threshold POT) et la distribution bornée LN4.

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++

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

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 prête à l'emploi en pratique.

*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.*

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

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

Docteur : Fränz Zeimetz

*Ph.D.: Fränz Zeimetz*

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

Le transport de sédiments vers les réservoirs a été sous-estimé dans le passé, pendant le dimensionnement des barrages. Par conséquent, à présent, la sédimentation des réservoirs menace la durabilité des barrages. De plus, l'obstruction des rivières réduit leur capacité de transport de sédiments et cause l'altération de leur morphologie et écosystème. Le taux de sédimentation augmentera dans le futur dû au changement climatique. Les courants de turbidité représentent un des processus principaux du transport de sédiments dans les réservoirs longs et étroits. Ils sont capables de transporter des sédiments en suspension depuis le point de plongée près de la région du delta jusqu'au barrage. Ainsi, le transit des courants de turbidité à travers les vidanges de fond est une solution attirante pour réduire la sédimentation des réservoirs.

*Sediment yield into reservoirs was underestimated during the design of dams in the past. As a result, today, reservoir sedimentation is endangering the sustainability of dams. Moreover, the obstruction of rivers hinders their capacity to transport sediments and causes the alteration of their morphology and ecosystems. The rate of sedimentation is expected to increase in the future due to climate change. Turbidity currents are one of the main processes transporting sediments into long and deep reservoirs during floods. They are capable of transporting suspended sediments from the plunge point at the delta to the dam. Hence, venting of turbidity currents through bottom outlets is an appealing solution to reduce reservoir sedimentation.*



La technique d'évacuation des courants de turbidité a été étudiée expérimentalement et numériquement dans un canal de 8.55 m de long et 0.27 m de large. Des paramètres dominants ont été étudiés tels que le débit de sortie de la vidange de fond, le timing de l'ouverture des vannes, la durée de l'opération, la pente du fond du réservoir, ainsi que les dimensions et la position de la vidange. L'efficacité de l'opération, correspondant à la quantité de sédiments évacués par l'eau du réservoir, a été évaluée à travers des tests systématiques.

L'efficacité de l'évacuation des courants de turbidité augmente avec l'augmentation de la pente vu que le courant est moins réfléchi au barrage. Par conséquent, le transit des courants de turbidité doit avoir lieu dès le début de l'exploitation du barrage afin de garder libre de sédiments un cône en amont des vidanges, et par conséquent d'assurer la pente la plus raide possible auprès du barrage.

Using a flume of 8.55 m length and 0.27 m width, venting was investigated experimentally and numerically. Governing parameters such as the bottom outlet's discharge, the timing of venting relatively to the arrival of the turbidity current at the dam, the duration of venting, the reservoir's bed slope as well as the outlet's dimensions and level were studied. The efficiency of venting corresponding to the amount of sediments evacuated by the water used from the reservoir could be highlighted by systematic tests.

The efficiency of venting increased with steeper bed slopes since the turbidity current was less reflected at the dam. Therefore, venting should be applied from the very beginning of dam impoundment to keep the cone upstream of the outlets free of sediments and the steepest bed slope possible close to the dam.

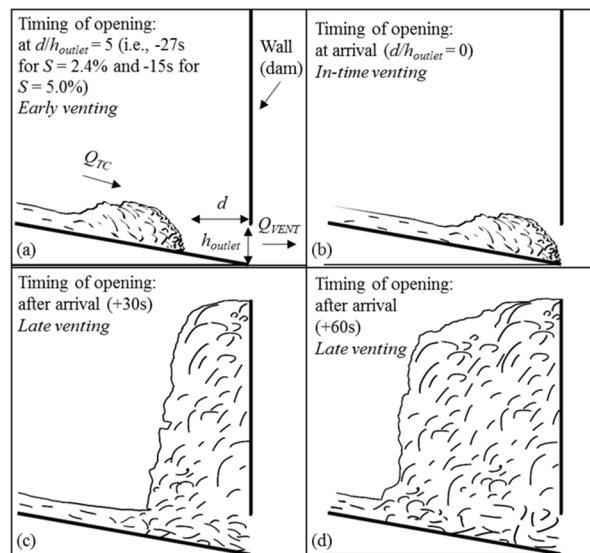


Figure 1: Les différents timing testés pour l'évacuation des courants de turbidité.

Figure 1: The different venting timings tested.

L'effet du degré d'évacuation -défini par le rapport entre le débit de sortie et celui du courant de turbidité- sur l'efficacité de l'évacuation a été systématiquement étudié. Lorsque le courant atteint la vidange de fond sur un lit horizontal de la configuration expérimentale, un degré d'évacuation d'environ 100% mène aux plus grandes valeurs d'efficacité. Pour des pentes plus élevées (i.e., 2.4% et 5.0%), l'efficacité optimale est obtenue avec un degré d'évacuation d'environ 135%.

The effect of the venting degree -defined as the ratio between outflow and turbidity current discharges- on the efficiency of venting was systematically studied. For turbidity currents reaching the outlet on a horizontal bed in the experimental configuration, a venting degree of about 100% resulted in the highest venting efficiency. For steeper reservoir bed slopes (i.e., 2.4% and 5.0%), the optimum efficiency can be obtained with a venting degree of about 135%.

L'évacuation des courants de turbidité a été testée à différents timing (Figure 1); l'évacuation

Venting at different timings was tested (Figure 1) and the most efficient timing is when venting is

est la plus efficace lorsqu'elle est synchronisée avec l'arrivée du courant au barrage. Pour ce, une station de mesure doit être placée à environ 300 m en amont de la vidange de fond afin de mesurer des paramètres tels que la vitesse indiquant l'arrivée du courant.

En outre, le transit des sédiments doit durer tant qu'il y a un afflux de sédiments dans le réservoir et doit être maintenu pendant une durée minimale qui dépend de la concentration en sédiments du courant évacué. En prototype, l'opération de vidange peut être arrêtée lorsque le nuage de sédiments en suspension formé en amont du barrage a été évacué et que le débit sortant est de nouveau clair. Cela permet également de nettoyer la rivière à l'aval des sédiments fins déposés le long de l'opération.

Afin d'optimiser l'efficacité du transit des courants de turbidité et de minimiser le volume "mort", la vidange de fond doit être placée au niveau le plus bas possible (Figure 2). La hauteur et la largeur de l'entrée de la structure de vidange doivent être choisies de façon à ce que le cône d'aspiration dans le réservoir ait comme limite les dimensions du corps du courant de turbidité. Dans le but de garder les dimensions des vidanges de fond raisonnables, plusieurs vidanges peuvent être envisagées afin d'assurer un cône d'aspiration suffisamment grand.

*synchronized with the arrival of the turbidity current at the dam. Therefore, a gauging station should be placed around 300 m upstream of the low-level outlet to measure parameters such as velocity, indicating the arrival of the turbidity current.*

*Furthermore, venting should last as long as there is inflow and should be maintained after the end of the flood for a duration that depends on the outflowing sediment concentration. In practice, venting can be stopped when the muddy lake has been evacuated and the vented water becomes clear again. This also allows cleaning the downstream river from fine sediment deposits after the venting operation.*

*To optimize venting efficiency and minimize the dead storage, the outlet should be positioned at the lowest level possible (Figure 2). In addition, the height and width of the bottom outlet's entrance should be chosen in a way to create an aspiration cone that corresponds approximately to the dimensions of the body of the turbidity current. In order to keep the size of the low-level outlet reasonable, multiple outlets can be used to create the required aspiration cone..*

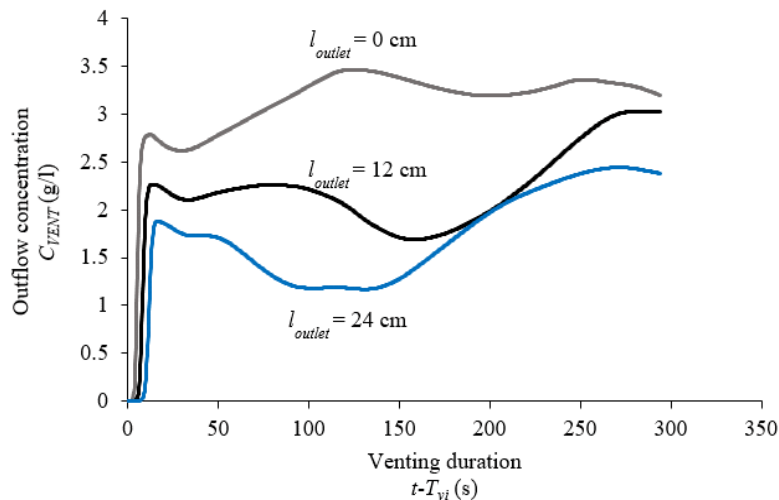


Figure 2: Concentrations du courant évacué obtenues avec différentes positions de la vidange et un degré de transit de 100%.

Figure 2: Outflow concentrations obtained with the different outlet levels with a venting degree of 100%.

Financement: Swisselectric research et le Comité suisse des barrages.

*Funding: Swisselectric Research and the Swiss Committee on Dams.*

Docteur : Sabine Chamoun

*Ph.D.: Sabine Chamoun*

### 1.1.5 **Processus hydro-morphologiques à travers des pièges à sédiments perméables dans les rivières de montagne / *Hydro-morphological processes through permeable sediment traps at mountain rivers***

Les pièges à graviers sont utilisés pour la protection des zones urbaines situées à proximité de rivières dans des régions montagneuses. Ces structures visent à retenir les sédiments en cas de crues dangereuses. Néanmoins, les pièges à graviers existants ont tendance à conserver les sédiments également lorsque le débit n'est pas dangereux pour les régions urbaines en aval. Cette rétention excessive de sédiments provoque une interruption de la continuité de la rivière, qui peut mener à une incision des lits et à une précarisation morphologique en aval. De plus, ces installations présentent le risque de s'auto-curer de manière indésirable pendant les crues. Ce projet de recherche vise le développement de pièges à graviers qui soient perméables jusqu'à ce qu'un certain débit soit franchi, tout en limitant le risque de purges indésirables.

Les pièges à graviers typiques sont constitués d'une zone de dépôt en amont d'un barrage filtrant équipé d'ouvertures. Le barrage filtrant peut déclencher la rétention des sédiments dans la zone de dépôt, soit par un contrôle hydraulique, soit par un contrôle mécanique.

Le contrôle hydraulique menant au remblaiement des sédiments est obtenu par des barrages filtrants avec une ou plusieurs ouvertures contractant le débit verticalement et/ou latéralement. Des formules corrigées pour l'estimation de la capacité de débit de ces contractions ont été obtenues expérimentalement pour des conditions d'écoulement turbulentes en amont avec charriage et en considérant des pentes de lit variables. La perte de charge entraînée par la contraction et la réduction de la capacité de transporter des sédiments par charriage, selon la contrainte de cisaillement, sont analysées en fonction de la profondeur d'eau en amont et du débit. Les expériences montrent que la purge des dépôts de sédiments dans la zone de dépôt peut se produire à travers des barrages à fentes ouvertes ou des barrages filtrants à crêtes fermées, mais seulement lorsque la section de déversement du barrage est active.

Le contrôle mécanique menant au remblaiement des sédiments est obtenu par des grilles avec

*Sediment traps are used for the protection of urban settlements at rivers in mountainous regions. These structures aim at the retention of sediment in the case of hazardous floods, but existing sediment traps tend to retain sediment also when the discharge is not hazardous to the downstream urban regions. This excessive retention of sediment causes an interruption of the river continuum that may lead to channel incision and the morphological depletion of downstream reaches. Another problem is that unwanted flushing of sediment traps may occur during floods. This research project aims at the development of sediment traps, which are permeable up to a certain flood, but not susceptible to unwanted sediment flushing*

*Typical sediment traps consist of a retention area upstream of a barrier or check dam equipped with openings. The barrier can trigger the retention of sediment in the deposition area either by hydraulic control or by mechanical control.*

*The hydraulic control leading to deposition is achieved by check dams with one or more openings constricting the flow vertically and/or laterally. Improved formulae for the estimation of the discharge capacity of such constrictions have been experimentally obtained for rough, turbulent upstream flow conditions with bed load under varying channel slopes. The constriction-induced head loss and reduction in the bed load transport capacity based on the bed shear stress are analyzed as a function of the upstream flow depth and discharge. The experiments show that the flushing of upstream sediment deposits may occur at open-crested slit check dams or close-crested slot check dams, but only when the latter are overtopped.*

*The mechanical control leading to sediment retention is achieved by screens with vertical*

barreaux verticaux. L'écart horizontal entre les barreaux correspond au diamètre caractéristique du charriage. L'écart vertical entre le lit et la pointe inférieure des barreaux a été optimisé au niveau de la possibilité du transfert du charriage des petits débits (de crue) d'une part, et le blocage définitif de la grille pour les débits (de crue) élevés d'autre part. Cet écart vertical optimal a été trouvé par 1,75 fois le D84, qui représente le diamètre caractéristique du charriage pendant les crues. Lorsque la grille est obstruée mécaniquement, la purge des sédiments indésirables ne peut plus se produire. Cependant, l'obstruction dépend de l'estimation du diamètre des grains caractéristiques charriés pendant les crues.

L'étude expérimentale montre que la combinaison de structures de contrôle mécaniques et hydrauliques représente une solution fiable pour des pièges à graviers perméables. Des petites crues avec charriage peuvent traverser ces structures combinées sans entrave. Pour des débits de crues plus élevés, le contrôle hydraulique provoque un remous, ce qui réduit l'importance du diamètre caractéristique des grains pour l'obstruction de la grille. De plus, la grille empêche les purges des sédiments indésirables à travers le contrôle hydraulique.

Un chenal de guidage a été mis en place dans la zone de dépôt. Les expériences ont prouvé que le chenal était un outil pertinent pour améliorer la continuité éco-morphologique de la rivière.

En fin de compte, la conception d'un piège à graviers perméable est décrite en fonction d'une interaction optimale entre un chenal de direction et un barrage filtrant combinant le contrôle mécanique, par une grille à barreaux verticaux et un contrôle hydraulique par un barrage filtrant avec un seul orifice et crête fermée (fig. 1).

*bars. The horizontal space between the bars corresponds to the characteristic grain size of traveling bed load. The required bottom clearance under such screens was optimized here in view of the possibility of bed load transfer for small (flood) discharges on the one hand, and the ensured clogging of the screen for high (flood) discharges on the other hand. This optimum bottom clearance height was found to be 1.75 times the characteristic grain size that is transported during floods. Once the bar screen was clogged, the unwanted sediment flushing could not occur anymore. However, the clogging depends on the estimation of the characteristic grain size.*

*The experimental study shows that the combination of mechanical and hydraulic control structures provides a reliably working solution for permeable sediment traps. Smaller bed load-laden discharges can pass unhindered through such combined barriers. For higher discharges, the hydraulic control causes backwater which reduces the influence of the characteristic grain size on the clogging of the bar screen. Moreover, the bar screen prevents unwanted sediment flushing through the hydraulic control.*

*The implementation of a guiding channel across the retention area is introduced and was experimentally verified as being a pertinent structural tool for improving the eco-morphological flow continuum.*

*Finally, the design of a permeable sediment trap is described based on an optimal interaction between a guiding channel and a barrier combining the mechanical control by a bar screen and hydraulic control by a slot check dam.*

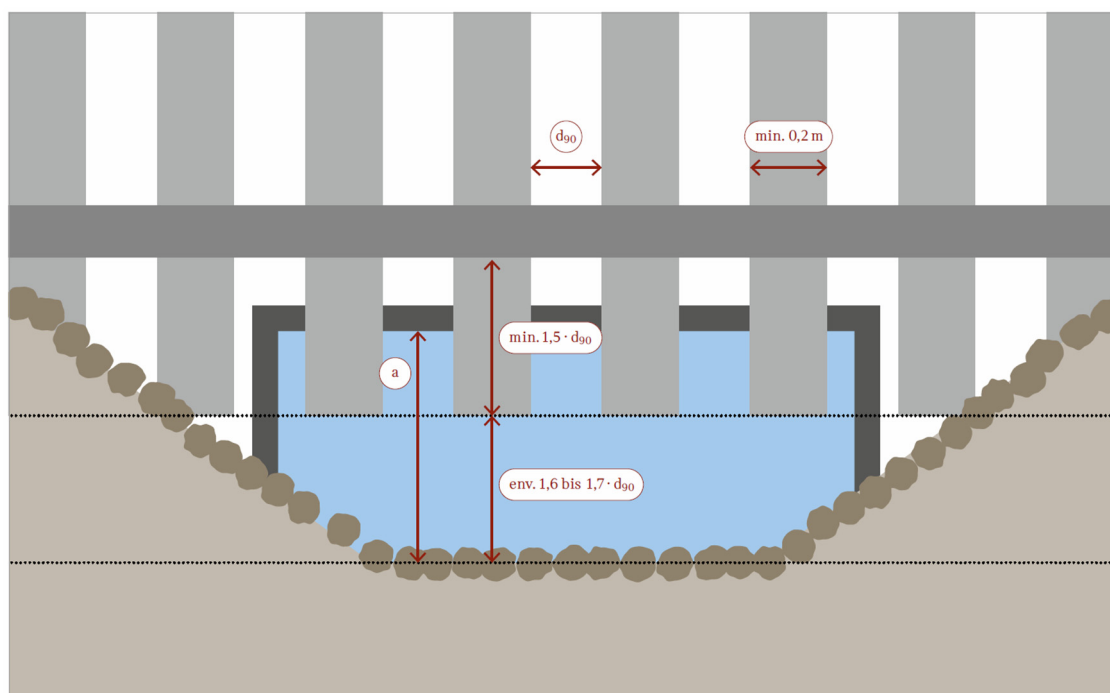


Figure 1 : La conception d'un piège à graviers perméable, combinant le contrôle mécanique par une grille à barreaux verticaux et un contrôle hydraulique par un barrage filtrant avec un seul orifice et crête fermée.

Figure 1: Design of a permeable sediment trap with a barrier combining the mechanical control by a bar screen and hydraulic control by a slot check dam.

Financement: Office Fédérale de l'Environnement (OFEV)

Funding: Swiss Federal Office of Environment (FOEN)

Docteur : Sebastian Schwindt

Ph.D.: Sebastian Schwindt

### 1.1.6 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 rapides 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.

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.

Ces différentes transformations requièrent une modification ou un ajustement de la chambre d'équilibre existante. Un moyen simple

These different transformations require a modification or an adjustment of the existing surge tanks. This hydraulic structure allows more

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 permet d'améliorer le pré-dimensionnement pratique des orifices. Deux approches, physique et numérique, sont utilisées pour évaluer les pertes de charges mais aussi les longueurs caractéristiques permettant d'utiliser la démarche développée. Ensuite, un comportement transitoire des pertes de charge a été mis en évidence pouvant compter jusqu'à 20% des pertes de charge stationnaires. Enfin, une nouvelle méthode d'évaluation de la cavitation est proposée afin de pouvoir comparer le comportement vis-à-vis de la cavitation d'orifices produisant les mêmes pertes de charge. Cette démarche peut aussi être appliquée à des oscillations de masse lors d'insertion d'orifice au pied de cheminée (Figure 1).

*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.*

*This thesis allows to improve the practical design of orifices. Two approaches, i.e. numerical and experimental, were performed in order to evaluate the head losses but also characteristics length. These allow to use the developed design phase. Then, a transient behavior of the head losses was clearly highlighted. Those transient head losses can account for up to 20% of the steady ones. Finally, a new method predicting the cavitation in order to compare the cavitation behavior of orifices producing the same head losses. This method can be applied to surge tank orifices during mass oscillations for evaluating the risk of cavitation (Figure 1).*

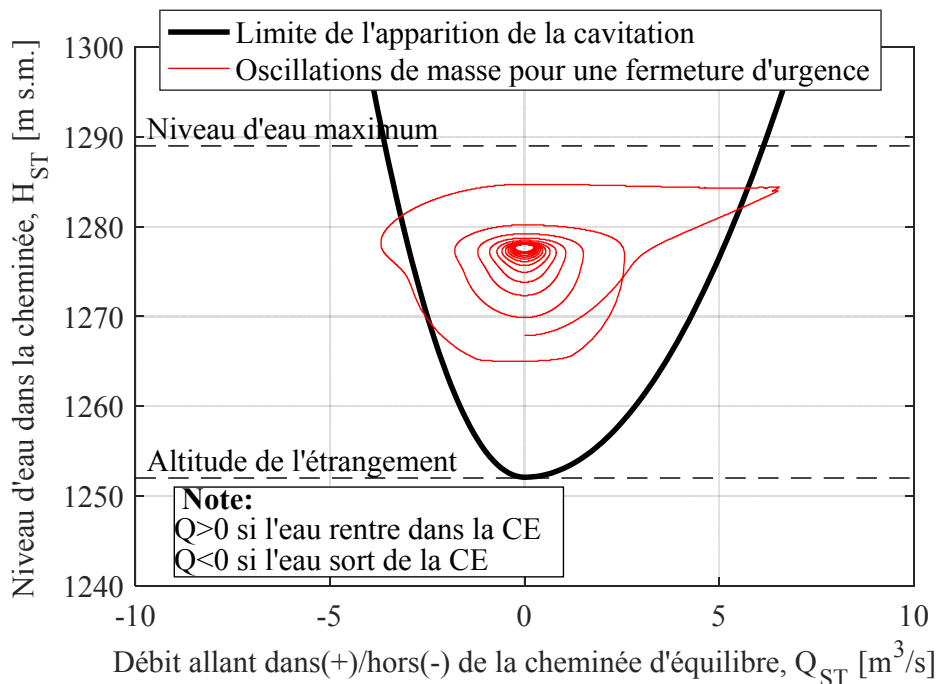


Figure 1 : Evaluation graphique du risque d'apparition de la cavitation dans une cheminée d'équilibre soumise à une fermeture d'urgence entraînant une oscillation de masse convergente.

Figure 1: Graphical evaluation of the incipient cavitation risk in a throttled surge tank following an emergency closure producing a converging mass oscillations.

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

Docteur : Nicolas Jean Adam

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

*Ph.D.: Nicolas Jean Adam*

### **1.1.7 Impact hydrodynamique extrême contre les bâtiments / *Extreme hydrodynamic impact onto buildings***

Les ruptures de barrages, les vagues d'impulsion, les tsunamis et les inondations dues aux ouragans, représentent des calamités naturelles qui menacent l'humanité, provoquant souvent de nombreuses victimes et d'importantes pertes économiques. Ces événements induisent des écoulements transitoires sous forme de vagues, menant à des sollicitations extrêmes contre les infrastructures (Figure 1). Dans le passé, l'impact de ces écoulements contre les bâtiments était considéré comme trop rare et les forces provoquées par les vagues étaient négligées en phase de projet. Cependant, des événements récents ont montré que des mesures constructives peuvent garantir la sécurité des personnes et réduire les coûts de reconstruction. Par conséquent, des refuges verticaux capables de résister à des charges extrêmes sont fondamentaux et une estimation des forces induites nécessaire. De plus, des observations sur le terrain ont montré que les bâtiments avec ouvertures résistent mieux à l'impact des vagues et l'objectif de cette recherche est d'évaluer et d'analyser le dommage potentiel des bâtiments frappés par des vagues. En particulier, cette recherche vise à considérer et quantifier l'influence des ouvertures comme mesure d'atténuation dans le processus de charge.

Cette recherche est basée sur une approche expérimentale. La formation des vagues est obtenue à travers un lâché vertical d'un volume d'eau depuis un réservoir supérieur, produisant des vagues dans le canal à l'aval. La variation du débit relâché produit des vagues avec des propriétés hydrodynamiques différentes. Cette recherche présente une méthodologie détaillée pour la caractérisation hydrodynamique des vagues en termes de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement, en démontrant un bon accord avec la théorie classique de rupture de barrage sur fond sec et sur fond mouillé. Une attention particulière est donnée à la vitesse du front et aux profils de vitesse mesurés derrière le front,

*Dam failures, impulse waves, tsunamis and storm surges are disasters that challenge humanity, often leading to massive casualties and important economic losses. These events generate highly unsteady flow conditions in the form of surges or turbulent bores, associated with extreme loading on infrastructure (Figure 1). In the past, the impact on these flows on buildings was considered too rare and wave induced forces neglected in the design process. However, recent events showed that some measures can guarantee human safety and reduce reconstruction costs. As such, vertical shelters able to withstand extreme loading are fundamental and an estimation of induced forces necessary. Field studies showed that buildings with openings perform better during wave impact and the objective of this research is to evaluate and analyse damage potential of resilient buildings hit by both surges and bores. In particular, the influence of openings as a mitigation measure on the loading process is addressed and quantified.*

*The research is based on an experimental approach. Wave formation is achieved through the vertical release of a water volume from an upper reservoir, generating dry bed surges and wet bed bores in the downstream horizontal channel. A variation of the released discharge results into waves with different hydrodynamic properties. A detailed methodology to hydraulically characterize the generated waves in terms of their water depths and flow velocities is presented and good agreement with the classical dam-break case for both dry surges and wet bed bores is demonstrated. Particular attention is given to wave front celerity and velocity profiles measured behind the wave front,*



montrant des caractéristiques typiques des écoulements à surface libre.



(a)

Figure 1: Exemple de vagues considérées dans cette étude: (a) vague d'impulsion (2006) (H.R. Burgener); (b) mascaret au Port de St. Pardon, France (2015).

Les bâtiments ont été reproduits avec des structures en aluminium, installées sur une plaque dynamométrique, qui fournit le développement temporel des forces et des moments. L'impact était caractérisé par des hautes éclaboussures, suivies par un écoulement quasi-uniforme autour du bâtiment (Figure 2). Pour les structures imperméables (sans ouverture), les vagues sur fond sec ont généré des forces proportionnelles au flux de quantité de mouvement. Les vagues sur fond mouillé ont constamment montré une atténuation du pic de la force et l'introduction d'un coefficient de réduction était alors nécessaire pour obtenir une estimation fiable de la force.

Plus précisément, cette étude se focalise sur l'effet des ouvertures et de la submersion. Quatre configurations avec sept ouvertures entre 0% (imperméable) et 84% ont été testées avec douze vagues standards. L'écoulement à travers la structure a mené à une diminution de la hauteur d'eau à l'amont, générant des refuges verticaux plus sûrs. En termes de charges, les ouvertures ont produit une réduction linéaire de la force maximale horizontale par rapport à la structure imperméable. La configuration avec la façade arrière imperméable a montré un comportement similaire à celui du bâtiment entièrement imperméable (Figure 3). Les ouvertures sur les côtés ont démontré ne pas avoir d'influence sur la force maximale résultante. Une analyse en terme de temps de pic, de hauteur d'eau pendant la force maximale et d'impulsion a montré des différences clés entre les forces provoquées par les vagues sur

showing some features typical of open channel flows.



(b)

Figure 1: Examples of water waves considered in the present study: (a) Impulse wave (2006) (H.R. Burgener); (b) tidal bore in Port de St. Pardon, France (2015).

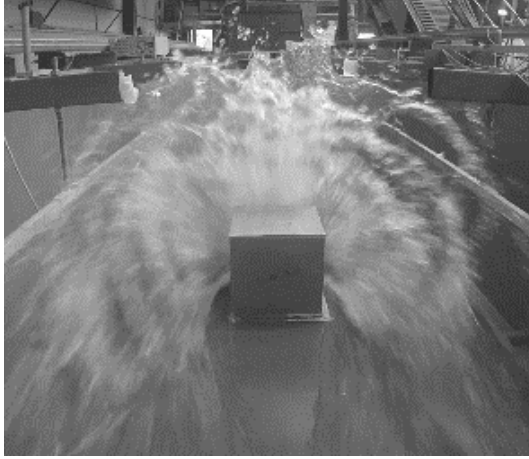
Free-standing buildings were reproduced using aluminium structures installed on a force plate, providing a detailed time history of impact forces and moments. The impact was characterised by high splashes, followed by a quasi-steady flow around the building (Figure 2). For the impervious structures (without openings), dry bed surges resulted into horizontal forces proportional to the momentum flux. For wet bed bores, an attenuation of the peak force was constantly observed and the introduction of a reduction coefficient was necessary to achieve a realistic force estimation.

In this study the effect of openings and overflow were tested. Four building configurations with seven opening values ranging from 0 (impervious) to 84% were investigated using 12 standard waves. The flow through the structure reduced the upstream water depths, providing safer vertical shelters. In terms of loading, the openings produced a linear reduction of the maximum horizontal force, if compared to the impervious case (Figure 3). The configuration with an impervious back wall showed similar results to the impervious building. Openings on the side walls had no influence on the resulting maximum load. Analysis in terms of peak time, wave height at maximum force and impulse pointed out some key differences between forces exerted by surges and bores. The time occurrence of the maximum tilting moment corresponded to the maximum horizontal force and the resulting cantilever arm was constant for

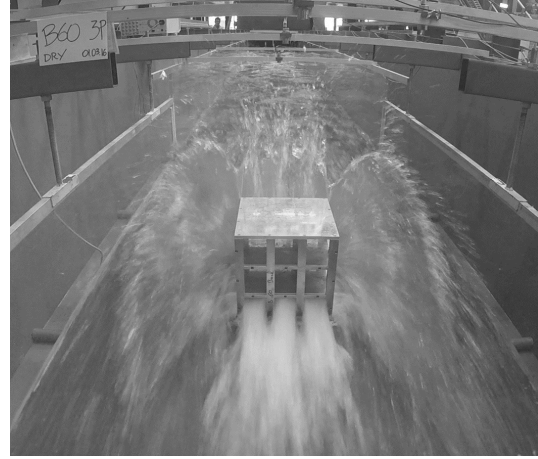


fond sec et celles sur fond mouillé. L'occurrence du moment maximal correspondait au pic de la force horizontale et le bras de levier était constant pour toutes configurations. En cas de submersion du bâtiment, des conditions de charge plus légères ont été à chaque fois mesurées.

*all opening configurations. In case of overflow, milder loading conditions were constantly measured.*



(a)



(b)

Figure 2: Exemple de l'impact de la vague contre: (a) bâtiment sans ouverture ( $P = 0\%$ ) et (b) bâtiment avec ouvertures ( $P = 60\%$ ).

*Figure 2: Examples of wave impact against: (a) impervious building ( $P = 0\%$ ) and (b) porous building ( $P = 60\%$ ).*

En conclusion, cette étude introduit des formules pour prédire la charge hydrodynamique sur un bâtiment, en tenant en compte l'effet des ouvertures à travers un coefficient de résistance adapté. Ces résultats fournissent des informations importantes pour le dimensionnement des infrastructures plus sûres.

*Finally, new formulae to estimate the hydrodynamic load are introduced, taking into account the effect of openings within an adapted resistance coefficient, providing relevant information for the design of safer infrastructures.*

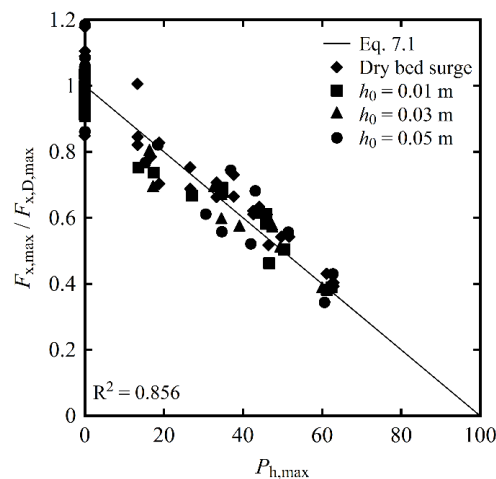


Figure 3: Force horizontale maximale  $F_{x,max}$  en fonction de la porosité à une hauteur  $h_{max}$  pour vagues sur fond sec et fond mouillé, avec les mêmes conditions initiales.

*Figure 3: Maximum horizontal force  $F_{x,max}$  as a function of building porosity at  $h_{max}$  for both dry bed surges and wet bed bores with various initial release conditions*

Financement: Fond National Suisse de la Recherche Scientifique (FNS).

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

Doctorant : Davide Wüthrich

*Ph.D. student: Davide Wüthrich*

### 1.1.8 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 densité. Quand ces courants se reproduisent sur un lit mobile, ils peuvent transporter de grandes quantités de sédiments en créant des changements géomorphologiques importants. Ils peuvent aussi avoir des conséquences sur l'environnement vu que des substances, comme les polluants, pourraient être transportées avec le fluide qui compose le courant, en suivant donc leur dynamique. Cette dernière est déterminée par les conditions initiales de rejet et par l'échange qui se produit à l'interface supérieure, en contact avec le fluide ambiant, et au fond, avec les sédiments. L'objectif de cette recherche est de caractériser la structure turbulente des courants de gravité et de lier cela avec la capacité de transport des courants. Des courants salins ont été reproduits expérimentalement dans un canal à section rectangulaire, grâce à la technique 'lock exchange'. Plusieurs conditions initiales, qui représentent différentes situations réelles, ont été reproduites lors des essais. Les paramètres testés sont : la poussée hydrostatique et le volume initial dans la première partie du canal (qui est nommée 'lock'), l'inclinaison du lock et la dimension des sédiments qui composent le lit mobile.

Des mesures de vitesses instantanées à haute résolution dans les trois directions ont été mesurées avec l'ADVP (Acoustic Doppler Velocity Profiler).

Un critère universel a été établi pour identifier les deux régions qui composent le courant, la tête et le corps, qui sont caractérisés par des dynamiques propres et dont les extensions varient en raison des conditions initiales. Une nouvelle paramétrisation, qui se base sur les mesures dans le temps des forces de cisaillement, a permis l'estimation de l'entraînement d'eau depuis l'interface supérieure et de l'érosion de sédiments du fond (Figure 1).

L'effet des forces gravitationnelles sur la capacité d'érosion des courants a été testé avec un faux-fond qui crée une pente dans le lock. Les pentes testées vont de l'horizontale jusqu'à  $S=8\%$ .

*Gravity currents are density-driven flows that are able to transport high amounts of sediment and are responsible of great geomorphic changes. Moreover they can have severe repercussions on the environment since they are conveyors of substances, e.g. pollutants, for long distances depending on their flow dynamics. The latter are determined by the release conditions and by the exchange at the upper and lower boundaries. The aim of this research study is to characterize the turbulent structure of gravity currents, as a consequence of the initial release conditions, to relate with their transport capacity. For this purpose, saline gravity currents are experimentally created in a laboratory channel through the lock-exchange technique. Different initial conditions, representing different configurations that can be found in reality, are considered during the experiments. The tested parameters are: initial buoyancy of the current in the lock, initial volume of release (i.e. lock-length), lock slope and grain sizes of the sediment that form an erodible bed over which the current flows.*

*High-resolution velocity measurements, performed with an Acoustic Doppler Velocity Profiler (ADVP).*

*A universal criterion is established to isolate head and body of the current which are characterized by different dynamics and their extensions vary in relation with the conditions of release. A new parametrization, based on the computed temporal evolution of shear stress, allows to quantify water entrainment from the upper interface and sediment erosion capacity at the bottom (Figure 1).*

*The effect of the increment of gravitational forces on its erosion capacity is tested by introducing a slope in the lock reach. The range of considered slopes goes from horizontal to  $S=8\%$ .*

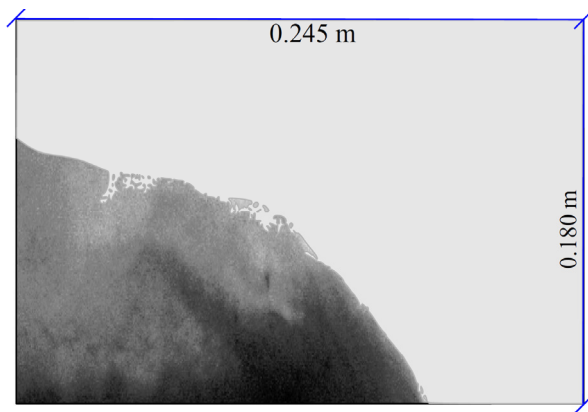


Figure 1: Détection des interfaces principales : le contour du courant et des sédiments entrainés.

Ce dernier identifie un cas de transition, où deux phénomènes se reproduisent : d'un côté le courant entraîne plus d'eau depuis l'interface supérieure à cause de l'augmentation du frottement, induisant son expansion, sa dilution et, en conséquence, son ralentissement ; de l'autre côté le fluide composant le corps, plus rapide, s'accumule dans la tête du courant en causant son accélération. Au fond, le cisaillement élevé combiné à des mouvements turbulents typiques du phénomène "bursting" influence l'érosion, le transport et la déposition de sédiments. Il a été démontré que les mouvements verticaux, en termes de vitesses moyennes et de fluctuations turbulentes, favorisent le déplacement vertical des sédiments du lit mobile. L'interaction entre l'hydrodynamique des courants de gravité et les changements morphologiques a été analysée : la forme du courant change à cause de l'entraînement de sédiments et les sédiments se déposent à l'aval en créant des géométries qui sont induites par les structures turbulentes du courant. Pour avoir une modélisation de ces courants, capable de décrire les mécanismes internes complexes du fluide et l'interaction avec les sédiments, une étude systématique a été faite. Cette dernière est à la base de la formulation de mesures de protection contre les phénomènes induits par les courants qui créent fréquemment des problèmes, notamment la sédimentation des réservoirs, l'impact avec des structures, par exemple due à l'érosion à proximité des conduites situées au fond des océans.

Financement: SEDITRANS, financé par Marie Curie Actions, FP7-PEOPLE-2013-ITN-607394 (Multi partner - Initial Training Networks).

Doctorante : Jessica Zordan

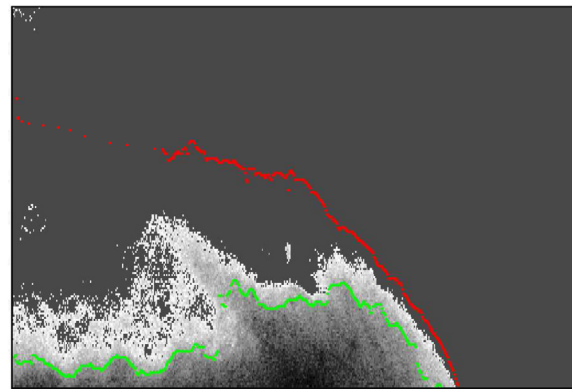


Figure 1: Detection of relevant flow interfaces: the contour of the current and of the entrained sediments.

*This latter is identified as a transient case in which two mechanisms compete i.e. on one side, the current entrains more water from the upper interface due to the increment of friction, the current expands, dilutes and therefore slows down; on the other side, the head is fed by the faster rear steady current thus inducing an acceleration. At the bottom, high shear stress associated with intense ejection and burst events influence erosion and bed load transport. The coupling of hydrodynamic mechanisms and processes of erosion, transport and deposition of sediment are investigated. It is shown that the upward motion, caused by mean and turbulent velocity components, promote vertical mixing of sediment from the channel bed. The feedback between the hydrodynamics of a gravity current and the geomorphic changes of a mobile bed are analysed. The shape of the front changes due to sediment entrainment and the deposition of sediment downstream creates characteristic patterns whose geometry reflect the coherent turbulent structure of the current. The scientific contributions elaborated in this research project allow to ameliorate the modelling of these flows, describing their inherent complex mechanisms under various initiation conditions and the interaction with suspended material. This helps to formulate adapted mitigation measures for these phenomena for example reservoir sedimentation, subaqueous structure damages and scour processes in the vicinity of submerged pipelines or exacerbate pollutants dispersion.*

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

*Ph.D. student: Jessica Zordan*

### 1.1.9 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 drift-wood impact*

Au cours des 50 dernières années, plusieurs recherches se sont concentrées sur les grands bois (LW, en anglais) dans les rivières, reliant les propriétés des cours d'eau avec les caractéristiques du bois flottant pour créer des modèles qualitatifs de différents processus. Néanmoins, les connaissances disponibles sont liées à des vitesses d'écoulement relativement élevées, donc difficilement applicables aux conditions d'écoulement du réservoir.

LW est souvent transporté par les rivières dans les réservoirs lors de fortes pluies (Fig. 1 et 2). L'accumulation et le blocage du LW sur les structures hydrauliques, comme des déversoirs, constituent un problème important. Il peut réduire la capacité de décharge du déversoir et, par conséquent, une augmentation incontrôlée du niveau d'eau dans le réservoir peut se produire.

Le présent projet de recherche vise à lier l'influence de différentes caractéristiques de LW aux probabilités de blocage dans un déversoir de crête standard équipé de piles. Une analyse probabiliste du blocage du LW a été faite dans une installation de laboratoire.



Figure 1: Barrage Grangent (2008) (gauche) et barrage San Clemente (2010) (droite).

La conception de l'évacuateur de crue et la définition de LW utilisée étaient basées sur une revue de littérature. Une conception systématique et complète des expériences a été réalisée pour comprendre les probabilités de blocage en met-

*In the last 50 years, multiple research has focused on large wood (LW) in rivers, relating stream properties with LW characteristics to create qualitative models of different processes. Nevertheless, the available knowledge is linked to relatively high flow velocities thus hardly applicable for reservoir approach flow conditions.*

*LW is often transported by rivers into reservoirs during heavy rainfall events (Fig. 1 and 2). The accumulation and blockage of LW at hydraulic structures, as spillway inlets, is a significant problem. It can reduce the discharge capacity of the spillway and consequently, an uncontrolled increase of the water level in the reservoir may occur.*

*The present research project aims to link the influence of different LW characteristics to blocking probabilities at an ogee crest spillway equipped with piers. Therefore, a probabilistic analysis of LW blockage was made by reproducing the phenomena in a laboratory facility.*



Figure 1: Grangent dam (2008) (left) and San Clemente dam (2010) (right).

*The design of the spillway and the definition of LW used was based on literature review. A systematic and comprehensive design of experiments was performed to understand blocking probabilities with focus on parameters such as*



tant l'accent sur des paramètres tels que la longueur et le diamètre des LW, la densité, le régime de transport et les débits d'eau.

La recherche a été divisée en deux approches différentes, mais complémentaires: l'analyse scientifique des probabilités de blocage et la quantification pratique des effets d'un blocage à l'entrée du déversoir (Fig 3). Le bois flottant a été représenté dans les expériences en utilisant des tiges cylindriques artificielles ou des tiges en bois naturel.

*length and diameter of LW, the density of LW, transport regime and water discharge.*

*The research has been divided into two different but complementary approaches: the scientific analysis of blocking probabilities and the practical quantification of the effects of a blockage at the spillway inlet for the rating curve (Fig 3). LW was represented in the experiments using artificial cylindrical stems or natural wood rods.*



Figure 2: Image d'une expérience pratique depuis l'amont.

*Figure 2: Picture of a practical experiment from upstream.*

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)*

### 1.1.10 **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 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.

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

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.

*This research project is developing a method to obtain FDCs for daily discharges in ungauged Alpine catchments.*

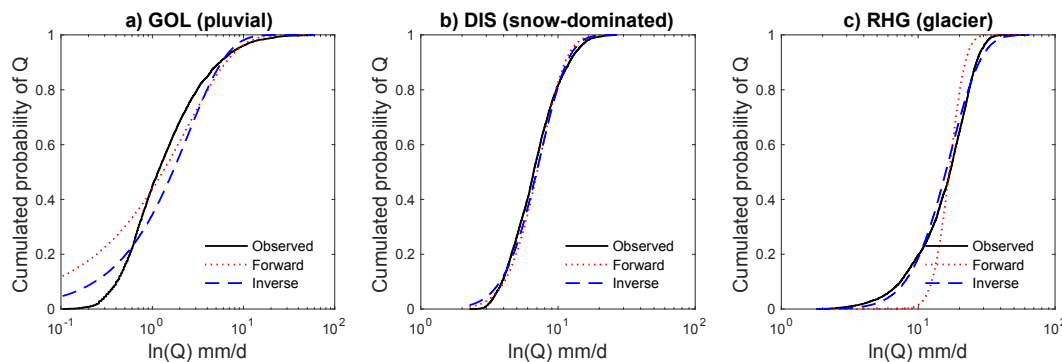


Figure 1: CDC pour le modèle linéaire dans différents régimes.

*Figure 1: Cdfs for the linear model for different hydrological regimes.*

Le modèle en cours de développement est basé sur un encadrement théorique pour la 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, mais la Suisse présente trois types principaux de régimes: pluvial, nival et glacier. Le modèle a été testé surtout pour des régimes pluviaux et a déjà été aussi adapté pour les régimes hydrologiques nivaux pendant l'hiver.

*The model being developed is based on a framework that characterizes the probabilities of base flows and 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 framework to all seasons, for pluvial, snow-dominated and glacial regimes, that happen in alpine regions.*

Ce modèle a été proposé initialement en considérant un modèle de récession linéaire et a déjà été étendu pour considérer un modèle de récession non linéaire. Les deux ont été testés pour 25 bassins versants naturels en Suisse pour l'été en appliquant des méthodes pour l'estimation des paramètres directement à partir des données, dans ce que nous appelons «l'estimation directe» des paramètres. De plus, les paramètres de récession ont été optimisés pour permettre une meilleure adaptation à la distribution empirique des débits journaliers dans ce que nous avons appelé «l'estimation inverse». La Figure 1 montre les CDCs résultantes du modèle linéaire concernant l'été pour trois bassins versants ayant des régimes différents et la Figure 2 pour le modèle non linéaire. Le bassin Goldach présente un régime pluvial typiques, est situé dans le Plateau et le Jura, et est identifié par

*This model framework was proposed initially considering a linear recession model and has already been extended to consider a nonlinear recession model. Both were tested for 25 non-engineered catchments in Switzerland for summer applying methods for parameter estimation directly from data, in what we called "forward estimation" of parameters. Additionally, the recession parameters were optimized to allow a better fitting to the empirical distribution of daily discharges in what we called "inverse estimation". Figure 1 show cdfs resulting from the linear model regarding summer for three catchments with different and Figure 2 for the nonlinear model. GOL states for Goldach, a pluvial catchment located in the "Plateau and Jura" region, DIS states for Dischmabach, a snow-dominated catchment and RHG states for Rhône à Gletsch,*

GOL, le bassin versant Dischmabach (DIS) a un régime nival et le bassin Rhône à Gletsch (RHG) a un régime glaciaire, les deux derniers sont situés dans les Alpes.

*a glacier regime, the two last are located in the Alps.*

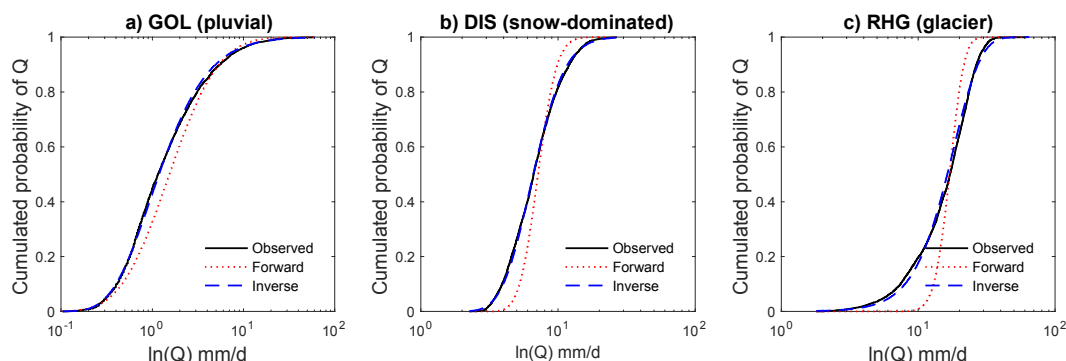


Figure 2: : CDC pour le modèle non-linéaire dans différents régimes.

*Figure 2: Cdfs for the nonlinear model for different hydrological regimes.*

L'application du modèle aux bassins versants suisses a montré que les performances pour chaque type de modèle varient en fonction du régime hydrologique. Le modèle linéaire a une meilleure performance pour les bassins versants nivaux (Figure 1b) et le modèle non linéaire pour les bassins pluviaux (voir la figure 2a). Il a également été observé que certains paramètres du modèle peuvent être liés aux caractéristiques des bassins versants telles que l'altitude moyenne et la surface. Néanmoins, les paramètres du modèle peuvent accommoder les débits supplémentaires générés par la fonte de la neige et des glaciers. Ensemble, ces observations ouvrent de bonnes perspectives pour la régionalisation du modèle afin d'obtenir des courbes pour des bassins versants non jaugés avec différents régimes hydrologiques.

*The application of the model framework to Swiss catchments showed that the performance for each type of model vary according to the hydrological regime. The linear model has a better performance for snow-dominated catchments (see Figure 1b) and the nonlinear model for the pluvial catchments (see Figure 2a). It was also observed that some model parameters can be related to catchments characteristics such as its mean altitude and its surface. Nevertheless, the existing model parameters can accommodate the additional discharge generated by snow and glacier melt. Together, those observations open good perspectives for regionalization of the model to predict curves for ungagged catchments with different hydrological regimes.*

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

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

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

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

### 1.1.11 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 fortes précipitations et la topographie de ces régions 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

*Alpine regions are particularly exposed to heavy precipitations and the topography of these regions increases their vulnerability to floods. In Switzerland, severe flooding has become more frequent in recent decades and this increased*



pour gérer les crues et en réduire les effets. Le projet MINERVE, initié en 2001, avait pour objectif le développement d'un système de prévision et de gestion des crues à l'aide des bassins de rétention pour le bassin du Rhône à l'amont du Lac Léman (Figure 1).

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.

La première phase du projet a permis de développer une méthode d'interpolation des pluies basée sur un co-krigeage combiné avec une régression linéaire. Les données des stations du réseau de MétéoSuisse sont utilisées comme variable primaire et celles du réseau privé de MeteoGroup Switzerland AG comme variable secondaire, alors que l'image composite des radars météorologiques de MétéoSuisse constitue la dérive externe (Figure 2).

*the need for reliable forecasting systems to manage floods and mitigate their effects. The MINERVE project, initiated in 2001, had as objective the development of a flood forecasting and management system using hydropower reservoirs for the Rhone River basin upstream of Lake Geneva (Figure 1).*

*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.*

*The first phase of the project has enabled the development of an interpolation method for precipitation based on co-kriging combined with a linear regression. The data of the MeteoSwiss network are used as primary variable and the one of the private network of MeteoGroup Switzerland AG as secondary variable, whereas the composite weather radar image of MeteoSwiss is used as external drift (Figure 2).*

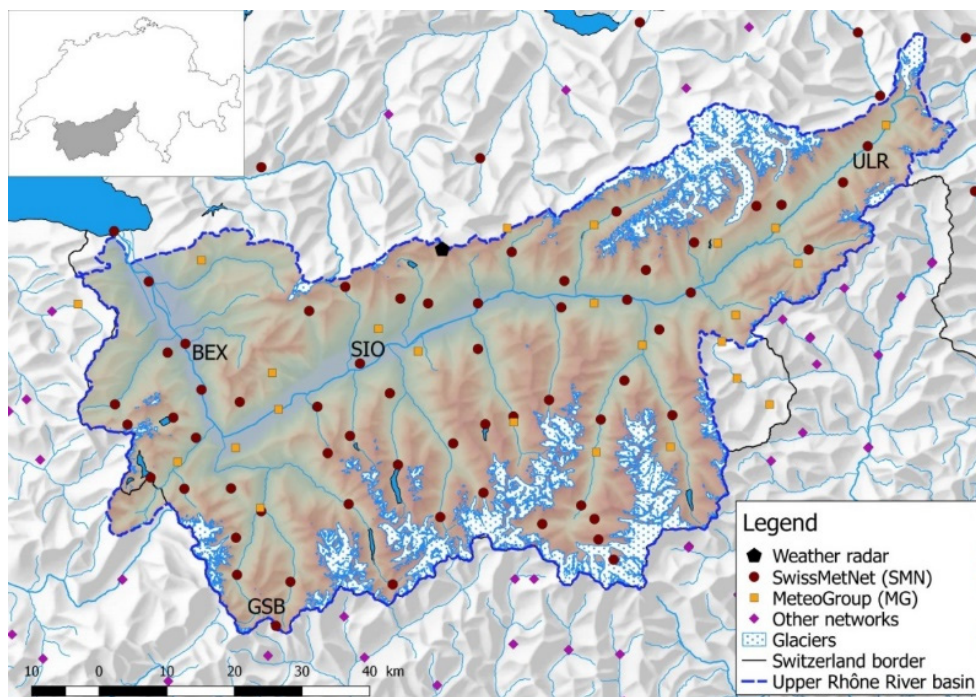


Figure 1: Bassin du Rhône à l'amont du Lac Léman et indication des réseaux de stations pluviométriques utilisés (© SwissTopo).

Figure 1: Rhone river basin upstream of Lake Geneva and indication of the employed rain gauge networks (© SwissTopo).



La seconde phase du projet, en cours de développement, s'intéresse au calage du modèle hydrologique et plus particulièrement au modèle de fonte de neige.

Lors de la troisième et dernière 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.

*The second phase of the project, under development, focuses on the calibration of the hydrological model and more particularly on the snow-melting 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.*

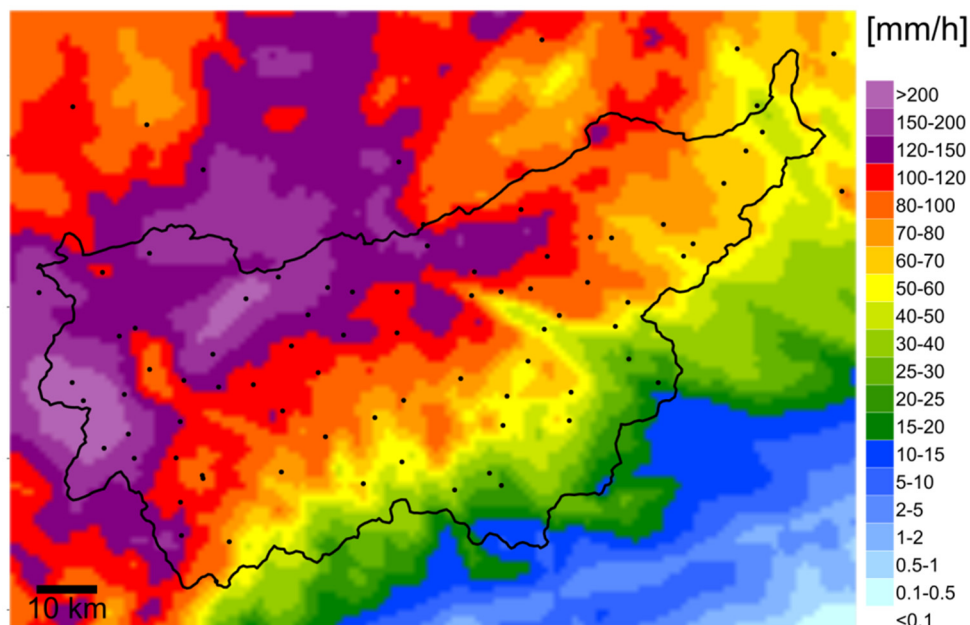


Figure 2: Cumul de pluies interpolées sur l'événement de fortes précipitations de début mai 2015 (du 30.4.2015 22:00 au 4.5.2015 10:00, GMT+1, période de 66 heures).

*Figure 2: Accumulation of interpolated precipitation during the heavy rain event of early 2015 (from 30.4.2015 22:00 to 4.5.2015 10:00, GMT+1, period of 66 hours).*

Financement: Recherche financée par le Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP) et Office Fédéral de l'Energie (OFEN).

Doctorant : Alain Foehn

*Funding: Research financed by the Centre de recherche sur l'environnement alpin (CREALP). And the Swiss Federal Office of Energy (SFOE)*

*Ph.D. student : Alain Foehn*

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

L'indice hydromorphologique de la diversité (IHMD) est un outil de mesure quantitatif de la diversité des habitats dans les rivières et qui combine les conditions géomorphologiques et hydrauliques. L'IHMD d'une rivière prend en compte la distribution spatiale des variables hydrauliques profondeur et vitesse mesurées dans un certain tronçon de la rivière, et calcule une seule valeur qui représente la diversité de l'habitat dans la rivière. L'IHMD a été élaboré afin de prédire la richesse des habitats dans les rivières ainsi, combiné avec des modèles numériques,

*The Hydromorphological Index of Diversity (HMID is a simple quantitative measurement tool for the habitat diversity in rivers, which combines the geomorphological and hydraulic conditions. The basic HMID of a river reach takes into account the spatial distribution of the hydraulic variables as flow depth and flow velocity measured in a certain river reach and computes a single value that represents the potential habitat diversity in the river reach. The HMID was elaborated in order to predict the range of different habitats in rivers thus, combined with numerical models,*

l'IHMD a un pouvoir prédictif pour quantifier l'effet des mesures de restauration des cours d'eau. Il peut aussi servir à contrôler le succès d'une mesure de revitalisation.

Alors que le calcul et l'interprétation de l'IHMD sont les objectifs principaux, la planification des campagnes de mesures sur le terrain peut comporter un large éventail d'incertitudes, telles que l'endroit de départ, l'espacement des sections et la suffisance d'échantillonnage. Dans ce projet, la meilleure stratégie pour échantillonner efficacement les valeurs de la profondeur et de la vitesse d'écoulement dans une rivière, qui fournissent une bonne estimation de la valeur physique réelle de l'IHMD, a été étudiée. Sur la base de vastes campagnes de mesure sur terrain dans 19 tronçons des rivières Venoge (Vaud), Buënz (Argovie), Passer (Tyrol du Sud, Italie), Sarine (Fribourg) et Singine (Fribourg), la question principale suivante a été posée: la quantité minimale de données pour une bonne estimation d'un IHMD et comment dépend-elle de la géomorphologie de la rivière?

Une évolution de l'IHMD avec des points de mesure croissants révèle que, dans la plupart des cas, l'IHMD se rapproche asymptotiquement d'une valeur de saturation (Fig. 1). Ceci indique que dans la plupart des tronçons analysés, trop d'échantillons ont été prélevés ce qui indique une possibilité de gagner du temps et de l'argent. Une analyse de sous-échantillonnage détaillée a montré que la Sarine II est la seule cible qui n'atteint pas une valeur de saturation avec les données collectées. Cependant, cela change peu avec des données supplémentaires.

La première phase du projet a permis de développer une méthode d'interpolation des pluies basée sur un co-krigeage combiné avec une régression linéaire. Les données des stations du réseau de MétéoSuisse sont utilisées comme variable primaire et celles du réseau privé de Meteogroup Switzerland AG comme variable secondaire, alors que l'image composite des radars météorologiques de MétéoSuisse constitue la dérive externe (Figure 2).

*the HMID has predictive power to quantify the effect of river restoration measures but can also be used as control of success of a restoration measure.*

*While the computation and interpretation of the HMID are principally objective, the planning of measurement campaigns in the field may have a wide range of uncertainties, such as the starting point, the spacing of the cross-sections (CS) and sampling sufficiency among others. In this project, the best strategy to efficiently sample values of flow depth and velocity in a river reach, which provide a good estimate of the physical real value of HMID was investigated. Based on comprehensive field measurement campaigns in 19 reaches in the rivers Venoge (Vaud), Buënz (Aargau), Passer (South Tyrol, Italy), Sarine (Fribourg) and the Sense (Fribourg), the following main question were addressed: What is the minimum amount of data for a good estimate of a reach HMID and how does it depend on the river geomorphology?*

*An evolution of the HMID with increasing measurement points reveals, that the HMID in most cases asymptotically approaches a saturation value (Fig. 1). This points out that in most of the analyzed reaches, too many samples were taken what indicates a possibility to save time and money. A detailed sub-sampling analysis brought up that Sarine II is the only reach which does not reach a saturation value with the collected data. However, it does only change a little with additional data.*

*The first phase of the project has enabled the development of an interpolation method for precipitation based on co-kriging combined with a linear regression. The data of the MeteoSwiss network are used as primary variable and the one of the private network of Meteogroup Switzerland AG as secondary variable, whereas the composite weather radar image of MeteoSwiss is used as external drift (Figure 2).*

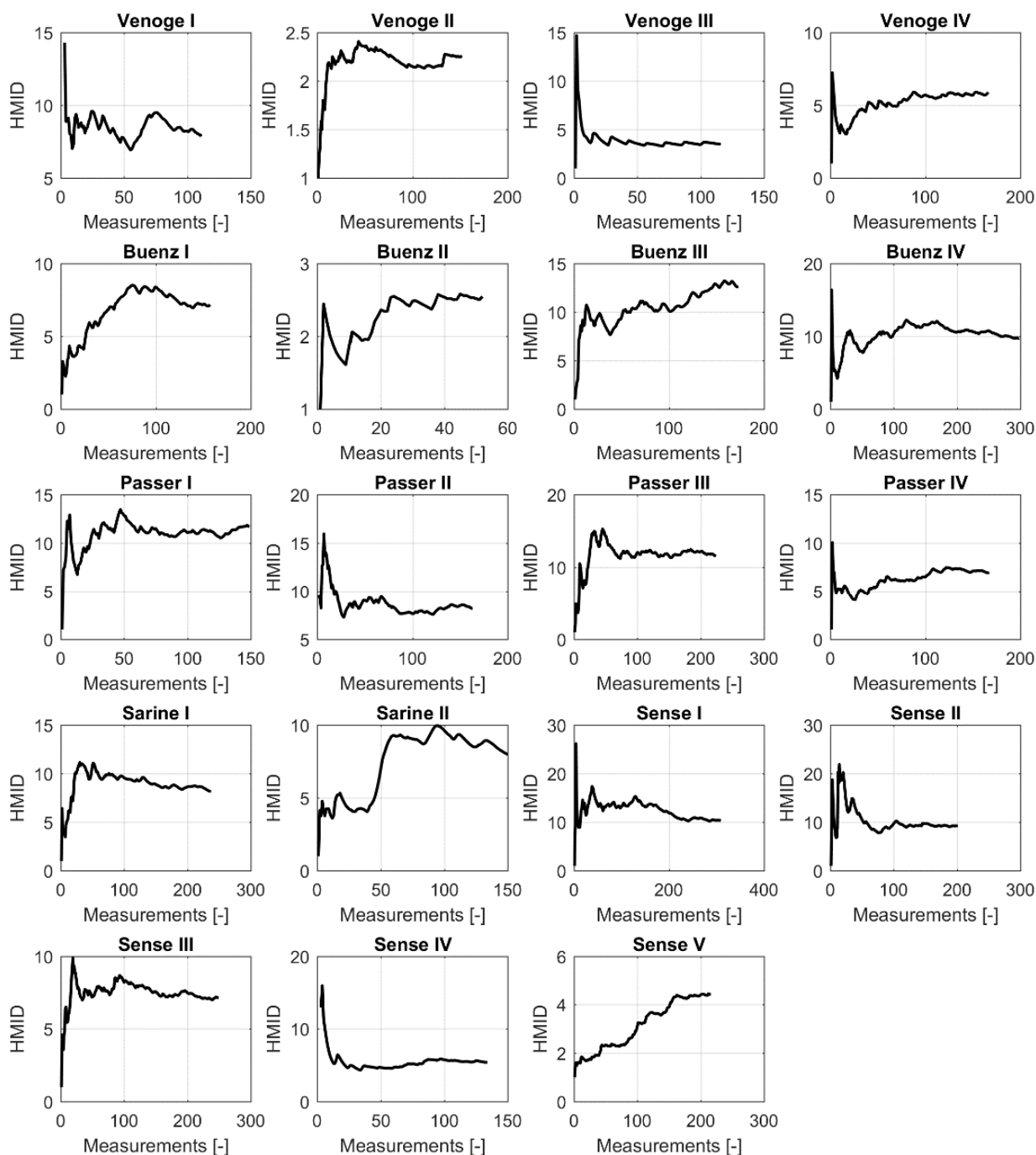


Figure 1: L'évolution d'IHMD avec un nombre croissant de points de mesure pour les 19 tronçons des cinq rivières étudiées. Pour la plupart des tronçons, trop de données ont été échantillonnées et que la valeur HMD atteint une valeur de saturation.

Figure 1: The evolution of the HMD with increasing number of measurement points for the 19 reaches of the five studied rivers. For most of the reaches, too much data was sampled and the HMD value reaches a saturation value.

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

Doctorant : Severin Stähly

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

Ph.D. student: Severin Stähly

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

Les courants de densité ou courants gravitaires sont omniprésents dans la nature et ont un impact significatif sur l'environnement et la vie humaine. L'eau fortement saline issue de stations de dessalement, les rejets d'hydrocarbures dans l'océan, les courants de turbidité produisant des dépôts dans les réservoirs, les avalanches, les courants océaniques responsable de la ré-oxygénation des masses d'eau sont des exemples clairs de l'impact des courants gravitationnels sur la vie humaine et sur l'environnement. Une bonne compréhension de la structure interne et des mécanismes physiques intrinsèques aux courants de densité est fondamentale pour la modélisation et donc pour l'atténuation et la prévention de leurs conséquences, ainsi que pour la compréhension de leurs implications dans les processus écologiques et climatiques.

Les deux principales variables caractérisant le comportement des courants de densité sont la vitesse et la densité. Plusieurs études ont caractérisé les profils de densité et de vitesse des courants de densité qui se déplacent sur des lits lisses et rugueux. Ces phénomènes ont été étudiés également dans le cas du lit poreux. Ces études se concentrent sur la vitesse d'avancement de la tête du courant, sur le taux de perte de masse et sur le mécanisme d'infiltration, mais les profils de densité et de vitesse des courants dans le cas du lit poreux n'ont pas encore été étudiés. De plus, l'influence de la rugosité et de la porosité du lit sur la structure interne d'un courant ont toujours été étudiée séparément, même si, dans la nature, les deux agissent ensemble, de façon superposée.

L'objectif de ce projet de recherche est de caractériser théoriquement et expérimentalement la structure du « corps » quasi- stationnaire du courant de densité qui se déplacent sur des lits poreux et rugueux.

D'abord, des courants de gravité qui se déplacent sur un lit lisse sont explorés à l'aide de l'analyse des données numériques (Large Eddy Simulations, LES) et expérimentales. De plus, ces données sont utilisées pour vérifier l'exactitude de la négligence des termes de corrélation entre la vitesse et la densité dans les modèles d'équations hydrodynamiques pour eau peu profonde

*Density or gravity currents are ubiquitous in nature and have significant impact on the environment and on human's life. 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 on the environment. Understanding the internal structure and the dynamics of gravity currents is fundamental for modelling purposes and therefore for the mitigation and the prevention of their consequences, as well as for the understanding of their implications in ecological and climatic processes*

*The two main variables characterizing the behaviour of density currents are velocity and excess density. Several studies characterized density and velocity profiles of density currents moving over smooth and rough beds. Gravity currents flowing over porous bed have also been studied theoretically and experimentally. Studies mainly focus on the current front velocity, rate of mass loss and on the infiltration mechanism, while the shape of the vertical distribution of the current velocity and density is not considered. Moreover the influence of roughness and bed-porosity on the current dynamics has always been studied separately, whereas in nature the two act together, superimposingly.*

*The present thesis investigates their combined effect on the dynamics of high Reynolds number continuously-fed density currents with particular focus on their influence on the current velocity and density structure.*

*First gravity currents flowing over smooth bed are explored analysing numerical (Large Eddy Simulation, LES) and experimental data. The legacy of the negligibility of correlation terms appearing in Shallow-Water (SW) equations models due to variables variation correlation along the vertical is addressed. Momentum and mass depth-averaged equations for density currents*

(Shallow Water models) utilisés dans la modélisation des courants de densité. Les équations de conservation de la masse et du moment du courant intégré sur la profondeur sont dérivées selon l'approche de Pokrajac et Kikkert. Les termes de corrélation sont estimés en comparant LES données d'un courant gravitationnel sous-critique et d'un courant gravitationnel supercritique alimenté en continu avec une densité initiale de  $20 \text{ kg / m}^3$ .

Les expériences de laboratoire permettent d'étudier l'effet de la porosité du lit: les courants de densité sont injectés avec un débit constant dans un canal horizontal de 5,5 m de longueur, 0,3 m de largeur et 0,3 m de profondeur. 3 m en aval du point d'injection du courant, le fond a une concavité de 1 m de longueur et une profondeur de 0,2 m. Avec le positionnement des tiges cylindriques en PVC de 20 mm de diamètre dans cette concavité, une base poreuse est créée. Différents espacements entre les barres permettent de changer la porosité du fond. En outre différentes vitesses d'injection et densités initiales permettent de reproduire les différentes conditions d'intérêt.

are derived following the approach of Pokrajac and Kikkert. Correlation terms values are estimated for sub-critical and super-critical continuously-fed brine gravity current of initial excess density  $20 \text{ kg/m}^3$ .

Laboratory experiments allow to study the effect of bed porosity: brine currents are injected with constant discharge in a 5.5 m long, 0.3 m wide and 0.3 m deep flume. Its smooth, horizontal bottom has a 0.2 m deep, 1 m long hollow placed 3 m downstream the inlet. Different arrangements of 20 mm diameter cylindrical PVC rods are used to reproduce an underlying porous milieu of four different porosities while various inlet velocities and excess densities allow to reproduce the flow regimes of interest.

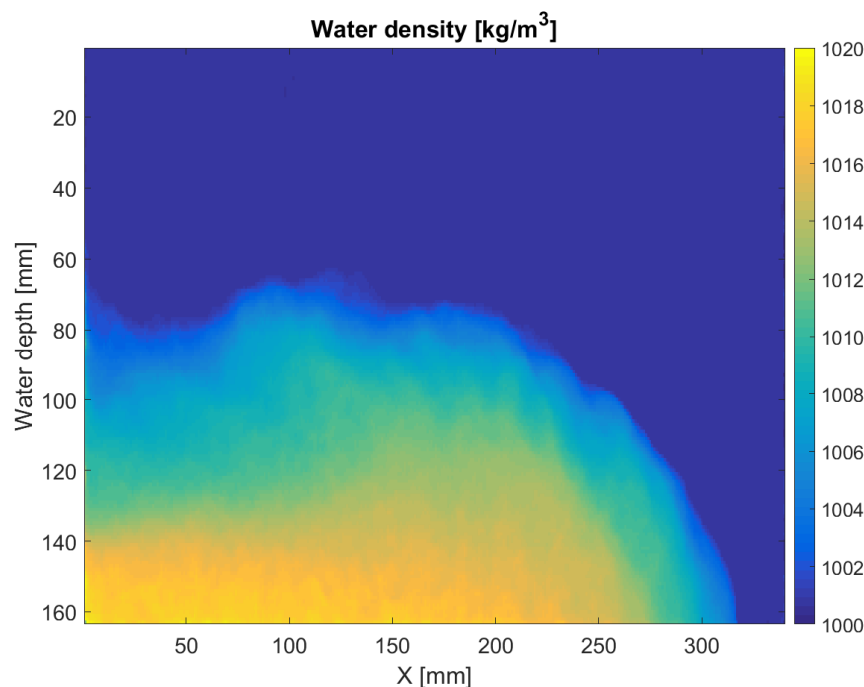


Figure 1: Diagramme de densité instantanée d'un courant de densité sous-critique, de densité initiale  $20 \text{ kg / m}^3$  (données expérimentales).

Figure 1: Experimentally obtained width average density map of the head of a gravity current having initial excess density  $20 \text{ kg/m}^3$ .

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 les bruits de fond dans le signal et de vérifier la qualité des données. Simultanément,

Instantaneous 3D velocity profiles are 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

on obtient une image 2D du courant avec une caméra à haute vitesse placée perpendiculairement aux parois latérales du canal en correspondance du profil d'acquisition ADVP. Une technique d'analyse d'images appliquée par Nogueira et al. sera appliquée pour évaluer le champ de densité bidimensionnelle instantané sur le lit poreux.

Financement: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (FNS) projet de recherche 200021\_159249 (2015-2018)

Doctorante : Sara Venuleo

*will be acquired with a high speed camera placed perpendicularly to the channel sidewalls in correspondence of the ADVP acquisition profile. An image analysis technique based on ink-light absorption, similar to the one applied by Hacker et al. and Nogueira et al. is applied to assess the instantaneous two-dimensional density field over the porous bed.*

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

*Ph.D. student: Sara Venuleo*

### **1.1.14 Résilience morphologique aux fluctuations d'écoulement des dépôts de sédiments fins dans les cavités latérales d'un canal peu profond / *Morphological resilience to flow fluctuations of fine sediment deposits in bank lateral cavities***

La création de cavités latérales sur les berges d'une rivière peut avoir des buts multiples : créer des ports, capturer des sédiments, garder un canal navigable central ou favoriser la formation d'habitats aquatiques si une quantité limitée de sédiments est capturée, offrant une plus large diversité hydraulique et morphologique. Ce projet est focalisé sur ce dernier objectif : la promotion de la diversité hydraulique et morphologique. Dans ces scénarios, une augmentation du débit dans le canal principal peut remobiliser les dépôts de sédiments situés à l'intérieur des cavités latérales et provoquer une augmentation soudaine de la concentration de sédiments et de la turbidité dans le canal principal. Il est donc intéressant de caractériser la résistance et la résilience de ces dépôts sédimentaires lorsque le canal principal est soumis à des fluctuations de débit.

Des expériences systématiques en laboratoire ont été réalisées pour cinq géométries différentes des cavités installées dans les rives d'un canal ouvert et pour cinq hydrogrammes présentant différents niveaux d'instabilité. La profondeur de l'eau, la masse du dépôt sédimentaire à l'intérieur des cavités, la concentration des sédiments et la zone couverte par les sédiments déposés ont été enregistrées au cours des expériences. Bien que les dépôts de sédiments établis à l'équilibre avant les événements de débit élevé soient différents selon la géométrie des cavités, ils sont généralement récupérés après. Il est montré que la résistance et la résilience des dépôts de sédiments dépendent fortement du

*Lateral cavities are built in the banks of rivers for several purposes: to create harbors, to capture sediment, to keep a central navigable channel or to promote the formation of aquatic habitats if a limited amount of sediment is captured, providing hydraulic and morphologic diversity. This project is focused on this latter purpose: promotion of hydraulic and morphologic diversity. In these scenarios, an increase in the flow discharge in the main channel may, however, re-mobilize the sediment deposits located inside these lateral embayments and cause a sudden increase of the sediment concentration and turbidity in the main channel. It is thus of interest to characterize the resistance and resilience of these sedimentary deposits when the main channel is subjected to high flow or flushing events.*

*Laboratory tests were carried out for five different geometries of the cavities installed in the banks of an open channel and for five hydrographs with different levels of unsteadiness. Water depth, sediment deposit mass, sediment concentration and area covered by the settled sediments were recorded throughout each experiment. Although sediment deposits established at equilibrium before the flushing events are different depending on the geometry of the cavities, generally, they are recovered after being flushed by the high flow events. The resistance and resilience of the sediment deposits are strongly dependent on the flow field and the mass exchange between the*



champ d'écoulement et de l'échange de masse entre le canal principal et les cavités. Cet échange de masse est régi par la géométrie des cavités et l'amplitude des hydrographes appliqués. À titre d'exemple du travail effectué, la Figure 1 illustre l'évolution temporelle de la zone de dépôt des sédiments dans l'intérieur d'une cavité pour quatre instants spécifiques au cours d'un hydrogramme appliqué dans le canal.

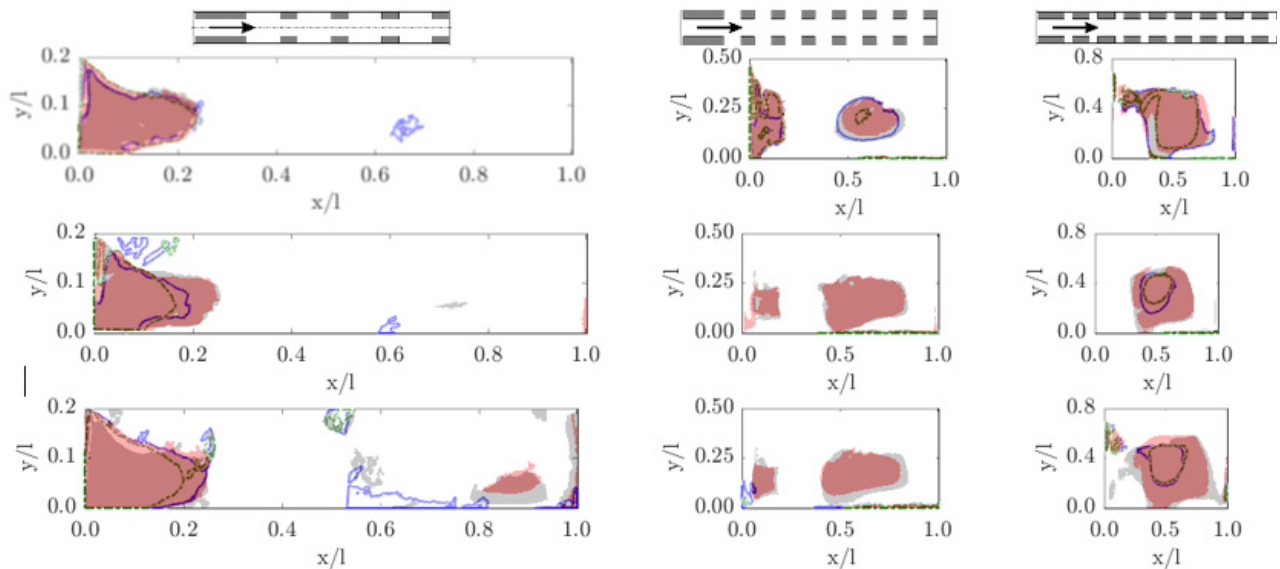


Figure 1: Évolution temporelle de la zone de dépôt des sédiments à l'intérieur d'une cavité pour quatre instants spécifiques. Les zones ombrées en gris représentent la zone occupée par les sédiments 15 min avant l'événement de la phase de débit élevé. Les lignes de contours bleues et vertes indiquent la zone de dépôt des sédiments 5 min avant et 5 min après la phase à débit élevé, respectivement. Les zones ombrées en rouge montrent l'extension des dépôts de sédiments 60 min après la fin de la phase de débit élevé.

*main channel and the cavities. This mass exchange is governed by the geometry of the cavities and the magnitude of the hydrographs applied. As an example of the work carried out, Figure 1 illustrates the temporal evolution of the in-cavity sediment deposition area for four specific instants during the hydrograph applied.*

*Figure 1: Temporal evolution of the in-cavity sediment deposition area for four specific instants. The grey shaded areas represent the area occupied by sediments 15 min before the high flow phase event. The blue and green contour lines indicate the sediment deposition area 5 min before and 5 min after the high flow phase, respectively event. The red shaded areas show the extension of the sediment deposits 60 min after the end of the high flow phase.*

Financement: Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) sous le programme WASSERBAU UND ÖKOLOGIE.

*Funding: Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) within the program of WASSERBAU UND ÖKOLOGIE project.*

Collaborateur scientifique postdoc: Carmelo Juez Jiménez

*Scientist postdoc: Carmelo Juez Jiménez*

### 1.1.15 Simulations numériques d'entraînement des sédiments par un courant de gravité / Large eddy simulations of sediment entrainment induced by a lock-exchange gravity current

Les courants de gravité représentent un phénomène commun dans l'environnement et dans les applications d'ingénierie. Ils constituent des écoulements essentiellement horizontaux entraînés par la différence de densité par rapport au

*Gravity currents represent a common phenomenon in the environment and in engineering applications. They constitute essentially horizontal flows driven by the density difference with respect to the ambient fluid. Within this framework,*

fluide ambiant. Dans le cadre de ce projet, des Large Eddy simulations de courants de gravité se propageant sur un lit mobile ont été étudiées. Les résultats numériques permettent d'étudier l'érosion des sédiments induite par les courants et d'étudier les mécanismes sous-jacents conduisant à l'entraînement des sédiments pour différentes conditions d'écoulement et tailles de grains. Les résultats numériques sont comparés à des données expérimentales montrant un très bon accord.

Globalement, l'étude confirme que l'entraînement de sédiments est prédominant à la tête du courant où la production de turbulence est très forte. Ensuite, au-dessus de la couche mobile du lit, le processus de décantation/sédimentation de particules semble être d'une importance mineure, le matériel entraîné est déplacé en aval par le courant. De plus, l'étude montre que, bien que la contrainte de cisaillement soit le mécanisme principal qui met les particules en mouvement, les fluctuations de la vitesse verticale sont également nécessaires pour contrebalancer la vitesse de chute des particules et les maintenir en suspension. Enfin, l'analyse des conditions de stabilité du courant montre que, d'un côté, la concentration des sédiments apporte une contribution négligeable à la stabilité du front du courant et de l'autre côté, les conditions de stabilité procurées par le courant ne permettent pas aux sédiments de se déplacer librement dans le fluide ambiant. La Figure 1 illustre la concentration des sédiments, évalués numériquement et expérimentalement, et la forme du courant à différents instants.

*in this project, Large Eddy simulations of lock-exchange gravity currents propagating over a mobile reach have been studied. The numerical results allows to investigate the sediment pick up induced by the currents and to study the underlying mechanisms leading to sediment entrainment for different flow conditions and grain sizes. The numerical outcomes are compared with experimental data showing a good agreement.*

*Overall, the study confirms that sediment pick up is prevalent at the head of the current where the strongest turbulence occurs. Further, above the mobile reach of the bed, settling process seems to be of minor importance, with the entrained material being advected downstream by the current. Additionally, the study shows that, although shear stress is the main mechanism that sets particles in motion, the vertical velocity fluctuations are also necessary to counteract the falling velocity of the particles and maintain them into suspension. Finally, the analysis of the stability conditions of the current shows that, from one side, sediment concentration gives a negligible contribution to the stability of the front of the current and from the other side, the stability conditions provided by the current do not allow sediments to move freely into the ambient fluid. Figure 1 illustrates both numerical and experimental estimation of sediment concentration and current shape at different time instants.*

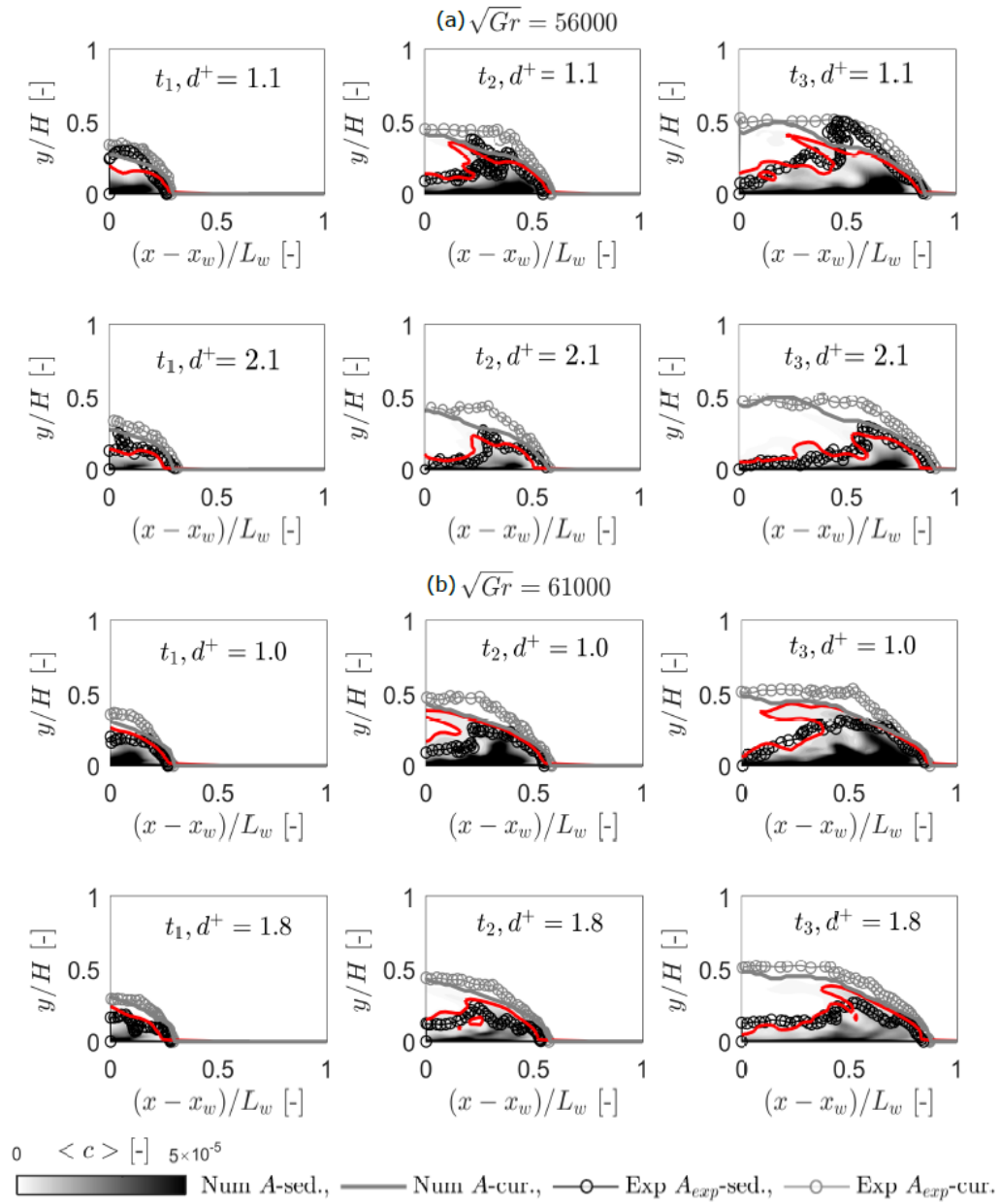


Figure 1: Concentration des sédiments numérique et expérimentale et forme du courant à différents instants.

Figure 1: Numerical and experimental sediment concentration and current shape at different time instants.

Financement: Projet 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).

Collaborateur scientifique postdoc: Carmelo Juez Jiménez

Scientist postdoc: Carmelo Juez Jiménez

Doctorante : Jessica Zordan

Ph.D. student: Jessica Zordan

### 1.1.16 Centre suisse de compétences en recherches énergétiques – approvisionnement en électricité (SCCER-SoE) / Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy (SCCER-SoE)

2017 marque le début de la 2ème phase du SCCER-SOE, dont le LCH a été membre fondateur en 2014. Ce centre national de recherche est responsable du développement de la recherche fondamentale et de solutions innovantes dans le domaine des géoénergies et de l'hydroélectricité. Il regroupe des unités de recherche du domaine des EPF avec des universités, des partenaires industriels et des offices fédéraux.

Pour la période 2017-2020, le LCH contribue au programme de recherche général en «hydroélectricité» (plus particulièrement à la tâche 2.2 «Infrastructures») et à trois projets d'installations pilotes et de démonstration (Figure 1), présentés dans une sous-section séparée de ce rapport.

2017 marks the beginning of the 2nd phase of the SCCER-SoE, of which the LCH was a founding member in 2014. This national research center 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, with universities, industrial partners and federal offices

For the period 2017-2020 the LCH is a contributor to the overall research agenda on “Hydropower” (most notably to Task 2.2 on “Infrastructure”) and to three Pilot & Demonstrator project (Figure 1), presented in separate sub-section of this report.

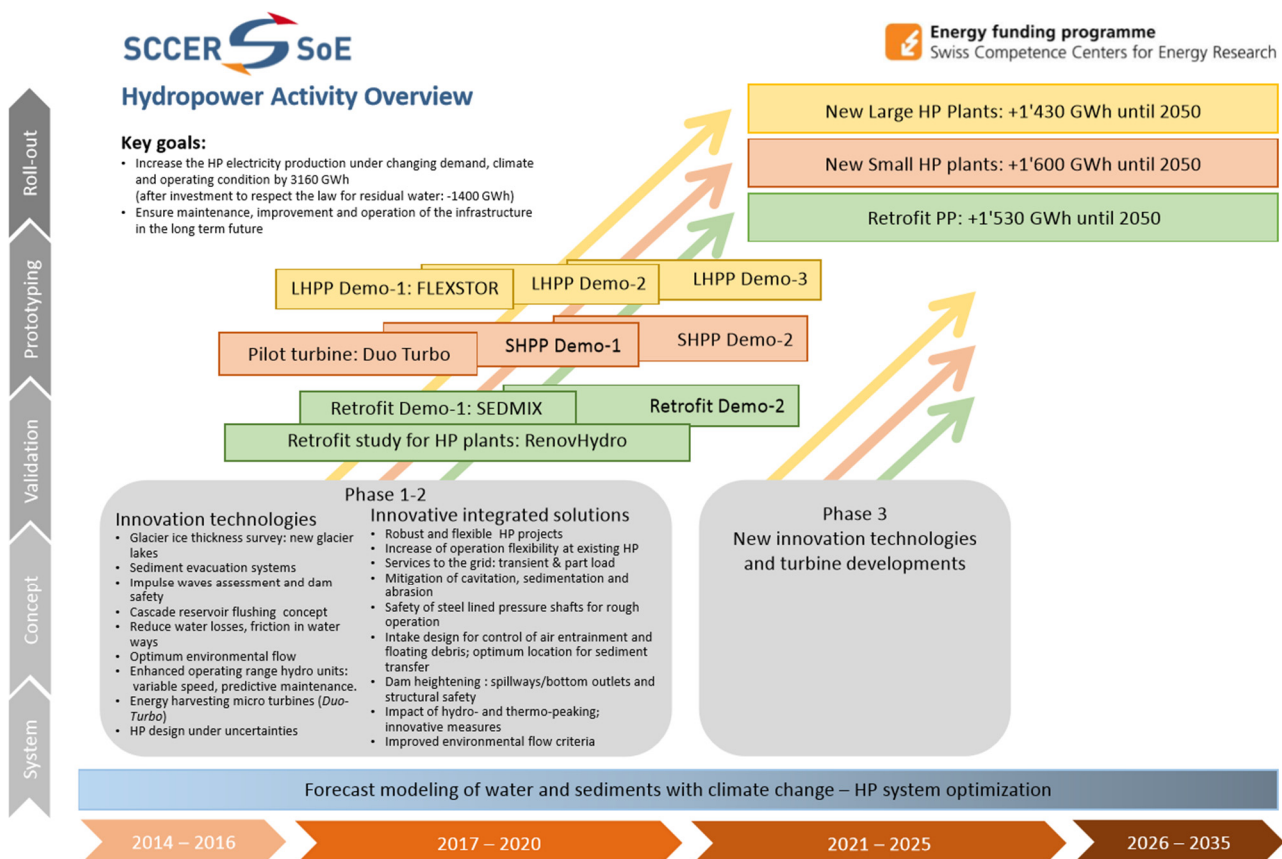


Figure 1: Synthèse des activités du SCCER-SOE en hydroélectricité.

Figure 1: SCCER-SoE hydropower activity overview.

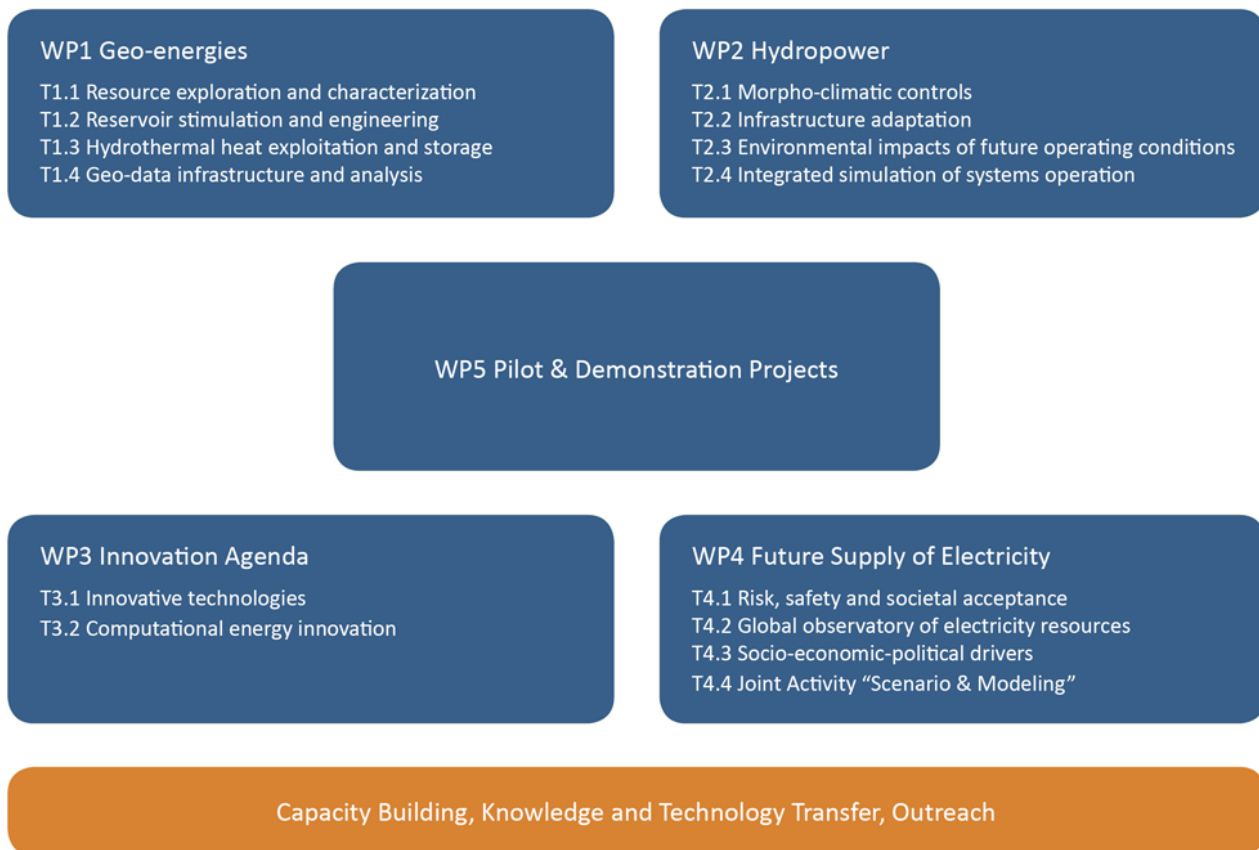


Figure 2: Structure du SCCER-SoE pour la période 2017-2020.

Figure 2: Structure of the SCCER-SoE for 2017-2020.

Le LCH coordonne deux de ces démonstrateurs (Figure 2):

- a) SEDMIX - transit contrôlé de sédiments fins depuis des retenues alpines au moyen d'un dispositif d'agitation.
- b) FLEXSTOR - solutions flexibles pour la grande hydraulique.

Les principales activités réalisées en 2017 sont:

- c) Contributions aux projets de recherche n° 1, 3 et 4 de FLEXSTOR (voir sections séparées), plus la direction générale;
- d) Début opérationnel du projet de recherche RENOVHYDRO (voir section séparée).
- e) Préparation de la proposition de recherche pour le démonstrateur sur les petites centrales hydroélectriques, nommé SmallFLEX.
- f) Début prévu des opérations de recherche pour SmallFLEX (voir la section séparée).
- g) Préparation d'une proposition de recherche pour un projet sur la sécurité des barrages et la recherche, avec l'OFEN (démarrage en 2018).

The LCH coordinates two of these demonstrators (Figure 2):

- a) SEDMIX - controlled release of fine sediments from alpine reservoirs by means of a stirring device.
- b) FLEXSTOR - flexible solutions for large hydropower storage schemes.

The main activities carried out in 2017 are:

- c) Contributions to research projects No. 1, 3, and 4 of FLEXSTOR (see separate sections), plus general management.
- d) Operational start of research project RENOVHYDRO (see separate section).
- e) Preparation of the research proposal for the Demonstrator on Small hydro, labelled SmallFLEX.
- f) Anticipated start of research operations for SmallFLEX (see separate section).
- g) Preparation of a research proposal for a project on Dam Safety and Research, with the SFOE (to start beg'2018).



h) Contribution à la définition de l'agenda de la Swiss Future Energy Research (SFER) pour l'après 2020.

i) Contributions à l'école SCCER (Engelberg, événement conjoint avec tous les SCCER).

j) Contributions à la conférence annuelle du SCCER-SoE (WSL, Birmensdorf).

k) Co-organisation d'une série de conférences à l'EPFL (8 dates).

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

Collaborateurs: Dr Pedro Manso et Dr Azin Amini

*h) Contribution to the definition of the Swiss Future Energy Research (SFER) agenda for post-2020.*

*i) Contributions to the SCCER School (Engelberg, joint event with all SCCERs).*

*j) Contributions to the SCCER-SoE Annual Conference (WSL, Birmensdorf).*

*k) Co-organization of a Conference Series at EPFL (8 dates).*

*Funding: Commission on Technology and Innovation (CTI).*

*Team: Dr Pedro Manso and Dr Azin Amini*

### 1.1.17 **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).*

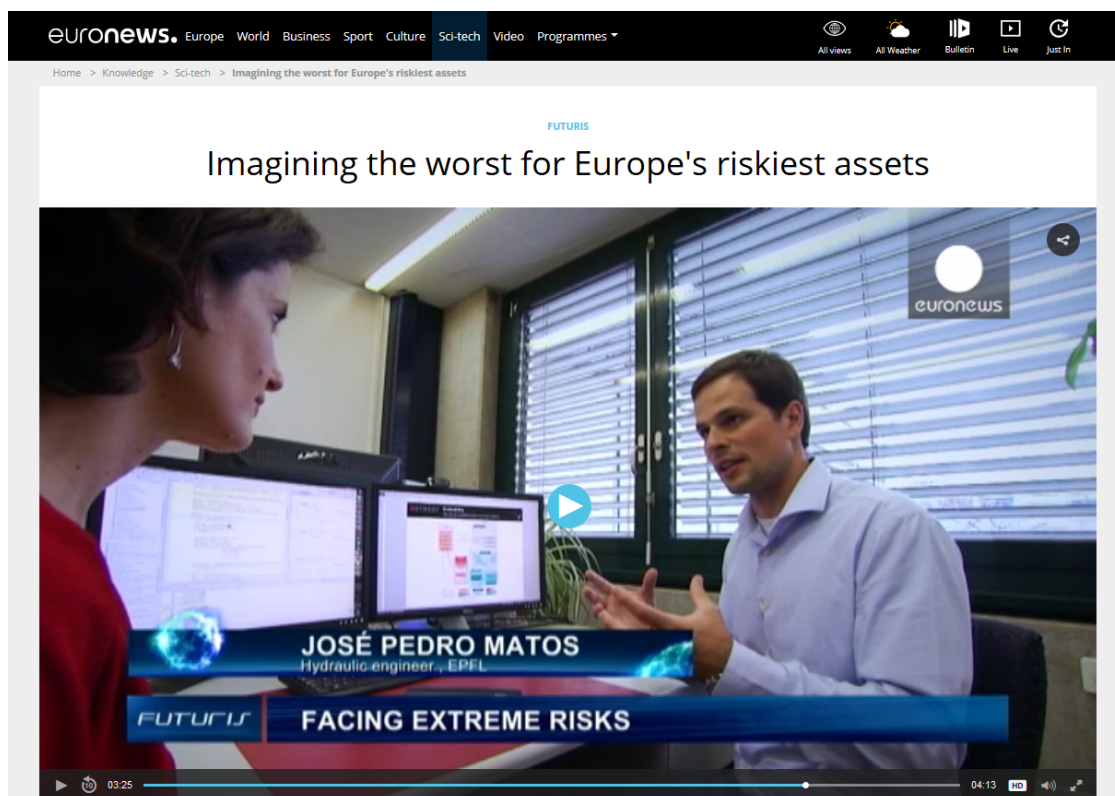


Figure 1: Imaginer le pire pour mieux prévenir les risques extrêmes. Documentaire de la série Futuris, Euronews, sur le projet STREST, filmé à l'EPFL (<https://goo.gl/ZJFPeM>).

Figure 1: Imagining the worst for Europe's riskiest assets. Euronews Futuris documentary about the STREST project filmed at EPFL (<https://goo.gl/ZJFPeM>)



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 2016, mais un large intérêt sur les résultats du projet, en particulier ceux liés aux grands barrages, a motivé la continuation de la recherche (Figures 1 et 2).

Le travail du LCH s'est concentré sur des barrages alpins et a consisté à développer des moyens innovants pour capturer dans des simulations informatiques toute l'incertitude qui caractérise les ruptures de barrages.

Avec l'aide d'Antonin Darcourt et de Dieynaba Dia, qui ont réalisé un projet de master au LCH, une méthodologie allant des dangers qui peuvent produire des défaillances, passant par les défis numériques associés à la propagation des vagues de rupture en tenant compte de l'incertitude, à la simulation de l'évacuation d'agents individuels de la zone en danger a été développée.

*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 officially concluded in 2016, but broad interest on the project's results, particularly those related to large dams, motivated the continuation of the research (Figure 1 and 2).*

*LCH's work focused on Alpine dams and consisted on the development of innovative ways to capture all the uncertainty that characterizes dam failures in computer simulations.*

*With the help of Antonin Darcourt and Dieynaba Dia, who undertook their MSc work at the LCH, a methodology going from the hazards potentially triggering failures, past the numerical challenge of propagating dambreak waves under uncertainty, to the simulation of individual agents fleeing from the danger zone was developed.*

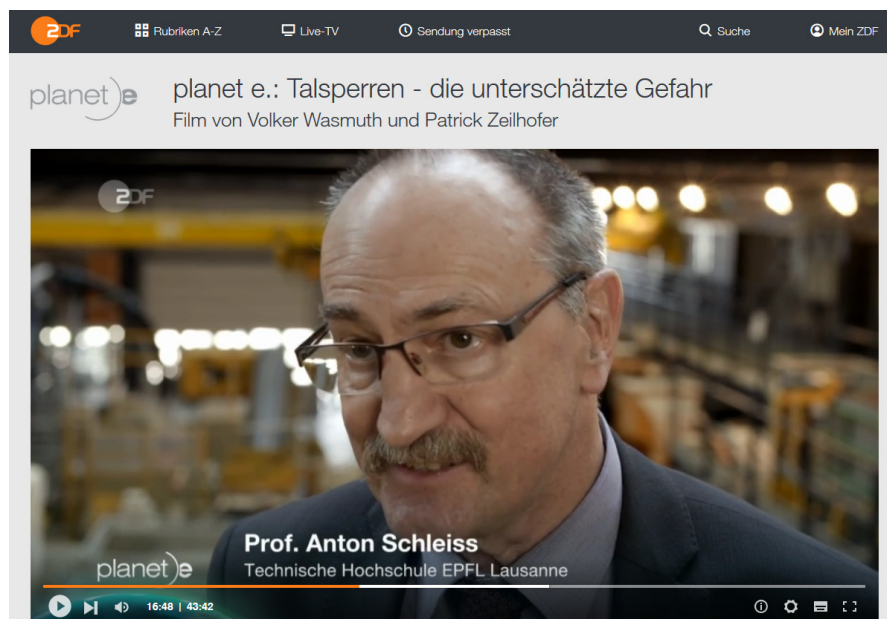


Figure 2: Barrages - le danger sous-estimé. Documentaire « planet e », ZDF, avec la participation du Prof. Anton Schleiss et de José Pedro Matos, qui ont transmis des résultats STREST (<https://goo.gl/paCBNr>).

Figure 2: Dams – the underestimated danger. ZDF planet e documentary with the participation Prof. Anton Schleiss and José Pedro Matos, who communicated STREST results (<https://goo.gl/paCBNr>).

Nous sommes maintenant dans une meilleure position que jamais pour mieux comprendre et prévenir ces événements dramatiques.

*We are now in a better position than ever to better understand and prevent these dramatic events.*

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

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

Collaborateur scientifique postdoc: José Pedro Matos.

*Scientist postdoc: José Pedro Matos.*

### 1.1.18 **SEDMIX : Evacuation contrôlée des sédiments fins d'un réservoir à travers des conduites forcées par un dispositif de mélange / *SEDMIX : Controlled fine sediment release through the power waterways using a mixing device***

A la suite de la construction d'un barrage, les sédiments sont piégés dans sa retenue. Le réservoir s'alluvionne, ce qui cause une perte de capacité de stockage. Ainsi, l'alluvionnement est un thème d'importance majeure dans les retenues.

Le courant de turbidité est le principal processus de sédimentation dans les réservoirs alpins. L'étude actuelle est basée sur une solution innovante, élaborée au Laboratoire de Construction Hydraulique (LCH) qui permet de maintenir les sédiments fins en suspension. Le développement du concept de base en vue d'une application à l'échelle prototype fait actuellement l'objet d'un nouveau projet de recherche dans le cadre du SCCER-SoE, comme démonstrateur.

Dans un premier temps, Jenzer-Althaus (2011) a étudié expérimentalement les processus physiques générés par un dispositif avec quatre jets disposés en cercle sur un plan horizontal dans un réservoir rectangulaire de 2 m de large, de 4 m de long et de 1,5 m de profondeur. Les jets créent un courant hélicoïdal qui provoque un mouvement vers le haut. Les jets fournissent l'énergie nécessaire pour maintenir les particules fines en suspension ou remettre en suspension les matériaux déjà déposés et d'engendrer leur entraînement dans la prise d'eau pendant les heures d'opération. Ce dispositif composé de quatre jets s'appelle SEDMIX.

La deuxième étape consistait à simuler l'efficacité du dispositif SEDMIX à l'aide d'un modèle numérique. A cet effet, l'exemple du réservoir de Trift a été choisi. Les résultats sont prometteurs et montrent une augmentation significative de la concentration des sédiments fins dans les prises d'eau dans le cas du fonctionnement de SEDMIX.

L'étape suivante consiste à construire un prototype qui peut être mis en œuvre et testé dans plusieurs réservoirs. Le SEDMIX est composé de deux parties principales : une conduite d'alimentation en eau et une structure métallique à buses multiples pour la distribution d'eau. Le cadre du distributeur circulaire est installé près du fond du réservoir du barrage au voisinage des prises d'eau. Il peut être installé sur un réservoir de barrage donné et une fois la campagne de

*When a new dam is built, sediments are trapped in the reservoir behind it. The reservoir silts up which results in a loss of storage capacity. Hence, hydropower can only be considered as a renewable source if the sediments are managed in a sustainable way.*

*In Alpine reservoirs, turbidity currents are the main process for the deposit of sediments. The current study is based on an innovative solution engineered at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) which allows to keep fine sediments in motion. The further development of the initial concept in view of a deployment at prototype scale is presently done within the SCCER-SoE, as a demonstrator.*

*As the first step, the disposition of four jets in a circle on a horizontal plane was studied experimentally at laboratory scale in a 2 m wide, 4 m long and 1.5 m deep rectangular tank by Jenzer-Althaus (2011). The jets create a rotational current that causes an upward motion. the circular jet arrangement can be beneficial for sediment release as it enables the mixing of sediment and can even lead to resuspension in certain cases. The sediment in suspension in front of the water intakes enter the power waterways, pass through the turbines and end up being released downstream. The four-jet device is called SEDMIX.*

*The second step was to simulate the SEDMIX device efficiency using a numerical model. For this purpose, the example of Trift reservoir was chosen. The results are promising and show a significant increase of fine sediment concentration in power intakes when SEDMIX is used.*

*The next step is to build a prototype which can be implemented and tested in several reservoirs. The SEDMIX device is composed of two main parts: a water supply pipeline and a multi-nozzle manifold steel frame. The circular manifold frame is installed near the dam reservoir bottom at the vicinity of the power intakes. It can be installed on a given dam reservoir and once the measurement campaign is completed it will be disassembled & moved to another. New challenges derive*

mesures terminée, il sera démonté et déplacé vers un autre. Plusieurs difficultés lors du passage d'un cadre de laboratoire à l'échelle prototype sont attendues. Aussi, le pilotage de l'installation en conditions réelles ainsi que le suivi de son utilisation au niveau des équipements d'usine et de la rivière en aval seront des objets d'études.

*from the upscale from laboratory to real (prototype) conditions. The operation of the SEDMIX device as well as detailed monitoring of its performance and impacts on power plant equipment and aquatic system downstream will be object of detailed studies.*

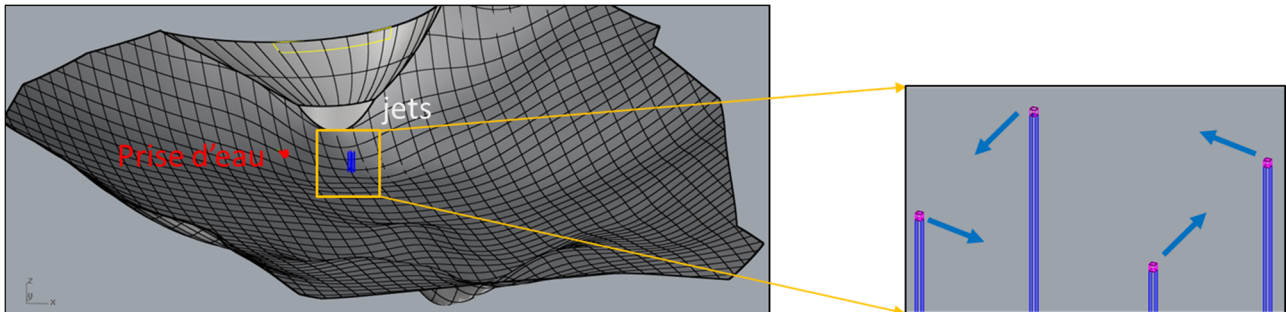


Figure 1: Modèle numérique d'implantation de SEDMIX devant la prise d'eau dans le réservoir de Trift.

*Figure 1: Numerical model of SEDMIX including circular jets installed in front of the power intakes in Trift reservoir.*

En parallèle avec les études sur ordinateur et l'établissement d'un concept structurale et fonctionnelle du démonstrateur, une demande de subside est actuellement en préparation pour soumission courant 2018.

*In parallel with the computational studies and with the establishment of a structural and functional concept of the demonstrator, we are presently preparing a research fund proposal for submission in 2018.*

Projet de recherche du Centre Suisse de Compétences en Recherches Energétiques – Pôle d'Approvisionnement en Électricité (SCCER-SoE)

*Research project of the Swiss Competence Centre for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE).*

Equipe de projet: Nicole Lindsay, Sara Venuleo, Célestin Leupi, Anass Chraibi, Azin Amini et Pedro Manso

*Project team: Nicole Lindsay, Sara Venuleo, Célestin Leupi, Anass Chraibi, Azin Amini and Pedro Manso.*

### 1.1.19 Mesures d'assainissement des effets des éclusées hydroélectriques / Hydropeaking remediation measures (FLEXSTOR-P1)

La mise en œuvre de la Loi de Protection des Eaux implique la mitigation des marnages hydroélectriques, typiques d'aménagements de production d'énergie de pointe. Le marnage est le résultat des multiples arrêts et démarrages par jour des turbines, avec par conséquent des variations des conditions hydrauliques en aval.

*The enforcement of the Waters Protection Act implies the mitigation of hydropeaking surges, typical of peak hydropower plants with storage. Hydropeaking results from the multiple daily turbine start and stop manoeuvres, which leads to variable hydraulic conditions downstream.*

Les nouveaux projets hydroélectriques ainsi que tout projet de réhabilitation ou d'extension qui participe à la transition énergétique devra limiter les variations de niveau d'eau en aval aux conditions acceptables pour la vie aquatique et les riverains. La principale difficulté en milieu alpin c'est le manque de larges surfaces pour la construction de grands bassins de démodulation de

*New hydropower projects, as well as any other rehabilitation or extension projects that contributes to the energy transition will have to limit downstream water level variations to acceptable conditions for aquatic life and local residents. The main difficulty in the alpine environment is the lack of space for the construction of large basins of flow demodulation at the outlet of peaking*

débites à l'exutoire des centrales de production de pointe. Les surfaces à disposition sont souvent limitées et disputées pour différents usages. Alors, les défis techniques sont (i) de concevoir des installations de tamponnage de débits qui soient très performantes dans la gestion des gradients de débits, à la montée et à la descente, même si peu performants du point de vue des rapports entre débit de pointe et débit de base dans la rivière (ce rapport exige des surfaces/volumes souvent pas disponibles ou très coûteux) et (ii) de gérer dans le milieu fluvial et dans une distance raisonnable le solde des marnages, à l'aide d'aménagements de la morphologie des cours d'eau.

Cette recherche s'organise autour d'un démonstrateur mis à disposition par les KWO (Kraftwerke Oberhasli AG). En effet, cet opérateur a récemment mis en service le premier bassin de démodulation de débits de 2<sup>ème</sup> génération dans le cadre du projet Tandem, d'augmentation de puissance des centrales et doublement des voies d'eau. Ce bassin composé de deux partitions, une en souterrain et une autre à ciel ouvert, fait à présent objet d'un suivi attentif de l'ensemble des acteurs hydroélectriques en Suisse. Actuellement, les objectifs de mitigation des éclusées sont confortablement atteints. Néanmoins, KWO étudie la réalisation d'un nouveau lac de retenue dans le bassin versant de la Gadmenwasser, sur le site du lac glaciaire de Trift, qui permettra d'augmenter la production hivernale de la cascade de centrales aboutissant au palier d'Innertkirchen 2. L'augmentation de production d'énergie en hiver, surtout en pointe, doit néanmoins être réalisée tout en respectant les consignes de gestion des éclusées, et en coordination avec la cascade de l'Aaretal, considérée prioritaire par les KWO. En 2018, le LCH a mené deux activités dans le cadre de ce démonstrateur.

La première a consisté dans une analyse fine des essais de mise en service de ce bassin complexe afin d'identifier et caractériser les instabilités hydrauliques des écoulements en surface libre, générées par l'actionnement frénétique des divers organes de contrôle de débit. Cette recherche a mis en évidence (i) l'absence de tests dans certaines conditions limites (Figure 1), (ii) les rôles des différents types de vannes (planes, radiales et clapet/volet) en termes d'inertie et de réglage et (iii) les problématiques liées au bruit à proximité de milieux urbains.

*hydropower plants. The available surfaces are often limited and disputed for different uses. The technical challenges of this demonstrator are (i) to design flow buffering facilities that perform very well in the management of up- and down-flow gradients, even if they are not very efficient in terms of flow rate relationships (peak vs. baseflow, this ratio requires surfaces / volumes that are often not available or very expensive) and (ii) complete the attenuation of hydropeaks in the river environment within a reasonable distance.*

*This research is organized around a demonstrator made available by KWO (Kraftwerke Oberhasli AG). This operator has recently commissioned the first 2nd generation demodulation basin within the framework of the project Tandem of increase of power plants and doubling waterways. This basin composed of two partitions, one underground and another in open air, is now being closely monitored by all the hydroelectric players in Switzerland. Currently the hydropeaking mitigation objectives are comfortably achieved. Nevertheless, KWO is studying the construction of a new reservoir in the Gadmenwasser watershed on the Trift glacial lake site, which will increase the winter production of the power station cascade leading to the Innertkirchen 2 stage. The increase in energy production in winter, especially at peak hours, further increases the water volumes requiring demodulation, in coordination with the Aaretal schemes which remain the priority for KWO. In 2018, the LCH conducted two activities as part of this demonstrator.*

*The first consisted in a detailed analysis of the commissioning tests of this complex basin in order to identify and characterize the hydraulic instabilities of free-surface flows, generated by the frenetic operation of the various flow control devices. This research revealed (i) the non-exhaustivity (absence) of tests under certain boundary conditions (Figure 1), (ii) the roles of the different types of valves (flat, radial and flap / shutter) in terms of inertia and regulation and (iii) noise issues in proximity to urban environments.*

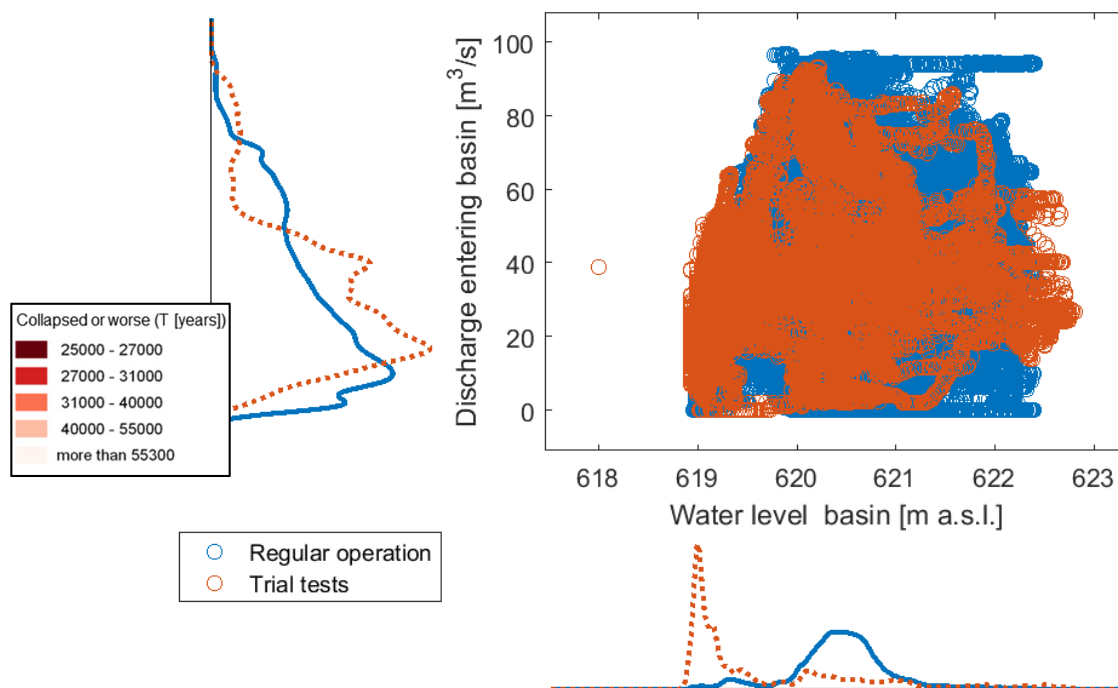


Figure 1: Carte de synthèse des conditions d'exploitation en marche probatoire et de réalisation des essais de mise en service, démontrant les plages non-testées (débits totaux turbinés par les trois centrales vs. niveau d'eau dans le bassin extérieur).

Figure 1: Synthesis plots of test conditions during (regular) trial operation and commissioning (trial) tests, showing the untested conditions (total turbine discharge from three powerhouses vs. water levels in the open-air partition of the basin).

La deuxième activité a adressé la problématique de l'atténuation des marnages résiduels en milieu fluvial. En effet, il a été constaté que certains événements, plutôt de basse récurrence, ne sont pas suffisamment atténués dans les installations techniques de l'exploitant mais peuvent l'être dans l'espace fluvial d'une distance à évaluer au cas par cas. Des morphologies fluviales avec épis (Figure 2) ou lit composé sont plus prometteuses, par augmentation des effets de stockage et/ou de rugosité sur le périmètre mouillé. Cependant ces interventions ne doivent pas augmenter les niveaux d'eau en cas de crue. Du point de vue de la gestion de la problématique des éclusées il a été démontré qu'une gestion des gradients de niveaux d'eau est plus pertinente que celle des gradients de débits, quoique subsidiaire de l'établissement, validation et suivi régulier des courbes de tarage de référence par tronçon.

The second activity addressed the issue of completing hydropeaking mitigation of certain events in the fluvial environment. Indeed, it has been observed that certain events, rather of low recurrence, are not sufficiently attenuated in the technical installations of the operator but can be so in the fluvial space in a distance to be evaluated on a case by case basis. Fluvial morphologies with groins (Figure 2) or compound sections are more promising, by increasing the effects of storage and / or roughness on the wet perimeter. However, these interventions should not increase water levels in the event of flooding. From the point of view of the hydropeaking management, it was shown that water level gradients are more useful for river stakeholders than flow gradients, even though they require the establishment, validation and regular monitoring of reference rating curves per river reach.



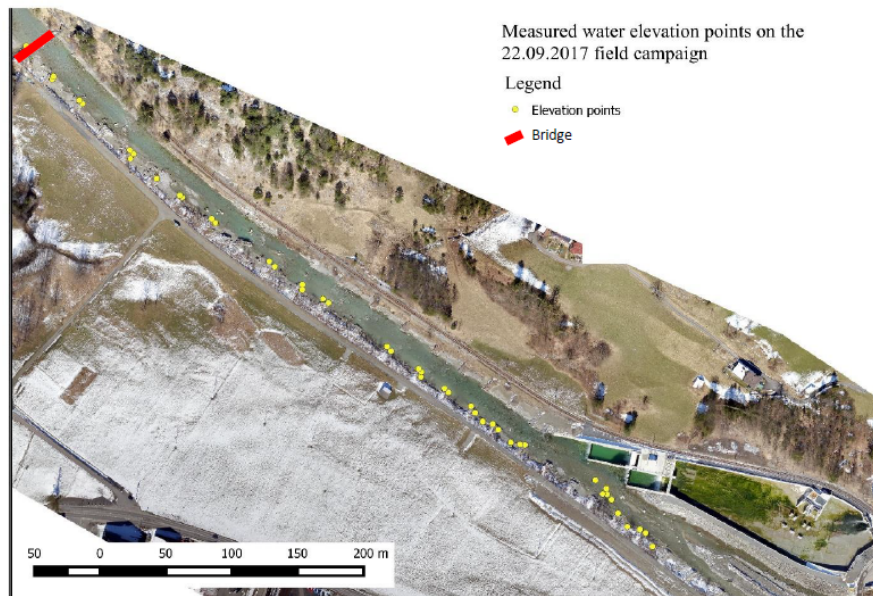


Figure 2: Point de mesure de niveaux d'eau pendant la campagne d'essais sur terrain sur le tronçon de la rivière Hasliaare à Innertkirchen entre la confluence de la Gadmenwasser et le pont à l'entrée amont des gorges de l'Aare.

Figure 2: Location of water level measurement points during the field tests carried out in the Hasliaare River at Innertkirchen, between the confluence with the Gadmenwasser and the bridge at the upstream entry of the Aare Gorges.

Projet de recherche cofinancé par la Commission Technologie et Innovation (CTI) et par les Forces Motrices d'Oberhasli (KWO), dans le cadre du projet FLEXSTOR (demo 7) du Swiss Competence Centre for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE).

Research project co-funded by the Commission for Technology and Innovation (CTI) and the hydropower utility from Oberhasli (KWO), in the framework of the FLEXTOR project (demonstrator 7) of the Swiss Competence Centre for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE).

Equipe de projet: Fränz Zeimetz, Angela Mark, Severin Stähly et Pedro Manso.

Project team: Fränz Zeimetz, Angela Mark, Severin Stähly and Pedro Manso.

### 1.1.20 Gestion optimisée de bassins d'accumulation / Optimal storage management (FLEXSTOR-P3)

Les aménagements hydroélectriques fonctionnent souvent dans des conditions très différentes de celles pour lesquelles ils ont été prévus. En particulier, les systèmes ayant des retenues de stockage d'eau ont été capables de s'adapter à plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques et hydrologiques, l'évolution de la demande et des marchés de l'électricité, les opportunités d'investissement et le cadre législatif. Avec l'objectif final de mieux soutenir les futures décisions de gestion des installations de stockage en Suisse, ce projet de recherche se penche pour la première fois sur quatre décennies d'exploitation hydroélectrique de l'un des systèmes les plus complexes de Suisse. Le projet démonstrateur KWO est situé dans les montagnes des Alpes bernoises. Il compte 9 centrales et 26 turbines pour une puissance installée totale de

Hydropower systems often operate in contextual conditions quite different from those for which they have been planned. In particular those schemes having storage reservoirs have historically been able to mutate and adapt reacting to several forces such as climatic and hydrologic conditions, evolving demands and electricity markets, investment opportunities, and legislative framework. With the end goal of better informing future management decisions of storage plants in Switzerland, this research project looks for the first time to four decades of hydropower operation of one of the most complex systems in Switzerland. The Demonstrator project KWO is located in the mountains of the Bernese Alps. It counts 9 power plants with a total of 26 turbine units, adding up to a total installed capacity of 1125 MW. Amidst a number of lakes, it includes



1125 MW. En plus de nombreux lacs naturels, il comprend quatre retenues d'eau principales. La production d'énergie annuelle moyenne de KWO est de 2350 GWh. Ce système très interconnecté dispose non seulement de stockage mais aussi d'une capacité de pompage importante, ce qui lui confère une flexibilité considérable pour adapter ses stratégies d'exploitation. Une analyse détaillée de ce système est intéressante parce qu'il est déjà exposé aux principaux défis auxquels l'hydroélectricité suisse sera confrontée à l'avenir.

four major reservoirs. The average annual energy production of KWO is 2350 GWh. The system is highly interconnected and includes not only several storage dams but is also equipped with significant pumping capacity, features that grant it substantial flexibility to adapt its operating strategies. A detailed analysis of this system is interesting in two main ways. First, it is very well monitored and, therefore, makes a wealth of relevant data available.

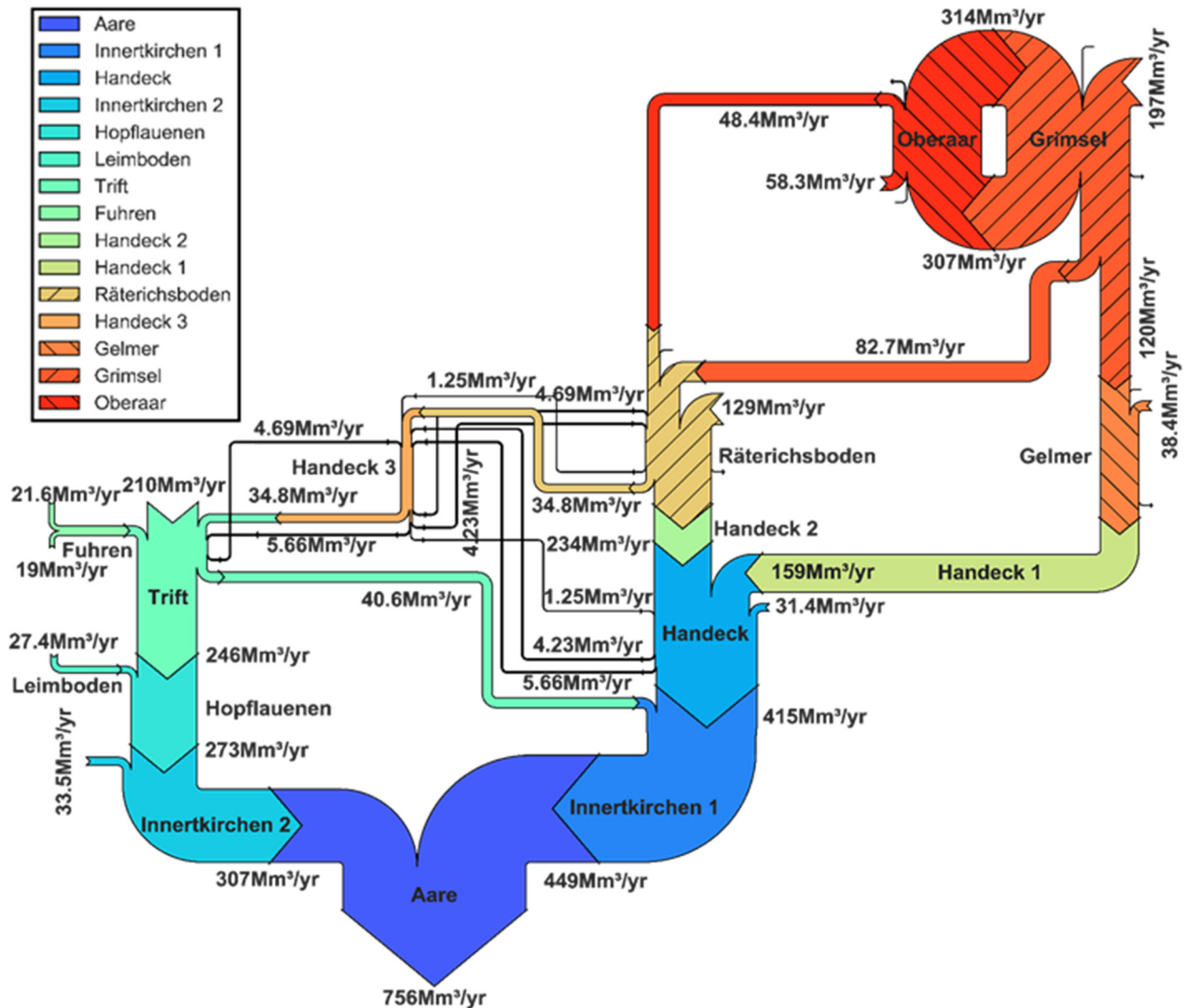


Figure 1: Bilan annuel du transit d'eau par le système KWO en 2015.

Figure 1: 2015 annual water balance across the KWO system.

Du point de vue de la disponibilité de l'eau, le changement climatique aura un impact positif sur la production hydroélectrique : le retrait des glaciers augmente les apports pour la production d'énergie. Du côté de la demande, les marchés électriques de plus en plus dynamiques en Europe et les changements dans le mix énergé-

Second, Swiss hydropower will face significant challenges in the future: on the side of water availability, climate change will have a positive impact on hydropower production in the course of the next decades, with the water stored in the receding glaciers becoming available for energy production. On the side of demands, the increasingly dynamic electrical markets in Europe and

tique de la Suisse et des pays voisins (notamment en s'éloignant du nucléaire et en renforçant les sources d'énergie éolienne et solaire) demandent la présence irremplaçable de l'hydroélectricité comme garant des équilibres. Cette étude identifie et décrit quantitativement les principaux modes de fonctionnement qui ont été suivis historiquement, année après année (voir par exemple 2015 dans la figure 1) et décennie après décennie. En outre, il examine les principaux facteurs qui ont provoqué des changements et, directement ou indirectement, ont influencé le fonctionnement du système. Les enseignements tirés de l'analyse historique permettront une meilleure vision sur les évolutions futures possibles du système étudié en fonction des estimations de la disponibilité de l'eau et des scénarios prédictifs de l'évolution des demandes et des conditions du marché de l'énergie.

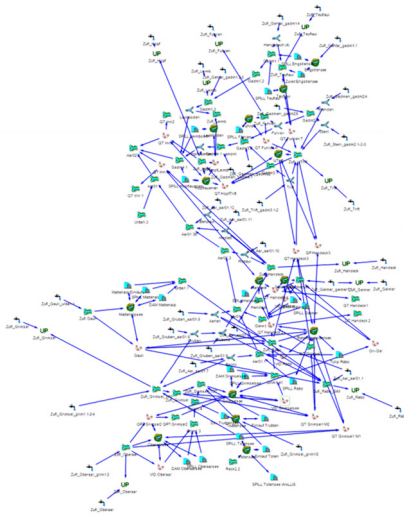


Figure 2: Modèle hydraulique du système KWO y compris quatre grandes retenues, neuf centrales et vingt-six groupes hydroélectriques / *Hydraulic model of the KWO system including four large reservoirs, nine powerhouses and twenty-six turbine units.*

Parallèlement à l'analyse historique, le comportement du système actuel soumis aux conditions climatiques futures (fournis par le WSL) ainsi qu'aux futurs prix du marché a été évalué au moyen d'un modèle de calcul hydraulique de l'ensemble du système (développé par l'EPFL et Hydrique Ingénieurs, Figure 2). Les prix du marché futurs ont été développés par l'Univ. Bâle, puis des scénarios pertinents ont été sélectionnés (Figure 3) en tenant compte de l'augmentation des énergies renouvelables (R+), du prix des carburants fossiles (F+) et des taxes sur le carbone (C+). L'utilisation du stockage hydroélec-

*changes in the energy mix of Switzerland and its neighbouring countries (notably drifting away from nuclear and strengthening wind and solar energy sources) will reinforce the need for hydropower as cornerstone of the system's stability. With the benefit of hindsight, this study identifies and quantitatively describes the main modes of operation that were followed historically, year-on-year (see for instance 2015 in Figure 1) and decade-on-decade. Also, it discusses the major factors that prompted changes and, directly or indirectly, influenced the operation of the system. With the insights gained from the historical analysis, conclusions will be drawn about the possible future evolution of the system under study according to estimates of water availability and predictive scenarios of the evolution of demands and of energy market conditions.*

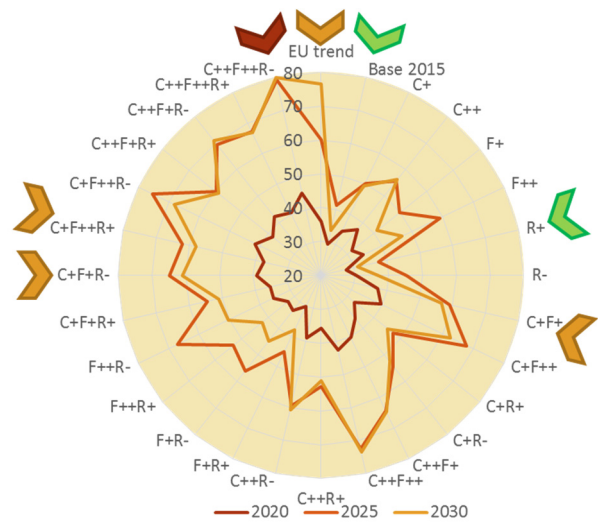


Figure 3: Prévision de prix moyens annuels de vente d'électricité dans le marché de l'Europe centrale pour 2020 à 2030. Les scénarios sélectionnés sont indiqués avec des flèches / *Estimated average annual sell prices of electricity in central Europe market from 2020 to 2030. The selected scenarios are indicated with arrows.*

*In parallel with the historical analysis, the behavior of the present system when submitted to future climate conditions (obtained by the WSL) as well as future market prices was assessed by means of a hydraulic computational model of the entire system (developed by EPFL and Hydrique Ingénieurs, Figure 2). Future market prices were developed by the Univ. Basel and pertinent scenarios were selected (Figure 3) considering increase in renewable energies (R+) or fuel prices (F+) or Carbon taxes (C+). Storage hydropower operation is optimized in order to capture market opportunities considering a deviation weighted*

trique est optimisée afin de saisir les opportunités de marché en considérant une fonction pondérée de l'écart à la courbe de production planifiée avec bonus / malus, dans un horizon temporel sélectionné. Cette étude a été entamée en 2017. Des résultats préliminaires de champs d'écoulement obtenus pour quatre configurations géométriques différentes sont présentés dans la Figure 2.

Projet de recherche co-financé par la Commission Technologie et Innovation (CTI) et par les Forces Motrices d'Oberhasli (KWO), dans le cadre du projet FLEXSTOR (démonstrateur 7) du Swiss Competence Centre for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE).

Equipe de projet: Lööc Chambovey, José Pedro Matos et Pedro Manso.

Remerciements: Prof. Bettina Schaeffli (UNIL), Dr Frédéric Jordan (Hydrique Ingénieurs Sàrl), Prof. Hannes Weigt et Dr Ingmar Schlecht (FoNEW, Univ. Bâle), Dr Massimiliano Zappa (WSL)

*function from the scheduled rule curve with bonus/malus, within selected time frames. This study was initiated in 2017. Preliminary results of flow fields obtained for four different geometric configurations are presented in Figure 2.*

*Research project co-funded by the Commission for Technology and Innovation (CTI) and the hydropower utility from Oberhasli (KWO), in the framework of the FLEXTOR project (demonstrator 7) of the Swiss Competence Centre for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE).*

*Project team: Lööc Chambovey, José Pedro Matos and Pedro Manso.*

*Acknowledgments: Prof. Bettina Schaeffli (UNIL), Dr Frédéric Jordan (Hydrique Ingénieurs Sàrl), Prof. Hannes Weigt and Dr Ingmar Schlecht (FoNEW, Univ. Basel), Dr Massimiliano Zappa (WSL)*

### 1.1.21 **Gestion des sédiments dans un système de réservoirs alpins en cascade / Sediment management in a cascade of alpine reservoirs (FLEXSTOR-P4):**

La sédimentation des réservoirs est aujourd'hui une préoccupation majeure dans la gestion opérationnelle des barrages. Le volume croissant de sédiments déposés dans les réservoirs entraîne des effets négatifs sur la production hydroélectrique et l'approvisionnement en eau pour la consommation humaine et l'irrigation. Dans les régions alpines, le dépôt de sédiments fins ( $d < 10 \mu\text{m}$ ) à proximité des structures opérationnelles du barrage, telles que les vidanges de fond et les prises d'eau, peut entraîner un blocage partiel ou total de ces structures. La première étape pour résoudre ces problèmes consiste à déterminer le bilan sédimentaire des réservoirs, par lequel l'origine et la quantité des flux entrants et sortants des sédiments sont déterminées.

*Reservoir sedimentation is nowadays a major concern in the operational management of dams. The increasing volume of sediments deposited in reservoirs leads to negative effects on hydropower production, and water supply for human consumption and irrigation. In Alpine regions, the deposition of fine sediments ( $d < 10 \mu\text{m}$ ) in the vicinity of the dam's operational structures, such as bottom outlets and power intakes, may result in partial or total blockage of these structures. The first step to cope with these problems is to determine the sediment balance of the reservoirs, in which the origin and quantity of the in- and out-fluxes of sediments are determined.*

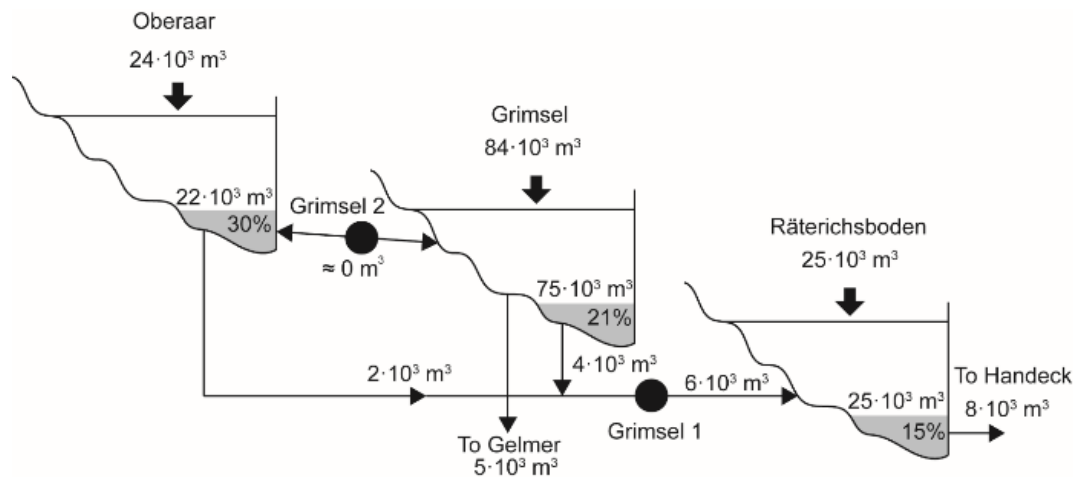


Figure 1: Bilan sédimentaire du système de cascade hydroélectrique de Grimsel. Le taux de sédimentation de sédiments fins (SRF) est exprimé en pourcentage par rapport au taux de sédimentation total (SR).

Figure 1: Sediment balance of the Grimsel hydropower cascade system. The sedimentation rate of fine sediments (SRF) is expressed as percentage of the total sedimentation rate (SR).

Ce projet présente une méthodologie pour définir le bilan sédimentaire annuel d'une cascade de réservoirs, ainsi que son application au système hydroélectrique de Grimsel. Pour caractériser l'équilibre sédimentaire de ce système, quatre composantes ont été analysées pour chaque sous-bassin: i) la production sédimentaire, qui est le volume annuel de sédiments érodés à l'intérieur du bassin versant et déversés dans le réservoir; ii) le taux de sédimentation (SR), qui est le volume annuel de sédiments déposés dans un réservoir. Ce volume comprend toutes les tailles de sédiments; iii) le taux de sédimentation des sédiments fins (SRF), qui est le volume annuel de sédiments fins ( $d < 10 \mu\text{m}$ ) déposés dans un réservoir. Ce volume fait partie de la SR et est exprimé en pourcentage de SR; et iv) les sédiments transférés à travers les conduites d'eau (SPW), qui est le volume annuel de sédiments transférés entre les réservoirs par des opérations hydroélectriques. Le bilan annuel des sédiments du système de cascade Grimsel est montré à la figure 1. Les résultats indiquent que le volume annuel de sédiments fins ( $d < 10 \mu\text{m}$ ) peut atteindre jusqu'à 30% du taux de sédimentation annuel total. En plus, les opérations de purge effectuées dans les réservoirs supérieurs (Oberaar et Grimsel) peuvent influencer de manière significative le taux de sédimentation du réservoir le plus bas (Räterichsboden).

*This project presents a methodology to define the annual sediment balance of a cascade of reservoirs, as well as the implementation of it in the so-called Grimsel hydropower cascade system. To characterize the sediment balance of this system, four components were analyzed for each sub-catchment: i) the sediment yield, which is the annual volume of sediments eroded within the catchment and conveyed to the reservoir; ii) the sedimentation rate (SR), which is the annual volume of sediments deposited in a reservoir. This volume includes all sediment sizes; iii) the sedimentation rate of fine sediments (SRF), which is the annual volume of fine sediments ( $d < 10 \mu\text{m}$ ) deposited in a reservoir. This volume is part of the SR and is expressed as percentage of SR; and iv) the sediment exchanged through the power waterways (SPW), which is the annual volume of sediments exchanged between reservoirs by hydropower operations. The annual sediment balance of the Grimsel cascade system is illustrated in Figure 1. The results show that the annual volume of fine sediments (below  $10 \mu\text{m}$ ) can reach up to 30% of the total annual sedimentation rate. Also, flushing operations performed in the upper reservoirs (Oberaar and Grimsel) can influence significantly the sedimentation rate of the lowermost reservoir (Räterichsboden).*

En parallèle avec l'étude du bilan sédimentaire à travers plusieurs décennies, quelques études exploratoires sur ordinateur ont été effectuées sur la retenue de Räterichsboden (Baldin et alia, Carbonne et alia). Suite à ces premières études de cas, une étude paramétrique sur ordinateur

*In parallel with the sediment balance study across more than seven decades of operation, several exploratory studies of computational hydraulics were carried out for the Räterichsboden (Baldin et alia, Carbonne et alia). Following*



fut lancée pour étudier de manière systématique les interactions entre :

- (i) La morphologie d'une retenue, fonction aussi du niveau d'eau.
- (ii) La disposition relative des ouvrages d'entrée et de sortie d'eau (et de sédiments fins venant d'autres ouvrages).
- (iii) Les champs d'écoulement induits par l'exploitation des ouvrages hydroélectriques.
- (iv) La différence de concentration en sédiments entre la retenue et le jet entrant.

*these first case studies, a parametric computational study was initiated aiming at studying systematically the interplay between:*

- (i) The morphology of a reservoir, also a function of the water level.*
- (ii) The relative layout of the inlet and outflow structures (including fine sediments from other structures).*
- (iii) The flow fields induced by the operation of hydropower plants.*
- (iv) The difference in sediment concentration between the reservoir and the incoming jet-flows.*

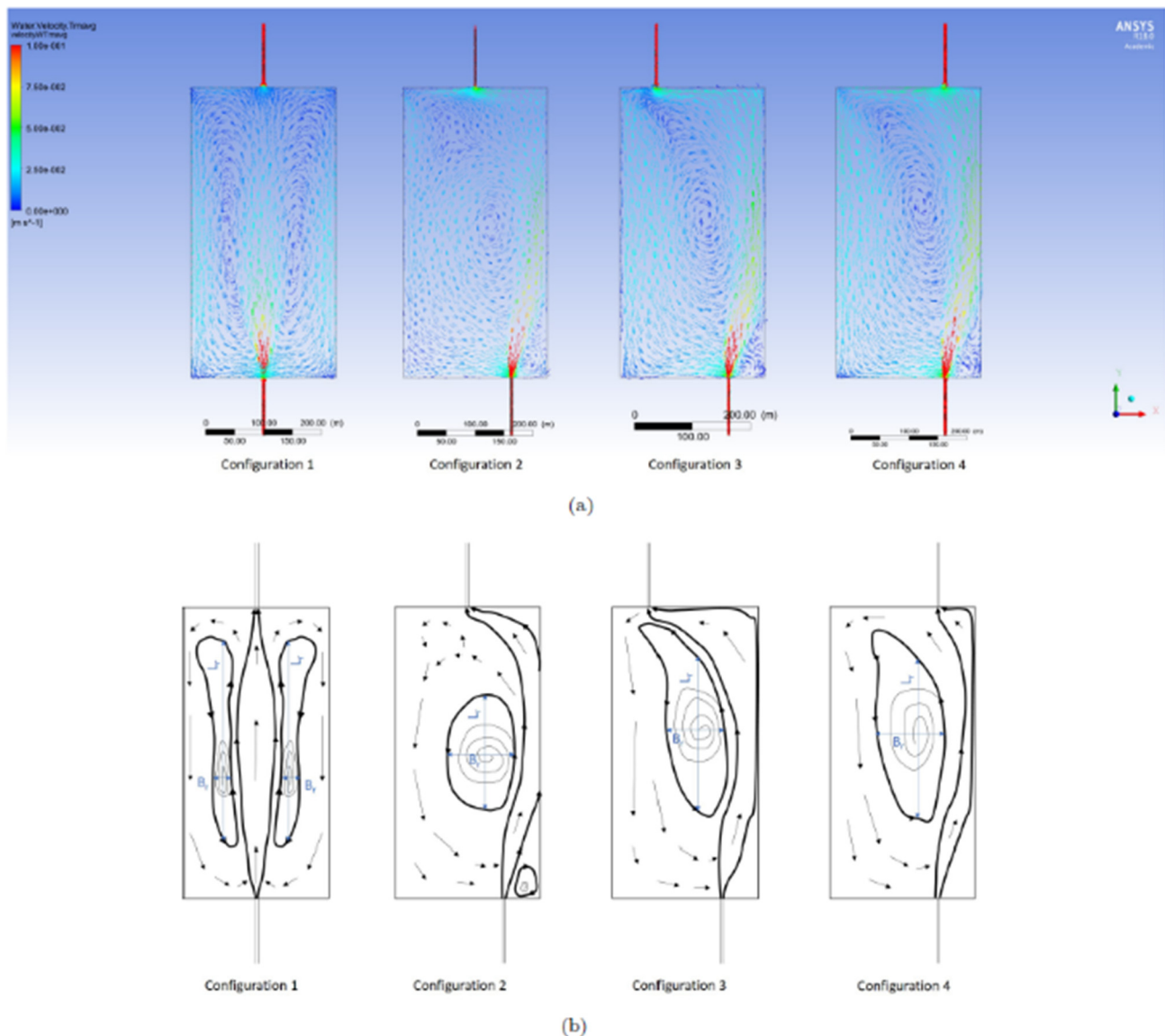


Figure 2: Etude paramétrique sur ordinateur des champs d'écoulement générés dans des bassins de retenue avec différentes dispositions relatives de jets de restitution (p.ex. hydroélectrique) et sorties d'eau : champs d'écoulement en condition stationnaire.

Figure 2: Parametric computational study of dam reservoirs with different configuration of relative position of inflow-jets and outflows : flow patterns in steady state.



Cette étude a été entamée en 2017. Des résultats préliminaires de champs d'écoulement obtenus pour quatre configurations géométriques différentes sont présentés dans la Figure 2.

Projet de recherche cofinancé par la Commission Technologie et Innovation (CTI) et par les Forces Motrices d'Oberhasli (KWO), dans le cadre du projet FLEXSTOR (demo 7) du Swiss Competence Centre for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE).

Equipe de projet: Samuel Vorlet, Andrea Baldin, Maximilien Carbone, Sebastián Guillén-Ludeña et Pedro Manso.

*This study was initiated in 2017. Preliminary results of flow fields obtained for four different geometric configurations are presented in Figure 2.*

*Research project co-funded by the Commission for Technology and Innovation (CTI) and the hydropower utility from Oberhasli (KWO), in the framework of the FLEXTOR project (demonstrator 7) of the Swiss Competence Centre for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE).*

*Project team: Samuel Vorlet, Andrea Baldin, Maximilien Carbone, Sebastián Guillén-Ludeña and Pedro Manso*

### 1.1.22 **RenovHYDRO - renouvellement d'aménagements hydroélectriques alpins / RenovHYDRO – renovation of alpine hydropower schemes**

Un nombre important d'aménagement hydroélectriques en Suisse arriveront en fin de concession d'ici 2050 et leurs modèles économiques et d'exploitation sont actuellement mis en cause. Pourtant, la pérennité de ces aménagements ainsi que leur rôle dans le mix de production font partie des éléments clés de la Stratégie Énergétique de la Confédération. Néanmoins, leurs fonctionnalités et leur mode d'exploitation devront être adaptés à de nouvelles conditions cadre tant au niveau des marchés d'électricité comme des contraintes environnementales, tenant compte des changements climatiques et du vieillissement des installations.

Le LCH participe actuellement au projet de recherche RenovHYDRO du SCCER-SOE visant à analyser de manière systématique des possibilités de rénovation d'aménagements existants, axé sur **la rénovation des équipements des centrales et les services d'appui au réseau électrique**. La contribution du LCH comprend l'établissement de démarches permettant l'identification des possibilités de rénovation des infrastructures hydrauliques dans le cadre des concessions actuelles (ou concessions complémentaires, Figure 1). En fait, l'établissement des principes de pré-dimensionnement et de budgétisation permettraient l'analyse computationnelle d'un très grand nombre de variantes et de scénarios. Le projet de recherche s'intéressera en particulier à la spécification d'un « système ex-

*A significant number of hydroelectric developments in Switzerland will reach the end of the concession by 2050 and their economic and operating models are currently being questioned. However, the sustainability of these developments and their role in the production mix are key elements of the Confederation's Energy Strategy. Nevertheless, their functionalities and their mode of exploitation will have to be adapted to new framework conditions as well at the level of the electricity markets as the environmental constraints, taking into account the climatic changes and ageing of the installations.*

*The LCH is currently participating in the SCCER-SOE RenovHYDRO research project which aims at systematically analyzing renovation opportunities for existing facilities, **focusing on renovation of plant equipment and power system support services**. LCH's contribution includes the establishment of approaches to identify water infrastructure renewal opportunities within existing (or complementary) concessions – Figure 1. In fact, the establishment of preliminary design and budgeting principles would allow computational analysis of a very large number of variants and scenarios. The research project will focus in particular on the specification of an "expert system" for the generation of alternative renewal concepts taking into account different functionalities.*

pert » pour la génération de concepts de renouvellement alternatifs en tenant compte différentes fonctionnalités.

Courant 2017 une première étude a permis de collecter et caractériser des projets récents de rénovation en Suisse, ainsi que d'établir le cadre d'analyse et de tester son application à deux cas d'études en Haut-Valais (Figure 2). Sans surprise, les éléments de la démarche ayant plus d'incertitude inhérente sont ceux liés au territoire, aux éléments climatiques (souvent peu documentés) et aux aspects organisationnels (concessions, droits acquis, etc.) et économiques (coûts en fonction de l'étape d'étude, état actuel des installations, vie résiduelle, etc.).

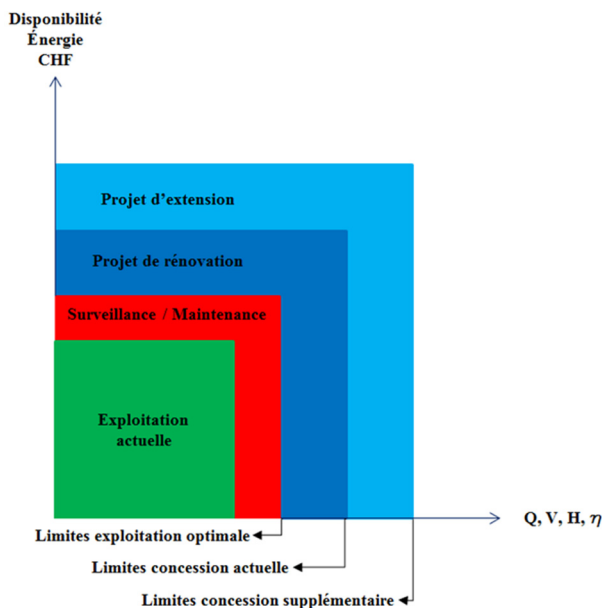


Figure 1 : Canevas de travail pour un projet de rénovation. / *Renovation project framework.*

Pour 2018, nous envisageons d'étendre la méthodologie d'analyse en fonctions de deux objectifs : l'augmentation de la production hivernale et l'augmentation de la flexibilité d'exploitation. Le premier est intimement liée à la disponibilité de volumes de stockage et nous testons de nouveaux concepts de stockage partagé (p.ex. par plusieurs aménagements, avec un taux de séjour) et de stockage intermittent (p.ex. la mise en charge de certains ouvrages). La flexibilité d'exploitation est aussi liée aux stockages mais aussi à la flexibilité des équipements. Avec les partenaires, nous explorons des hypothèses de ba-

*During 2017, an initial study made it possible to collect and characterise recent renovation projects in Switzerland, as well as to establish the analytical framework and test its application to two case studies in Haut-Valais (Figure 2).*

*Not surprisingly, the elements of the approach that have more inherent uncertainty are those related to the territory, climate (often poorly documented), organizational issues (concessions, acquired rights, etc.) and economic aspects (costs depending on the stage of study, current state of facilities, residual life, etc.).*

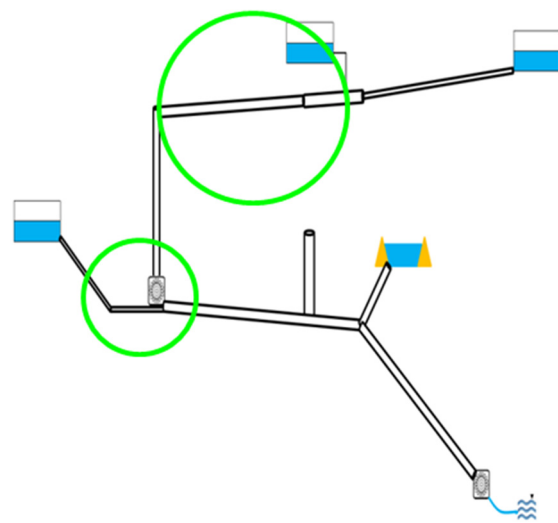


Figure 2: Schéma hydraulique d'un des cas d'étude. Deux options de rénovation (mise en charge de galerie d'amenée, augmentation de la capacité de l'usine)/ *Hydraulic diagram of one case study HPP. Two renovation options (pressurizing headrace, increased powerhouse capacity)*

*For 2018, we plan to extend the analysis methodology based on two objectives: increasing winter production and increasing operating flexibility. The first is closely linked to the availability of storage volumes and we are testing new concepts of shared storage (e.g. by several arrangements, with a residence rate) and intermittent storage (e.g. the loading of certain structures). Operating flexibility is also linked to storage but also to the flexibility of equipment. With the partners, we explore hypotheses for sweeping a large number of operating points of the groups and their profitability, in adequacy with the availability of water (natural regime or*

layage d'un grand nombre de points de fonctionnement des groupes et leur rentabilité, en adéquation avec les disponibilités en eau (régime naturel ou stockage) et la sécurité structurale des ouvrages hydrauliques.

Projet de recherche cofinancé par la Innosuisse (ex-CTI), l'Office Fédérale de l'énergie (OFEN), Powervision Sàrl, les Forces Motrices Valaisannes (FMV) et le Groupe E.

Equipe de projet: Nicolas Adam & Pedro Manso (EPFL).

*storage) and the structural safety of the hydraulic works.*

*Research project co-funded by Innosuisse (formerly CTI), the Swiss Federal Office for Energy (SFOE), Powervision Ltd, Forces Motrices Valaisannes (FMV) and Groupe E.*

*Project team : Nicolas Adam & Pedro Manso (EPFL).*

### 1.1.23 **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 standards 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 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 Svoboda 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 re-

*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 combination with stepped spillways have been tested in some experimental studies (Cardoso et al. 2007, Frizell et al. 2009, Meireles et al. 2010, Meireles 2011, Bung et al. 2012, Frizell and Svoboda 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*

trouve 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 :

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

*compared with the efficiency of basins including classical inflows as generated on smooth chutes.*

*The main research questions can be summarized as:*

- *What is the effect of the self-aerated stepped/smooth chute inflow on the efficiency of the adjacent stilling basin?*
- *What is the effect of the self-aerated stepped/smooth chute inflow on the dynamic bottom pressures of the stilling basin?*
- *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?*

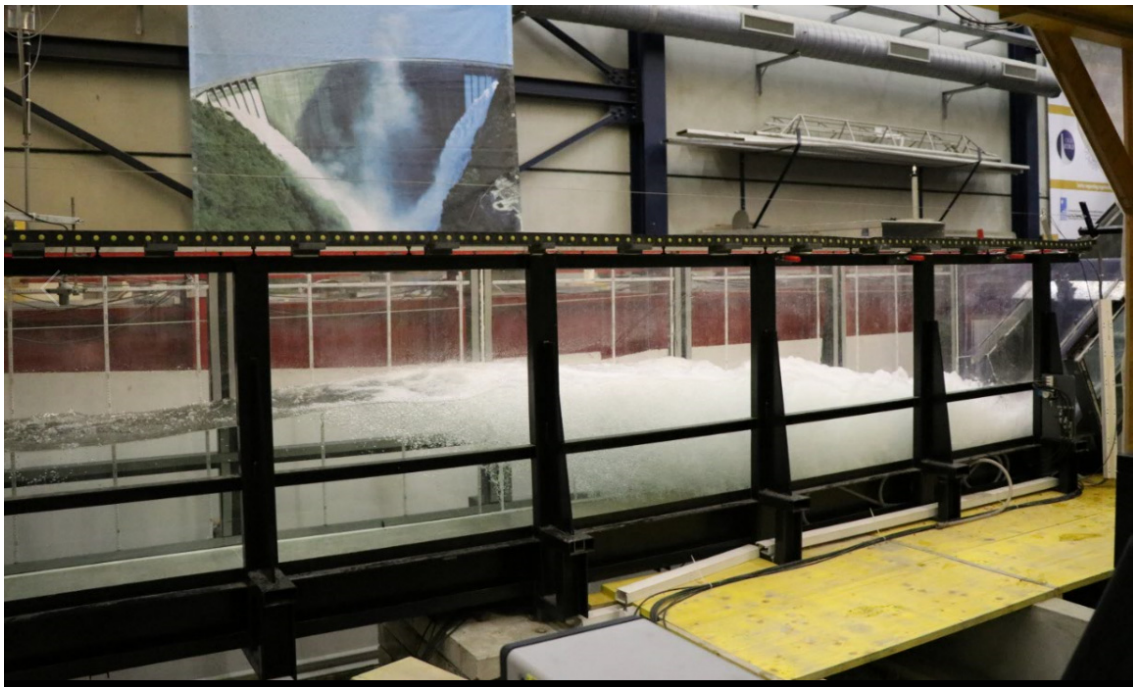


Figure 1: Modèle expérimental en fonctionnement – coursier lisse, débit entrant  $Q=140$  L/s non-aéré, bassin amortisseur classique.

*Figure 1: Experimental facility in operation- smooth chute approach,  $Q=140$  L/s, non-aerated inflow with classical stilling basin.*

Un modèle physique (Figure 1) sera utilisé ici pour étudier l'efficacité des bassins amortisseurs liés avec des déversoirs en escaliers. Les composantes principales de ce modèle sont une box d'injection, un coursier avec des marches de tailles et d'inclinaison ajustables et un bassin amortisseur.

*For this study, a physical model (Figure 1) is used to investigate stilling basin performance downstream of stepped chutes. The facility features a jet box, chute with adjustable step size and inclination and a stilling basin.*

Pour permettre d'investiguer la performance du bassin amortisseur, les paramètres suivants seront variés de façon systématique : 1. Pente du

*In order to investigate its performance, the following parameters will be systematically varied:*  
 1. Chute slope ( $18.6^\circ$ ,  $30^\circ$  and  $50^\circ$ ) 2. Step height

coursier (18.6°, 30° et 50°) 2. Hauteur des marches (3 cm, 6 cm et coursier lisse) 3. Débit 4. Géométrie du bassin amortisseur 5. Concentration d'air dans le débit entrant pour le cas du coursier lisse.

Les tests de référence pour la pente du coursier lisse à 30° sont terminés. Durant ces essais, l'effet de l'aération du débit entrant a été évalué en variant la concentration d'air entre 16 et 33%. La Figure 2 présente des profils de la concentration d'air le long du ressaut hydraulique. Les résultats préliminaires indiquent que l'ajout d'air dans le débit entrant n'influence pas la performance du bassin amortisseur.

(3 cm, 6 cm and smooth chute). 3. Discharge 4. Stilling basin geometry. 5. Inflow air concentration in case of smooth chute approach.

Reference test for 30° smooth chute approach have been completed. In this experimental set effect of pre-aerated inflow has been also evaluated by varying mean inflow air concentration (16-33 %). Typical air concentration profiles along the jump are given on Figure 2. Preliminary results indicate that pre-aerated inflow does not influence the performance of the stilling basin.

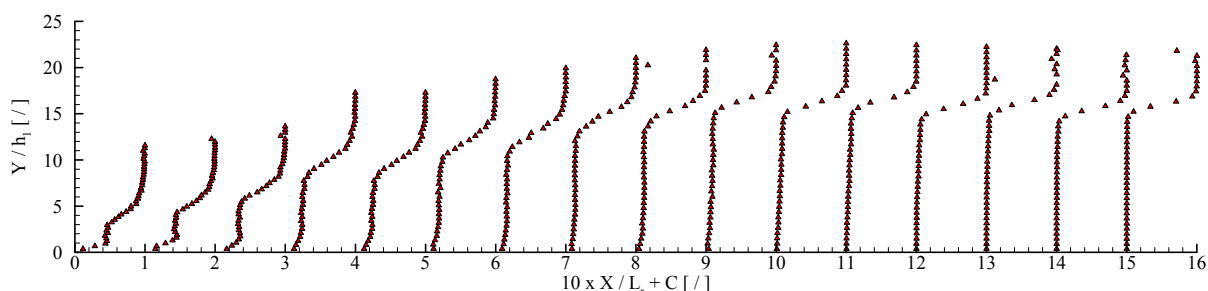


Figure 2 : Profils de la concentration d'air le long du ressaut hydraulique avec un débit entrant  $Q$  de 140 L/s non-aéré et un bassin amortisseur classique.

Figure 2: Air concentration profile along the jump for  $Q=140$  L/s, non-aerated inflow, classical stilling basin.

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)

#### 1.1.24 **Caractérisation des courants de densité entraînés thermiquement à des interfaces eau- milieu humide / Characterization of thermally-driven density currents at waterbody interfaces**

L'objectif principal de ce travail est de calibrer et de valider un modèle mathématique à deux couches capable de simuler des écoulements stratifiés, tels que les flux générés par les gradients thermiques dans les interfaces lac-zone humide. Ces phénomènes ont attiré l'attention de la communauté de recherche en raison de leur rôle clé dans le transport des nutriments et des polluants.

The main goal of this work is to calibrate and validate a two-layer mathematical model able to simulate stratified flows, such as the thermally driven exchange flows in lake-wetlands interfaces. These phenomena have attracted the research community attention due to their key role in the transport of nutrients and pollutants.

Au cours des dernières années, plusieurs chercheurs ont étudié des écoulements stratifiés dus à la génération de courants de densité. La majo-

During the last years several researchers have studied stratified flows generated from density currents. The majority of these studies have



rité de ces études ont été principalement centrées sur les mécanismes intrinsèques visant l'étude des propriétés non conservatives de ces courants, tels que l'entraînement et les courants de turbidité auto-accélérateur. Ainsi, ceux-ci ont été réalisés pour des géométries simples, dont l'objectif principal est l'analyse des phénomènes en ne considérant que la propagation de courants de densité qui découlent uniquement de différences de densité. Cependant, les courants de densité se propagent habituellement dans des géométries complexes, par ex. lacs, ports ou zones côtières, où les limites physiques peuvent affecter les phénomènes. Ainsi, dans les conditions réelles, la propagation des courants de densité n'est pas uniquement fonction du gradient de densité, il y a aussi des effets inertiels à considérer. La première partie de ce travail a été consacrée à la caractérisation des écoulements stratifiés dans des géométries complexes. Pour cela, des tests de laboratoire ont été réalisés au Laboratoire d'Hydraulique de Génie Civil – Instituto Superior Técnico (IST).

L'objectif principal de ce travail expérimental était l'étude de la structure d'écoulement (vitesse et distribution de masse) générée par la superposition d'ondes réfléchies, générée par des barrières physiques dans le courant de densité. Pour cela, un montage a été mis en place afin de produire une décharge continue et asymétrique visant à générer des ondes de réflexion. Les processus de transport et de mélange ont été enregistrés avec une vidéo haute résolution. La distribution de masse a été obtenue en utilisant une méthodologie photométrique, et la vélocimétrie par image de particules (PIV) a été utilisée pour mesurer les champs de vitesse instantanée. Au cours de ces expériences, les principaux processus suivants ont été observés: (i) génération de la densité de courant due à la différence de densité; (ii) choc et reflet de ces courants dans les murs; (iii) génération d'une onde interne; (iv) propagation de cette onde interne sur la densité de courant principale.

La figure 1 montre un plan de distribution de masse et de champ de vitesse (à 6 mm du fond), en un instant au cours de la propagation de la première onde réfléchie. Cette onde réfléchie est originaire lorsque le courant plus dense a atteint le mur opposé au point de décharge. Il est observable qu'il y a une perturbation dans le champ de vitesse avec la propagation de l'onde. Il y a une inversion de flux (6 mm du fond) le long de la propagation de l'onde.

*been mainly focused on the intrinsic non-conservative properties of these currents, such as entrainment and self-accelerating turbidity currents. Thus, these have been conducted for simple geometries, in which the main goal is the analysis of the phenomena by considering only the propagation of density currents flowing purely due to density differences, usually applying the lock exchange method. However, density currents usually propagate in complex geometries, e.g. lakes, ports or coastal areas, where the physical boundaries may affect the phenomena. In real conditions, the propagation of density currents is not purely driven by the pressure gradient, there are also inertial effects to be considered. The first part of this work was devoted to the characterization of stratified flows in complex geometries. For this purpose, experimental work was carried out at the IST Hydraulics and Environmental Laboratory.*

*The main goal of this experimental work was the study of the flow structure (velocity and mass distribution) generated by the superposition of reflected waves, generated due to physical barriers within the density current. For that, a set up was established in order to produce a continuous and asymmetrical discharge aiming at the generation of reflection waves. The transport and the mixing processes were recorded with high-speed video. 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. During these experiments the following main processes were observed (i) Generation of a density current due to the density difference; (ii) Shock and reflection of these currents in the walls; (iii) Generation of an internal wave; (iv) Propagation of this internal wave over the main density current.*

*Figure 1 shows an overhead plan of the mass distribution and the velocity field (at 6 mm from the bottom) in an instant during the first reflected wave propagation. This reflected wave was originated when the denser current reached the wall opposite to the discharge point. It is observable that there is a perturbation on the velocity field with the wave propagation. There is a flow inversion (at 6 mm from the bottom) along the wave propagation.*

L'évolution de la vitesse de front d'onde (longitudinale) instantanée est illustrée à la figure 2. Pendant les premiers instants, des filaments diagonaux sombres peuvent être observés à partir des positions les plus avancées (le premier à être détecté), qui correspondent à la formation des lobes. Ces lignes s'étendent sur quelques secondes suggérant une vitesse locale plus élevée qui peut être interprétée comme un lobe croissant. Ceux-ci se développent essentiellement dans le sens des positions postérieures, ce qui est en accord avec les hypothèses précédentes puisque le lobe peut se développer latéralement sinon limité par un autre.

*The evolution of the instantaneous wave-front (longitudinal) velocity is shown in Figure 2. During the first instants, diagonal dark strings can be observed rising from the most forward positions (the first to be detected) which correspond to the lobes formation. These lines extent for some seconds suggesting a continual higher local velocity that can be interpreted as a growing lobe. They essentially develop in the direction of the most backward positions which is also in accordance with the previous hypothesis, since the lobe can develop laterally if it is not constrained by another one.*

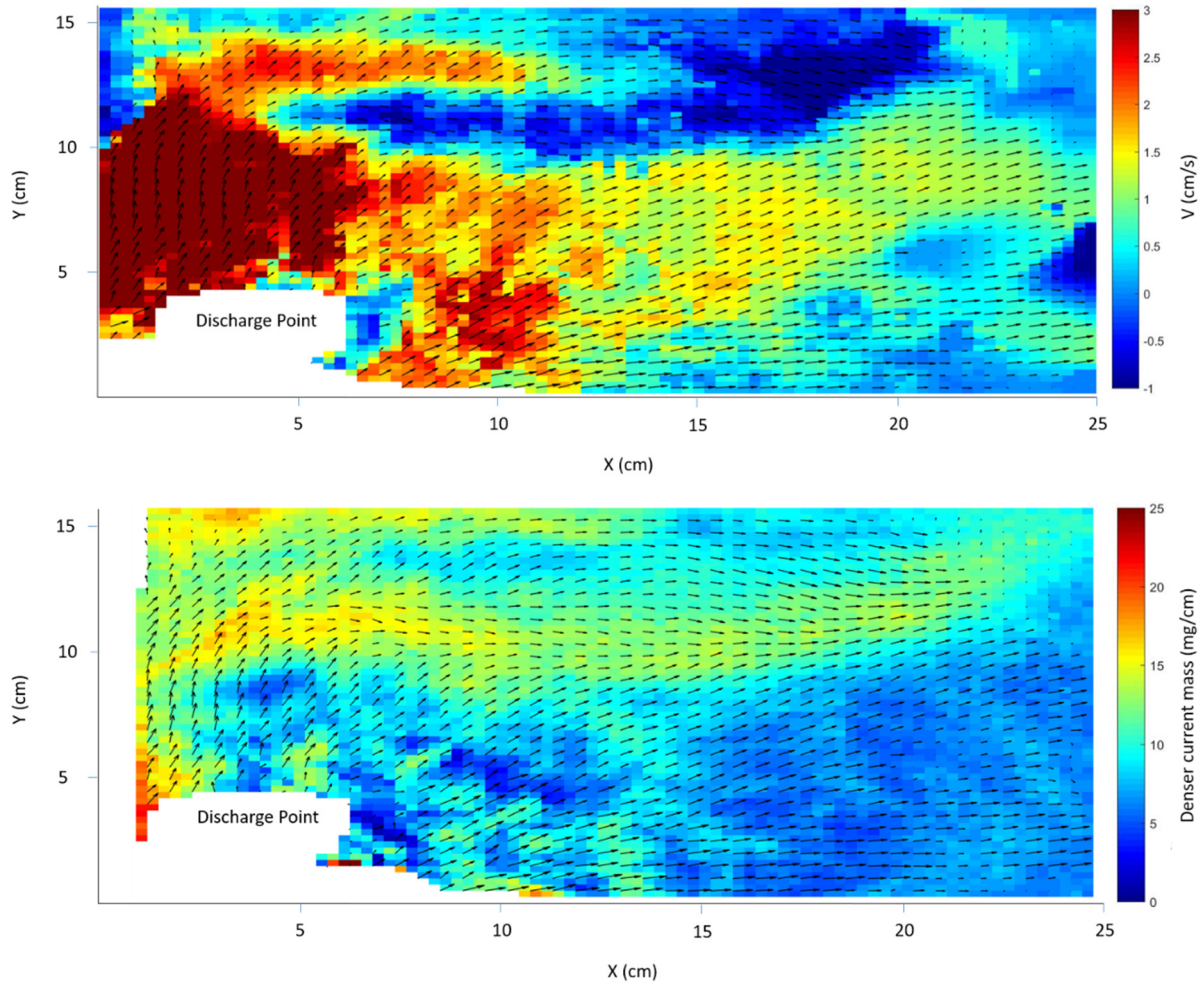


Figure 1: Vue planaire de la distribution spatiale de la vitesse et masse pour l'instant  $t = 24$  secondes après le début du test.

*Figure 1: Planar visualization of the velocity and mass distribution for the instant  $t=24$  seconds after the beginning of the experiment.*

L'effet de l'onde réfléchie sur le front d'onde est représenté par la zone diagonale ombrée. En outre, alors que le front non linéaire suggère un décalage de paroi de droite à gauche (marqué par des filaments ascendants), l'onde réfléchie se déplace dans la direction opposée de la paroi

*The effect of the reflected wave on the wave-front is represented by the diagonal shaded area. Moreover, while the purely non-linear front suggests some displacement from the right sidewall to the left (marked by the rising strings), the reflected wave travels in the opposite direction from the sidewall opposite to the discharge point*

opposée au point de décharge à la paroi adjacente à la décharge. Quand ces deux entités fusionnent, il y a un transfert de quantité de mouvement clair de l'onde réfléchie vers les structures à l'avant du courant.

Ces données expérimentales seront maintenant utilisées pour l'étalonnage et la validation de la version du modèle à deux couches STAV-2D.

*to the wall adjacent to the discharge. When these two entities merge, there is a clear transfer of momentum from the reflected wave to the structures at the front of the current.*

*This experimental data is now going to be used for the calibration and validation of the two-layer model version of STAV-2D.*

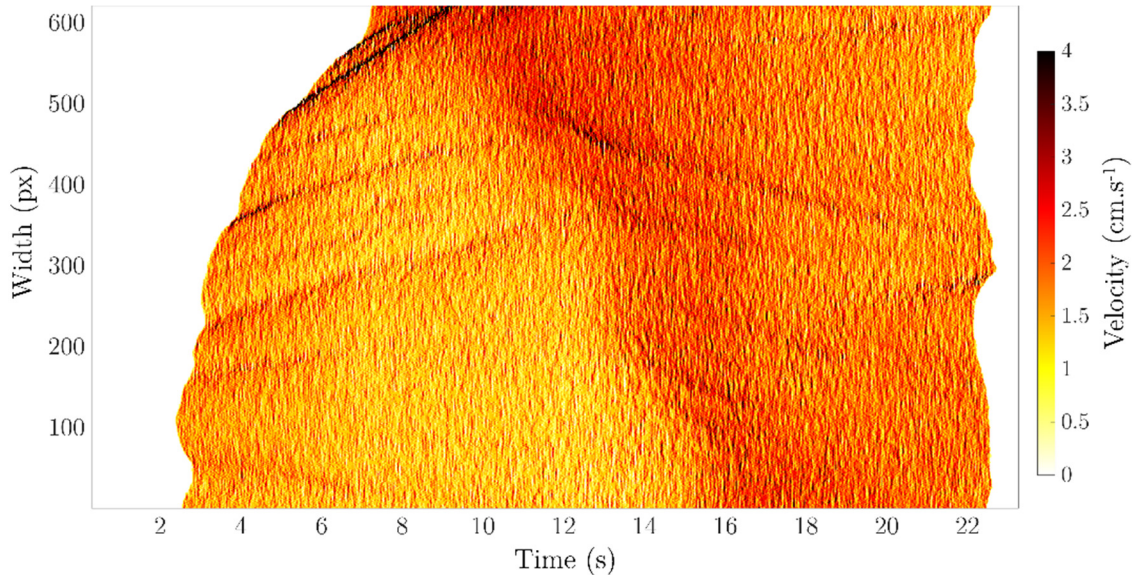


Figure 2: Distribution temps-largeur des vitesses quasi-instantanées du front.

*Figure 2: Time-width distribution of the quasi-instantaneous velocities of the front.*

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

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

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

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

### 1.1.25 **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 un sujet de recherche dans le domaine des sciences de la terre et de l'ingénierie. Les écoulements chargés de particules le long du fond marin sont importants en tant que facteur de formation du sous-marin et de la topographie fluviale du point de vue géologique, et constituent un réservoir de pétrole ou de gaz naturel à usage industriel. Pour comprendre la dynamique de courants de turbidité, des essais en canal de laboratoire sont réalisés. L'objectif principal de cette recherche est de comprendre la structure dynamique et la géométrie de la tête et du corps du courant de turbidité.

*Turbidity currents and their deposits have been a research interest for the earth science and engineering field for decades. Particle-laden flows along the sea-floor are important as a formation factor of the submarine and the fluvial topography in the geological viewpoint, and a reservoir of the petroleum or natural gas for industrial use. To comprehend the dynamics of the turbidity current, flume experiments are conducted. The main goal of this research is to comprehend the dynamics structure and geometry of turbidity current head and body.*



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 0.50 % et une pente de  $2.4^\circ$ . La Figure 1 montre la configuration expérimentale, les caractéristiques des particules et une image de l'écoulement. Le canal a 27.5 cm de large, 98 cm de profond et 670 cm de long. Avant un essai, la suspension est préparée dans le réservoir de mélange et mise en circulation avec le réservoir de tête. Après la fermeture du tuyau de retour et l'ouverture de la vanne de décharge, un courant de turbidité est généré. Le débit chargé de particules est pompé en continu à 1.0 l/s à travers l'ouverture.

The flow velocity distribution of the turbidity current was examined by the two pairs of UVP (Ultrasonic Doppler Velocity Profiler) transducers for a specific particle concentration of 0.50 % and a slope of  $2.4^\circ$ . Figure 1 shows the experimental setup and particle characteristics. The flume size is 27.5 cm wide, 98 cm deep and 670 cm long. Before the experiment, suspension is well mixed in the mixing tank and circulated with the head tank. After closing the return pipe and opening the discharge gate, turbidity current is generated. Particle-laden flow is supplied continuously at 1.0 l/s through the gate by the pump.

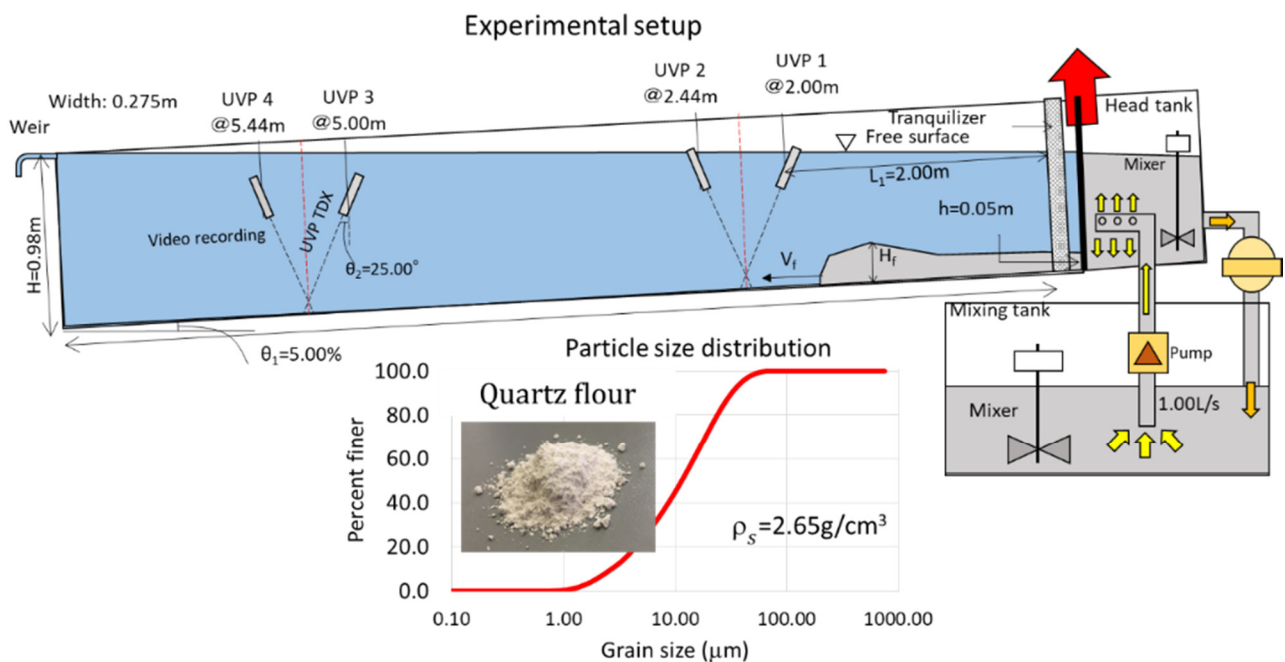


Figure 1: Configuration expérimentale (en haut) et caractéristique des particules (en bas).

Figure 1: Experimental setup (up) and particle characteristic (down).

La figure 2 montre les distributions de la vitesse (A), la vitesse verticale (B), les vecteurs de vitesse (C) et le tourbillon normalisé (D) à 2,22 m à l'aval de la vanne en fonction du temps. La partie tête (écoulement instable par intrusion abrupte dans l'eau ambiante) et la partie du corps (flux quasi stationnaire derrière la partie tête) sont clairement reconnues par la figure 2 (A). La vitesse maximale est observée à la hauteur de 35 mm après 7 s, ce qui implique que la quantité importante de sédiments est transportée vers l'aval à cette hauteur. En raison de l'intrusion de l'écoulement, l'eau ambiante est soulevée le long de l'interface et entraînée à nouveau comme une circulation (figure 2 (B)). La distribution vectorielle (figure 2 (C)) décrit que la

Figure 2 shows the distributions of streamwise velocity (A), vertical velocity (B), velocity vector (C), and, normalized vorticity (D) at 2.22m downstream from the gate with time. The head part (unsteady flow by abrupt intrusion to the ambient water) and the body part (quasi steady flow behind the head part) are clearly recognized by Figure 2 (A). The maximum velocity is observed in the height of 35 mm after 7 s implying that the substantial amount of sediment is carried to downstream in this height. Due to the intrusion of the flow, the ambient water is lifted along the interface and entrained again as a circulation (Figure 2 (B)). The vector distribution (Figure 2 (C)) clearly shows that the suspension is carried backward by the head intrusion, forms the lobes

suspension est portée vers l'arrière par l'intrusion de la tête, forme les lobes et les fentes et est entraînée à nouveau après le mélange. Dans la figure 2 (D), il y a plusieurs points accumulés négativement le long du contour frontal de la tête, spéculant que les formes spécifiques des rotations se produisent continuellement avec le temps en raison de l'instabilité élevée dans cette zone. Les résidus d'une telle instabilité se développeraient comme les tourbillons K-H par le cisaillement continu avec l'eau ambiante. En raison de la vitesse d'écoulement stratifiée, des vorticités positives et négatives se développent également dans les zones inférieure et supérieure de la vitesse maximale.

and clefts, and entrained again after mixing. In Figure 2 (D), there are several negatively accumulated points along the frontal contour of the head speculating that the specific forms of the lobe and billow continuously generate with time due to the high instability. The residuals of such instability would develop as the K-H vortices by the continuous shear with the ambient water. As a result of stratified streamwise velocity, positive and negative vorticities develop in the lower and upper zones of the velocity maximum.

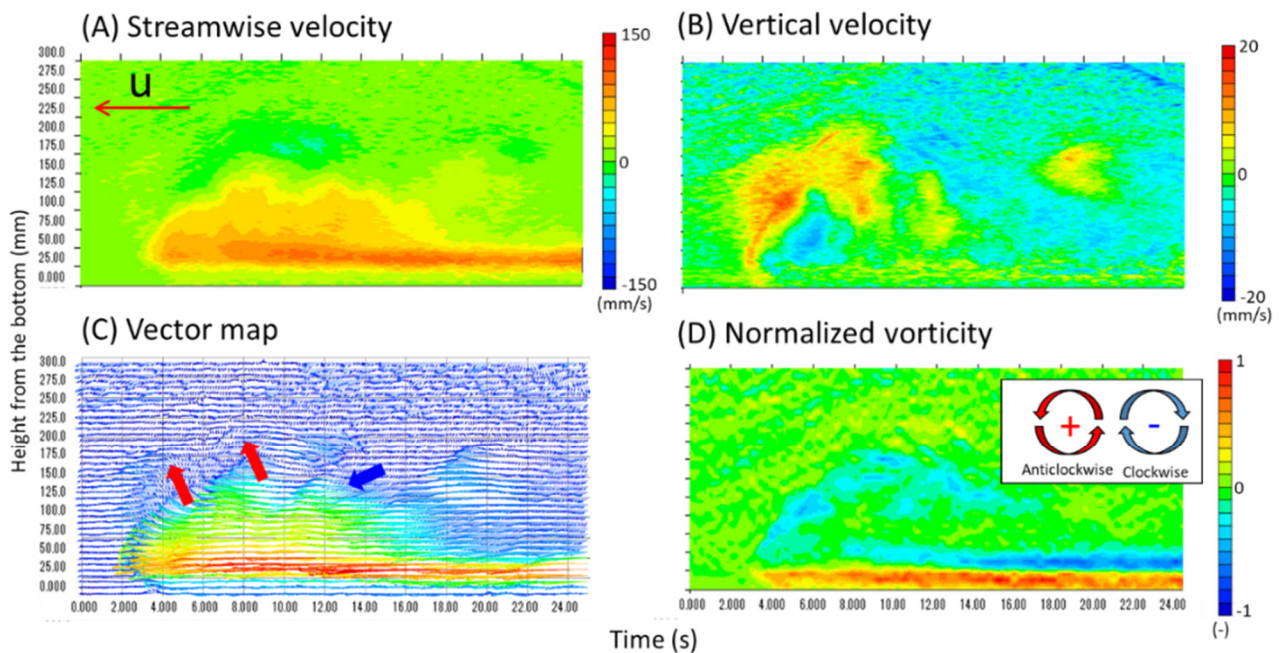


Figure 2: Vitesse de flux, vitesse verticale, vecteur de vitesse, vorticité normalisée en 2.22 m.

Figure 2: Streamwise velocity, vertical velocity, velocity vector, and normalized vorticity in 2.22 m.

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

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

Chercheur invité: Shun Nomura

Visiting Researcher: Shun Nomura

Responsable: Giovanni De Cesare

Responsible person: Giovanni De Cesare

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

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

### 1.1.26 Conception fonctionnelle et constructive de pièges à sédiments perméables / Functional and constructive design of permeable sediment traps

Des pièges à sédiments sont utilisés pour protéger les infrastructures menacées par les rivières

Open check dams are used to protect settlements endangered by mountain rivers with high



de montagne à forte capacité de transport sédimentaire. Ces ouvrages devraient assurer la rétention des sédiments pour les fortes crues tout en restant perméables aux crues moins intenses qui ne sont pas dangereuses pour les régions en aval. Les pièges à sédiments perméables garantissent la continuité morphologique et réduisent les coûts de dragage dans la zone de dépôt des sédiments. Un concept de rétention des sédiments et de continuité du transport solide lors de faibles crues a été récemment développé au LCH en introduisant deux nouveaux éléments : un canal de guidage en amont de la barrière et un système hybride de barrières mécanique et hydraulique pour contrôler la rétention du charriage.

Le but de ce projet est de valider et de généraliser une conception adéquate de pièges à sédiments pour une large gamme de granulométries et d'étudier l'influence de la durée de la crue et de la forme de l'hydrogramme sur la distribution des sédiments, en tenant compte de la continuité écologique lors des crues de faible intensité. L'analyse de l'effet de la hauteur de la barrière sur l'auto-rinçage et l'influence de l'intensité du charriage sur le modèle de dépôt des sédiments sont d'autres objectifs de ce projet.

*sediment transport capacity. These structures should ensure sediment retention for large, dangerous floods while being permeable for small floods that are not hazardous to downstream regions. Permeable sediment traps guarantee morphological continuity and reduce dredging costs in the sediment deposition area. A concept of sediment retention and transport continuity during small floods was recently developed at LCH by introducing two novel elements: a guiding channel upstream of the barrier; a hybrid system of mechanical barrier and adjacent downstream slot check dam imposing a hydraulic control of bed load retention.*

*The goal of this project is validating and generalizing an adequate design of open check dams for a wide range of grain sizes; moreover, to study the influence of flood duration and hydrograph shape on the design of sediments trap considering the ecological continuity during small floods. Analysing the effect of barrier height with respect to self-flushing and the influence of bed load intensity on sediment deposition pattern are other objectives of this project.*

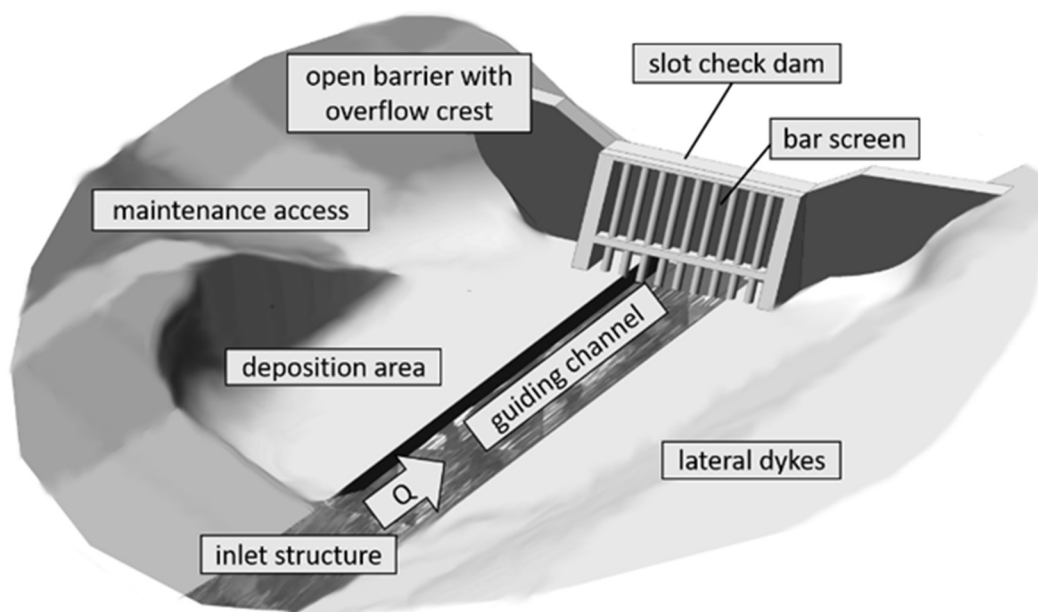


Figure 1: Concept d'un piège à sédiments perméables.

Figure 1: Concept of a permeable sediment trap.

Le concept de piège à sédiments perméable est illustré à la Figure 1 et comprend les éléments suivants :

1. Structure d'entrée avec protection contre l'afouillement.

*The concept of a permeable sediment trap is shown in Figure 1 including the following typical and new elements:*

1. Inlet structure with scour protection
2. Deposition area with lateral confinements

2. Zone de dépôt avec des confinements latéraux.
3. Canal de guidage.
4. Accès pour la maintenance.
5. Barrière perméable constituée d'une barrière mécanique et hydraulique.
6. Protection contre l'affouillement en aval de la barrière.

3. Guiding channel
4. Maintenance access
5. Permeable barrier consisting of a mechanical and downstream adjacent hydraulic barrier
6. Downstream scour protection

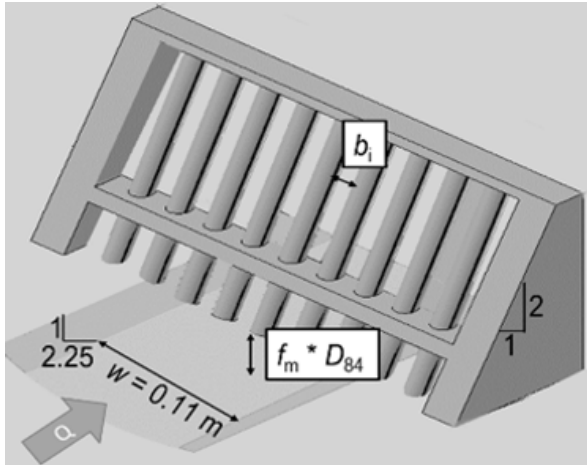


Figure 2: Géométrie de la barrière mécanique dans le modèle physique.  $b_i$  est la barre d'espacement et  $f_m * D_{84}$  est la zone de dégagement sous le râteau. / Geometry of mechanical barrier in the physical model.  $b_i$  is bar interspacing and  $f_m * D_{84}$  is the clearance area under the bar screen.

La Figure 2 présente la géométrie de la grille utilisée en laboratoire pour contrôler mécaniquement le dépôt en obstruant le passage des sédiments. La Figure 3 montre la géométrie de la barrière hydraulique utilisée sur le modèle physique.

Dans cette étude, la conception de la grille est évaluée systématiquement avec des débits constants. Les résultats obtenus confirment la conception proposée en utilisant des grains plus fins de charriage. Le risque d'auto-vidange lors des crues avec différentes intensités de charriage observé dans l'exploitation de plusieurs pièges à sédiments pourrait être atténué par un colmatage mécanique de la grille avec barreaux verticaux modifiée. Différentes formes de grilles sont testées en faisant varier à la fois l'espacement des barres et la zone de dégagement en dessous. Chaque configuration est étudiée individuellement avec plusieurs intensités d'approvisionnement en sédiments. Les résultats déterminent l'espacement optimal entre les barres et la hauteur de dégagement sous la grille pour assurer un colmatage rapide en cas de fortes crues et un impact réduit lors de crues plus faibles. La forme ainsi définie de la grille est ensuite étudiée

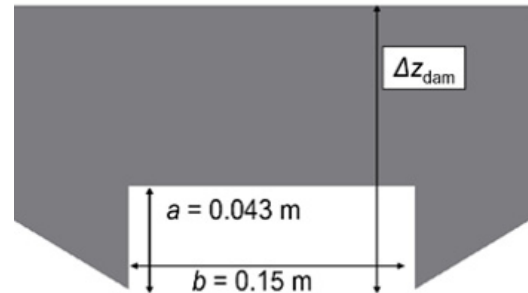


Figure 3: Géométrie de la barrière hydraulique dans le modèle physique. / Geometry of the hydraulic barrier in the physical model.

Figures 2 presents the geometry of the bar screen which used in the laboratory to control deposition mechanically by clogging the sediments. Figure 3 shows the geometry of hydraulic barrier as a slot check dam used in the physical model of this research.

In this study, the bar screen design is evaluated individually with steady discharges. The achieved results confirm the proposed design by using finer grains of travelling bed load. The risk of self-emptying during floods with various bed load intensities observed at several check dams during operation, could be mitigated by mechanical clogging of the modified bar screen. Different configurations of bar screens are tested by varying both bar interspacing and clearance area below them. Each configuration is studied individually with several sediment supply intensities. The results determine the optimal bar interspacing and clearance height below the bar screen to ensure quick clogging for large floods and little impact on small floods. The new bar screen arrangement is then studied in combination with the hydraulic control. This configuration is tested

en combinaison avec la barrière hydraulique. Cette configuration est testée à l'aide d'un hydrogramme de crue générique pour simuler le comportement du dépôt de sédiments dans l'ouvrage.

using a generic flood hydrograph to simulate the behaviour of sediment deposition during a flood.

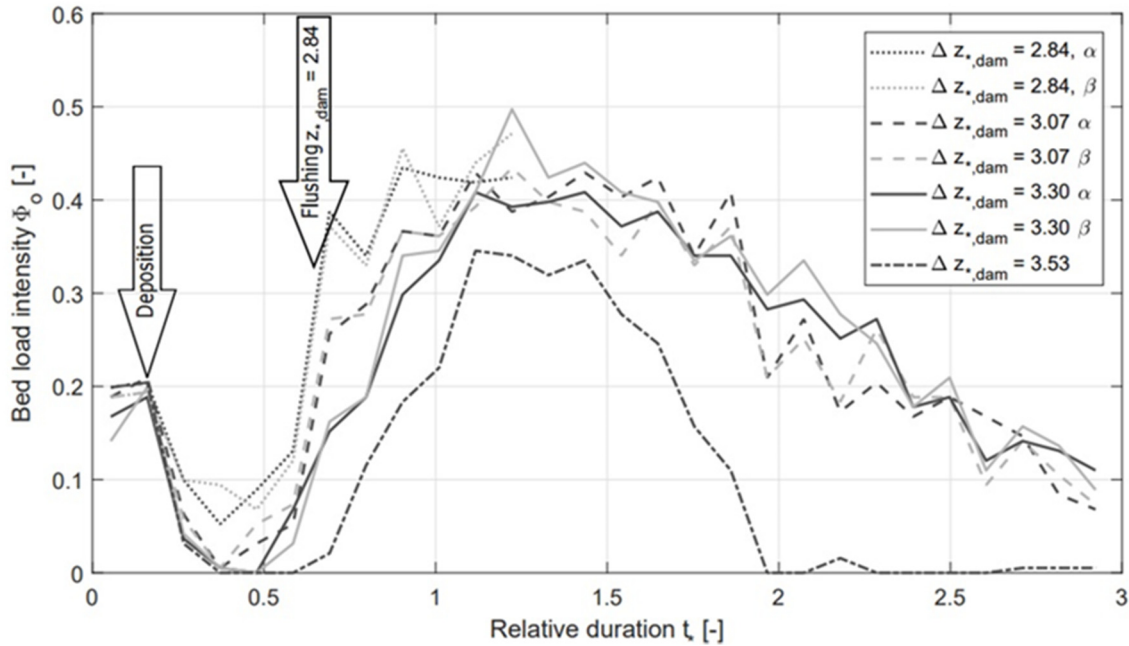


Figure 4: Intensité de transport du charriage  $\Phi_o$  sortant des tests répétitifs  $\alpha$  et  $\beta$  pour les hauteurs représentatives ( $\Delta z^*,_{dam}$ ).

Figure 4: The outflowing bed load transport intensity  $\Phi_o$  of repetitive tests  $\alpha$  and  $\beta$  for representative height steps ( $\Delta z^*,_{dam}$ ).

En outre, le risque d'auto-rinçage dans les structures de contrôle hydraulique pourrait être atténué en utilisant une hauteur de barrière optimale. Ainsi, l'influence de la hauteur du barrage est étudiée de façon systématique.

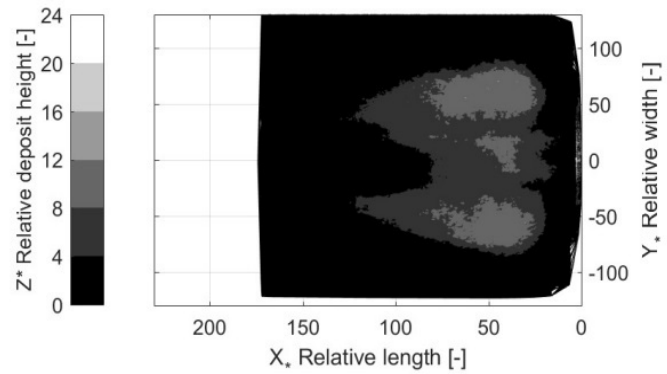
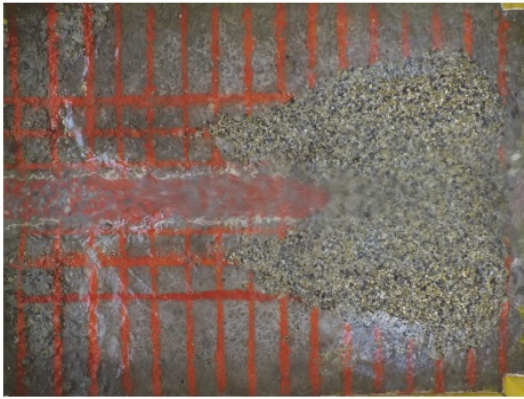
Furthermore, the risk of self-flushing in hydraulic control structures could be mitigated by using an optimum barrier height. Thus, the influence of the dam height is studied by testing various dam heights.

La Figure 4 présente l'intensité de transport de charriage sortant ( $\Phi_o$ ) des tests répétitifs  $\alpha$  et  $\beta$  pour des configurations de barrières identiques avec une hauteur variable  $\Delta z^*$  ( $\Delta z^*,_{dam} = \Delta z / a_{hyd}$ ); où  $\Delta z$  est la hauteur de la barrière et  $a_{hyd}$  est la hauteur d'ouverture de la barrière hydraulique. Ces résultats indiquent qu'une hauteur minimale de barrière est nécessaire pour éviter l'auto-rinçage. Ensuite, une augmentation de hauteur conduit à une augmentation significative du volume de rétention des sédiments.

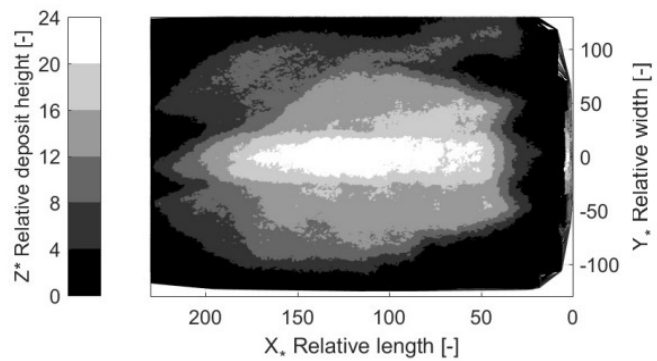
Figure 4 presents the outflowing bed load transport intensity ( $\Phi_o$ ) of repetitive tests  $\alpha$  and  $\beta$  for identic barrier configurations with varying  $\Delta z^*,_{dam}$  ( $\Delta z^*,_{dam} = \Delta z / a_{hyd}$ ); where  $\Delta z$  is the barrier height and  $a_{hyd}$  is the opening height of the hydraulic barrier. These results indicate that a minimum barrier height is necessary to avoid self-flushing. Further height increases lead to significantly increased volume of sediment retention.

La Figure 5 représente la comparaison des dépôts de sédiments à la fin des essais pour deux hauteurs de barrières différentes. La Figure 5(a) montre un auto-rinçage partiel et la Figure 5(b) révèle un dépôt complet lors d'une crue identique mais avec une hauteur de barrière plus élevée.

Figure 5 represents the comparison of sediment deposits at the end of the tests for two different barrier heights. Figure 5(a) shows partial self-flushing with lower barrier height and Figure 5(b) reveals a complete deposition during identical flood events and higher dam height.



(a)



(b)

Figure 5: Comparaison des dépôts de sédiments à la fin des essais pour différentes hauteurs de barrières (a) ( $\Delta z^* = 2.84$ ) et (b) ( $\Delta z^* = 3.53$ ).

D'autres expériences et analyses seront effectuées sur l'effet de la durée de la crue et de la granulométrie sur la rétention du charriage dans un tel système de barrières combinées.

Financement: Office fédéral de l'environnement (OFEV), Projet Wasserbau & Ökologie: TP.6  
Chercheuse post-doctorante: Mona Jafarnejad

Figure 5: Comparison of sediment deposits at the end of the tests for different barrier heights (a) ( $\Delta z^*_{dam} = 2.84$ ) and (b) ( $\Delta z^*_{dam} = 3.53$ ).

Further experiments and analysis will be done on the effect of flood duration and sediment intensity on bed load retention in such combined barrier system.

Funding: Swiss Federal Office of Environment (FOEN), Project Wasserbau & Ökologie: TP.6  
Scientist postdoc: Mona Jafarnejad



### 1.1.27 Etude des techniques de réduction de l'affouillement dans les piles en tandem / *Investigation of scour reduction techniques in tandem piers*

Une évaluation de l'importance du phénomène d'affouillement autour des piles de pont et des culées dans les rivières demeure une question de recherche importante, afin d'éviter des conséquences catastrophiques comme une rupture d'un pont en cas de crue. De nombreuses études ont été menées dans ce contexte. La construction de ponts avec leurs piles et leurs culées interagissant avec le lit de la rivière peut influencer la configuration de l'écoulement autour des piles et des zones de culées et provoquer des écoulements en vortex. La formation de vortex est le mécanisme principal d'affouillement autour des piles de pont.

Les techniques de réduction des affouillements aux piles de pont sont généralement classées en deux catégories : les contre-mesures influençant l'écoulement et les mesures de protection du lit. L'objectif des contre-mesures hydrauliques est de réduire les écoulements descendant ainsi que le vortex en fer à cheval, qui sont les principales causes de l'affouillement d'une pile de pont. Quelques exemples de contre-mesures qui modifient l'écoulement sont le collier, la fente, les piles sacrificielles ainsi que le seuil dans le lit. Les contre-mesures de protection du lit consistent en des barrières physiques contre l'affouillement qui comprennent l'enrochement, ainsi que des blocs ou des gabions reliés par des câbles.

Les objectifs de la recherche sont d'étudier l'influence de l'angle d'approche oblique sur la profondeur d'affouillement autour de deux piles en tandem. De plus, la configuration optimale d'alignement de deux piles en tandem a été étudiée. Les profondeurs minimale et maximale d'affouillement des piles amont et aval ont été mesurées afin d'identifier l'angle d'obliquité approprié pour la construction d'une nouvelle pile alignée avec celle de l'ancien pont en amont ou en aval de celui-ci.

*An assessment of the significance of scour phenomenon around bridge piers and abutments in rivers in order to prevent catastrophic consequences as bridge failure during floods is still a significant research question and many studies have been conducted in this scenario. The construction of bridges with their piers and abutments interacting with the river bed may influence the flow pattern around the piers and abutment regions and cause vortices. The formation of vortices is a principal mechanism of scour around bridge piers.*

*Scour reduction techniques at bridge piers are commonly classified into two categories: flow-altering and bed-armouring countermeasures. The implementation of flow-altering countermeasures is to reduce the strength of downflow and horseshoe vortices, which are the main causes of pier scour. Some examples of flow-altering countermeasures are collar, slot, sacrificial piers and bed sill. Bed-armouring countermeasures consist of physical barriers against scour which includes of riprap stones, cabled-tied blocks or gabions*

*The objectives of the research is to investigate the influence of the skew-angle on the scour depth around two tandem piers. Further, the best and critical configuration of the alignment of two tandem piers were studied. The minimum and maximum scour depth at the upstream and downstream piers were considered in order to identify the appropriate skew-angle for building a new bridge pier alongside the old bridge at the upstream or downstream of it.*



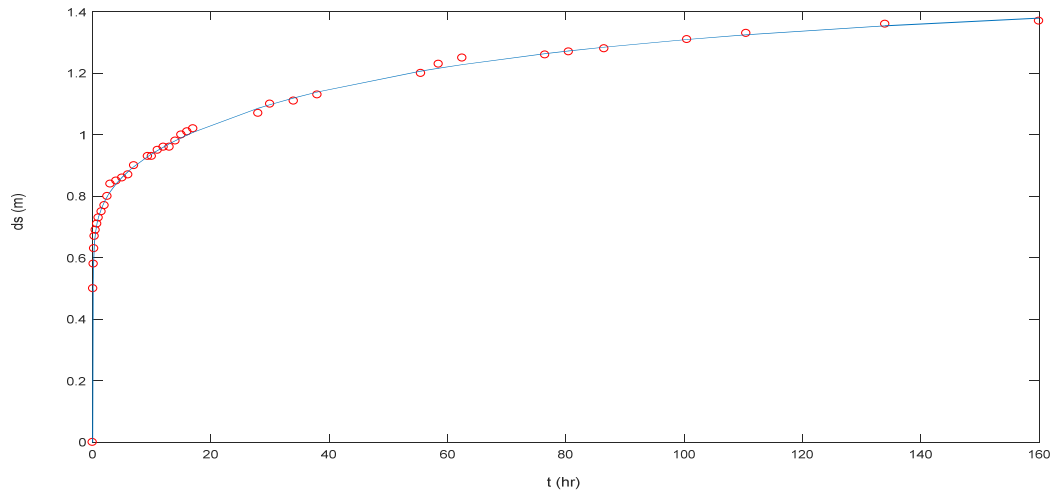


Figure 1: Evolution temporelle de la profondeur d'affouillement  $ds$  autour du pilier amont avec un angle oblique de  $\theta=0^\circ$  par une courbe d'ajustement polynomial de sixième ordre

Figure 1: Time evolution of the scour depth  $ds$  around upstream pier with the skew-angle of  $\theta=0^\circ$  adjusted by 6 parameters polynomial function.

En outre, deux types de contre-mesures d'écoulement (collier et seuil de lit) ont été sélectionnés pour étudier leur influence sur la réduction de l'affouillement à deux piles en tandem. Les colliers transparents en Plexiglas de 3mm d'épaisseur et de largeur ( $w=2b$ ) ont été utilisés pour étudier l'efficacité des colliers dans la réduction de l'affouillement autour de deux piles en tandem alignées avec différents angles d'obliquité  $\theta=0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ . Les seuils de lit utilisés dans les essais étaient faits de plaques en bois sur toute la section transversale. Ils ont été installés au ras du lit mobile, en aval, entre et en amont des deux piles tandem, à des distances  $x$  différentes.

Furthermore two types of flow-altering counter-measures (collar and bed sill) were selected to investigate the influence of them in scour reduction at two tandem piers. The 3-mm-thick transparent Perspex collars of  $2b$ -wide ( $w=2b$ ) were utilized to investigate the efficiency of the collars in scour reduction around two tandem piers aligned with different skew-angles of  $\theta=0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ . The bed sills used in the tests were made of wooden plates, as long as the working cross section is wide. They were installed flush with the mobile bed, downstream, between and upstream of the two tandem piers, at different distances  $x$ .

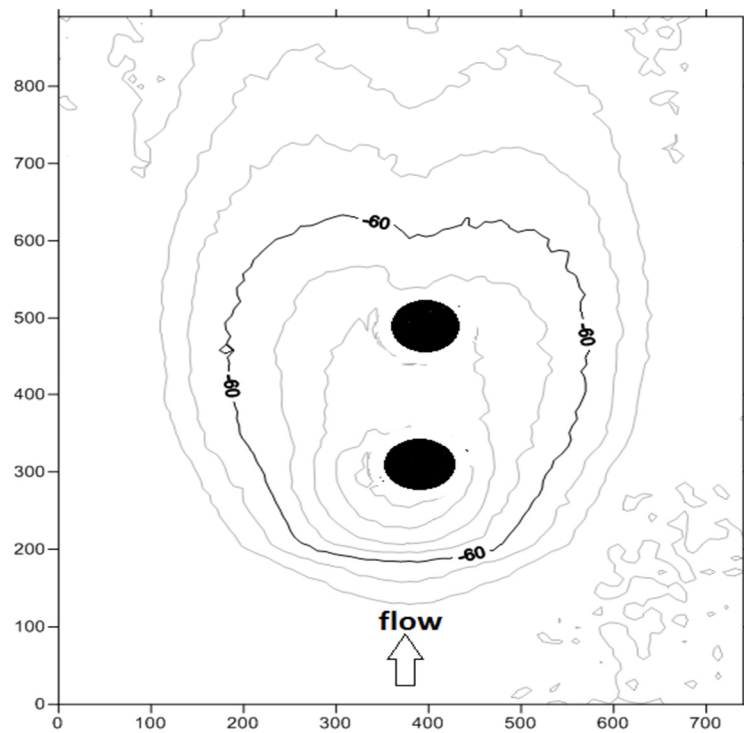


Figure 2: Courbes de profondeur de l'affouillement d'équilibre pour un angle oblique de  $\theta=0^\circ$ .

Figure 2: Contours lines of the equilibrium scour hole for the skew-angle of  $\theta=0^\circ$ .



Figure 3: Affouillement d'équilibre des sédiments en fin d'essai ( $\theta=30^\circ$ ).

Figure 3: Eroded sediment bed around the piers after the test at the equilibrium state ( $\theta=30^\circ$ ).

Les essais ont été effectués jusqu'à ce que la profondeur d'affouillement équilibre ait été atteinte. L'évolution temporelle de la profondeur d'affouillement devant chaque pile a été enregistrée. Les résultats ont ensuite été extrapolés à l'infini en ajustant une fonction polynomiale à 6 paramètres proposée par Lanca et al (2010) montrée dans la figure 1. La topographie du lit érodé à la fin du test a été enregistrée en utilisant un laser tridimensionnel (3D) Baumer, figures 2 et 3.

The tests were carried on until the equilibrium scour depth was achieved. Time evolution of the scour depth in front of each pier was recorded. The results were then extrapolated to the infinite time by adjusting a 6 parameters polynomial function suggested by Lanca et al. to the time evolution of scour depth around each pier (figure 1). The topography of the eroded bed at the end of the test was recorded using a three-dimensional (3D) laser Baumer, OADM 13I7480/S35A figures 2 and 3.

Financement: Iranian Ministry of Science, Research and Technology et LCH-EPFL.

Funding: Iranian Ministry of Science Research and Technology and LCH.

Doctorante hôte: Sargol Memer

Guest Ph.D. student: Sargol Memer

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

### 1.2.1 Protection d'un site archéologique lacustre à Sutz-Lattrigen / *Protection of a archeological site at Sutz-Lattrigem*

Le site bernois de Sutz-Lattrigen est l'un des rares témoignages de la vie des «Lacustres», des hommes qui ont choisi pour la première fois la sédentarisation aux bords de lacs plus de 5000 ans avant notre ère. C'est lors de l'abaissement du niveau des trois lacs du pied du Jura à la fin du 19ème siècle que sont apparus ces vestiges de villages sur pilotis. En Europe, seuls six pays possèdent de tels sites palafittiques : la France, la Suisse, l'Italie, l'Allemagne, l'Autriche et la Slovénie. En Suisse, seize cantons renferment un héritage répertorié par l'UNESCO. L'ensemble de Sutz-Lattrigen en est un depuis 2011.

Lors de fortes tempêtes, les vestiges du site archéologique comprenant pilotis en bois, armes, parures et autres objets du quotidien, sont emportés par les vagues. Les objets emportés sont ensuite considérés comme perdus.

Ainsi, l'objectif principal de ce projet est de trouver une solution pour protéger le site préhistorique contre l'érosion. Pour atteindre cet objectif, une analyse complète des régimes de vents dans la région est effectuée, puis un modèle numérique est utilisé pour simuler les vagues induites par les vents dominants. Le logiciel MIKE 21 a été utilisé pour simuler ces vagues. En deuxième partie, les courants sont simulés sur la base des vagues calculées. Le site de Sutz-Lattrigen est situé dans une zone avec une exposition maximale aux vagues induites par le régime du Vent, un vent venant du Sud-Ouest. Ainsi, trois variantes de protection capables de résister aux conditions de Vent les plus destructrices ont été sélectionnées et comparées. Des modélisations numériques étudiant les effets des vagues sur chaque variante ont été nécessaires à cet effet.

La première variante consiste à construire une «avant-digue» à quelques centaines de mètres de la rive pour casser la force des courants et de couvrir le site derrière la digue avec un enrochement. L'enrochement est composé de graviers immergés et répartis sur le site, formant un tapis protecteur. La crête de la digue a l'avantage d'être 20 centimètres en dessous du niveau des basses eaux, ce qui la rend peu visible. L'ajout

*The site near Bern provides rare insight into how our first sedentary ancestors lived on the shores of our lakes more than 5,000 years ago. Pile-dwelling remains were initially discovered when the levels of the three lakes at the base of the Jura Mountain were lowered at the end of the 19th century. These prehistoric pile dwellings are found in only six European countries – France, Switzerland, Italy, Germany, Austria and Slovenia. Sixteen Swiss cantons appear on UNESCO's World Heritage list, with the entire Sutz-Lattrigen site added in 2011.*

*During big windstorms, the archaeological remains, which include wooden stilts, weapons, jewelry and other household objects, get washed away by the waves. Once this happens, the items are considered to be lost.*

*As such, the main aim of the current study is to find a solution to protect such a prehistoric site from erosion. For that reason, first of all, a comprehensive analyse of winds is done for the study area. Once the dominant winds are recognized, a numerical model is applied in order to simulate the waves generated by each dominant wind. For this purpose, the commercial program of MIKE 21 was used. Based on the simulated waves, the wave-induced currents are then simulated. The Sutz-Lattrigen site is mainly exposed to the waves induced by winds coming from South –West (called Vent). In order to protect the archeological site from erosion due to windstorms, three protection options are proposed. These options are then implemented in the numerical model in order to be examined due to wave and current effects.*

*The first option involves constructing a submerged dike, surrounding the archeological site, a few hundred meters from the shoreline in order to tame the current. In the inner part of the dike gravel-based material would be spread over the underwater site, forming a protective layer. The advantage of this option is that the dike would be 20 centimeters below the low-water level, which means it would be barely visible. The shore line*

de mesures de «génie biologique» permet de garantir la stabilité de la mesure de protection.

Comme deuxième variante, la construction d'une «digue circonférentielle» visant également à stopper les courants et les vagues qui érodent le site archéologique, mais cette fois de manière quasi totale. Longue de plus 340 mètres, cette digue sera visible depuis la rive.



Figure 1: Variante III (matelas de protection)

Enfin, le LCH suggère en troisième variante de s'attaquer directement à l'érosion du site immergé en y déposant un « matelas de protection » constitué d'un filet de géotextile ou d'acier inoxydable et de blocs de béton, faisant ressembler le tout à une plaque de chocolat souple. Cet aménagement peut être ôté en cas de besoin. Là aussi, des mesures de génie biologique sur la rive accompagnent le projet.

Les trois variantes proposées sont efficaces d'un point de vue hydraulique. Le choix de la variante repose ainsi sur les critères économiques et écologiques que se donnent les principaux acteurs de cette intervention.

Client: Service archéologique du canton de Berne.

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

would then be further stabilized using biological engineering techniques involving plants.

The second option consists of building a break-water all the way around the site so that almost no current or waves can pass the barrier and erode the site. The barrier would be 340 meters long and visible from the shore.



Figure 1: Option III (Protection matrix)

The third and final proposal tackles the erosion directly by installing a protective mat over the site. A geotextile or stainless steel net would be held down with blocks of concrete, making the whole structure look like a flexible bar of chocolate. The covering could be removed if needed. Again, biological engineering techniques would also be used to protect the shoreline.

These three proposed options are all feasible from the hydraulics point of view. Therefore, the optimal option has to be chosen regarding the economic and ecological concerns of the main stakeholders.

Client: archeological service of Bern canton.

Project Engineers: Azin Amini, Pierre Bourqui and Giovanni De Cesare



## 1.2.2 Fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny: étude sur modèle physique / Chancy-Pougny dam plunge pool: physical model study

La fosse de dissipation à l'aval du barrage de Chancy-Pougny qui fait face à une érosion progressive est l'objet de cette étude. Un modèle physique a été construit à l'échelle 1:55 afin de mieux comprendre les sources de cette érosion. Due à l'asymétrie géométrique du bassin de dissipation, une recirculation est créée et interagit avec le jet d'une des passes du barrage. Cette interaction conduit à de fortes sollicitations sur le fond de la fosse, ce qui contribue à l'augmentation de l'érosion. Des mesures protectrices ont été mises en place sur le modèle physique, notamment un mur latéral bloquant le courant de retour de la recirculation, ainsi que des prismes en béton placés sur le fond de la fosse afin d'éviter le creusement. Deux dimensions de prismes ont été testées avec deux dispositions différentes : prismes placés régulièrement et prismes placés en vrac. Cette dernière disposition s'est avérée la plus efficace, néanmoins avec une disposition hybride des deux types de prismes. Finalement les petits prismes ont été placés du côté de la rive droite de la fosse et les grands du côté gauche.



Figure 1: Forme de la solution finale retenue avec blocs rouges (1.8 m) et blocs jaunes (2.2 m) en place / Form of the final solution retained with red blocks (1.8 m) and yellow blocks (2.2 m) in place.

Avec cette configuration, la présence seule des prismes a été suffisante, sans le mur latéral, pour dissiper les jets des quatre passes du barrage et éviter la recirculation au sein de la fosse.

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

Collaboration: AquaVision Engineering Sàrl

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

*The objective of this study is the stilling basin downstream of the Chancy-Pougny dam, facing some scour problems. A physical model was constructed with a scaling ratio of 1:55, with the purpose of better understanding the origin of this erosion. The non-symmetrical geometry of the stilling basin generated a recirculating flow that interacted with the jets coming out of the spillway gates. This interaction led to strong stresses on the bottom of the stilling basin, contributing to the scour process. Some protective measures were tested on the physical model, including a lateral wall blocking the return flow of the recirculation, and the placement of concrete prisms on the bottom to limit its erosion. Two prism sizes were tested with two different arrangements: regular and random. The latter was proved to be the most effective. Thus, a hybrid disposition of both types was finally chosen, placing the small prisms on the right-hand-side of the river and the large prisms on the left-hand side.*



Figure 2: Première couche de blocs telle que placée pour les tests "implementation" / First layer of blocks as placed for the "implementation" tests.

*For this configuration, without the vertical wall, the presence of the prisms was sufficient to dissipate the energy of the spillway gates and avoid any recirculation in the stilling basin.*

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

*Collaboration: AquaVision Engineering Sàrl*

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



### 1.2.3 **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, situés 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 la passe, des débits d'attrait seront délivrés dans le canal de fuite de l'usine à travers plusieurs entrées, 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'attrait.

Les vitesses d'écoulement sont mesurées en 2D grâce à deux sondes UVP. 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 (Figure 1), permettant une mesure automatique et flexible des vitesses et des hauteurs d'eau dans le canal de restitution.

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 m<sup>3</sup>/s, fonctionnements symétrique et asymétrique des turbines) avec celles mesurées sur le terrain ; (3) Installation et optimisation des 12 entrées de passes à poissons (8 entrées au-dessus des aspirateurs, 4 plus à l'aval dans les rives gauche et droite).

*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 management 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. 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.*

*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 m<sup>3</sup>/s, symmetric and asymmetric operations); (3) Installation and optimization of the 12 fish ladder inlets (8 inlets above the afterbays, 4 more downstream in the left and right banks).*



Figure 1: Modèle physique de la centrale hydroélectrique de Rhinau

Figure 1: Physical model of the Rhinau hydropower station

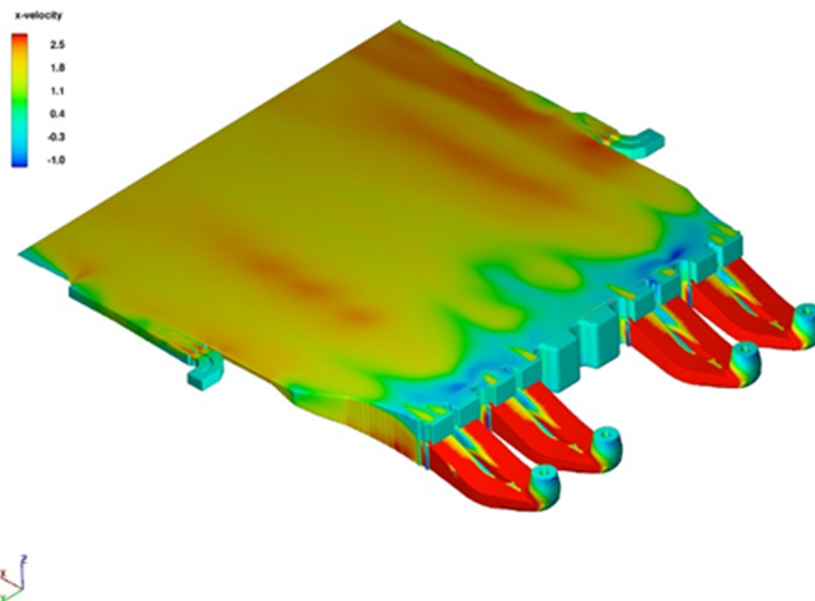


Figure 2: Modèle numérique de la centrale hydroélectrique de Rhinau. Débit turbiné de 1400 m<sup>3</sup>/s avec toutes les entrées de la passe ouvertes.

Figure 2: Numerical model of the Rhinau hydropower station. Turbined discharge equal to 1400m<sup>3</sup>/s, with all entries open

Les phases (1) et (2) ont été terminées en 2016 et ont débouché sur un article pour la conférence SimHydro 2017, en partenariat avec EDF. La phase d'optimisation (3) s'est déroulée durant l'année 2017. Plusieurs géométries ont d'abord été testées pour les 4 entrées de la passe situées entre 30 et 50m à l'aval de la sortie des aspirateurs, de manière à garantir une visibilité

Phases (1) and (2) were done in 2016 and have led to a conference paper for SimHydro 2017, in partnership with EDF. The optimization phase (3) last over the whole year 2017.

First of all, different geometries have been tested for the 4 inlets situated 30 to 50m downstream of the afterbays, in order to maximize the visibility of the attraction flows. Then the influence of all

maximale des courants d'attraits. Ces géométries fixées, le fonctionnement des 12 entrées a été mesuré et filmé pour 9 configurations de turbinage couvrant toute la gamme des débits de l'usine, donnant aux responsables de la centrale les informations nécessaires à l'automatisation du fonctionnement des entrées de cette passe 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. Tous les essais faits sur modèle physique ont été simulés, permettant un contrôle des résultats numériques par ceux obtenus sur le modèle physique.

La fin du projet est prévue en mars 2018.

Etude confiée par : EDF (Electricité de France)

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

*12 inlet jets has been measured under 9 different exploitation configurations covering the whole range of turbined discharges. This information is needed by the future operator for an efficient automation of the fishway 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. All the tests performed on the physical model have also been numerically simulated, allowing a direct comparison and therefore a control of the numeric results.*

*The project completion is planned for March, 2018.*

*Funding: EDF (Electricité de France)*

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

#### **1.2.4 Réhabilitation du barrage de Kariba : Phase I : batardeau en aiguilles / Kariba Dam Rehabilitation ; Phase I : Needle Stop-logs**

Le barrage de Kariba est situé dans le bassin versant de Zambèze entre la Zambie et le Zimbabwe, en Afrique. Le barrage en béton à double courbure de 128 m de haut et 617 m de long a été construit entre 1955 et 1959. Le réservoir du barrage s'étend sur 280 km avec une capacité de stockage d'environ 180 km<sup>3</sup>.

La fosse de dissipation de Kariba est unique en raison de sa profondeur. Suite à de longues périodes de déversement pendant plusieurs années, les jets générés par le déversoir ont affouillés progressivement un trou d'environ 80 m sous le niveau normal de l'eau (Figure 1).

En 2010, le LCH, en collaboration avec Aqua Vision Engineering, a réalisé une étude détaillée de l'affouillement profond de la fosse de dissipation et a identifié et optimisé différentes configurations de remodelage afin d'atténuer l'érosion future.

*The Kariba Dam is located in the Zambezi river basin between Zambia and Zimbabwe, Africa. The double curvature concrete arch dam 128 m high and 617 m long was constructed between 1955 and 1959. Lake Kariba, the reservoir created by the dam, extends for 280 km with a storage capacity of approximately 180 km<sup>3</sup>.*

*The Kariba plunge pool is extraordinary because of its depth. As a result of long spilling periods during several years, the jets generated by the sluice spillway progressively scoured a plunge pool hole with a current bottom at about 80 m below the normal tail water level (Figure 1).*

*In 2010, LCH in collaboration with Aqua Vision Engineering performed a detailed study of the deep scour of the plunge pool generated by historic spilling operations and identified and optimized different reshaping configurations in order to mitigate future erosion.*



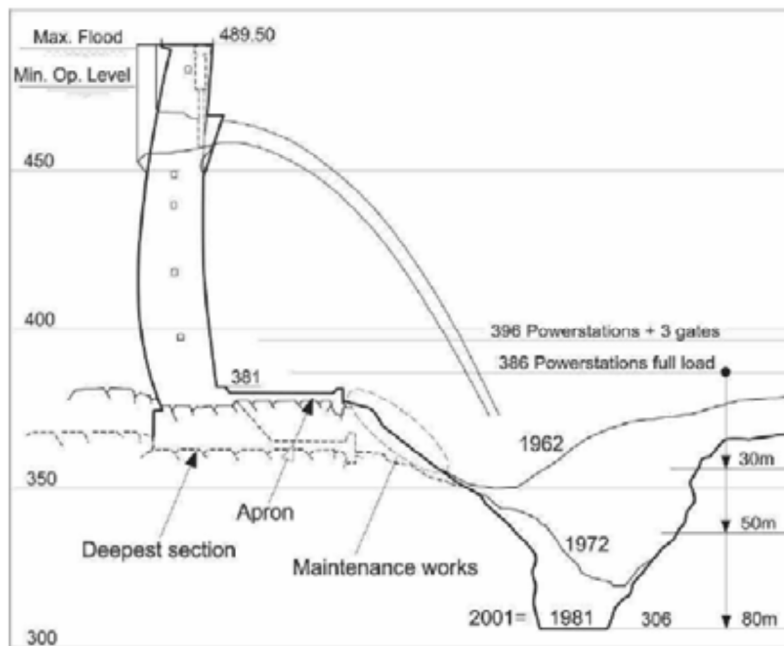


Figure 1: La fosse de dissipation à l'aval du barrage.

Figure 1: Plunge pool development downstream of the Kariba dam.

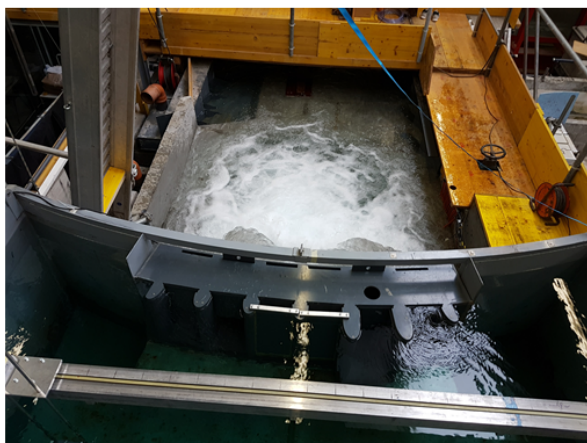
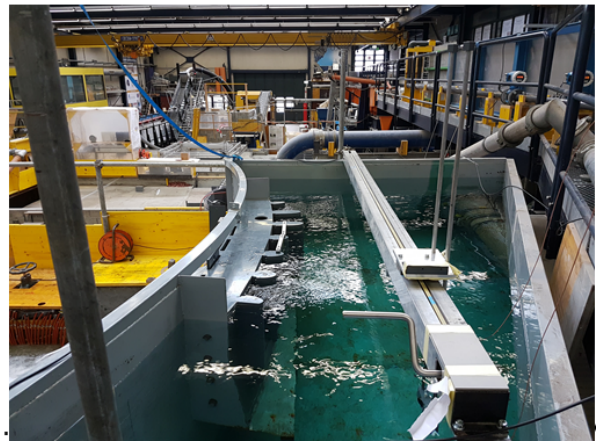
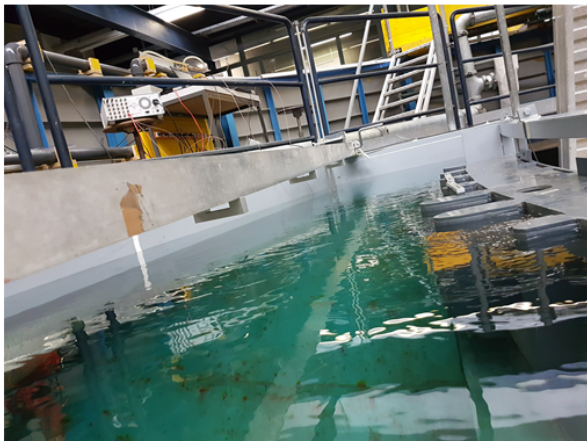


Figure 2: Modèle en opération,

Figure 2: Model in operation.

Après plusieurs années d'exploitation, les orifices du déversoir ont été endommagés. Afin de

Due to the decades of exploitation, spillway orifices were damaged. In order to repair damaged spillway orifices, needle stop-log are envisioned

réparer ces orifices et pour bloquer temporairement les déversoirs pendant les travaux, des batardeaux en aiguilles sont prévus. Les batardeaux temporaires sont maintenus en place par des forces hydrostatiques agissant sur eux. L'étanchéité est garantie à l'aide d'une membrane sur la face amont du batardeau. Le but de cette étude est donc de s'assurer que la membrane ne sera pas exposée à des pressions négatives et reste à sa place pendant les travaux de réparation des vannes.

Dans le cadre des essais complémentaires, deux types de mesures ont été réalisées : des mesures de pression sur la plaque du batardeau et des mesures de vitesse dans la zone d'approche du barrage. Plusieurs configurations de batardeau et différents niveaux d'eau et d'ouvertures des vannes adjacentes ont été testées (Figure 2).

*for blocking the spillways temporarily during the repair works. The new temporary stop-log is held in place by hydrostatic forces acting upon it and is sealed using a membrane on its upstream face. The aim of this phase is therefore, to assure that the membrane will not be exposed to negative pressures and remains at its place during the repair works of the sluice gates.*

*In the framework of present supplementary tests, two types of measurements were performed: pressure measurements on the plate of stop-log and velocity measurements in approaching zone of the dam. Several configurations of needle stop-logs at different water levels and openings of adjacent spillways were tested (Figure 2).*

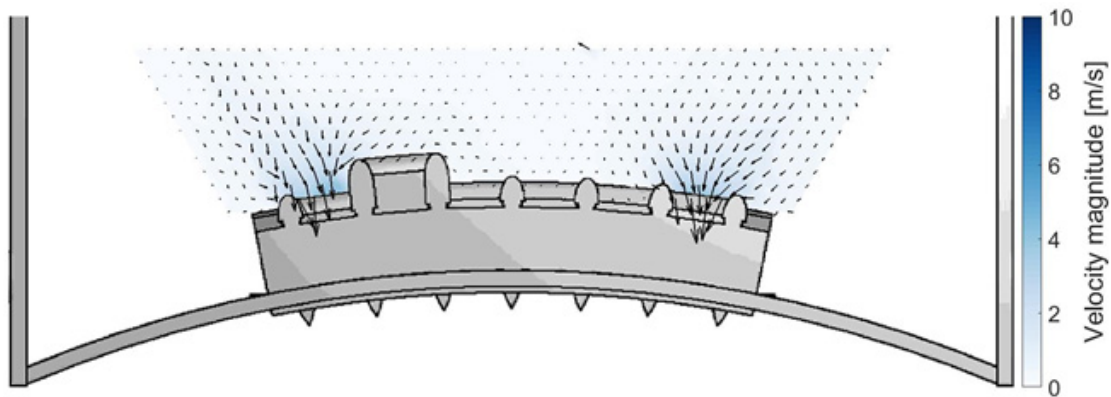


Figure 3: Les champs des vitesses moyennes sur le temps dans la zone d'approche du barrage.

*Figure 3: Time averaged velocity field in approaching zone of the dam.*

Les mesures de pression ont montré que, pour toutes les configurations, les pressions moyennes ont suivi la distribution hydrostatique et que les écarts-types des pressions étaient inférieurs à 1% de la profondeur d'eau disponible. Par conséquent, on peut conclure que les batardeaux n'ont pas été exposés à une pression négative pour les conditions testées. En outre, les mesures de vitesse (e.g. Figure 3) dans la zone d'approche du barrage ont montré que les magnitudes de vitesse dans la zone devant les batardeaux sont faibles et principalement non affectées par le déversement des vannes voisines.

*Pressure measurements have shown that for all configurations time averaged pressure readings followed hydrostatic pressure distribution and standard deviations of pressure reading were less than 1% of the available water depth. Therefore, it can be concluded that the needle stop-logs were not exposed to negative pressure for the tested conditions. Furthermore, velocity measurements (e.g. Figure 3.) in the approaching zone of the dam have shown that velocity magnitudes in the zone of the needle stop-logs are low and mostly unaffected by the spilling of the neighboring sluice gates.*

Client: Zambesi River Authority (ZRA)

*Client: Zambesi River Authority (ZRA)*

Ingénieurs du projet: Ivan Stojnic, Azin Amini et Giovanni De Cesare

*Project Engineers: Ivan Stojnic, Azin Amini and Giovanni De Cesare*



## 1.2.5 Galerie du ruisseau de Broye – étude sur modèles physique / *Stream gallery of the Broye - physical model study*

Le projet « Galerie du ruisseau de la Broye » est un projet de protection contre les crues pour évacuer les eaux du ruisseau de la Broye, ainsi que celles de l'agglomération environnante, dans l'ouest lausannois.

Le bureau d'études RIBI SA a procédé à une analyse détaillée de la situation et a établi un premier concept d'évacuation des eaux basé sur la création d'une galerie d'évacuation (diamètre de 3.0m environ) alimentée par trois puits verticaux et rejetant finalement les eaux dans la Chamberonne sur le site de l'UNIL (Figure 1). Un ouvrage de restitution est prévu à cet endroit pour contrôler et dissiper l'énergie de l'écoulement arrivant de la galerie.

La complexité des conditions hydrauliques, en particulier des jonctions puits-galerie et galerie-Chamberonne, ainsi que la nécessité de garantir une évacuation contrôlée des eaux en cas de crues, exigent un dimensionnement fiable de cette future infrastructure. Une simulation numérique conduite par la HEIA de Fribourg a permis de vérifier les principes généraux, qui seront contrôlés et affinés sur le modèle physique (Figure 2).

Le modèle installé dans la halle hydraulique du LCH est divisé en 4 éléments. Les trois puits sont reproduits à l'échelle 1/9.77. Une échelle minimale de 1/10 est en effet indispensable lors des études incluant des interactions eau-air. L'ouvrage de restitution et sa transition avec la Chamberonne ont quant à eux une échelle de 1/19.5. Ce changement d'échelle est possible car tous les ouvrages sont testés séparément. Les propriétés de l'écoulement sont reproduites à l'échelle d'après la similitude de Froude. Les conditions de bord sont garanties par des longueurs de galerie à l'amont et à l'aval des puits, ainsi qu'à l'amont de la restitution, d'au moins 10x son diamètre.

*The project "Galerie du Ruisseau de Broye" has the aim of reducing the risk of flood in the urban area located west of Lausanne by creating a new infrastructure to collect the water of the Broye stream and the runoff water of the urban area.*

*The engineering office RIBI SA has already analyzed the context and proposed a concept based on the construction of a new gallery (inside diameter of approx. 3m) to collect the stream and the rainwater. This gallery will receive the water from 3 vertical shafts, and finally reconstitute the discharge into the Chamberonne on the UNIL campus (Figure 1). A release structure is planned at this point to control and dissipate the energy of the flow exiting the gallery.*

*The complex hydraulic conditions, particularly the junctions shafts-gallery and gallery-Chamberonne, and the necessity to guaranty a safe and controlled behavior of the structures during a flood event require a precise design. A numerical simulation conducted by the HEIA Fribourg has set the main characteristics of the futur infrastructure, which will be tested and refined with the physical model (Figure 2).*

*The physical model is divided in 4 parts. The three vertical shafts are built at the scale 1/9.77. Indeed, a minimal scale of 1/10 is necessary to study the behavior of hydraulic structures exposed to air-water interactions. The release structure and the junction with the Chamberonne is represented at the scale 1/19.5. Using different scales is made possible by testing separately all 4 parts of the model and it contributes to the optimal use of the available space in the laboratory. The flow characteristics are reproduced regarding the Froude similarity. The influence of the boundary conditions is reduced by a length of the gallery equal to 10x its diameter at the up- and downstream ends of each structure.*

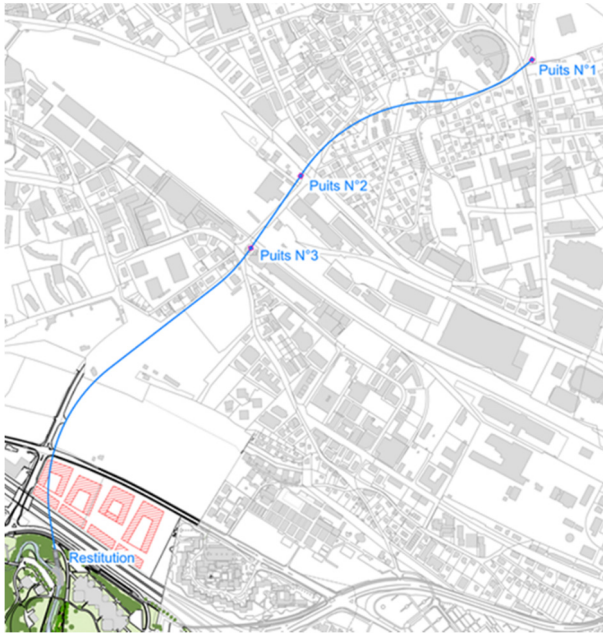


Figure 1: Modèle physique de la centrale hydroélectrique de Rhinau / Physical model of the Rhinau hydropower station.

Une série d'essais préliminaires permettra d'établir un diagnostic général du fonctionnement hydraulique des éléments du système. Des ajustements géométriques pourront être effectués si nécessaire, puis une deuxième phase d'essais systématiques sera documentée en détails. Les niveaux d'eau, les pressions et les débits d'air seront observés et enregistrés pour des configurations couvrant de 10 à 100% du débit de dimensionnement (63 m<sup>3</sup>/s pour la galerie, 65 m<sup>3</sup>/s pour la Chamberonne).

Le modèle a été mis en place durant l'automne 2017. Les tests seront effectués dès le début de 2018.

Etude confiée par : Ville de Renens

Ingénieurs du projet : Pierre Bourqui et Giovanni De Cesare



Figure 2: Puits N°3 et l'ouvrage de restitution / Shaft N°3 and restitution structure.

*Preliminary testing will allow a general assessment of the hydraulic efficiency of each system part. Design modifications will take place if needed, before a second phase of fully documented systematic testing. The water levels, the pressures and the air flows will be observed and recorded for discharges between 10 and 100% of the design discharges (63m<sup>3</sup>/s for the gallery, 65 m<sup>3</sup>/s for the Chamberonne).*

*The model has been constructed during the fall of 2017. The tests will start at the beginning of 2018.*

*Funding: City of Renens*

*Project engineers: Pierre Bourqui and Giovanni De Cesare*

### 1.2.6 **Simulation numérique de la prise d'eau M5 de l'ancienne centrale hydroélectrique de Hagneck avec Flow3D / Numerical simulation of the Hagneck hydroelectric power plant M5 water intake using Flow 3D**

L'ancienne centrale hydroélectrique de Hagneck comportait cinq entrées de turbine. Après la construction de la nouvelle centrale, le débit d'eau est dirigé vers le nouveau. Une seule turbine M5 est encore utilisée pour générer de

*The old powerhouse of the Hagneck hydroelectric project had five turbine inlets. After construction of new powerhouse, the water volume is directed towards the new one. One single turbine M5 is still used to generate*

l'électricité dans l'ancienne centrale, ce qui permet un débit minimal dans la zone revitalisée en aval. Le débit à travers cette ouverture est de 35 m<sup>3</sup>/s. Le canal trapézoïdal d'une section de 42.0m x 5.5m et d'une longueur de 130m a été conçu pour un écoulement d'approche uniforme vers les cinq unités précédentes. Aujourd'hui, la production d'énergie est faite à travers une seule unité seulement à l'extrême droite du canal. Par conséquent, la formation d'un fort vortex de surface ne peut pas être évitée en raison d'un écoulement d'approche non négligeable à partir du côté gauche. L'objectif de l'étude est de tester des modifications géométriques simples à côté de la grille d'entrée afin de réduire le vortex. Les simulations numériques de l'écoulement ont été réalisées à l'aide du logiciel Flow 3D.

Les simulations ont été réalisées pour quatre cas respectivement, soient l'ouvrage d'origine, avec une paroi de guidage arrondie verticale et deux parois de guidage arrondies inclinées à 45° du côté gauche de la prise d'eau. Les simulations avec Flow 3D permettent de déterminer le comportement d'écoulement et les tourbillons à l'entrée de la turbine et de comparer le résultat de la réduction des tourbillons et des pertes de charge. L'amplitude de la vitesse, la vorticité verticale et l'intensité de la formation du vortex de surface sont extraites pour comparer les configurations testées. La réduction des pertes de charge a un effet direct sur l'efficacité de la centrale.



Figure 1: Grande vortex de grande surface à l'entrée de la turbine M5 / Large surface vortex at the turbine M5 inlet opening.

Etude confiée par: Société Centrales électriques du lac de Bienne SA, BIK

Ingénieurs de Projet: Anil KC et Giovanni De Cesare

electricity from old powerhouse allowing the minimal flow in the downstream revitalized reach. The discharge through this opening is 35 m<sup>3</sup>/s. The trapezoidal canal of a section 42.0m x 5.5m and a length of 130m has been designed for uniform approach flow to the former five units; today power production is made through one single unit only at far right end of the canal. Therefore, the formation of a strong surface vortex cannot be avoided due to a non-negligible approach flow from the left side. The objective of the study is to test simple geometrical modifications alongside the trash rack in order to reduce the vortex. The numerical simulations of the flow were performed using FLOW 3D software.

The simulations were performed for four cases respectively the original inlet opening, vertical rounded guide wall, and two 45° inclined rounded guide walls at left side of the water intake. The FLOW 3D simulations allow determining the flow behavior and vortices at the turbine inlet and comparing the result for the regarding the reduction of vortices and head losses. The velocity magnitude, Z-vorticity and intensity of surface vortex formation are extracted to compare the tested configuration. Head loss reduction has a direct effect on the efficiency of the power plant.

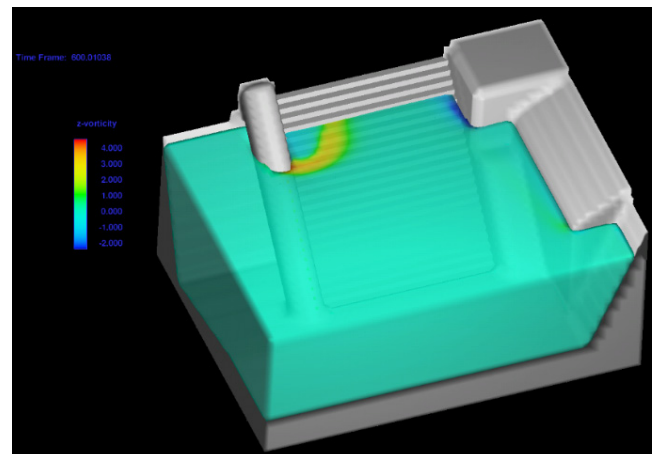


Figure 2: Vorticité verticale fortement réduite après l'installation d'une nouvelle paroi de guidage arrondie et inclinée / Strongly reduced Z-vorticity after installation of new inclined rounded guide wall.

Study entrusted by: Bielersee Kraftwerke AG, BIK

Project engineers: Anil KC and Giovanni De Cesare

## 2 Enseignement / Teaching

### 2.1 Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2016/2017) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2016/2017)

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

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

---

Ouvrages hydr. et aménagements hydroélectriques <i>Hydraulic and hydroelectric structures and schemes</i> 115 étudiants/ <i>students</i>	42 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> semestres avec Dr P. Manso
Barrages et ouvrages hydrauliques annexes <i>Dams and appurtenant hydraulic structures</i> 57 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> semestres
Hydraulique fluviale et aménagements des cours d'eau <i>Fluvial hydraulics and river training works</i> 48 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> semestres avec Dr K. Blanckaert
Organisation, économie et droit de la construction I <i>Organisation, économie, construction law I</i> 81 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> 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> 18 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Master 2 <sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> semestres Prof. J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargés de cours
Ouvrages et aménagements hydrauliques <i>Hydraulic structures and schemes</i> 88 étudiants / <i>students</i> (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 <sup>ème</sup> 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> 14 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre
---	---

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

---

Ouvrages et aménagements hydrauliques <i>Hydraulic structures and schemes</i> 88 étudiants / <i>students</i> (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 <sup>ème</sup> semestre avec Prof. A. Schleiss et Dr M. Franca
Réseaux hydrauliques et énergétiques <i>Hydraulic and energy networks</i> 44 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 <sup>ème</sup> et 4 <sup>ème</sup> semestres



---

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

---

Ouvrages et aménagements hydrauliques  
*Hydraulic structures and schemes*  
88 étudiants / *students* (GC/SIE)

70 heures, Bachelor 6<sup>ème</sup> semestre  
avec Prof. A. Schleiss et Dr G. De Cesare

---

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

---

Ouvrages hydr. et aménagements hydroélectriques  
*Hydraulic and hydroelectric structures and schemes*  
115 étudiants/ *students*

42 heures, Master 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> semestres  
avec Prof. A. Schleiss

---

**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*  
48 étudiants / *students*

42 heures, Master 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> semestres  
avec Prof. A. Schleiss

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

---

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

---

Eco-morphologie fluviale  
*Fluvial eco-morphology*  
30 étudiants / *students*

28 heures, Master 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> semestres  
avec Dr M. Franca

---

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

---

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

14 heures, Bachelor 6<sup>ème</sup> semestre  
avec Dr P. Tosolini et Prof. J.L. Scartezzini

---

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

---

Eco-morphologie fluviale  
*Fluvial eco-morphology*  
30 étudiants / *students*

28 heures, Master 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> semestres  
avec Prof. A. Schleiss

## 2.2 Cours hors EPFL / Courses outside EPFL

### **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*

Aménagements hydrauliques / *Hydraulic schemes* 84 heures

Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 3/4<sup>èmes</sup> années

19 étudiants / *students*

Réseaux hydrauliques / *Hydraulic networks* 36 heures

Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 3/4<sup>èmes</sup> années

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

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

---

XXXVI International School of Hydraulics 2017, Jachranka, Poland

*Density currents: theory and experimental results* 8 heures

60 étudiants / *students*

## 2.3 Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2016-2017 et printemps 2017 / Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2016-2017 and spring semester 2017

### Projet de construction / *Construction project*

---

#### **Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse**

Etudiants : Zimmermann Marc, Cloesen Hanne – 8<sup>ème</sup> semestre

#### **Optimisation d'un réseau de distribution d'eau potable**

Etudiant : Boulicault Gaël – 9<sup>ème</sup> semestre

#### **Projet de barrage, avec ses ouvrages annexes en Suisse ou à l'étranger**

Etudiants : Del Drago Filippo, Mark Angela – 8<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Merz Jon, Sannicandro Dany – 7<sup>ème</sup> semestre

Etudiant : Nejjar Ali – 8<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Ellwanger Martin, Lang Anthony – 9<sup>ème</sup> semestre

### Laboratoire GC / *GC Laboratories*

---

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

Etudiants : Delessert Nicolas, Bendahane Housni – 8<sup>ème</sup> semestre

Etudiants : Jordan, Marius, Monay Blaise, Bienz Maxime, Sommer Damien – 9<sup>ème</sup> semestre

### Projet de systèmes civils / *Civil system project*

---

#### **Preparing a probabilistic flow forecasting setup for the Upper Zambezi River**

Etudiante : Dia Dieynaba Anne – 9<sup>ème</sup> semestre

#### **Evolutionary optimisation of water distribution networks**

Etudiant : Qadiri Malik – 9<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiant: Sannicandro Dany – 8<sup>ème</sup> semestre

### Projet GC / *Civil Engineering project*

---

#### **Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse**

Etudiant : Egolf Cédric – Passerelle HES-GC

### Projet interdisciplinaire / *Interdisciplinary project*

---

#### **Barrages et développement : un nouveau cadre pour la prise de décision**

Etudiante : Camir Chaymae – 7<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Müller Livia, Zahiri Mohammed – 7<sup>ème</sup> semestre

Etudiants : Detsouli Mohamed, Kasmi Jonas, Nejjar Ali, Zahiri Mohammed, Konde Romain, Haftgoli Bakhtiari, Ribet Hugo – 8<sup>ème</sup> semestre

#### **Le barrage Grande Renaissance, sur le Nil**

Etudiant : Benali Ali – 8<sup>ème</sup> semestre

#### **Le projet de barrage des Trois-Gorges, en Chine**

Etudiante : Rossignon Céline – 8<sup>ème</sup> semestre

Etudiante : Leroquais Anne – 9<sup>ème</sup> semestre

**Le franchissement des obstacles à la migration piscicole. La solution de l'ascenseur à poissons**

Etudiant : El Abbassi Mohamed-Amine – 8<sup>ème</sup> semestre

Etudiant : Aguetant Grégoire – 10<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiant : Nosedà Mattia – 9<sup>ème</sup> semestre

**Correction des eaux du Jura**

Etudiant : Rezonico Mirko – 9<sup>ème</sup> 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 : Beltrami Enea – 9<sup>ème</sup> semestre

Etudiants : Fostel Alice, Henault Vincent – semestre d'échange

**Histoire de l'aménagement des eaux dans les Alpes suisses**

Etudiant : Leclerc Antoine – semestre d'échange

**Stabilisation végétale des rives de cours d'eau**

Etudiant : Mercier Jason – semestre d'échange

*Projet ENAC / ENAC project*

---

**Impact of large reservoirs on environment – projet ENAC + Summer workshop en Iran**

Etudiants : Martin Jorel, Schmid Nicola, Müller Livia, Fessler, Yannick, Souvin Arthur – 8<sup>ème</sup> semestre

**Libéralisation du marché d'électricité en Suisse**

Etudiants : Giovanni Marco, Pace Daniel – 6<sup>ème</sup> semestre

Etudiant : Freymond Thibault – 7<sup>ème</sup> semestre

**Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse**

Etudiant : Biedermann Joël – 9<sup>ème</sup> semestre

## **2.4 Projets et laboratoires des autres sections – semestres d'hiver 2016-2017 / Graduate student projects and laboratory work in other sections – winter semester 2016-2017**

*Projet SIE / Environmental science and engineering project*

---

**Projet d'aménagement et de renaturation de cours d'eau en Suisse romande**

Etudiant : Chambovey Loïc – 9<sup>ème</sup> semestre

*Projet en énergie / Project in energy*

---

**Le risque de guerre de l'eau au proche-orient**

Etudiant : Norcaro Alexandre – 7<sup>ème</sup> semestre

*Déclaration théorique / Theoretical statement (linked to Master Project)*

---

**Strategies for Japan's precarious coastline**

Etudiant d'Architecture : Tanigaki Hiroki – 9<sup>ème</sup> semestre



## 2.5 **Travaux de Master 2016-2017 (Automne) et 2017 (Printemps) / Master thesis project 2016-2017 (Autumn) and 2017 (Spring)**

**Centrale du Bief-Rouge et récupération des eaux du tunnel du Mont d'Or**

Diplômant GC : Masnada Anthony

**Renouvellement de l'aménagement hydroélectrique de Ritom**

Diplômant GC : Chamkhi Mourad

**Backtracing the source of outlying chemical species in water distribution systems: modelling against the flow**

Diplômant GC : Balas Nicolas

**Kraftwerk Juchli**

Diplômant GC : Bienz Maxime (student poster award at the SCCER-SoE annual conference 2017)

**Assainissement d'un barrage voûte ou poids-voûte subissant un gonflement du béton (reaction alkali-granulats)**

Diplômant GC : Del Drago Filippo

**Analysis of the impact of hazard interactions in the risk associated with large Alpine dams**

Diplômante GC : Dia Dieynaba Anne

**Exploitation optimale de la force hydraulique de la Plessur dans les Grisons (CH)**

Diplômant GC: Glassey Thomas

**Aménagement hydroélectrique 700 MW et barrage de Khudoni en Géorgie**

Diplômant GC : Jordan Marius

**Evaluation de l'effet d'une crue artificielle et de l'augmentation des sédiments sur la morphologie dans une rivière avec un débit résiduel**

Diplômant GC : Maître Anthony

**Evaluation du potentiel d'augmentation du stockage saisonnier d'énergie en Suisse en vue des changements climatiques**

Diplômant GC : Monay Blaise (Lauréat Prix de l'Etat de Vaud)

**Augmentation de la flexibilité d'exploitation d'aménagements hydroélectriques de haute-chute au fil de l'eau en Valais**

Diplômant GC : Morand Grégory

**Projet de confortement d'un barrage poids en maçonnerie présentant une légère courbure en plan**

Diplômante GC : Nicolle Armelle

**Upstream erosion at Piano Key weirs**

Diplômant GC : Nosedà Mattia (Lauréat Prix IM)

**Identification de zones d'accumulation de sédiments fins à l'aval de canalisations de rejets pluviaux**

Diplômant GC : Thury Isaac

**Aeration of bottom outlets**

Diplômant GC : Dubuis Romain (Echange à l'ETHZ)

**Overtopping of embankment dams from landslide generated waves**

Diplômant GC : Biedermann Joël (Echange à la NTNU Trondheim)

**Modification of hydropower storage operation to cope with climate change effects in Switzerland**

Diplômant SIE: Chambovey Loïc

## Modification of hydropower storage operation to cope with climate change effects in Switzerland

Diplômant SIE: Mentha Max

## Influence of Bank Macro-Roughness Elements on Suspended Sediment Transport in Open-Channel Flow

Etudiante d'échange de l'ETHZ: Bühlmann Iria

## Influence of Bank Macro-Roughness Elements on suspended sediment transport under unsteady flow conditions

Etudiant d'échange de l'ETHZ: Thalmann Matthias

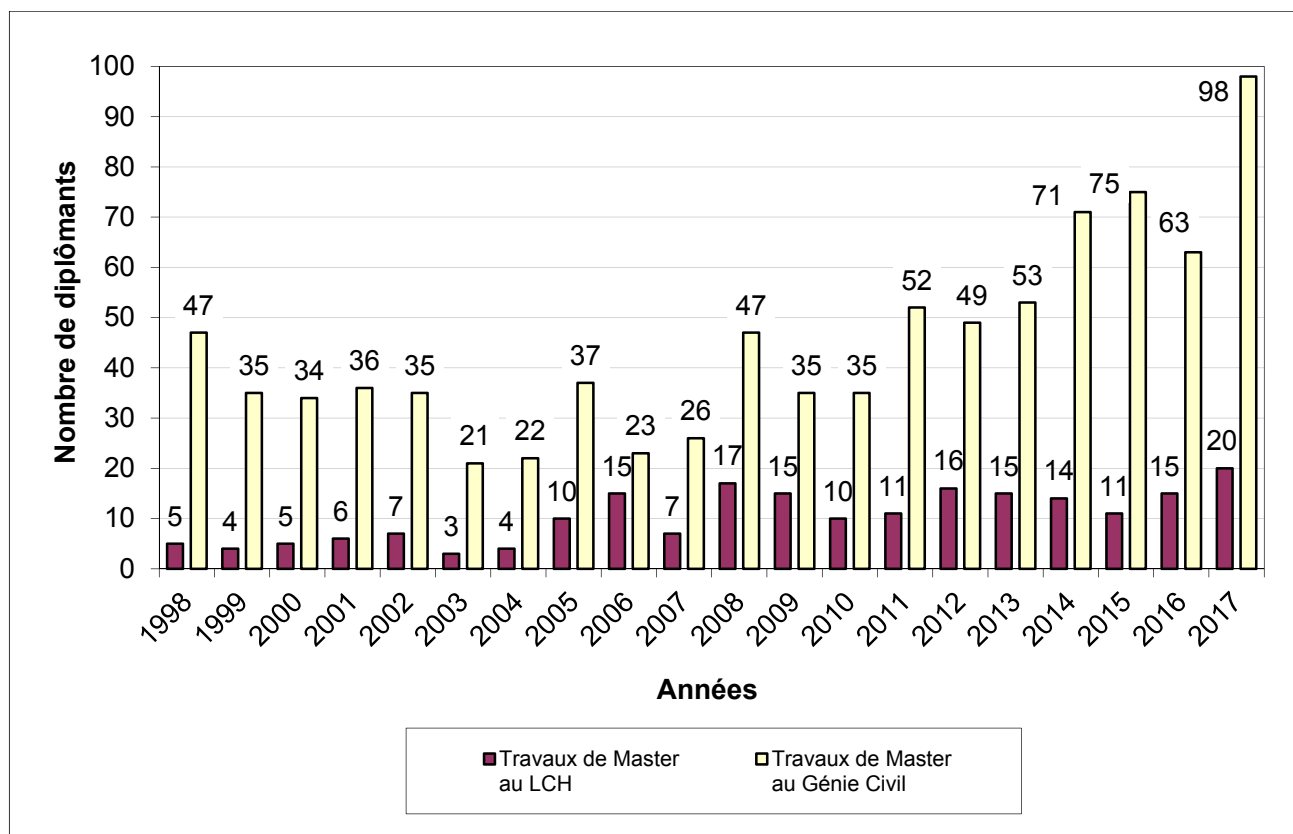
## Deposition in sediment traps

Exchange student from University of Trento: Reffo Alessandro

## Accompagnement travaux de master en architecture

## Stratégies architecturales de défense contre le risque de tsunami pour la ville de Yaizu au Japon

Diplômant AR : Hiroki Tanigaki



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, sans Erasmus).

## 2.6 Excursions d'étudiants / *Student field trips*

### 2.6.1 Visite des centrales souterraines de Veytaux I et II des Forces Motrices Hongrin-Léman S.A., 29.05.2017

Lundi 29 mai 2017, les étudiants du cours Master GC et mineur en énergie "Réseaux hydrauliques et énergétiques" ont pu visiter les deux centrales souterraines de Veytaux I et II des Forces Motrices Hongrin-Léman SA. Fondées en 1963, les Forces Motrices Hongrin-Léman SA (FMHL) ont créé un aménagement hydroélectrique à accumulation et de pompage-turbinage. Les principaux ouvrages sont le barrage de l'Hongrin, situé dans les Préalpes vaudoises, ainsi que deux centrales de pompage-turbinage souterraines aux abords du lac Léman. Les actionnaires des FMHL et leurs parts respectives dans la société sont : Romande Énergie, Alpiq, Groupe-e ainsi que la ville de Lausanne.

Les installations des Forces Motrices Hongrin-Léman SA sont exploitées, sur mandat, par la société Hydro Exploitation SA dans le cadre du Groupement d'Exploitation Hydraulique Riviera-Chablais.

D'une puissance de 480 MW, dont 60 MW de réserve, l'aménagement produit environ un milliard de kilowattheures d'énergie de pointe par an, soit l'équivalent de la consommation de près de 300'000 ménages.



Le groupe dans l'ancienne usine de Veytaux I.



Photo de groupe avec la turbine Pelton de réserve de Veytaux II.



Après avoir visionné de deux films au sujet de l'aménagement existant et nouveau, les étudiants se sont d'abord rendus dans l'ancienne usine de Veytaux I avec ses quatre groupes pompe-turbine à axe horizontale. La deuxième partie de la visite concernait l'usine de Veytaux II avec deux groupes pompe-turbine à axe verticale.

L'excursion s'est terminée par un apéro de fin de cours dans la salle de conférence de FMHL à Veytaux.



Photo de groupe devant l'impressionnante pompe de Veytaux II.

### 2.6.2 Visite de l'aménagement hydroélectrique de Hagneck, 09.10.2017

Lundi 9 octobre 2017, les étudiants du cours Master GC "Ouvrages hydrauliques et aménagements hydroélectrique" ont pu visiter le barrage de Hagneck sur les rives du lac de Bienne.

Les Forces Motrices du Lac de Bienne (Bielersee Kraftwerke AG BIK en allemand), dont la ville de Bienne et l'entreprise BKW Energie SA sont en parité, ont renouvelé de 2011 à 2015 l'ancien aménagement hydroélectrique de Hagneck pour plusieurs raisons. Les principales sont : tirer un meilleur

profit énergétique (production de + 35%), concevoir une intégration environnementale améliorée (notamment plusieurs échelles à poisson) et satisfaire aux nouvelles exigences liées à l'évacuation des crues et la sécurité de l'ouvrage.

L'actuelle centrale a été construite suite à la première correction des eaux du Jura. Elle a été mise en service en 1898 et elle a subi depuis de nombreuses adaptations dans sa conception. De plus, l'ensemble du site est répertorié dans l'inventaire du patrimoine suisse des sites construits à protéger (ISOS). Le nouveau barrage avec sa centrale a été mis en service en 2015. La Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage (FP) l'a désigné comme « Paysage de l'année 2017 » pour son aspect d'infrastructures énergétiques.

Sur place, les visiteurs ont eu l'occasion de découvrir l'ancienne comme la nouvelle centrale et le barrage par les deux guides sur place. L'excursion s'est terminée avec un apéro offert par l'exploitant, que nous tenons à remercier chaleureusement.



Photo de groupe, en arrière-plan l'ancienne centrale de Hagneck.

### 2.6.3 Excursion aux barrages de Rossens et de Schiffenen avec les étudiants du génie civil, 28.11.2017

Dans le cadre du cours de barrages du Prof. Schleiss, une visite des barrages de Rossens et de Schiffenen a été organisée pour les 39 étudiants. Ces deux barrages-voûtes sous gestion de **groupe e** se situent sur le cours de la Sarine, dans le Canton de Fribourg. Les étudiants, étonnés par la grandeur des structures, ont bien profité pour voir en 3D ce qu'ils ont appris dans leurs livres. Tout au long de l'après-midi, ils ont été accompagnés par des ingénieurs responsables sur les deux sites.

Ils ont ainsi reçu toutes les explications nécessaires sur les composantes majeures d'un barrage (e.g., centrale électrique, vannes, système de contrôle par pendule, vidange) et ont eu la chance de découvrir ses « coulisses » à l'intérieur. Après une courte ouverture d'un vidange de fond à Schiffenen, un apéro était offert le soir par groupe e avant de retourner à l'EPFL.





**Photo de groupe devant le barrage de Rossens.**

## 2.7 Livres / Books

Anton J. Schleiss et Henri Pougatsch

**Barrages - Du projet à la mise en service**, Traité de Génie Civil, Volume 17, PPUR, 714 pages, ISBN 978-2-88074-831-9, disponible aux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes ([www.ppur.com](http://www.ppur.com))

Willi H. Hager et Anton J. Schleiss

**Constructions hydrauliques – Ecoulements stationnaires**, Traité de Génie Civil, Volume 15, PPUR, 614 pages, ISBN 978-2-88074-746-6, disponible aux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes ([www.ppur.com](http://www.ppur.com))

W. Haeberli, M. Bütler, C. Huggel, H. Müller et A. Schleiss

**NELAK (2013) : Neue Seen als Folge des Gletscherschwundes im Hochgebirge – Chancen und Risiken. Formation de nouveaux lacs suite au recul des glaciers en haute montagne – chances et risques**, Forschungsbericht NFP 61, Zürich, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 300 pages, ISBN 978-3-7281-3534-6, disponible à vdf Hochschulverlag AG ([www.vdf.ethz.ch](http://www.vdf.ethz.ch))

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

S. Erpicum – F. Laugier – M. Ho Ta Khanh - M. Pfister

**Labyrinth and Piano Key Weirs III – PKW 2017**, CRC Press, Taylor & Francis Group, London. ISBN 978-1-138-05010-5 (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](mailto:poly@llf.ch), <http://www.livres.ch/>

**Aménagements de cours d'eau**, 130 pages, septembre 2012  
disponible à la Librairie la Fontaine, vente des cours: [poly@llf.ch](mailto:poly@llf.ch), <http://www.livres.ch/>

Mouvet Laurent, Schleiss Anton et Zufferey Jean-Baptiste

**Organisation, économie et droit de la construction**, 103 pages, septembre 2013, disponible à la Librairie la Fontaine, vente des cours: [poly@llf.ch](mailto:poly@llf.ch), <http://www.livres.ch/>

### **3 Manifestations scientifiques / *Scientific events***

#### **3.1 Participation à des manifestations scientifiques hors EPFL (exemples sélectionnés)**

##### **3.1.1 Symposium APRH, Lisbonne, 18.01.2017**

Le 18 janvier, le Dr Pedro Manso a participé au symposium sur « Les perspectives d'avenir des aménagements hydrauliques au Portugal » organisé par l'Association Portugaise des Ressources en Eau (APRH), en tant que membre de la commission technique « Eau et énergie » et rapporteur des séances sur (i) l'hydroélectricité et (ii) la compatibilisation des usages de l'eau (aménagements à buts multiples).

##### **3.1.2 5<sup>th</sup> SediTrans Workshop at Instituto Superior Tecnico, Lisbon (19-20.01.2017)**

The 5<sup>th</sup> Workshop related with Seditrans Project took place from the 19<sup>th</sup> to 20<sup>th</sup> January 2017 at the Instituto Superior Tecnico (IST) in Lisbon. The PhD Jessica Zordan, Post-Doc Carmelo Juez and the Research Associate Mário Franca participated. The research advancements of the members of the project were presented by the each PhD student and Postdoc and then discussed thoroughly among all the participants. In addition, Claudia Adduce from University Roma 3 was invited to give a talk about the field of research in which she is specialist: the presentation was entitled "Gravity currents flowing up a slope". The workshop was a useful occasion for discussions in view of the final meeting, which will take place in Greece next summer, and will bring to completion the project.

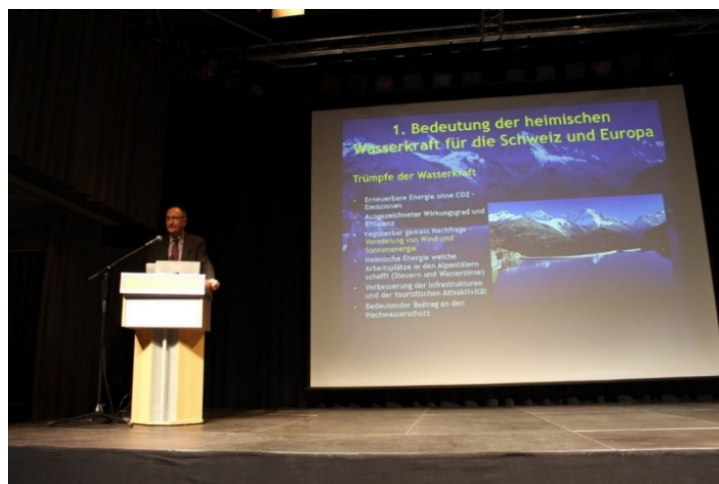
##### **3.1.3 Haute école d'ingénierie et d'architecture HEIA-FR, 25.01.2017**

Sur invitation, M. Schleiss a présenté dans le cadre des conférences de génie civil une conférence intitulée : « Contribution de la recherche au développement des barrages et réservoirs comme aménagements hydrauliques vitaux ». La conférence a été suivie par environ une centaine de personnes. Plus d'information : [https://www.heia-fr.ch/epublisher/upload/GC\\_Conferencebarrage.pdf](https://www.heia-fr.ch/epublisher/upload/GC_Conferencebarrage.pdf)

##### **3.1.4 Energie-Apéros Wallis : Zukunft der Wasserkraft: Marktchancen, Potenziale, Umweltschutz, Brig-Glis, 07.03.2017**

Au premier *Energie-Apéros Wallis* 2017 qui a attiré plus de 150 personnes M. Schleiss a été invité à donner une conférence intitulée : *Die Bedeutung des Ausbaus alpiner Speicherseen für eine sichere und konkurrenzfähige Stromversorgung* (L'importance de l'extension des retenues alpines pour un approvisionnement en électricité fiable et concurrentiel). Pour plus d'informations et transparents des conférences : [www.energie-aperos-wallis.ch](http://www.energie-aperos-wallis.ch).





Prof. Schleiss au Energie-APéro Wallis : "L'importance de l'extension des retenues alpines pour un approvisionnement en électricité fiable et concurrentiel".

### 3.1.5 Third Labyrinth and Piano Key Weir Workshop, Vietnam, Février 2017

Fin février 2017, le troisième *Labyrinth and Piano Key Weir Workshop* a eu lieu au Vietnam. Suivant la tradition des deux premiers Workshops à Liège en 2011 et Paris en 2013, le LCH a de nouveau co-organisé l'évènement. Une bonne 60aine de participants, particulièrement des membres du Comité Vietnamien des grandes barrages, y ont pris part. Les deux jours de présentations étaient suivis d'une visite technique du barrage PKW Van Phong et du barrage RCC Dinh Binh. L'approvisionnement en eau d'irrigation a exprès été diminué pour montrer les évacuateurs de crue en fonction aux visiteurs. Pour le LCH, Michael Pfister a participé, comme membre du LOC, du comité scientifique, chairman et conférencier. Il a donné deux présentations intitulées : « Toe scour formation at Piano Key weirs » et « Piano Key weir as overflow on sedimentation basin of wastewater treatment plant ».



Troisième Labyrinth and Piano Key Weir Workshop, photo de groupe.

### 3.1.6 Séances du groupe de travail du CSB, 03.03. et 05.05.2017

Les 3 mars et 5 mai le Dr Pedro Manso a coordonné des séances du groupe de travail du Comité Suisse des Barrages chargé des « Purges et vidanges de retenues », en tant que président. Le groupe a préparé un questionnaire sur la pratique opérationnelle des exploitants (envoyé début 2018) et prépare un événement sur invitation qui aura lieu en mai 2018.

### 3.1.7 Africa 2017. Water Storage and Hydropower Development for Africa International Conference and Exhibition, 14-16.03.2017

The Africa 2017 conference took place from the 14th to the 16th of March 2017 in Marrakech, Morocco. Prof. Anton Schleiss represented the Laboratory of Hydraulic Constructions at the highest level, doubling his role as President of ICOLD (International Commission on Large Dams).

The conference aimed to be an opportunity for consultants, researchers, contractors and suppliers to share their expertise and contribute to the advancement of water and energy schemes in African nations.

More than 700 people from 67 countries attended the event. Several topics related to hydropower were addressed in the conference, namely: capacity building, construction, dam safety, design, environment, financial issues, floods, hydrology and climate, hydropower developments and potential in the continent, machinery, materials, pumped storage, rehabilitation, sedimentation, and small hydro.

Prof. Anton Schleiss emphasized the role dams will play in the development of the continent in his keynote speech, entitled "The century of equitable welfare increase in Africa thanks to dam and reservoir development". José Pedro Matos presented two works by the LCH in the "Hydrology and Climate Issues" session, chaired by Prof. Anton Schleiss. An audience of researchers, designers, and dam operators met with interest the presentations entitled "A free and state-of-the-art probabilistic flow forecasting tool designed for Africa" and "A look at new and existing hydropower projects on the Zambezi under climatic uncertainty".



Delegates at the conference's social events.



Guest of Honour at the AFRICA 2017 Opening Ceremony was H.E. Mme Charafat Afailal, Minister of Water of the Kingdom of Morocco. She drew attention to the huge unexploited hydro potential in Africa, noting that it was the leading source of renewable energy and could bring multiple benefits to the African population.



ICOLD President, Prof. Anton Schleiss of Switzerland, stressed the importance of the nexus approach in improving water, energy and food security, during his opening address to the conference.



After the first part of the plenary opening session, H.E. Minister Charafat Afailal officially opened the AFRICA 2017 Exhibition, and walked around to meet the exhibitors, accompanied by ICOLD President Anton Schleiss and Secretary Michel de Vivo of ICOLD.

### 3.1.8 **Workshop CRUEX++, 20-21.03.2017 et 27-28.03.2017**

Lors de deux workshops, la méthodologie CRUEX++, résultant de 25 ans de recherche, a été exposée aux ingénieurs et autres professionnels du domaine des ouvrages hydrauliques s'intéressant aux simulations de crues extrêmes. Le 20 et 21 mars, le workshop a eu lieu en français à Lausanne à l'EPFL alors que les 27 et 28 mars, l'édition allemande du workshop a été tenue à Ittigen à l'OFEN.

M. Schleiss a ouvert les workshops avec une introduction au projet CRUEX++ ainsi qu'avec un bref historique du projet. Puis, M. Darbre et M. Schwager de l'OFEN ont mis en évidence les réquisitions de la nouvelle directive sur la sécurité des ouvrages d'accumulation. M. Zeimetz a ensuite expliqué le concept de la méthodologie CRUEX++ et comment cette dernière s'inscrit dans la nouvelle directive. Les différents éléments scientifiques et pratiques de cette méthodologie ont alors été exposés en détails par M. Fallot, M. Garcia Hernández, M. Jordan ainsi que par M. Zeimetz.

En deuxième partie, le plugin CRUEX++, développé pour le logiciel RS MINERVE, a été présenté. Grâce à cet outil pratique et intuitif à utiliser, les 55 participants ont pu appliquer la méthodologie CRUEX++ à l'étude de cas du barrage de Mattmark pour estimer la crue de sécurité. A travers un modèle hydrologique et hydraulique, les participants ont réalisé des simulations de la plus grande crue possible et de la crue de sécurité basées sur le concept PMP-PMF (probable maximum precipitation – probable maximum flood). En plus, à l'aide du plugin CRUEX++, ils ont pu caler des lois statistiques usuelles et à borne supérieure (tenant compte de la plus grande crue possible) afin de déduire la période de retour de la crue de sécurité.

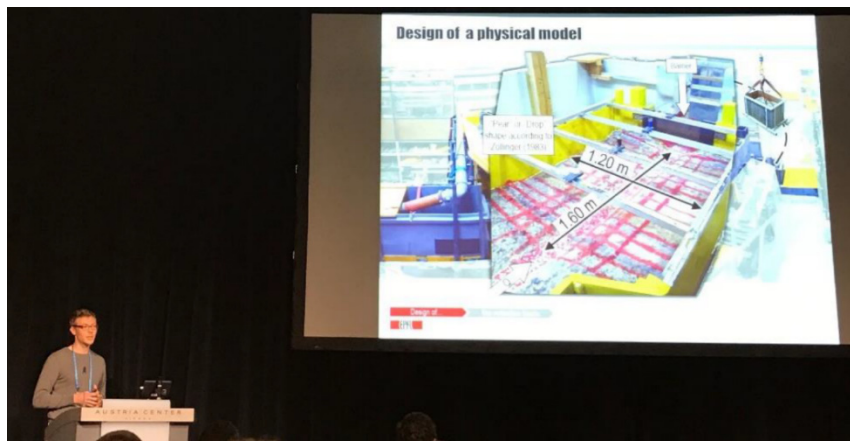


Fränz Zeimetz en train de donner des explications sur l'utilisation du plugin CRUEX++.

### 3.1.9 **European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28.04.2017**

From 23 to 28 of April of 2017, 14'496 researchers from 107 countries gathered in Vienna for the European Geoscience Union General Assembly ([www.egu2017.eu](http://www.egu2017.eu)). Geoscientists shared their research work in 4.849 oral presentations, 11'312 posters and 1'238 short presentations covering different disciplines. Representing LCH, Mário Franca was the co-Convener of two sessions: "Measuring and numerical modelling of hydro-morphological processes in open-water environments" and "Investigation of sediment transport processes due to geophysical flows". Additionally, the researchers Pedro Manso, Sebastián Ludeña, Sebastian Schwindt, Carmelo Juez, Shun Namura and Dora Valente Salgueiro presented their work based on: the study of density currents, morphodynamic processes in open check dams, river confluences and macro-roughness's channels. This international meeting allowed for fruitful discussions and exchange of ideas with researchers from different countries and different backgrounds.





Sebastian Schwindt presenting his research work.

### 3.1.10 Academic visit at the University of Ottawa, Canada, March-May 2017

After winning the EDCE Mobility Award in 2015, Davide got the opportunity to spend three months as visiting Ph.D. student at the University of Ottawa, in Canada's beautiful capital city. During his stay, he got the opportunity to interact and work closely with Prof. Ioan Nistor (previously a visiting professor at LCH) and his research team. In addition to the work related to his thesis Hydrodynamic impact of waves on structures, Davide collaborated on ongoing projects involving the impact of debris on structures, wave impact on pipelines and the effect on debris damming during tsunami events. Prof. Nistor and his research team also organized some extra-academic activities including a visit to the famous Mt. Tremblant (Québec) skiing resort, followed by a typical Canadian meal made of maple syrup.



Canadian Parliament building.



Ioan, Simona and Davide in Mt. Tremblant.



The Campus of the University of Ottawa.

### 3.1.11 XXXVI International School of Hydraulics – Free surface flows and transport processes, Jachranka, Pologne, 23-26.05.2017

Mário Franca a participé comme lecteur invité au *XXXVI International School of Hydraulics* (<http://sh.igf.edu.pl/>), organisé par l'Institut de Géophysique de l'Académie de Sciences Polonaise. La présentation de Mário était intitulée *Density currents : theory and experimental results*. L'école a compté environs 70 participants, dont la majorité étudiante. Les thèmes des contributions, présentés et discutés en session unique, touchaient sur tous les aspects de l'hydraulique, des écoulements en pression, à l'hydraulique fluviale, en passant par l'hydrologie et les aspects hydro-écologiques. Pendant l'après-midi du 24 mai, les participants ont fait une visite au réservoir de Zegrze.



Photo de groupe : XXXVI International School of Hydraulics.

### 3.1.12 SimHydro 2017, Nice, 14-16.06.2017

This year's edition of the SimHydro Series was held from 14<sup>th</sup> to 16<sup>th</sup> of June 2017 at Polytech Nice Sophia, School of Engineering in Sophia Antipolis Technopark near Nice on the French Riviera. Pierre Bourqui and Giovanni De Cesare from the LCH participated in the conference, jointly organized by the Société Hydrotechnique de France (SHF), the University of Nice-Sophia Antipolis (UNSa), the Association Française de Mécanique (AFM), Environmental & Water Resources Institute (EWRI) and the International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR). The general theme of the conference focused on "Choosing the right model in applied hydraulics". Three special sessions were held:

- "Return of Experience - 2015 French Riviera floods"
- "Uncertainty: a real test case on the Garonne river", dealing more particularly on uncertainty quantification, uncertainty propagation through the hydraulic model as well as data assimilation for uncertainty reduction
- "Physical models, their place and their complementarity with mathematical models in order to optimize hydraulic structure modelling". This session was co-organized by Giovanni De Cesare and included a round table discussing "The benefit of physical models: the prescriber's point of view".

LCH was prepresented by Giovanni De Cesare, Paloma Furlan and Pierre Bourqui who did oral presentations of their papers. Giovanni De Cesare chaired the session 1.5a on "Physical and Numerical Modelling Complementarity". On Friday morning, Giovanni De Cesare participated in the workshop "Towards a new generation of Hydraulic Models: Clever, Collaborative, Web-connected", co-organized by SHF and SNCF. The Conference Gala Diner took place on Thursday night in the Palais de la Méditerranée on Nice Promenade des Anglais. The papers of the conference are available on a USB card as well as in the Proceedings of Abstracts. They will also be published in *Advances in Hydroinformatics*.





*Giovanni De Cesare co-presenting with William Castaings from Tenevia the results of the workshop "Towards a new generation of Hydraulic Models: Clever, Collaborative, Web-connected"*



*Round table discussion on "The benefit of physical models: the prescriber's point of view" with Thierry Lepelletier (Hydratec), Sébastien Roux (CNR), Sheila Aboulouard (SIAAP) and Khalid Essyad (BG) with the microphone.*

### 3.1.13 **4<sup>th</sup> International Symposium of Shallow Flows (ISSF), Eindhoven, Netherlands, 26-28.07.2017**

Between the 26<sup>th</sup> and the 28<sup>th</sup> of June the Eindhoven University of Technology hosted the 4<sup>th</sup> International symposium of Shallow water Flows (ISSF). This is one of the major meeting event in the area of environmental fluid mechanics and hydraulics, attracting primarily participants from academia and environmental research institutes.



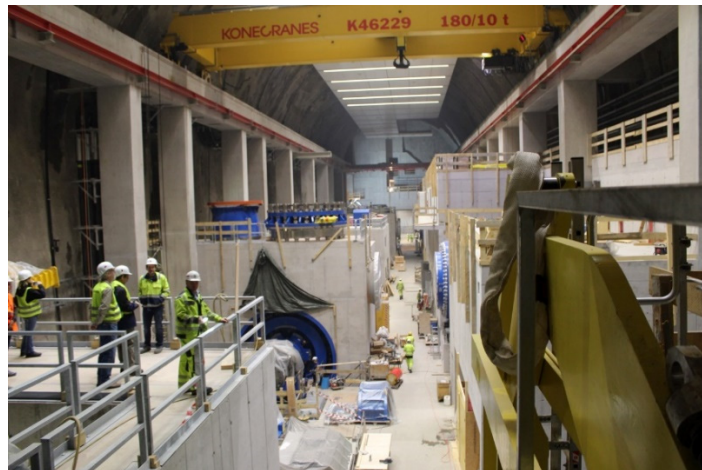
*Carmelo Juez giving his seminar entitled "Morphological response of lateral embayments in the river banks on fine sediment transport".*

The symposium covered several aspects of shallow water flows including: laboratory and numerical studies of fundamental physical processes and transport mechanisms in shallow mixing layers, open channels and wakes, transport of pollutants in shallow water flows, sediment transport and morphodynamics in shallow flows, effects of stratifications and shallow water models for flooding predictions. The LCH was there represented by Carmelo Juez and Sara Venuleo who did an oral presentation

respectively entitled: “Morphological response of lateral embayments in the river banks on fine sediment transport” and “Density and velocity correlation terms in Shallow water equations for density currents”. The conference was a good occasion for constructive discussions and meetings.

### **3.1.14 Atelier en Sécurité des Barrages en Autriche et en Suisse, Dornbirn (Autriche), 28-29.07.2017**

Le LCH a participé aux Journées Techniques organisées par le Groupe de Travail en Surveillance de Barrages du Comité Suisse des Barrages (CSB). Cette année, l'événement était organisé conjointement avec le Comité Autrichien homologue, composé d'une journée de présentations et débats, suivi d'une journée de visites techniques. Le LCH fut représenté par Prof. Dr Anton Schleiss, ancien président du CSB et actuel président de la CIGB/ICOLD et par Dr Pedro Manso, président du groupe de travail du CSB en « Purgés et vidanges de retenues de barrages ». La matinée a été partagée en deux séances sur les bases de sécurité des barrages en Suisse et en Autriche, à la fois pour les grands et les petits ouvrages. Par la suite, les participants ont pu suivre plusieurs présentations de cas concrets, soit de mise en eau d'un barrage (Muttsee en Suisse) soit d'aspects particuliers de surveillance d'ouvrages (Gepatsch en Autriche, Spittallamm en Suisse, Kölbrein et Sölk en Autriche) et d'un glacier surplombant une retenue (glacier de Cambrera en Suisse). Suite aux présentations, une table ronde a eu lieu, animé par Prof. Schleiss, sur le sujet « Le concept de sécurité : trop peu – suffisant – trop ».



Les participants ont poursuivi leurs discussions animées lors d'un apéritif et d'un repas fort sympathique à Schwarzenberg. Le lendemain, le départ fut donné assez tôt pour un marathon de visites du chantier de l'aménagement de pompage-turbinage Obervermunt II. Ce nouvel aménagement de 360 MW va réutiliser la chute entre les deux bassins existants des barrages de Silvretta (supérieur) et Vermunt (inférieur). L'occasion de la visite était idéale pour apprécier le montage des équipements dans la nouvelle centrale souterraine (cf. photo ci-jointe), équipée avec deux unités assez particulières (groupes ternaires à axe horizontal, avec turbines Francis et pompes à un étage). L'année prochaine les JT auront lieu à Montreux, aussi en juin.

### **3.1.15 85<sup>th</sup> ICOLD Annual Meeting and Symposium « Knowledge based dam engineering », 03-07.07.2017 Prague**

As ICOLD president Prof. Schleiss was chairing the 85<sup>th</sup> Annual Meeting starting with an ICOLD Board meeting on July 1. During the Symposium, he presented also a paper entitled “Investigation of venting turbidity currents in the Rudbar-Lorestan reservoir, Iran”.





Speech at the dinner with LOC and political representatives.



Welcome reception.

Opening ceremony of Symposium.



Best symposium presentation award for Young Engineers.



ICOLD welcome its 100<sup>th</sup> member country Bhutan.

Magic spraying artists.

### 3.1.16 SEDITRANS CLOSING MEETING, Patras, Greece, 20-21.07.2017

The final meeting of Seditrans Project took place from the 20<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> of July 2017 at the University of Patras in Greece. All the partners from academy and private companies attended this closing conference. PhDs and Post-Docs presented the achievements attained during the five years of the European project. In particular, the delegates of LCH, the PhD Jessica Zordan, Post-Doc Carmelo Juez and the Research Associate Mário Franca were there and they presented:

- Entrainment, transport and deposition of sediment by gravity currents (Jessica Zordan)
- Influence of bank macro-roughness on the transport of suspended sediments (Carmelo Juez)

During this last meeting, the final balance of the project was discussed. All the goals established at the beginning of the project were successfully achieved. Moreover, researchers and supervisors were pointing out that the project ended with a satisfactory amount of peer-reviewed scientific papers published or under publication and numerous presences and publications at international conferences. Some points that could be improved were pointed out as a reminder to all of us to continue increasing the quality of these type of projects. The group enjoyed the final dinner in a traditional Greek restaurant.

### 3.1.17 37<sup>ème</sup> congrès mondial de l'IAHR à Kuala Lumpur, Malaisie, 13-18.08.2017

Avec le sujet « Learning from the past for the future », le vice premier ministre de Malaisie a ouvert le 37<sup>ème</sup> congrès mondial d'IAHR (International Association for Hydro-Environment Engineering and Research) dans le Putra world trade center à Kuala Lumpur. Comme membre du Council, Prof. Anton Schleiss était déjà présent à partir du 11 août pour des séances stratégiques de l'association. A partir du lundi 14 août, 1200 participants de 60 pays étaient enregistrés. Parmi les 772 présentations, il y en avait plusieurs du LCH. Les doctorants Sabine Chamoun, Paloma Furlan, Severin Stähly, Davide Wüthrich et Jessica Zordan ont complété l'équipe du LCH autour du Prof. Anton Schleiss. L'équipe du LCH a fait les présentations suivantes :

Prof. Anton Schleiss a été invité aux événements spéciaux suivants :

- What is the future role of physical modeling in hydraulic infrastructure development? (invited in 7th Research Institutes Workshop on Managing Change)
- The Contribution of IAHR and other Water Associations to the Sustainable Development Goals of Agenda 2030 (invitation to the panel discussion)



Equipe du LCH au 37<sup>ème</sup> IAHR World Congress, de gauche à droite : Severin Stähly, Paloma Furlan, Prof. Anton Schleiss, Jessica Zordan, Sabine Chamoun, Davide Wüthrich.

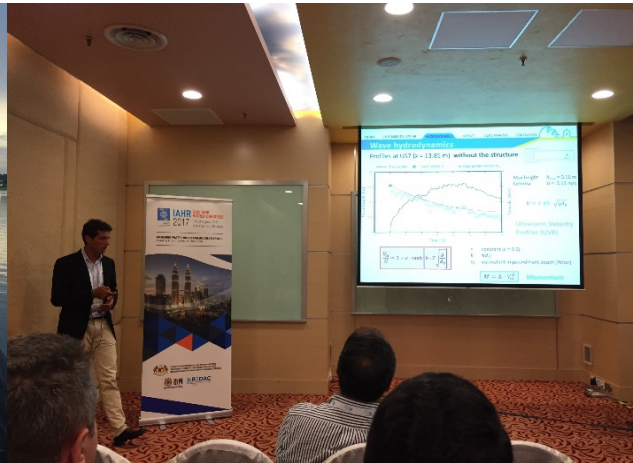
Les doctorants ont visité le déversoir labyrinthe du barrage Taman Seri et le nouveau quartier de Putrajaya en bateau, encadré par un événement du Young Professional Network (YPN). Le moment



fort pour le LCH était marqué par Sabine Chamoun qui a gagné le précieux prix JFK (John F. Kennedy student paper competition) avec sa présentation sur “Venting of turbidity currents: when to act?” ex-aequo avec Isabella Schalko de la VAW – ETH Zürich (Large wood accumulation probability at a single bridge pier). Le souper de la conférence avait le thème « Culture night » avec dix plats traditionnels encadré par la musique malaisienne avec de la danse et un costume pour tout le monde. Après le souper, l'équipe du LCH a fini la nuit avec les collègues de Zurich et du Portugal dans la ville de Kuala Lumpur. Des bonnes discussions et la mise en réseau pendant les pauses ont fait du 37<sup>ème</sup> congrès mondial d'IAHR un succès pour le LCH. Avec ces expériences, on se réjouit déjà de la 38<sup>ème</sup> édition qui aura lieu du 1er au 6 septembre 2019 à Panama City, Panama.



Severin Stähly avec des autres membres de l'YPN pendant la visite de Putrajaya.



Davide pendant sa présentation devant une grande audience.

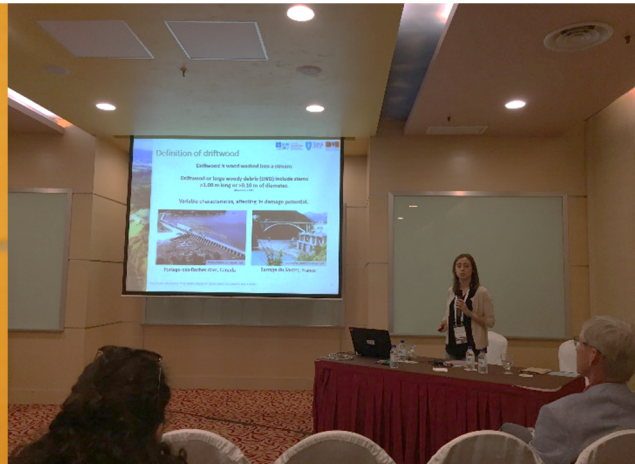


IAHR Council Meeting, 11-12 August 2017

Prof. Anton Schleiss et les autres membres du Council IAHR.



Prof. Anton Schleiss pendant le 7<sup>th</sup> Research Institutes Workshop on Managing Change.



Paloma Furlan présente sa recherche.



Jessica et Prof. Anton Schleiss après le souper de la conférence au Sky Bar.



L'équipe LCH et al. en train de célébrer le prix JFK de Sabine au Club Zouk.

### 3.1.18 Sabine Chamoun receives the John F. Kennedy Student Paper Competition Award, 13-18.08.2017

During the 37<sup>th</sup> IAHR Congress in Kuala Lumpur Malaysia, 13-18 August, 2017, Sabine Chamoun from the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH-EPFL) received the prestigious John F. Kennedy Student Paper Competition Award for her paper “Venting of turbidity currents: when to act?” ex-aequo with Isabella Schalko from VAW – ETH Zürich. Several 10<sup>th</sup> proposals have been submitted for the award and finally 10 papers have been selected for presentation during the congress. For Switzerland, it was a great success since 5 out of 10 papers came from the two Swiss federal Institute of Technology (3 from LCH-EPFL and 2 from VAW-ETHZ). The JFK award was established by the IAHR council in 1992 to honour the memory of Professor John F. Kennedy, IAHR president (1979-1983) and Honorary Member (1989-1991). Professor Kennedy made significant and lasting contributions to the Association, and is remembered particularly for his efforts to foster younger-member membership and participation.





Sabine Chamoun (LCH-EPFL) et Isabella Schalko (ETH Zürich) receiving JFK Award.

### 3.1.19 Conference HYDRO 2017, Seville, Spain, 09-11.10.2017

HYDRO 2017 was held in Seville, Spain from 9th to 11th October 2017. There, the LCH was represented by Prof. Anton J. Schleiss, Dr. Pedro Manso, and Dr. Sebastián Guillén Ludeña.

Prof. Anton J. Schleiss, as the ICOLD President, stressed the continuing need for water infrastructure, and demonstrated the role being played by large dams in areas of the world which were vulnerable to water scarcity. Climate change represented a major challenge for the profession, he said. Prof. Schleiss later chaired the session on climate issues. In this session, Dr. Pedro Manso presented the work entitled "Assessing the potential increase of seasonal energy storage to mitigate the impact of climate change in Switzerland: Case study of the Grande Dixence dam". Dr. Sebastián Guillén Ludeña presented the work entitled "Fine sediment routing in a cascade of alpine reservoirs" within the session Sedimentation Management.



Professor Anton J. Schleiss during the opening ceremony.

### 3.1.20 3<sup>rd</sup> Hellenic Conference on dams and reservoirs, Aegli Zappiou, Athens 12-14.10.2017

As invited keynote speaker on the behalf of ICOLD Prof. Schleiss gave a conference with the title « Dams and reservoirs as vital water infrastructures to ensure worldwide sustainable prosperity ».



Prof. Schleiss during his speech.

### 3.1.21 SCCER PhD School, Engelberg, 17-20.10.2017

Dans le cadre des 8 SCCERs (Swiss Competence Centers on Energy Research) un autre PhD school était organisé. Faisant partie de la SCCER-SoE (Supply of Electricity), Dr. Pedro Manso a donné une présentation avec le titre « Shaping the Energy transition with Storage Hydropower Plants ». Parmi les 160 participants, il y avait Dr. Azin Amini et les doctorants Alain Föhn, Ivan Stojnic et Severin Stähly du LCH. Pendant les trois journées intensives avec des présentations, discussions de table ronde, une visite de la centrale de l'aménagement Trübsee et la STEP d'Engelberg, les participants ont fait connaissance des aspects différents du programme « virage énergétique » en Suisse.



Les participants du SCCER PhD School.

### 3.1.22 V Iberoamerican Symposium on water Engineering, La Coruña, Spain, 24-27.10.2017,

The V IBEROAMERICAN SYMPOSIUM ON WATER ENGINEERING took place between the 24<sup>th</sup> and the 28<sup>th</sup> of October 2017 at the Civil Engineering School of La Coruña in Spain. In this Symposium attendees from academy and private companies presented their on-going and past projects to exchange and discuss their knowledge and experience. The symposium covered several aspects of the water engineering topics: laboratory and numerical studies of fundamental physical processes



for shallow flows, waste water treatments, urban drainage, dams and reservoirs and finally, flooding forecasts in urban areas. The LCH was there represented by Dr. Carmelo Juez (oral presentation entitled: *Morpho-hydrodynamics of shallows flows transporting fine sediment transport under the presence of lateral river bank embayments*) and Prof. Mário J. Franca (keynote entitled: *Across the river scales*). The symposium was a unique opportunity to start collaborations with Spanish universities as well as with overseas universities in South America.



Professor Mário J. Franca during his keynote.

### 3.1.23 Internationale Bautage, 16-17.11.2017, Forum Brixen, Südtirol

Prof. Schleiss a été invité à donner une conférence avec le titre « Wasser – der Treibstoff unserer Energieversorgung » (L'eau – le carburant de notre approvisionnement en énergie), avec environ 150 participants. En plus, il a participé à une discussion sur podium (photo) sur la thématique de la ressource en eau. Plus d'information : <https://www.suedtirolnews.it/wirtschaft/2-interalpine-bautage-in-brixen>.



Professor Schleiss during the panel discussion.

### 3.1.24 PEAK – KOHS-Vertiefungskurs V46/17, Dübendorf, 22.11.2017

Les anciens doctorants du LCH, Elena Battisacco et Sebastian Schwindt ainsi que Carmelo Juez étaient présents pour le projet Wasserbau & Ökologie. Pour ce projet, le groupe de responsables des projets ont fait une rencontre pour le transfert des résultats à l'EAWAG à Dübendorf. Le cours était co-organisé par la commission de protection contre les crues (CIPC). Les 120 participants ont écouté 14 conférenciers dont Prof. Anton J. Schleiss avec le titre « Gestaltung und Bewirtschaftung von Geschiebesammlern zur Förderung der Geschiebekontinuität » et Prof. Mário J. Franca avec le titre « Sédiments fins : Opportunités et risques ». L'après-midi, des work-shops pour chaque thème

ont eu lieu, guidés par Prof. Anton J. Schleiss, Prof. Mário J. Franca, le doctorant du LCH Severin Stähly et des personnes d'autres institutions. Tous ont pu profiter d'un délicieux repas de midi et un apéro à la fin de la journée.



Repas de midi pendant le PEAK-KOHS Vertiefungskurs à l'EAWAG, Dübendorf.

### 3.1.25 **Colloque Hydraulique des barrages et des digues à Chambéry, 29-30.11.2017**

This year the «Colloque Hydraulique des barrages et des digues» took place in Chambéry, France on November 29th and 30th, 2017. The colloquium gathered a high number of participants from industry as well as from universities and governmental entities. Discussions about the advantages and disadvantages of physical models and numerical methods took place. The importance of historical studies was evidenced along some sessions; moreover, the cooperation between governmental management entities with companies was debated. Prof. Schleiss, as ICOLD president and experienced researcher, was one of the keynote speakers. His dynamic lecture was entitled “Les ouvrages hydrauliques annexes comme des éléments de conception et de sécurité des barrages”. He also launched a competition on the identification of several dams around the world; the winner could win a Swiss praline-chocolate box.

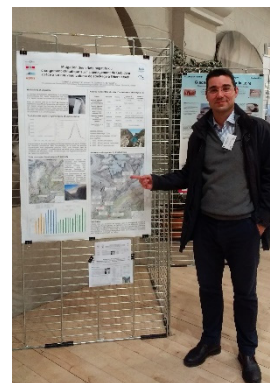


Prof. Schleiss in the discussion that followed the presentation.

During session 1 (Conception des évacuateurs de crues et sollicitations diverses), the PhD student Paloma Furlan gave a presentation named “Entrapment of driftwood at ogee crested spillways with piers: Influence of woody debris characteristics on blocking probabilities”. In the same session Dr. Pedro Manso presented a poster of “Impacts du changement climatique sur la production hydroélectrique alpine: comment une nouvelle retenue à Oberaletsch pourrait garantir la gestion durable des installations existantes”.

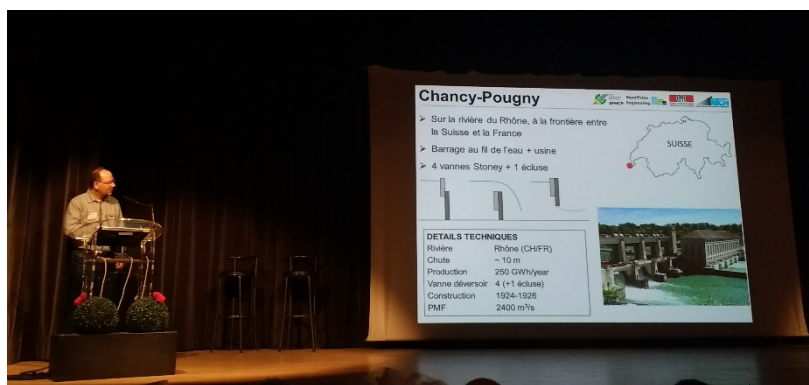


Paloma Furlan replying the enthusiastic questions from the audience.



Pedro Manso presenting the poster, ready for exchanging ideas.

In session 3 (Erosion et affouillement) LCH was represented by Dr. Giovanni De Cesare with the presentation “Protection de la fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny avec prismes en béton”. This talk effectively linked the previous LCH knowledge on scour protection measures presented by Prof Schleiss and the subsequent discussion involved some participants in the audience that were engaged in the rehabilitation project.



Giovanni De Cesare introducing the project of Chancy-Pougny.

### 3.1.26 Atelier CFBR/EuroClub ICOLD, Aussois, France, 13-14.12.2017

Les 13 et 14 décembre, le Prof. Anton Schleiss et le Dr Pedro Manso ont participé à un atelier international sur invitation, organisé conjointement par le Comité Français des Barrages et Réservoirs et le Club Européen du Comité International des Grandes Barrages (CIGB/ICOLD) sous le thème « Embankment and Concrete Dams Overflowing Erosion ». Prof. Schleiss a réalisé une leçon d’honneur (keynote) et Dr Manso a donné une conférence intitulée « Ultimate overflow resistance of concrete dams : state-of-the-art practice and open questions ».

### **3.2 Conférences publiques au LCH / Public conferences at the LCH**

*Critical success factors of a hydropower plant construction & erection contract* (21.02.2017)

Bettina GEISSELER,  
Geisseler Law, Allemagne

*Nouvelle centrale hydroélectrique Grande Ecluse sur la Sorne: conception du projet et retour d'expérience des premiers mois d'exploitation* (13.06.2017)

Michel HIRTZLIN,  
Services Industriels de Delémont, Suisse

*Coopération Suisse-Chine en matière de sécurité des barrages (DaSEP)* (19.09.2017)

Patrice DROZ,  
Stucky (a Gruner company) SA, Renens, Suisse

*National Energy Strategy vs. Aquatic Ecology – the KWO as a Case Study* (17.10.2017)

Steffen SCHWEIZER,  
Kraftwerke Oberhasli AG, Berne, Suisse

*Gestion d'un portefeuille de projets de petite hydraulique* (31.10.2017)

Hanane MOUKHLISS,  
Romande Energie SA, Morges, Suisse

*Renforcement de la sûreté des barrages vis-à-vis du risque crue* (07.11.2017)

Frédéric LAUGIER,  
Electricité de France (EDF), Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH), France

*Devoll Hydro Power project in Albania* (21.11.2017)

Martina FRIEDRICH,  
AF-Consult AG, Baden, Suisse

*New lakes in deglaciating high-mountain regions and the potential of multipurpose water projects* (05.12.2017)

Wilfried HAERBERLI,  
University of Zurich, Suisse

### **3.3 Conférences internes données au LCH / Internal conferences given at the LCH**

*"Hydropower design under uncertainty"* (05.01.2017)

Oberrauch Felix

*"Hydrodynamic Impact of waves against structures"* (17.2.2017)

Wüthrich Davide

*"Characterisation of hydraulic behaviour of surge tank orifices "* (10.03.2017)

Adam Nicolas

*"Geomorphological classification and sediment replenishment in application"* (13.04.2017)

Stähly Severin

*"Entrainment and deposition of experimental gravity currents over an erodible bed"* (12.05.2017)

Zordan Jessica



*"Hydro-morphological processes through permeable sediment traps at Mountain Rivers."*  
(01.06.2017)  
Schwindt Sebastian

*"Real-time data assimilation for hydrological modelling and flood forecasting in equipped alpine catchments"* (23.06.2017)  
Foehn Alain

*"Influence of outlet discharge on the efficiency of turbidity current venting"* (12.07.2017)  
Chamoun Sabine

*"Theoretical and experimental study of the inner structure of steady-state density currents"*  
(24.07.2017)  
Venuleo Sara

*"Characterisation of hydraulic behaviour of orifices in conduits"* (22.09.2017)  
Adam Nicolas

*"Stilling basin performance downstream of stepped spillways"* (24.10.2017)  
Stojnic Ivan

### **3.4 Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees**

*EPFL-LCH Conference Cycle, jointly organized with the SCCER-SoE*  
Prof. Anton J. Schleiss, Dr. Pedro Manso, membres du comité d'organisation

*Symposium APRH, 18 janvier 2017, Lisbonne, Portugal*  
Dr. Pedro Manso, member of scientific committee

*Labyrinth and Piano Key Weir Workshop (PKW 2017), 22-24 février 2017, Vietnam*  
Dr. Michael Pfister, member du comité scientifique

*European Geosciences Union (EGU) General Assembly 2017, 23th-28th April 2017, Vienna, Austria*  
Dr. Mário Franca, co-Convener of two sessions: "Measuring and numerical modelling of hydro-morphological processes in open-water environments" and "Investigation of sediment transport processes due to geophysical flows".

*Hydraulique des canalisations, Troisième Séminaire VSA, 05.09.2017, HEIA Fribourg (CH),*  
Dr. Michael Pfister, Chair of LOC

*SCCER-SoE, 12.09.2017, Birmensdorf*  
Dr. Pedro Manso, membre du comité d'organisation

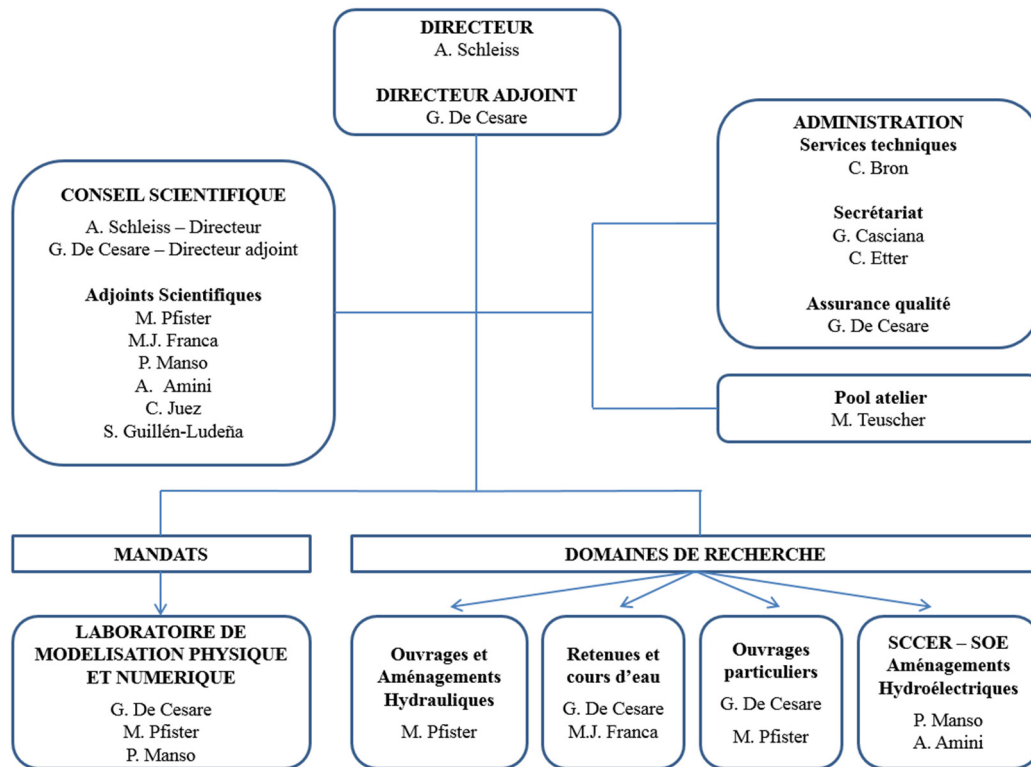
*AFRICA 2017, 14-16.03.2017, Marrakech, Morocco*  
Prof. Anton, President of ICOLD, keynote speaker and member of steering committee

*Conference HYDRO 2017, 9-11.10.2017, Seville, Spain*  
Prof. Anton Schleiss, keynote speaker and member of steering committee

*37ème Congrès mondial de l'IAHR, 13-18.08.2017, Kuala Lumpur, Malaisie,*  
Prof. Anton Schleiss, member of council

## 4 Personnel / Staff

### 4.1 Organisation du LCH (2017) / Organisation of the LCH (2017)



Carte de vœux 2018 du LCH / Season's Greetings card 2018 of the LCH.

#### 4.2 Collaborateurs en 2017 / Staff in 2017

**Directeur / Director**

Prof. Dr Anton J. Schleiss                      depuis / since 01.01.1997

**Directeur adjoint / Assistant director**

Dr Giovanni De Cesare depuis / since 09.03.1992

### Adjoints scientifiques / Research Associates

Dr Michael Pfister (temps partiel) depuis / since 01.10.2010

Dr Mário J. Franca (temps partiel dès 01.10.2017) depuis / since 01.09.2012

Dr Pedro Manso (SCCER-SoE) depuis / since 01.11.2014

Dr Carmelo Juez Jiménez (post-doc) depuis / since 01.04.2015

Dr Azin Amini (SCCER-SoE) depuis / since 01.09.2015

Dr Sebastian Guillén Ludeña (post-doc) depuis / since 01.01.2017

**Collaborateurs scientifiques et ingénieurs de recherche /  
Scientific staff and research engineers**

Dr José Pedro G. S. C. Matos (post-doc) 01.03.2014 – 31.10.2017

Dr Guillaume Mathieu Artique (post-doc) depuis / since 01.10.2015

Pierre Bourqui depuis / since 15.03.2016

Claude-Aline Loetscher depuis / since 01.10.2016

Dr Celestin Leupi 02.02.2017 – 31.05.2017

Dr Mona Jafarnejad (post-doc) depuis / since 15.05.2017

Oriane Etter 15.09.2017 – 31.12.2017

**Doctorants (inscrits) / Ph.D. students (registered)**

Fränz Zeimetz 01.11.2012 – 31.05.2017

Chamoun Sabine 01.06.2013 - 15.12-2017

Sebastian Schwindt 01.06.2013 – 31.08.2017

Nicolas Adam depuis / since 15.09.2013

Davide Wüthrich depuis / since 01.01.2014

Jessica Zordan depuis / since 01.03.2014

Alain Foehn depuis / since 15.02.2015

Severin Stähly depuis / since 15.03.2015

Sara Venuleo depuis / since 15.09.2015

**IST-EPFL Joint Doctoral Initiative**

Ivan Stojnic (Serbie) depuis / since 01.09.2016

Dora Patricia Valente Salgueiro (Portugal)	15.09.2016 – 31.08.2017
--	-------------------------

**Stagiaires / Trainees**

Andrea Baldin (Italie)	15.03.2017 - 15.07.2017
Maximilien Carbone (France)	29.04.2017 - 31.08.2017
KC Anil (Népal)	depuis / since 01.09.2017
Anass Chraibi (Maroc)	depuis / since 01.11.2017
Ilyas Belghali (France)	15.05.2017-15.08.2017

**Hôtes académiques / Academic guests** (doctorants / *PhD students*)

Mahmoud Jourabian (Iran)	01.10.2016 – 30.04.2017
Dr Shun Nomura (Japon)	depuis / since 03.08.2016
Chenfei Shao (Chine)	01.01.2017 - 15.09.2017
Adrián Navas-Montilla (Espagne)	01.09.2017-30.11.2017
Sargol Memar (Iran)	depuis / since 01.04.2017
Jumpei Hitomi (Japon)	13.06.2017 – 27.08.2017

**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
Caroline Etter (temps partiel)	depuis / since 01.06.2017



#### 4.3 **Professeurs invités et hôtes académiques / *Visiting professors and academic visitors***

**Professor Francisco Taveira Pinto, FEUP-Faculté d'Ingénierie de l'Université de Porto, Portugal**

Francisco Taveira Pinto a effectué une visite scientifique au LCH du 2 au 3 juin, pendant laquelle il a eu des échanges avec plusieurs chercheurs et étudiants du LCH, notamment sur les aspects des actions dynamiques sur les structures ainsi que le transport de sédiments fins. Il a présenté une conférence intitulée « *Recent advances and future perspectives in coastal engineering and marine energy conversion* » dans le cadre du cycle de séminaires en Génie Civil.

**Professor Pokrajac Dubravka, Aberdeen University, Scotland, United Kingdom**

Prof. Pokrajac a visité le LCH du 1<sup>er</sup> au 29 juillet. Elle a collaboré avec le LCH sur la recherche des courants de densité, notamment avec Mário Franca et Sara Venuleo.

**Professor Francesco Comiti, Free University of Bolzen, Bolzano, Italie**

Francesco Comiti a effectué une visite scientifique au LCH du 18 au 20 septembre, pendant laquelle il a eu des échanges avec plusieurs chercheurs et étudiants du LCH, notamment sur les aspects de transport de sédiments en milieu alpin. Il a présenté une conférence intitulée « *Sediment Supply: The Underrated Ruler in Bedload Transport* » dans le cadre du cycle de séminaires en Sciences et l'ingénierie de l'Environnement.

## 4.4 Événements spéciaux / *Special events*

### 4.4.1 Visit of an official Indian delegation at the EPFL, 26.05.2017

Within the frame of a capacity building program regarding dam safety, organized by Deltares from the Netherlands, an official Indian delegation visited EPFL on Friday, May 26, 2017.

Deltares is involved in Dam Safety and Rehabilitation Project (DRIP) in India. They organize every year for DRIP authorities a training and capacity building program on dam safety, reservoir management and water resources. This year about 25 participants from different organizations in India like ministry of water resources, central water commissions, water boards/dam authorities of 5 states and hydropower authorities from 3 states took part in the program. The joint secretary of the Indian Water Resources Ministry, Sanjay Kundu, participated in the official delegation.

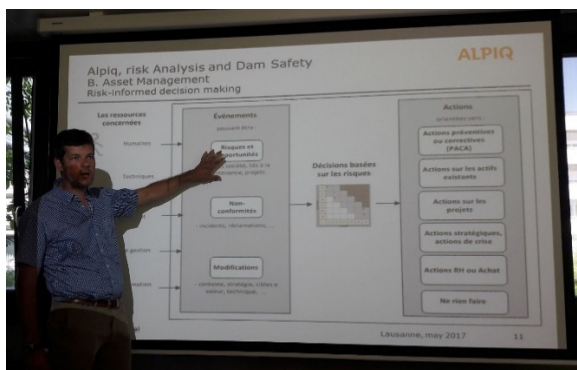
In the morning, Giovanni De Cesare welcomed the group and presented shortly the EPFL as well as LCH activities regarding research, teaching and services. After a coffee break at the Rolex Learning Center, the group visited the hydraulic laboratory guided by Sara Venuleo, Ivan Stojnic and Giovanni De Cesare. After the lab tour, Jonathan Fauriel, dam safety delegate of Alpiq, presented the hydropower operator and dam owner general activities, and in particular dam safety aspects.



The full Indian delegation after coffee break at the Rolex Learning Center.



Giovanni De Cesare explaining the Chancy-Pougny Dam model to the delegation.



On the right Jonathan Fauriel, dam safety delegate of Alpiq, presented the dam safety aspects; On the left the visit to the old Veytaux I pump storage powerplant and the joint secretary of the Indian Water Resources Ministry, Sanjay Kundu.

After lunch at the EPFL Parmentier restaurant, the delegation moved to the Veytaux pump-storage hydropower plant for a technical visit of the old Veytaux I and the recently commissioned new Veytaux II powerhouse, both with 120 MW installed capacity. The visitors then left Veytaux to the Hongrin double arch dam and reservoir, which forms the upper reservoir of the pump storage scheme, the lower being lake Geneva. The LCH would like to thank Alpiq for the organization of the visits. A farewell dinner in the city of Lausanne concluded the Swiss part of the visit. A future collaboration in training and capacity building in the domains of dam safety, reservoir management and water resources could be imagined between the Indian authorities, Deltares, the EPFL-LCH as well as Swiss government authorities and hydropower and dam owners and operators.

#### 4.4.2 Journée d'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, 15.09.2017

Le vendredi 15 septembre a eu lieu l'accueil des nouveaux étudiants à l'EPFL, en majorité des étudiants de première année Bachelor, mais également des étudiants de Master venant d'une autre haute école. L'après-midi, quatre fois deux groupes ont passés au Laboratoire de constructions hydrauliques guidés par Sara Venuleo, Sabine Chamoun, Jessica Zordan, Davide Wüthrich, Nicolas Adam et Giovanni De Cesare. Les étudiants ont pu admirer les modèles du Siphon CEVA, du puits à Vortex de Cossonay, du Barrage de Kariba et de l'usine de Rhinau.



Sara Venuleo présentant le modèle de Kariba avec sa fosse d'érosion.



Jessica expliquant le fonctionnement du modèle de CEVA avec son siphon à surface libre.

#### 4.4.3 Voyage d'études de génie civil en Iran, 01-13.09.2017

Chaque année, les étudiants qui finissent leur bachelor en génie civil font un voyage d'études. Ce voyage est toujours organisé avec un professeur pour des visites techniques intéressantes. Comme responsable de la volée cette année, Prof. Schleiss était invité à les accompagner. Avec sa grande expérience en Iran et avec Azin Amini qui travaille également au LCH, la destination était claire : on va en Iran. Les personnes qui ont accompagné le Prof. Schleiss et Azin Amini étaient Giovanni De Cesare avec ses trois enfants Laura, Mateusz et Aleksandra, les doctorants Davide Wüthrich, Severin Stähly et Ivan Stojnic et l'ancien technicien du laboratoire de mécanique des roches Gilbert, qui accompagne souvent ce voyage annuel. Les 26 étudiants et les 10 personnes accompagnantes ont voyagé en bus avec un guide francophone local. Pendant tout le voyage, les participants se sont bien amusés et grâce à des tournois de Jass, les longs voyages en bus ont passés plus vite. Les visites techniques étaient très intéressantes et aussi la partie culturelle était bien au rendez-vous. L'itinéraire du voyage était le suivant :

- 01.09. Vol : Genève-Istanbul-Téhéran.
- 02.09. Visite technique de Siah Bisheh, système pompage turbinage au nord de Téhéran, organisée par « Iran Water & Power Resources Development Company ».  
Coucher du soleil à la mer Caspienne.
- 03.09. Visite du chantier du barrage Haraz à la province de Mazandaran. La visite était guidée par le chef du projet Soleyman Emami de MAHAB GODSS qui a fait une partie de sa formation au LCH.  
Dîner sur invitation de MAHAB GODSS à Shandiz Galleria.
- 04.09. Visite libre de la ville de Téhéran : Palais Golestan, Bazar, Quartier Tajrish, Pont de Tabiat.  
Dîner sur invitation de PÖYRY Consulting Engineers.
- 05.09. Visite d'un chantier du tunnel routier à Téhéran, organisée par la municipalité de Téhéran.  
Visite d'une fouille d'excavation impressionnante (30m !) pour la construction d'un nouveau gratte-ciel à Téhéran organisée par Baspar Pey Iranian.  
Visite libre de la ville de Téhéran : Tour Milad, Bouchon (!), Ancienne ambassade Américaine, Musée de bijoux, Quartier Darband.  
Soirée surprise, avec piscine, DJ et de la bonne nourriture.
- 06.09. Transfert Téhéran-Kashan-Ispahan.  
Visite guidée d'une ancienne maison traditionnelle à Kashan.  
Visite guidée de Vank-cathédrale et du mémorial de génocide Arménien.
- 07.09. Visite libre à Ispahan : Mosquée Sheikh Lotfollah, Mosquée Naghsh-e Jahan, Aali Qapu Palais, Naghsh-e Jahan Square, Chehelsotoon Palace, etc.  
Visite du pont Khajou pendant la nuit.
- 08.09. Transfert Ispahan-Anarak.  
Coucher du soleil dans le désert de Nakhlak.  
Visite d'un village dans le désert : Anarak avec la nuit dans un Caraanseraï.
- 09.09. Transfert Anarak-Yazd.  
Visite d'une ancienne glacière pour stocker la glace pour l'été à Meybod.  
Visite libre dans Yazd pendant l'après-midi.



- 10.09. Visite guidée dans l'ancien cimetière de Yazd, Zorostrians Dakhmeh et le musée d'eau.  
Visite libre à Yazd : Bazar, vieille ville, Mosquée, Spectacle sportif traditionnel.
- 11.09. Transfert Yazd-Persépolis-Shiraz.  
Visite guidée dans les ruines de Persépolis.
- 12.09. Visite libre à Shiraz : Eram garden, Hôtel d'Anton, Karim Khan Citadel, Vakil Bazar, Mosquée Vakil, Shahcheragh holy shrine.  
Magnifique dernier kebab avant de partir.
- 13.09. Vol : Shiraz-Istanbul-Genève.



Le groupe après la visite de Persépolis, Iran.



Barrage Siah Bisheh avec l'évacuateur en marches d'escalier.





Chantier du barrage Haraz, excavation pour barrage en remblai, contact du noyau en argile avec rocher ; tranchée par la galerie au pied du noyau.



Visite du chantier du tunnel routier à Téhéran



Visite du chantier du tunnel routier



Ivan, Severin, Prof. Schleiss, Azin et Davide dans les ruines de Persépolis.



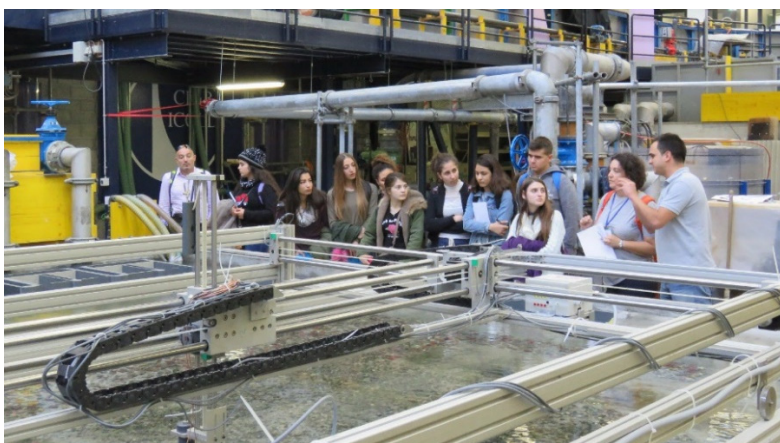
Quelques impressions de Persépolis.



Hôtel d'ANTON à Shiraz.

#### 4.4.4 Visit to LCH by the group of Water Engineering Young Scientists from Israel, 17.10.2017

Last 17th October 2017, the group of Water Engineering Young Scientists from Israel visited the Laboratory of Hydraulic Constructions. They were guided by Anita Roth and Sebastián Guillén, who provided detailed explanations about the facilities and physical models of the laboratory. The visitors showed a great interest in our work, and they were curious about how to transfer the results of the physical models to the prototype. In the figure, Sebastián explains the model Rhinau to the group.



Sebastián Guillén explaining the Rhinau model.

#### 4.4.5 Mise en eau officielle du modèle Galerie du Ruisseau de la Broye, 10.11.2017

Le projet de protection contre les crues d'une partie importante de l'Ouest Lausannois a été mis à l'étude pour évacuer les eaux du Ruisseau de la Broye, qui prend sa source à Romanel-sur-Lausanne et se jette actuellement dans la Mèbre dans le quartier du Censuy à Renens. Le concept d'évacuation est basé sur la création d'une galerie d'évacuation (diamètre de 3.0 m environ) alimentée par trois puits verticaux d'environ 10m de diamètre, qui rejette les eaux collectées dans la Chamberonne sur le site de l'UNIL, où un ouvrage de restitution avec bassin amortisseur est prévu pour contrôler l'arrivée de l'écoulement dans la Chamberonne. Actuellement, le puit n° 3 à l'échelle d'environ 1:10 et l'ouvrage de restitution à l'échelle d'environ 1:20 sont modélisés au LCH. La mise en eau officielle a eu lieu le vendredi 10 novembre 2017. Après l'accueil en salle de conférence avec café-croissant et le mot de bienvenue par le Prof. Anton Schleiss, le groupe de pilotage a entamé



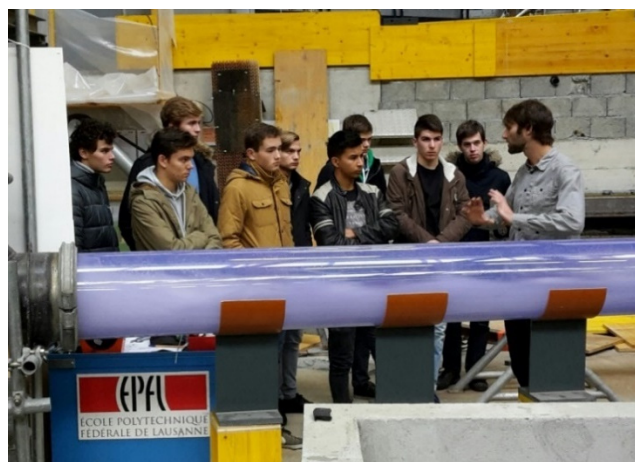
sa séance d'organisation du projet d'un point de vue administratif. Celui-ci est composé des représentants des communes, par Mme Tinetta Maystre, Municipale de Renens, M. Michel Pellegrinelli, Municipal de Prilly, de l'UNIL par M. Benoît Frund, vice-recteur, du service cantonal concerné ainsi que des ingénieurs du bureau d'étude Ribl SA. Après ces pourparlers, Giovanni De Cesare a brièvement expliqué les étapes de la construction des modèles et a ensuite invité les participants à visiter les deux modèles en exploitation dans la halle hydraulique. La matinée s'est terminée par un excellent repas au restaurant du Starling Hôtel.



Giovanni en train d'expliquer le modèle du puit no 3 (à gauche) et vue d'ensemble de deux modèles (à droite).

#### 4.4.6 Journées des gymnasiens EPFL : visite de la halle hydraulique, 22-24.11.2017 – 3 jours d'information aux gymnasiens

Les journées d'information des gymnasiens se sont déroulées sur le campus de l'EPFL du 22 au 24 novembre 2017. Après une première journée d'information et d'orientation plus générale, le deuxième jour proposait des stages d'immersion. C'est ainsi que les gymnasiens ont découvert avec grand intérêt les activités de notre Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) les jeudi 23 et vendredi 24 novembre 2017. Avant les visites des divers laboratoires du GC, Davide Wüthrich a présenté quelques projets clés en hydraulique. Répartis en deux groupes, les gymnasiens ont été guidés à travers le labyrinthe des différents modèles de la halle hydraulique, jeudi par Nicolas Adam et Pierre Bourqui et vendredi par Sabine Chamoun et Carmelo Juez. Nous espérons que les efforts fournis auront donné envie à la plupart des gymnasiens de poursuivre leurs études en Génie Civil à l'EPFL, et pourquoi pas de se spécialiser en hydraulique.



Nicolas en train d'expliquer le modèle du siphon du CEVA (à gauche) et Pierre qui présente le modèle du ruisseau de la Broye (à droite).



## **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)*

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 – SwissCod (Chairman 2006-2012, honorary member of the Technical Committee)*

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 2014 - 2017)*

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)*

---

**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 (2013-2017)

VSA Section Suisse Romande (membre du Comité depuis 2012)

Swiss Engineers and Architects (SIA), Normenkommssion SIA 190, Kanalisationen (member since 2017)

---

**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)

---

**Manso Pedro**

---

International Association of Hydro-Environment Engineering and Research (member since 2003)

Portuguese Association of Water Resources APRH (member since 1996)

Specialized committee on Water & Energy of APRH (member since 2014)

Comité Suisse des Barrages CSB/SCOD (member since 2010)

CSB/SwissCod Working group "Reservoir flushing and drawdown" (chairman since 2017)

## **6 Conférences données par les collaborateurs du LCH / Conferences presented by LCH staff**

### **6.1 Invités / Invited**

#### **Schleiss Anton**

---

*Contribution de la recherche au développement des barrages et réservoirs comme aménagements hydrauliques vitaux*

Haute école d'ingénierie et d'architecture HEIA-FR; 25 janvier 2017

*Die Bedeutung des Ausbaus alpiner Speicherseen für eine sichere und konkurrenzfähige Stromversorgung (L'importance de l'extension des retenues alpines pour un approvisionnement en électricité fiable et concurrentiel)*

Energie-Apéros Wallis : Zukunft der Wasserkraft: Marktchancen, Potenziale, Umweltschutz ; Brig-Glis, 7 mars 2017

*The century of equitable welfare increase in Africa thanks to dam and reservoir development (Key-note)*

Africa 2017. Water Storage and Hydropower Development for Africa, International Conference and Exhibition. 14-16 mars 2017, Marrakech, Morocco

*Le projet CRUEX++: Détermination des crues extremes; das Projekt CRUEX++: Bestimmung von Extremhochwasser*

Workshop CRUEX++ - 20-21 mars 2017 à Lausanne et 27-28 mars 2017 à Berne

*The century of equitable welfare increase worldwide thanks dam and reservoir development (Key-note)*

SNGB XXXI National Seminar on Large Dams, Bela Horizonte, Brazil, 15-18 mai 2017

*Le concept de sécurité : trop peu – suffisant – trop » (animation table ronde)*

Atelier en Sécurité des Barrages en Autriche et en Suisse, Dornbirn (Autriche), 28-29 juin 2017

*Investigation of venting turbidity currents in the Rudbar-Lorestan reservoir, Iran*

85th ICOLD Annual Meeting and Symposium « Knowledge based dam engineering », 3-7 juillet 2017 Prague

*What is the future role of physical modeling in hydraulic infrastructure development? (invited talk in 7th Research Institutes Workshop on Managing Change)*

*The Contribution of IAHR and other Water Associations to the Sustainable Development Goals of Agenda 2030 (invitation to the panel discussion)*

*Effect of the bed load gradation on the morphodynamics of discordant confluences (Session 7A)*

*Head losses and influence length of sharp-edged and rounded orifices under steady flow conditions (Session 10H)*

37ème Congrès mondial de l'IAHR à Kuala Lumpur, Malaisie, 13-18 août 2017

*Demonstrator 6: SEDMIX - Controlled fine sediment release through the power waterways by using a mixing device*

Annual Conference of the SCCER-SoE, Birmensdorf, 15 septembre 2017

*Dams and reservoirs as vital water infrastructures: still urgently needed this century (Keynote)*  
Conference HYDRO 2017, 9-11 octobre 2017, Seville, Spain

*Dams and reservoirs as vital water infrastructures to ensure worldwide sustainable prosperity (Keynote)*

3rd Hellenic Conference on dams and reservoirs, 12-14 octobre 2017, Aegli Zappiou, Athens

*Ensuring worldwide long-term prosperity thanks to dams and reservoirs as vital water infrastructures - The important role of ICOLD (Keynote)*

LTBD 2017: 4th International Conference on Long-term Behaviour and Environmentally Friendly Rehabilitation Technologies of Dams, 17-19 octobre 2017 Tehran, Iran

*Dams and reservoirs as a vital infrastructure for global prosperity (Keynote)*

International Symposium on Energy, MC Forum, 26 octobre 2017, Bottrop / Düsseldorf, Germany

*Gestaltung und Bewirtschaftung von Geschiebesammlern zur Förderung der Geschiebekontinuität*  
PEAK-KOHS Vertiefungskurs, EAWAG Dübendorf, 22 novembre 2017

*Les ouvrages hydrauliques annexes comme des éléments de conception et de sécurité des barrages (Keynote)*

Colloque Hydraulique des barrages et des digues à Chambéry, 29-30 novembre 2017

*The challenge of scour management at high head and high capacity spillways of concrete dams*

International Workshop on overflowing erosion of dams and dikes, 11-14 decembre 2017, Aussois, France

---

## **Franca Mário**

*Sédiments fins: opportunités et risques. Bases sur l'entraînement, transport et dépôt des sédiments fins et l'influence de la morphologie des rivages*

Sedimentmanagement in Fließgewässern – Synergien zwischen Wasserbau und Ökologie, EAWAG Aquatic Research, Dübendorf, 22 novembre 2017

*Across the scales of a river basin*

V Jornadas de Ingeniería del Agua, Universidade da Coruña, La Coruña, 24 octobre 2017

*Density currents: theory and experimental results*

XXXVI School of Hydraulics, Institute of Geophysics of the Polish Academy of Sciences, Jachranka, 26 mai 2017

---

## **Manso Pedro**

*FLEXSTOR - Solutions for flexible operation of storage hydropower plants in changing environment and market conditions*

SCCER-SoE - Atelier de démarrage de la Phase II (2017-2020), Berne, 31 janvier 2017

*An outlook on Hydraulics and Water Infrastructure*

EPFL public conference included in job application for position in Hydraulics, Lausanne, 27 mars 2017

*FLEXSTOR - Solutions for flexible operation of storage hydropower plants in changing environment and market conditions, Demonstrator 7 of SCCER-SoE*

Annual Conference of the SCCER-SoE, Birmensdorf, 15 septembre 2017



*Storage Hydropower*  
SCCER School, Engelberg, 19 octobre 2017

*Hydropower (jointly with Dr Lukas Schmock)*  
SCCER School, Engelberg, 19 octobre 2017

*Ultimate overflow resistance of concrete dams: state-of-the-art practice and open questions*  
ICOLD EuroClub / CFBR Internal Workshop on "Embankment and Concrete Dams Overflowing Erosion", 14 decembre 2017, Aussois, France

## **6.2 Autres conférences / Other conferences**

### **Amini Azin**

---

*Etude hydraulique d'une rupture de la digue naturelle*  
BASEMENT users' Annual meeting, janvier 2017, Rapperswil, Switzerland

### **Chamoun Sabine**

---

*Venting of turbidity currents: when to act?*  
*Investigation of turbidity current venting for different reservoir bed slopes*  
37th IAHR World Congress, 13-18 août 2017, Kuala Lumpur, Malaysia

### **Chenfei Shao**

---

*Thermal cracking of a thin arch dam in a wide valley with skin reinforcement*  
14<sup>th</sup> ICOLD Benchmark Workshop on the Numerical Analysis of Dams, 8 septembre 2017, Stockholm, Sweden

### **De Cesare Giovanni**

---

*Experimental study at prototype scale of a self-priming free surface siphon*  
SimHydro 2017: Choosing the right model in applied hydraulics, 14-16 juin 2017, Sophia Antipolis

*Protection de la fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny avec prismes en béton*, Colloque "Hydraulique des barrages et des digues", Chambéry, France, 30 novembre 2017

### **Furlan Paloma**

---

*Blocking probability of driftwood at ogee crest spillways with piers: influence of woody debris characteristics*  
37th IAHR World Congress, 13-18 août 2017, Kuala Lumpur, Malaysia

*Entrapment of driftwood at ogee crested spillways with piers : Influence of woody debris characteristics on blocking probabilities*, Colloque "Hydraulique des barrages et des digues", Chambéry, France, 30 novembre 2017

### **Juez Carmelo**

---

*Hydraulic and geomorphic processes in open channel flow with lateral embayments and with fine sediments in suspension*  
4th International Symposium on Shallow Flows, 26-28 juin 2017, Eindhoven, The Netherlands.

---

**Manso Pedro**

---

*Winter electricity supply and seasonal storage in the Swiss Alps*

EGU General Assembly, Special Session on Hydropower, 25 avril 2017, Vienna, Autriche.

*Assessing the potential increase of seasonal energy storage to mitigate the impact of climate change in Switzerland: Case study of the Grande Dixence dam*

Hydro 2017, 9-11 octobre 2017, Seville, Spain

*Impacts du changement climatique sur la production hydroélectrique alpine : comment une nouvelle retenue à Oberaletsch pourrait garantir la gestion durable des installations existantes*

Colloque "Hydraulique des barrages et des digues", ed. SHF – CFBR, 30 novembre 2017, Chambéry, France, poster

---

**Pachoud Alexandre**

---

*Rupture des soudures des puits et tunnels blindés en charge*

14e Forum CADFEM et ANSYS, 6 septembre 2017, EPFL, Lausanne

---

**Pfister Michael**

---

*Toe scour formation at Piano Key weirs*

*Piano Key weir as overflow on sedimentation basin of wastewater treatment plant*

3rd Intl. Workshop Labyrinth and Piano Key Weirs, 23 mars 2017, Qui Nhon, Vietnam

---

**Stähly Severin**

---

*Sensitivity analysis of the hydromorphological index of diversity using numerical generated data*

37th IAHR World Congress, 13-18 août 2017, Kuala Lumpur, Malaysia

---

**Wüthrich Davide**

---

*Impact of a dry bed surge against structures with and without openings*

*Estimation of wave propagation velocity on a channel with smooth and rough bed*

37th IAHR World Congress, 13-18 août 2017, Kuala Lumpur, Malaysia

---

**Zordan Jessica**

---

*Entrainment, transport and deposition of sediment by gravity currents*

SEDITRANS Closing Conference, University of Patras, 20-21 juillet 2017, Patras, Greece

*Influence of the initial volume of lock exchange gravity currents on the sediment entrainment capacity*

*Experimental results on gravity current's dynamic initiating sediments entrainment*

37th IAHR World Congress, 13-18 août 2017, Kuala Lumpur, Malaysia

## **7 Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / Participation in congresses and visits of research institutes**

*BASEMENT users' Annual meeting, janvier 2017, Rapperswil, Switzerland: Azin Amini*

*SCCER-SoE - Atelier de démarrage de la Phase II (2017-2020), Berne, 31 janvier 2017 : Anton Schleiss, Pedro Manso, Azin Amini*

*Assemblée générale du Comité suisse des barrages (SWV), Berne, 7 mars, 2017: Anton Schleiss, Pedro Manso*

*Energie-Apéros Wallis : Zukunft der Wasserkraft: Marktchancen, Potenziale, Umweltschutz ; Brig-  
Glis, 7 mars 2017: Anton Schleiss*

*Africa 2017. Water Storage and Hydropower Development for Africa, International Conference and  
Exhibition. 14-16 mars 2017, Marrakech, Morocco: Anton Schleiss, Jose Pedro Matos*

*3rd Intl. Workshop Labyrinth and Piano Key Weirs, 23 mars 2017, Qui Nhon, Vietnam: Michael  
Pfister*

*EPFL public conference included in job application for position in Hydraulics, Lausanne, 27 mars  
2017 : Pedro Manso*

*Workshop CRUEx++ - 20-21 mars 2017, EPFL, Lausanne : Anton Schleiss, Fränz Zeimetz, Alain  
Foehn*

*Nachweis der Hochwassersicherheit für Stauanlagen: Anwendung der CRUEx++ Methodologie zur  
Abschätzung von Extremhochwasser, 27-28 mars 2017, Verwaltungszentrum des UVEK, Ittigen:  
Anton Schleiss, Fränz Zeimetz, Alain Foehn*

*EGU Vienna, 25 avril 2017: Pedro Manso, Mário Franca, Sebastián Guillén-Ludeña*

*SNGB XXXI National Seminar on Large Dams, Bela Horizonte, Brazil, 15-18 mai 2017 : Anton  
Schleiss*

*XXXVI School of Hydraulics, Institute of Geophysics of the Polish Academy of Sciences, Jachranka,  
26 mai 2017: Mário Franca*

*SimHydro 2017: Choosing the right model in applied hydraulics, 14-16 juin 2017, Sophia Antipolis:  
Giovanni De Cesare*

*KOHS Tagung 2017- Symposium CIPC 2017: Wasserbau an grossen Gebirgsflüssen am Beispiel  
des Alpenrheins (mit IRR), Dornbirn, Autriche, 21-22 juin, 2017: Anton Schleiss*

*4th International Symposium on Shallow Flows, 26-28 juin 2017, Eindhoven, The Netherlands. 2017:  
Carmelo Juez*

*Atelier en Sécurité des Barrages en Autriche et en Suisse, Dornbirn (Autriche), 28-29 juin 2017:  
Anton Schleiss, Pedro Manso*

*85th ICOLD Annual Meeting and Symposium « Knowledge based dam engineering », 3-7 juillet 2017  
Prague: Anton Schleiss*

*37ème Congrès mondial de l'IAHR à Kuala Lumpur, Malaisie, 13-18 août 2017: Anton Schleiss,  
Jessica Zordan, Paloma Furlan, Sabine Chamoun, Severin Stähly, Davide Wüthrich*

*14e Forum CADFEM et ANSYS, 6 septembre 2017, EPFL, Lausanne : Alexandre Pachoud*

*14th ICOLD Benchmark Workshop on the Numerical Analysis of Dams, 7-9 septembre 2017, Stock-  
holm, Suède: Pedro Manso, Chenfei Shao*

*Fourth SCCER-SoE Annual Conference, 14-15 septembre 2017, WSL Birmensdorf, Suisse: Anton  
Schleiss, Pedro Manso, Azin Amini, Ivan Stojnic, Severin Stähly, Armelle Nicolle, Marius Jordan,  
Blaise Monay, Angela Mark, Andrea Baldin, Filippo Dal Drago*

*IUTAM/AMERIMECH SYMPOSIUM: Dynamics of Gravity Currents, Santa Barbara, 25-27 septembre 2017: Mário Franca*

*Hydro 2017, 9-11 octobre 2017, Seville, Espagne: Anton Schleiss, Pedro Manso, Sebastián Guillén*

*3rd Hellenic Conference on dams and reservoirs, 12-14 octobre 2017, Aegli Zappiou, Athens: Anton Schleiss*

*SCCER School, Engelberg, 19 octobre 2017: Pedro Manso, Azin Amini, Alain Foehn, Ivan Stojnic, Severin Stähly*

*V Jornadas de Ingeniería del Agua, Universidade da Coruña, La Coruña, 24 octobre 2017: Mário Franca*

*Meeting of the authorities from the canton of Fribourg, 15 novembre 2017, Fribourg, Switzerland: Severin Stähly*

*PEAK-KOHS Vertiefungskurs: Sedimentmanagement in Fliessgewässern – Synergien zwischen Wasserbau und Ökologie, EAWAG Aquatic Research, Dübendorf, 22 novembre 2017: Anton Schleiss, Mário Franca, Severin Stähly*

*Wasserbau & Ökologie task force, 23 novembre 2017, Lausanne, Switzerland: Anton Schleiss, Carmelo Juez, Mário Franca, Mona Jafarnejad, Christine Schärer, Severin Stähly*

*Colloque Hydraulique des barrages et des digues à Chambéry, 29-30 novembre 2017: Anton Schleiss, Giovanni De Cesare, Paloma Furlan*

*ICOLD EuroClub / CFBR: International Workshop on Overflowing Erosion of Dams and Dikes – Embankment and Concrete Dams Overflowing Erosion, 13-14 decembre 2017, Aussois, France: Anton Schleiss, Pedro Manso*



## 8 Participation au jury de thèses de doctorat / *Participation in doctoral thesis jury*

### Schleiss Anton

---

*Hydropower design under uncertainties*

Doctorant: Felix Oberrauch, EPFL No 7531, directeur de thèse, 12.01.2017

*Einfluss der Eigenschaften des Schüttmaterials und des Dichtungselementes von Dammbauwerken auf die Breschenentwicklung und die Abflusskurve beim Versagen durch Überströmen*

Doctorant: Burkhard Rüdiger, TU Wien, membre du jury, 15.02.2017

*Hydro-morphological processes through permeable sediment traps at mountain rivers.*

Doctorant: Claudio Sebastian Schwindt, EPFL No 7655, directeur de thèse, 13.06.2017

*Influence of outlet discharge on the efficiency of turbidity venting*

Doctorante: Sabine Chamoun, EPFL No 7736, directeur de thèse, 20.7.2017

*Hydrodynamic modelling as a tool for water quality management - Applications to Lake Biel*

Doctorant: Carl Love Mikael Raman Vinna, EPFL No 7976, membre du jury, 29.08.2017

*Characterization of hydraulic behaviour of orifices in conduits*

Doctorant: Nicolas Jean François Pascal Ghislain Adam, EPFL No 8090, directeur de thèse, 28.09.2017

*Sediment pulses in a gravel-bed flume with alternate bars*

Doctorant: Blaise Etienne Marceau Dhont, EPFL No 8196, président du jury, 10.11.2017

*Long-term monitoring of existing wind turbine towers and fatigue performance of UHPFRC under compressive stresses*

Doctorant: Christophe Thierry Loraux, EPFL No 8404, président du jury, 15.12.2017

### De Cesare Giovanni

---

*Influence of outlet discharge on the efficiency of turbidity venting*

Doctorante: Sabine Chamoun, EPFL No 7736, co-directeur de thèse, 20.7.2017

*Characterization of hydraulic behaviour of orifices in conduits*

Doctorant: Nicolas Jean François Pascal Ghislain Adam, EPFL No 8090, co-directeur de thèse, 28.9.2017

### Franca Mário J.

---

*Hydro-morphological processes through permeable sediment traps at mountain rivers.*

Doctorant: Claudio Sebastian Schwindt, EPFL No 7655, co-supervisor, 13.06.2017

*Numerical simulation of axisymmetric three-dimensional gravity currents generated by lock-exchange*

Doctorant: Roberto Inghilesi (2017), rapporteur, Università de Roma Tre, Dec.2017

*Turbulence characteristics in open-channel flows with highly rough beds*

Doctorant: Domenico Ferraro (2017), rapporteur, Università de la Calabria, Apr.2017

*Numerical and Experimental Modeling of the Hydrodynamics of Open Channel Confluences with Dominant Tributary Inflow*

Doctorant: Laurent Schindfessel (2017), member of the jury, Ghent University, 01.06.2017

*Dam break over mobile bed: experimental and numerical study*

Doctorante: Ilaria Fent (2017), member of the jury, Université Catholique de Louvain-la-Neuve, 07.12.2017

## **Pfister Michael**

---

*Urban floods: numerical and physical modelling of the effects of sewer failures*

Doctorant: Gaetano Crispino, SUN, Napoli, member of Jury. Director: Prof Dr. Corrado Gissonni

## **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 Hydrology
- Journal of Multiphase Flow
- Journal of Tunnelling and Underground Space Technology
- Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering (ASCE)
- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- IAHR World Congress
- Conference Hydro 2017
- Conference Africa 2017
- Swiss Tunneling Congress

### **Amini Azin**

---

- Reviewer for 36th Int. Conference on Oceans, Offshore & Arctic Engineering, Norway, 2017

### **De Cesare Giovanni**

---

- SimHydro 2017
- Water (published by MDPI)
- ICE Water Management Journal, The Institution of Civil Engineers
- Journal of Hydraulic Research
- Canadian Journal of Civil Engineering

### **Franca Mário**

---

- International Association of Hydro-Environment Engineering and Research, Member (n. I-9007).
- American Geophysical Union, Member (n. 10967955).
- Portuguese Association of Water Resources, Member (n. 1273).
- Member of the leadership team of the Committee on Experimental Methods and Instrumentation of the IAHR - International Association of Hydro-Environment Engineering and Research
- Associate Editor of Water Resources Research (AGU)
- Guest Editor of the special issue for the journal Environmental Fluid Mechanics on Environmental Buoyancy-Driven Flows
- Water Resources Research
- Geophysical Research Letters
- Journal of Geophysical Research
- Advances in Water Resources
- Earth Surface Processes and Landforms

### **Guillén-Ludeña Sebastián**

---

- Earth Surface Processes and Landforms
- Water Resources Research

### **Juez Carmelo**

---

- Advances in Water Resources
- Water Resources Research
- Journal of Hydroinformatics
- Water
- Canadian Journal on Chemical Engineering
- International Journal of River Basin Management

### **Manso Pedro**

---

- Journal of Applied Water Engineering and Research (IAHR)
- International Committee of Large Dams, Technical Committee of Hydraulics for Dams
- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Advances in Water Resources (Elsevier)
- Energies (MDPI)
- Journal of Hydraulic Research (IAHR)

### **Pfister Michael**

---

- Journal of Hydraulic Engineering
- Journal of Hydraulic Research
- International Journal of Multiphase Flow
- Water Resources Research

### **Wüthrich Davide**

---

- Journal of Hydraulic Research



## 10 Publications

### 10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

#### 10.1.1 Référés / *Refereed*

Bousquet C., Samora I., Manso P., Rossi L., Heller, P., and Schleiss A.J. (2017). "Assessment of hydropower potential in wastewater systems and application to Switzerland", **Renewable Energy**, Vol. 113: 64-73. doi: 10.1016/j.renene.2017.05.062.

Caviedes-Voullième D., Morales-Hernandez, M., Juez C., Lacasta A. and Garcia-Navarro P. (2017), "Two-dimensional numerical of bed-load transport of a finite-depht sediment layer : Applications to channel flushing". **Journal of Hydraulic Engineering**, Vol. 143(9), p. 04017034 (1-16). doi:10.1016/(ASCE)HY.1943-7900.0001337.

Chamoun S., De Cesare G., and Schleiss A.J. (2017). "Management of turbidity current venting in reservoirs under different bed slopes", **Journal of Environmental Management**, 204, 519-530.

Chamoun S., De Cesare G., and Schleiss A.J. (2017). "Venting of turbidity currents through a rectangular opening", **Journal of Hydraulic Research**, 56(1), 44-56.  
<http://dx.doi.org/10.1080/00221686.2017.1289266>.

Felder S., and Pfister M. (2017). "Comparative analyses of phase-detective intrusive probes in high-velocity air-water flows". International **Journal of Multiphase Flow**, Vol. 90, 88-101. doi: 10.1016/j.ijmultiphaseflow.2016.12.009.

Ferras D., Manso P., Schleiss A.J., and Covas D. (2017). "Fluid-structure interaction in straight pipelines with different anchoring conditions", **Journal of Sound and Vibration**. Vol. 394, 348–365.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsv.2017.01.047>.

Ferras D., Manso P. Schleiss A.J., and Covas D. (2017). "Fluid-structure interaction in pipe coils during hydraulic transients", **Journal of Hydraulic Research**. 55(4), 491-505, doi: 10.1080/00221686.2016.1275045 (online publication 02.2017).

Gostner W., Paternolli M., Schleiss A.J., Scheidegger C. and Werth W. (2017). "Gravel bar inundation frequency : an important parameter for understanding riparian corridor dynamics". **Aquatic Sciences**, Vol. 79, num. 4, pp 825-839. doi: 10.1007/s00027-017-0535-2.

Guillén-Ludeña S., Cheng Z., Constantinescu G., and Franca M.J. (2017). "Hydrodynamics of mountain-river confluences and its relationship to sediment transport", **Journal of Geophysical Research - Earth Surface**, 122(4), 901-924, doi: 10.1002/2016JF004122.

Guillén-Ludeña S., Franca M.J., Alegria F., Schleiss A.J., and Cardoso A.H. (2017). "Hydromorphodynamic effects of the width ratio and local tributary widening on discordant confluences", **Geomorphology**, doi: 10.1016/j.geomorph.2017.06.006.

Jafarnejad M., Franca M.J., Pfister M., and Schleiss A.J. (2017). "Time-based failure analysis of compressed riverbank riprap". **Journal of Hydraulic Research** 55(2), 224-235. doi: 10.1080/00221686.2016.1212940.

Jafarnejad M., Pfister M., Brühwiler E., and Schleiss A.J. (2017). „Probabilistic failure analysis of riprap as riverbank protection under flood uncertainties". **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, 31(7), 1839-1851. doi: 10.1007/s00477-016-1368-6.

Juez C., Bühlmann I., Maechler G., Schleiss A.J., and Franca M.J. (2017). "Transport of suspended sediments under the influence of bank macro-roughness", 43(1), 271-284. **Earth Surface Processes and Landforms**, doi: 10.1002/esp.4243.

Ostad Mirza M.J., Matos, J., Pfister M., and Schleiss A.J. (2017). „The effect of an abrupt slope change on air entrainment and flow depths on stepped spillways". **Journal of Hydraulic Research** 55(3), 362-375. doi: 10.1080/00221686.2016.1255263.

- Müller M., De Cesare, G. and Schleiss, A.J. (2017) "Experiments on the effect of inflow and outflow sequences on suspended sediment exchange rate". **International Journal of Sediment Research**, Vol. 32, 155–170. doi:10.1016/j.ijsrc.2017.02.001.
- Pachoud A.J., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "New parametric equations to estimate notch stress concentration factors at butt welded joints modelling the weld profile with splines", **Engineering Failure Analysis**. Vol. 72, 11–24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2016.11.006>.
- Pachoud A.J., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Stress intensity factors for axial semi-elliptical surface cracks and embedded elliptical cracks at longitudinal butt welded joints of steel-lined pressure tunnels and shafts considering weld shape", **Engineering Fracture Mechanics**. 179, 93–119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfracmech.2017.04.024>
- Pokrajac D., Venuleo S., and Franca M.J. (2017). "Depth-averaged momentum equation for gravity currents with varying density: coefficient in pressure term", **Journal of Hydraulic Research**, doi: 10.1080/00221686.2017.1335245.
- Schleiss A.J., 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.
- Schwindt S., Franca M.J., and Schleiss A.J. (2017). "Effects of lateral and vertical constrictions on flow in rough steep channels with bedload", **Journal of Hydraulic Engineering**, doi: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001389.
- Schwindt S., Franca M.J., De Cesare G., and Schleiss A.J. (2017). "Analysis of mechanical-hydraulic bedload deposition control measures", **Geomorphology**, doi: 10.1016/j.geomorph.2017.07.020.
- Stähly S., Friedrich H., and Detert M. (2017). „Size Ratio of Fluvial Grains’ Intermediate Axes Assessed by Image Processing and Square-Hole Sieving". **Journal of Hydraulic Engineering**, Vol. 143(6), 06017005, doi:10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0001286.
- Zeimet F., Schaepli B., Artigue G., Hernandez J. and Schleiss A. J. (2017). "Relevance of the correlation between precipitation and the O° C isothermal altitude for extreme flood estimation". **Journal of Hydrology**, Vol. 551, 177-187. doi:10.1016/j.jhydrol.2017.05.022.

## 10.1.2 **Autres / Others**

- Di Giulio M., Franca M.J., Scheidegger Ch., Schleiss A.J., Vetsch D., and Weber Ch. (2017). "Sediment- und Habitatsdynamik in Fliessgewässern. In: **Geschiebe- und Habitatsdynamik**". Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Einleitung (in German, French and Italian)
- Döring M., Facchini M., Fink S., Franca M.J., Martín Sanz E., Robinson C.T., Scheidegger Ch., Siviglia N., Trautwein C., Vetsch D., and Weber Ch. (2017). "Sedimentdynamik und ihre Auswirkungen messen". In: **Geschiebe- und Habitatsdynamik**. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Merkblatt 2. (in German, French and Italian).
- Fink S., Döring M., Franca M.J., Martín Sanz E., Nadyeina O., Robinson C.T., Schleiss A.J., and Scheidegger Ch. (2017). "Dynamik und Biodiversität in Auen". In: **Geschiebe- und Habitatsdynamik**. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Merkblatt 5. (in German, French and Italian).
- Friedl F., Battisacco E., Vonwiller L., Fink S., Vetsch D., Weitbrecht V., Franca M.J., Scheidegger Ch., Boes R., and Schleiss A.J. (2017). "Geschiebeschüttungen und Ufererosion". In: **Geschiebe- und Habitatsdynamik**. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Merkblatt 7. (in German, French and Italian).
- Juez C., Franca M.J., Fink S., Scheidegger Ch., Siviglia N., Stähly S., Trautwein C., Weber Ch., and Schleiss A.J. (2017). "Bedeutung und Einflussfaktoren der Feinsedimentdynamik". In: **Geschiebe-**

**und Habitatsdynamik.** Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Merkblatt 3. (in German, French and Italian).

Matos, J.P., Schleiss A.J. (2017). "A free and state-of-the-art probabilistic flow forecasting tool designed for Africa". **Hydropower & Dams**, Vol. 24(2) pp. 48-52.

Pachoud A.J., Manso P., and Schleiss A.J., (2017). "Contraintes aux soudures longitudinales des blindages sous l'effet de l'anisotropie du rocher et des imperfections géométriques", **Wasser Energie Luft**, 109(2), pp. 91-95.

Pachoud A. J., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "New methodology for safety assessment of steel-lined pressure shafts using high-strength steel", **The International Journal of Hydropower and Dams**. 2017(3), pp. 80-88.

Pfister, M., and Ribi, J.-M. (2017). "Bodenöffnungen, Ergänzende Betrachtungen". **Aqua & Gas** 11, 46-51.

Schleiss, A.J. (2017). "Mit möglichst wenig Energieverlust möglichst viele Arten erhalten". **Aqua & Gas**, 97(6)/2017, pp. 8-9.

Schwindt S., Franca M. J., Fink S., Scheidegger Ch., and Schleiss A.J., (2017). "Durchgängige Geschiebesammler in Wildbächen". In: **Geschiebe- und Habitatsdynamik**. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Merkblatt 4. (in German, French and Italian)

Zeimetz F., Garcia Hernandez J., Jordan F., Fallot J.-M. and Schleiss A. (2017). "Abschätzung von Extremhochwassern bei Talsperren nach der Methode CRUEXX++". **Wasser Energie Luft**, Vol. 109 (4), pp 261-270.

## 10.2 Comptes rendus des congrès / *Proceedings of congresses*

### 10.2.1 Référés / *Refereed*

Adam N., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2017). "Head losses and influence length of sharp-edged and rounded orifices under steady flow conditions". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 3045-3050 (ISSN 1562-6865).

Amini A., Venuleo S., Chamoun S., De Cesare G., Schleiss A.J., and Takhtemina F. (2017). "Investigation of venting turbidity currents in the Rudbar-Lorestan reservoir in Iran", **85th ICOLD Annual Meeting**, Prague, Czech Republic, July 5, p.77.

Calixte E., Zeimet F., Manso P., Schleiss A.J., and Fauriel J. (2017). "Impacts du changement climatique sur la production hydroélectrique alpine : comment une nouvelle retenue à Oberaletsch pourrait garantir la gestion durable des installations existantes", **Proc. du Colloque "Hydraulique des barrages et des digues"**, ed. SHF – CFBR, 29 et 30 novembre 2017, Chambéry, France, pp.445-456. doi : 10.24346/CFBR\_shf\_colloque2017\_a13

Chamoun S. (2017). "Venting of turbidity currents: when to act?". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 1027-1036 (ISSN 1562-6865).

Chamoun S., De Cesare G. and Schleiss A.J. (2017). "Investigations of turbidity current venting for two different reservoir bed slopes". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 1014-1021 (ISSN 1562-6865).

Crispino G., Pfister M., and Gisonni C. (2017). "Discharge capacity of junction manholes with bottom drops or top offsets". **Proceedings 37th IAHR World Congress**, August 13-18, Kuala Lumpur, Malaysia.

Crispino G., Pfister M., and Gisonni C. (2017). "Hydraulic features of helycoidal flows in a vortex drop shaft". **14th IWA/IAHR International Conference on Urban Drainage**, Paper ICUD-0325, 250-254, September 10-15, Prague, Czech Republic.

De Cesare G., Essyad K., Furlan P., Khuong V.N. and Mulligan S. (2017). "Experimental study at prototype scale of a self-priming free surface siphon". Proc. of abstracts **SimHydro 2017** "Choosing the right model in applied hydraulics", 14-16 June 2017, Nice Sophia Antipolis, France, p.83.

Furlan P., Pfister M., Matos J. and Schleiss A.J. (2017). "Blocking probability of driftwood at ogee crest spillways with piers: influence of woody debris characteristics". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 2357-2364 (ISSN 1562-6865).

Furlan P., Pfister M., Matos J. and Schleiss A. J. (2017) "Entrapment of driftwood at ogee crested spillways with piers : Influence of woody debris characteristics on blocking probabilities". **Colloque CFBR-SHF: Hydraulique des barrages et des digues**, Chambéry, 29-30 novembre 2017, pp 42-49, doi : 10.24346/cfbr\_shf\_colloque2017\_a04.

Guillén-Ludeña S., Franca M., Cardoso A.H. and Schleiss A.J. (2017). "Effect of the bed load gradation on the morphodynamics of discordant confluences". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 451-459 (ISSN 1562-6865).

Juez C., Bühlmann I., Maechler G., Schleiss A.J., and Franca M.J. (2017). "Hidromorfología en canales de aguas someras con cavidades laterales y transporte de sedimentos en suspensión". **V Jornadas de Ingeniería del Agua**. La Coruña, Spain. 2017.

Juez C., Buehlmann I., Maechler G., Schleiss A.J. and Franca M. (2017). "Influence of lateral rectangular embayments on the transport of suspended sediments in a flume". Proceedings of the **37th**



**IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 105-112 (ISSN 1562-6865). Juez C., Bühlmann I., Maechler G., Schleiss A.J., and Franca M.J. (2017). "Hydraulic and geomorphic processes in open channel flow with lateral embayments and with fine sediments in suspension". **4th International Symposium on Shallow Flows**. Eindhoven, Netherlands. 2017.

Kyrousi F., Leonardi A., Juez C., Zordan J., Zanello F., Roman F., Armenio V. and Franca M. (2017). "Numerical simulation of sediment entrainment by lock-exchange gravity currents". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 441-450 (ISSN 1562-6865).

Leroy A., Bourqui P., Dumond L., and De Cesare G. (2017). "Physical and 3D numerical simulation of the flow in the tailrace of a hydroelectric power plant to design fishway entrances". Proc. of abstracts **SimHydro 2017** "Choosing the right model in applied hydraulics", 14-16 June 2017, Nice Sophia Antipolis, France, p.80.

Matos, J.P., Schleiss, A.J. (2017). "A free and state-of-the-art probabilistic flow forecasting tool designed for Africa". Proceedings of Int. Conference **Africa 2017** - Water storage and hydropower development for Africa, 14 to 16 March 2017, Marrakech, Morocco (on USB).

Matos, J.P., Schleiss, A.J. (2017). "A look at new and existing hydropower projects on the Zambezi under climatic uncertainty". Proceedings of Int. Conference **Africa 2017** - Water storage and hydropower development for Africa, 14 to 16 March 2017, Marrakech, Morocco (on USB). Pfister M., Jüstrich S., and Schleiss A.J. (2017). "Toe scour formation at Piano Key Weirs". **Labyrinth and Piano Key Weirs III (PKW 2017)**, 147-156, Taylor & Francis, London.

Ribi J.-M., Spahni B., Dorthe D., and Pfister M. (2017). "Piano Key Weir as overflow on sedimentation basin of wastewater treatment plant". **Labyrinth and Piano Key Weirs III (PKW 2017)**, 175-184, Taylor & Francis, London.

Schleiss A. J. (2017) "Les ouvrages hydrauliques annexes comme des éléments de conception et de sécurité des barrages". **Colloque CFBR-SHF : Hydraulique des barrages et des digues**, Chambéry, 29-30 novembre 2017, pp 125-130, doi : 10.24346/cfbr\_shf\_colloque2017\_b06.

Sfouni-Grigoriadou M., Juez C., Franca M. And Spinewine B. (2017). "Laboratory experiments of pulsed subaqueous sediment density flows: internal stratification and layering". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 1071-1079 (ISSN 1562-6865).

Shao C., Manso P., Gunn R.M., Pimentel M., and Schleiss A.J. (2017) "Thermal cracking of a thin arch dam in a wide valley with skin reinforcement". Proceedings of the **14th ICOLD Benchmark Workshop on the Numerical Analysis of Dams**. Stockholm, Sweden. Ed. R. Malmö.

Stähly S., Bourqui P., Robinson C.T. and Schleiss A.J. (2017). "Sensitivity analysis of the hydromorphological index of diversity using numerical generated data". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 99-104 (ISSN 1562-6865).

Venuleo S., Pokrajac D., Tokyay T., Constantinescu G., Schleiss A.J., and Franca M.J. (2017). "Density and velocity correlation terms in Shallow water equations for density currents". **4th International Symposium of Shallow Flows**, Eindhoven University of Technology, Netherland.

Wüthrich D. (2017). "Impact of a Dry bed surge against structures with and without openings". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 3775-3784 (ISSN 1562-6865).

Wüthrich D., Pfister M., Nistor I. and Schleiss A.J. (2017). "Estimation of wave propagation velocity on a channel with smooth and rough bed". Proceedings of the **37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 3522-3528 (ISSN 1562-6865).

Wüthrich D., Chamoun S., Bollaert E., De Cesare G., and Schleiss A.J. (2017). "Hybrid modelling approach to study scour potential at Chancy-Pougny dam stilling basin", **Proceedings of SimHydro 2017**, Nice, France, June 14-16.

Wüthrich D., Chamoun S., De Cesare G., and Schleiss, A.J. (2017). "Protection de la fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny avec prismes en béton", **Colloque CFBR-SHF**, Chambéry, France, Nov. 29-30.

Zordan J. (2017). "Influence of the initial volume of lock exchange gravity currents on the sediment entrainment capacity". **Proceedings of the 37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 616-622 (ISSN 1562-6865).

Zordan J., Juez C., Schleiss A.J. and Franca M. (2017). "Experimental results on sediment entrainment by gravity currents". **Proceedings of the 37th IAHR World Congress**, Editor: Aminuddin Ab. Ghani et al., August 13-18 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, pages 1453-1458 (ISSN 1562-6865).

## 10.2.2 Autres / Others

Amini A., Manso P., Venuleo S., Lindsay N., Leupi C., and Schleiss A.J. (2017). "Computational hydraulic modelling of fine sediment stirring and evacuation through the power waterways at the Trift reservoir", **Hydro 2017**, Seville, Spain, 9-11 oct.

Chen M., Aleixo R., Ferreira R.M.L., and Franca M.J. (2017). "W.A.T.E.R.: an iahr-emi event dedicated to the learning of advanced measurement techniques", **Hydrolink**, n. 2/2017, pp. 54-55.

Franca M.J., Zordan J., Juez C., and Schleiss A.J. (2017). "Geomorphic work by saline gravity currents over a mobile bed", **IUTAM/AMERIMECH SYMPOSIUM: Dynamics of Gravity Currents**, Santa Barbara, September.

Guillén Ludeña S., Cheng Z., Constantinescu G., and Franca M.J. (2017) "Hydro-morphodynamics of bed discordance confluences". Simulations based on laboratory data, **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-1620, Vienna, April.

Guillen-Ludeña S., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Fine sediment routing in a cascade of alpine reservoirs: Influence of the inlet angle on settling of fine sediments" **Hydro 2017**, Seville, Spain.

Juez C., Buehlmann I., Maechler G., Schleiss A.J., and Franca M.J. (2017). "Hydraulic and geomorphic processes in open channel flow with lateral embayments and with fine sediments in suspension", **4th International Symposium of Shallow Flows**, Eindhoven, June.

Juez C., Thalmann M., Schleiss A.J., and Franca M.J. (2017). "Effect of hydrograph in the morphology of a channel with lateral cavities", **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-14291, Vienna, April.

Kyrousi F., Zordan J., Leonardi A., Juez C., Zanella F., Armenio V., and Franca M.J. (2017). "Large Eddy Simulations of compositional density currents flowing over a mobile bed". **European Geosciences Union**. Vienna, Austria. 2017.

Laugier, F., Pfister, M., and Epricum, S. (2017). "Third PKW workshop reviews research and development progress". **Hydropower & Dams** 6(2017), 68-73.

Manso P., Monay B., Dujardin J., Schaefli B., and Schleiss A.J. (2017). "Winter electricity supply and seasonal storage in the Swiss Alps", **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-10298, 2017.

Manso, P., Schleiss A.J., Monay B., Dujardin J., and Zappa M. (2017). "Assessing the potential increase of seasonal energy storage to mitigate the impact of climate change in Switzerland: Case study of the Grande Dixence dam" **Hydro 2017**, Seville, Spain.

Matos J.P., Hassan M., Lu X., and Franca M.J. (2017). "Prediction and forecast of Suspended Sediment Concentration (SSC) on the Upper Yangtze basin", **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-7133, Vienna, April.

Pachoud A., Senn J., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Rupture des soudures des puits et tunnels blindés en charge", **14e Forum CADFEM et ANSYS**, Lausanne.

Pfister, M. (2017). "Hydraulique des canalisations 3". **Séminaire VSA**, HEIA, Fribourg.

Pokrajac D., Venuleo S., Tokyay T., Constantinescu G., and Franca M.J. (2017). "Shape factor in the pressure term revisited", **IUTAM/AMERIMECH SYMPOSIUM: Dynamics of Gravity Currents**, Santa Barbara, September.

Salgueiro D.V., Conde D.A.S., Franca M.J., Schleiss A.J., and Rui M. L. Ferreira (2017). "Modelling the transport of solid contaminants originated from a point source", **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-13966, Vienna, Austria. 2017.

Schleiss A.J. (2017) "Better water infrastructures for a better world – the important role of water associations". **Hydrolink**, Vol. 3, pp 86 – 87.

Schwindt S., Franca M.J., and Schleiss A.J. (2017). "New element for optimizing the functioning of sediment traps", **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-2059, Vienna, April.

Nomura S., De Cesare G., Takeda, Y., Yoshida, T., Tasaka, Y., and Sakaguchi, H. (2017). "GraCE: Velocity Structure and Spatio-temporal Evolution in the Turbidity Current Head based on Ultrasound Doppler Velocity Profiling", **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-8119, Vienna, Austria, April.

Silvestre N., Salgueiro D., Franca M.J., and Ferreira R.M.L. (2017). "Propagation of a turbidity current in confined geometries", **European Geosciences Union**, Vol. 19, EGU2017-17251, Vienna, Austria, April.

Venuleo S., Pokrajac D., Tokyay T., Constantinescu G., Schleiss A.J. and Franca M.J. (2017). "Density and velocity correlation terms in Shallow water equations for density currents", **4th International Symposium of Shallow Flows**, Eindhoven, June.

### 10.2.3 Posters / Posters

Amini A., Lindsay N., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Fine sediment evacuation through the power intakes at Trift reservoir". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Baldin A., Guillén-Ludeña S., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Fine sediment settling under pumped-storage operations in Räterichsboden". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Bienz M., Stähly S., De Cesare G., and Schleiss A.J. (2017). "Kraftwerk Juchli – Exploitation of Juchli waterfall with a small hydropower plant". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Carbonne M., Guillén-Ludeña S., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Influence of the jet-inflow angle on sediment settling in Räterichsbodensee". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Chamovey L., Matos J.P., Manso P., Schleiss A.J., Weigt H., Schlecht I., and Jordan F. (2017). "Impacts of Future Market Conditions on Hydropower Storage Operations". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Chamoun, S., De Cesare, G., and Schleiss, A.J. (2017). "Fine sediment release from reservoirs through venting of turbidity currents". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Dal Drago F., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Rehabilitation of Isola arch-gravity dam facing internal swelling reaction". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Foehn A., García Hernández J., De Cesare G., Schaefli B., and Schleiss A.J. (2017). "Spatial precipitation interpolation over an alpine catchment". **SCCER-SoE Annual Conference 2017**, Birmensdorf, Switzerland.

Furlan P., Pfister M., Matos J., and Schleiss A.J. (2017). "Blocking probability at spillway inlets under driftwood impact". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Guillén-Ludeña S., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Sediment balance of a system of alpine reservoirs in cascade". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Jordan M., Venuleo S., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Utilisation optimale du potentiel hydroélectrique d'un bassin versant alpin: le barrage de Khudoni en Géorgie" **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Maître A., Stähly S., Franca M.J., and Schleiss A.J. (2017). "Evaluation de l'effet d'une crue artificielle et de l'augmentation de sédiments sur la morphologie dans une rivière avec débit résiduel". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Mark, A., Manso P., Stähly S., Schleiss A.J., and Meier P. (2017). "Hydropeaking attenuation: how can revitalized rivers contribute?" **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Matos J.P., Manso P. A., Schaepli B., and Schleiss A.J. (2017). "Operation changes of a complex hydropower system over decades". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Meier P., Bieri M., Manso P., Zeimetz F., Gerber C., Mark, A., Schweizer S., Fankhauser A., and Schwegler B. (2017). "System modelling for hydro-peaking mitigation", **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

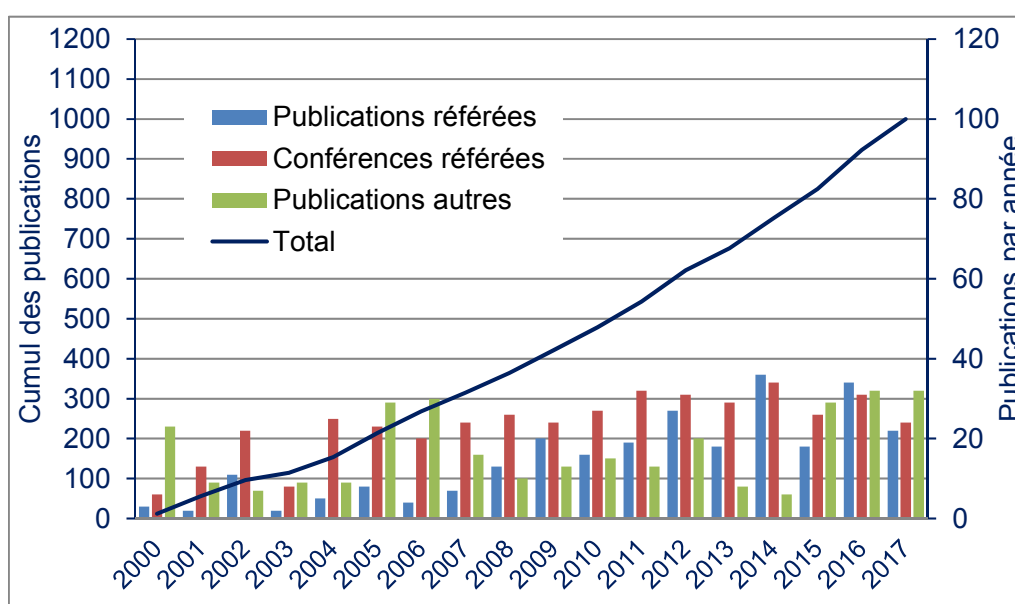
Monay B., Manso P., Dujardin J., and Schleiss A.J. (2017). "Evaluation du potentiel d'augmentation du stockage saisonnier d'énergie en Suisse en vue des changements climatiques". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Morand G., Adam N., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Augmentation de la flexibilité d'exploitation d'aménagements hydroélectriques à haute chute au fil de l'eau en Valais". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Nicolle A., Chamoun S., Manso P., and Schleiss A.J. (2017). "Confortement d'un barrage poids en maçonnerie présentant une légère courbure en plan : Le barrage de Cenne-Monestiés". **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.

Stähli M., Bogner K., Schirmer M., Amini A., and Klauenbösch M., (2017) "Demonstration of new solutions for an upcoming small alpine HP plant (Adont, Surses)", **SCCER-SoE Science Report 2017**, p 184.

Stähly, S., Bourqui, P., Robinson, C.T., and Schleiss, A.J. (2017). "How does the HMD behave using numerical data?" **4th SCCER-SoE Conference**, Birmensdorf.



Publications par LCH depuis 2000 / LCH publications since 2000.



## 10.3 Revues de presse / *Press reviews*

### Articles dans les journaux

#### Schleiss Anton

---

- Radio : Le désastre en cours en Californie au barrage d'Oroville, et les craintes pour celui de Mossoul, en Irak. [www.rts.ch](http://www.rts.ch), 14.02.2017
- Article : Mit möglichst wenig Energieverlust möglichst viele Arten erhalten. Aqua & Gas, Zürich, 26.06.2017
- Article : Bitte mehr Wasserkraft, NZZ am Sonntag, 08.10.2017

#### Pedro Manso

---

- Article : SCCER website highlights „Limiting Flushes: System Modeling to Mitigate Hydro-Peaking at New Storage Plants“ <http://sccer-soe.ch/news/highlights/hydro-peaking/>

#### LCH

---

- Télévision: CNBC: The power of Hydro, 28.02.2017
- Article : EPFL: Visit of an official Indian delegation at the EPFL, 12.06.2017
- Article : Sabine Chamoun receives the John F. Kennedy Student Paper Competition, 23.08.2017
- Article : Baublatt – Rüşchlikon: Gewappnet für die Flut, 20.10.2017
- Article : NZZ : Besserer Schutz für Pfahlbauten im Biel, 31.10.2017
- Article : RTS : L'EPFL veut construire une digue pour protéger un site archéologique bernois, [www.rts.ch](http://www.rts.ch), 31.10.2017
- Article : Des digues pour protéger le village lacustre de Sutz-Lattrigen (BE), [www.laliberte.ch](http://www.laliberte.ch), 31.10.2017
- Article : NZZ: Wie man sich Pfahlbauer-Siedlungen vorstellt: Abgebildet ist eine Rekonstruktion am Bodensee. (Bild: Regina Kühne / Keystone), [www.nzz.ch](http://www.nzz.ch), 31.10.2017
- Article : Tre varianti per salvare sito lacustre di Sutz-Lattrigen (BE), [www.swissinfo.ch](http://www.swissinfo.ch), 31.10.2017
- Article : Three ways to preserve a Neolithic site, [phys.org](http://phys.org), 31.10.2017
- Article: Kommunalmagazin, Rüşchlikon : Gewappnet für die Flut, 06.12.2017
- Article: Les barrages doivent résister à des crues extrêmes, 13.12.2017, [www.admin.ch/CT/hydro](http://www.admin.ch/CT/hydro)

## 10.4 Communications du LCH / *LCH Communications*

- N° 68 F. Zeimetz, "Development of a methodology for extreme flood estimations in alpine catchments for the verification of dam safety", Communication 68, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2017, ISSN 1661-1179
- N° 69 A. J. Pachoud, "Influence of geometrical imperfections and flaws at welds of steel liners on fatigue behavior of pressure tunnels and shafts in anisotropic rock", Communication 69, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2017, ISSN 1661-1179

- N° 70 F. Oberrauch, "Hydropower design under uncertainties", Communication 70, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2017, ISSN 1661-1179
- N° 71 S. Schwindt, "Hydro-morphological processes through permeable sediment traps at mountain rivers", Communication 71, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2017, ISSN 1661-1179
- N° 72 S. Chamoun, "Influence of outlet discharge on the efficiency of turbidity current venting" Communication 72, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2017, ISSN 1661-1179
- N° 73 N.J.F.P.G. Adam, "Characterization of hydraulic behavior of orifices in conduits" Communication 73, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2017, ISSN 1661-1179

## 10.5 **Rapports non publiés (recherche appliquée) / *Unpublished reports (applied research)***

- No. 01 Etude hydraulique de passes à poissons sur l'aménagement hydroélectrique de Rhinau, rapport intermédiaire I  
EDF, Rhinau, février 2017.
- No. 02 Fosse barrage de Chancy-Pougny, rapport final  
SFMCP, Chancy-Pougny, février 2017.
- No. 03 Puits à vortex – Commune de Cossonay. Etude sur modèle physique, Rapport final  
Ville de Cossonay, mai 2017.
- No. 04 Rapport Flexstor/P1 « Double-partition compensation basin for hydropeaking mitigation: lessons from commissioning tests and early-stage operation. Report 1.5: Analysis of trial operation tests during the compensation basin commissioning"  
SCCER-SoE & KWO, mai 2017.
- No. 05 "Protection d'un site préhistorique lacustre à Sutz-Lattrigen"  
Service archéologique Canton Berne, juin 2017.
- No. 06 Prise d'eau, Turbine M5 de l'ancienne centrale hydroélectrique  
BIK (BKW), novembre 2017.

## **11    Prix et récompenses dans la recherche / *Research prizes and awards***

*Member of Academic “111 Project”, Discipline Innovation and Research Base on River Net-work Hydrodynamics Systems and Safety, Ministry of Education and State Administration of Foreign Experts Affairs, P.R. China (2017-2022)*

Michael Pfister

*Lauréat Prix de l'Etat de Vaud*

Blaise Monay, master project titre : Evaluation du potentiel d'augmentation du stockage saisonnier d'énergie en Suisse en vue des changements climatiques

*Lauréat Prix IM*

Mattia Mario Guiseppe Nosedà, master project title: Upstream Erosion at Piano Key Weirs

*Student poster award, 4<sup>th</sup> SCCER-SoE annual conference*

Maxime Bienz, master project title: Kraftwerk Juchli

*JFK student paper award, 37<sup>th</sup> IAHR World Congress*

Sabine Chamoun, presentation title: Venting of turbidity currents: when to act?

## 12 Nomination des anciens collaborateurs comme professeurs / *Nomination of former collaborators as professors*

### **Prof. Koen Blanckaert**

---

*Associate Professor*, Departement of Civil and Environmental Engineering, School of Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, **01.01.2017 – 30.09.2017**

*Full Professor* of Hydraulic Engineering, Research Center of Hydraulic Engineering, Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, Faculty of Civil Engineering, Vienna University of Technology, [www.kw.tuwien.ac.at](http://www.kw.tuwien.ac.at), **since 01.10.2017**

### **Prof. Michael Pfister**

---

*Professor* of Hydraulic Engineering, Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA), Faculté de construction et environnement, Séction de génie civil, **since 01.02.2017**

### **Prof. Jolanda Jenzer Althaus**

---

*Professor* of Hydraulic Engineering and Natural Hazards, Departement of Architecture, Wood and Civil Engineering, Bern University of Applied Sciences, **since 01.08.2017**

### **Prof. Mário J. Franca**

---

*Professor* of Hydraulic Engineering and River Basin, Head of the River Basin Development chair group, IHE Delft Institute for Water Education, **since 01.10.2017**