

---

**LCH**

Laboratoire de Constructions Hydrauliques  
Laboratory of Hydraulic Constructions

---



ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

# **Rapport d'activité**

## ***Activity Report***

### **2014**

Editeur : Prof. Dr A. Schleiss



# Préface / Foreword

L'évènement le plus important en 2014 a été l'organisation de la 7<sup>ème</sup> conférence internationale de l'hydraulique fluviale – River Flow 2014 à l'EPFL avec un engagement extraordinaire de toute l'équipe du LCH. Comme présenté dans le chapitre 3.3 de ce rapport d'activité, River Flow 2014 a été un très grand succès avec 466 participants représentant plus de 40 pays. En plus des comptes rendus de la conférence, deux autres livres ont été édités, notamment sur l'alluvionnement des retenues ainsi que sur les compétences suisses dans l'aménagement et la revitalisation des cours d'eau. Un comité de lecture pour 410 contributions a dû être organisé. Malgré ce lourd engagement l'équipe du LCH a contribué elle-même avec 16 articles de conférence à River Flow 2014, ce qui souligne ses compétences scientifiques dans le domaine de l'hydraulique fluviale et de la revitalisation des cours d'eau. L'équipe du LCH a également travaillé en 2014 sur 25 projets de recherche fondamentaux, a terminé 6 rapports concernant des projets de recherche appliquée et a publié plus de 30 articles dans des journaux scientifiques avec comité de lecture.

Le présent rapport d'activité décrit et illustre l'excellent résultat atteint grâce à l'effort exceptionnel de l'équipe du LCH en 2014 dans ses missions de recherche, d'enseignement et de fourniture de services.

Pour conclure, je tiens à remercier sincèrement nos partenaires et nos clients pour leur soutien qui est primordial pour notre laboratoire.

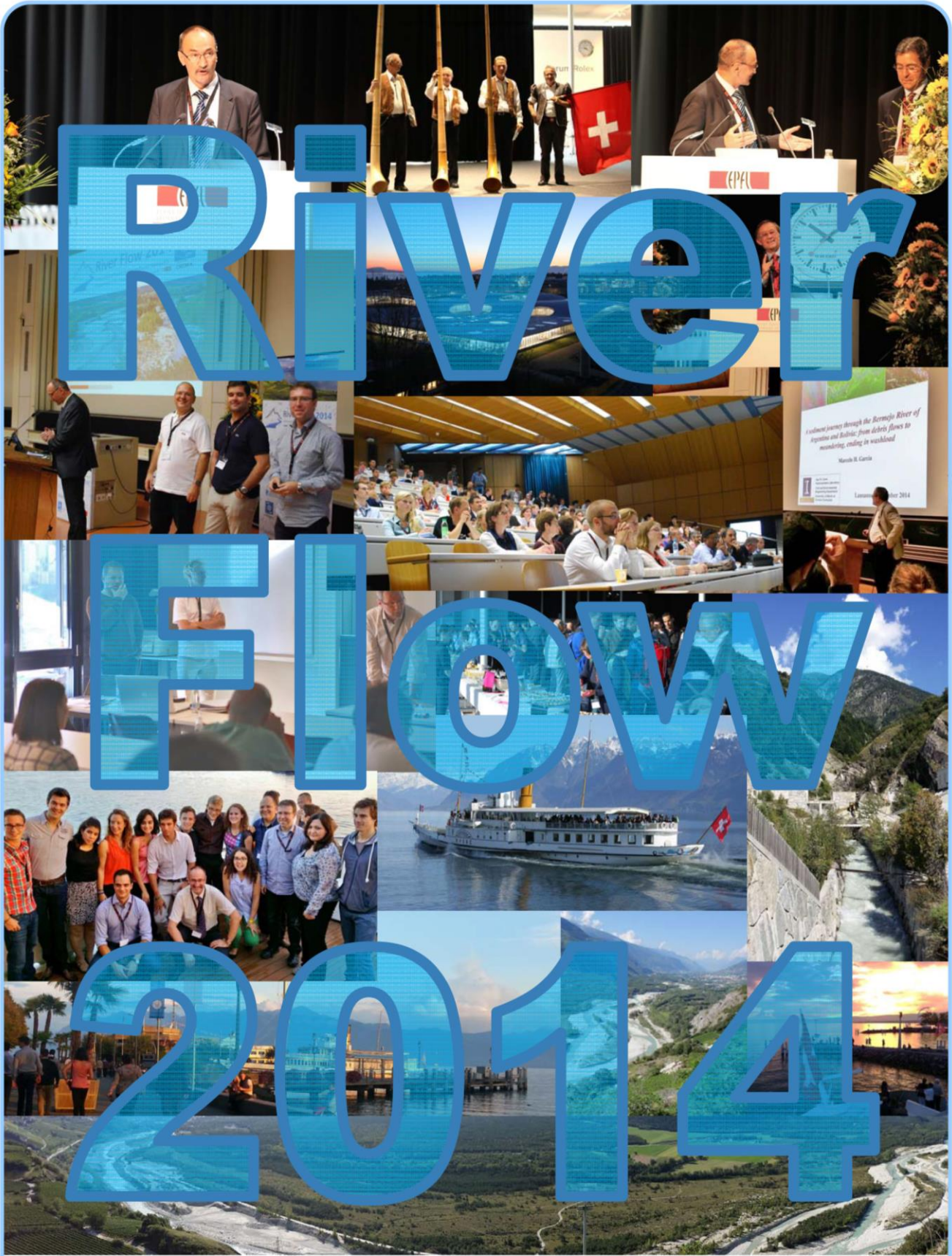
*The main event in 2014 was the organisation of the 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics – River Flow 2014 at EPFL with an extraordinary engagement of the whole LCH team. As presented in Chapter 3.3 of this annual report, River Flow 2014 was very successful with 466 participants representing more than 40 countries. Besides the conference proceedings two other books were edited, namely "Reservoir Sedimentation" and "Swiss Competences in River Engineering and restoration". In total the review of 410 conference papers had to be organised. Despite this heavy workload the LCH team contributed itself with 16 conference papers to River Flow 2014 underlining his scientific competences in fluid hydraulics and river restoration. Furthermore during 2014 the LCH team worked on 25 fundamental research projects, finished 6 reports on applied research projects and published more than 30 papers in reviewed scientific journals.*

*The present activity report describes and illustrates the excellent achievements thanks to an extraordinary effort of the LCH team in 2014 in his three missions which are teaching, research and services.*

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



Prof. Dr Anton Schleiss  
Avril / April 2015



**River Flow 2014**  
International Conference on Fluvial Hydraulics  
September 3-5 | Lausanne | Switzerland





# 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	Modèle hydraulique-hydrologique du fleuve Zambèze basé sur des techniques de télédétection et d'apprentissage automatique / Hydraulic-hydrologic model for the Zambezi River using satellite data and machine learning techniques	1
1.1.2	Influence de l'entraînement d'air sur la stabilité des blocs et sur le développement de la fosse d'érosion du bassin de dissipation / Influence of air concentration on rock scour development and block stability in plunge pools	4
1.1.3	Risque de défaillance des mesures de protection contre les crues en raison de la modification du transport sédimentaire liée aux changements climatiques / Failure risk of flood protection measures due to modified sediment transport under climate change	7
1.1.4	Morphologie des confluences de rivières / Morphology on river confluences	11
1.1.5	Caractéristiques de l'écoulement sur les déversoirs en marche d'escalier: L'effet du changement de pente abrupte / Flow characteristics on stepped spillways: The effect of abrupt slope change	14
1.1.6	Conception hydroélectrique sous incertitudes / Hydropower Design under Uncertainties	17
1.1.7	Performance hydraulique des aérateurs sur coursiers en marche d'escalier et leur effets sur l'écoulement aval / Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features	18
1.1.8	Résistance de surface non permanente et comportement rhéologique inélastique des conduites en charge à écoulements transitoires / Unsteady skin friction and pipe inelastic rheological behavior in pressurized transient flows	21
1.1.9	Influence des fissures potentielles dans les soudures sur le dimensionnement des blindages des tunnels et puits en charge en considérant l'anisotropie de la roche / Influence of potential cracks in weldings on the design of steel liners of pressure tunnels and shafts considering rock anisotropy	25
1.1.10	Développement d'une méthodologie pour l'estimation de crues extrêmes pour barrages / Development of a methodology for estimating extreme floods for dams - CRUEX++	27
1.1.11	Technique de réapprovisionnement en sédiments à l'aval d'un barrage – Erosion et processus de transport des dépôts artificiels / Replenishment of sediments downstream a dam – Erosion and transportation process of artificial deposits	29
1.1.12	Force hydraulique et efficacité énergétique dans les réseaux hydrauliques / Hydropower and energy efficiency in water networks	32
1.1.13	Conception des barrages de correction de torrents permettant le passage des sédiments pendant des crues fréquentes / Bed load trap design in order to allow sediment transfer during frequent floods	36

1.1.14	Efficacité de l'évacuation des courants de turbidité sous débits de vidange restreints / Turbidity current venting efficiency under restrained outlet discharge capacity	38
1.1.15	Caractérisation du comportement hydraulique des orifices à l'entrée de cheminées d'équilibre/ Characterisation of hydraulic behaviour of surge tank orifices	41
1.1.16	Impact hydrodynamique des vagues contre les bâtiments avec différentes perméabilités / Hydro-dynamic impact of bore waves on buildings with different permeabilities	43
1.1.17	Prévisions hydrologiques à haute performance – Adaptation à la production hydroélectrique en Suisse / Enhanced operational river flow forecasts – Adaptation to the hydropower production in Switzerland	46
1.1.18	Analyse de la dynamique des courants de turbidité en vue de la gestion de l'alluvionnement des retenues / Analysis of the dynamics of sediment-laden underflows towards sediment management in reservoirs	49
1.1.19	L'échange de sédiment en suspension entre l'écoulement principal et les zones de piège dans les rives avec macro-rugosité / Suspended sediment exchange between main stream and trap zones in macro-rough channel banks	52
1.1.20	Implémentation de la méthode MesoHABSIM afin de minimiser l'impact négatif des barrages sur les communautés de poissons en Europe / Implementation of MesoHABSIM method in order to minimize the negative impact of river dam on fish communities in European conditions	55
1.1.21	Probabilité d'obstruction et augmentation de la charge à l'entrée de déversoirs sous l'impact des corps flottants / Blocking probability and increase of head at spillway inlets under driftwood impact	58
1.1.22	Les approches multivariées et multi-échelles dans la modélisation des ressources en eau / Multivariate-multiscale approaches in water resources modelling	60
1.1.23	Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy (SCCER-SoE)	61
1.1.24	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	63
1.1.25	Base de données du African Dams Project (ADAPT-DB) / African Dams Project Database (ADAPT-DB)	65
1.2	Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	68
1.2.1	Bassin de rétention avec organes de sortie, Innertkirchen / Retention basin with outlet structures, Innertkirchen	68
1.2.2	Réactivation d'un bras du réservoir de Klingnau : simulation numérique d'injection de sédiments en aval / Reactivation of one Klingnau reservoir side arm: Numerical simulation of sediment release downstream	70
1.2.3	Surélévation de la prise d'eau de dotation du barrage de Livigno / Heightening of the ecological flow water intake of the Livigno Dam	72

1.2.4	Pisciculture Valperca : Mesures de débit dans des bassins d'élevages de perches / Perch farm Valperca: Discharge measurements in perch growing tanks	73
1.2.5	Rio Dam, USA, analyse numérique 3D de l'écoulement sur l'évacuateur de crue / Rio Dam, USA, 3D CFD analysis for spillway flow	75
1.2.6	EES-Aménagement hydroélectrique de Gondo – renouvellement du groupe 3 : Etude sur modèle physique de la cheminée d'équilibre / EES – Gondo Hydropower plant – New group 3: Study on physical model of the surge tank	77
1.2.7	Fosse de dissipation du barrage de Chancy-Pougny: Etude sur modèle physique / Chancy-Pougny dam plunge pool: Physical Model Study	78
<b>2</b>	<b>Enseignement / Teaching</b>	<b>80</b>
2.1	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2013/2014) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2013/2014)	80
2.1.1	Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering	80
2.1.2	Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / Graduate courses in sciences and environmental engineering	81
2.2	Cours hors EPFL / Courses outside EPFL	81
2.3	Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2013-2014, de printemps 2014 / Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2013-2014, spring semester 2014	81
2.4	Projets et laboratoires en section SIE – semestres d'hiver 2013-2014 / Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2013-2014	83
2.5	Travaux de Master 2013-2014 (Automne) et 2014 (Printemps) / Master thesis project 2013-2014 (Autumn) and 2014 (Spring)	83
2.6	Excursions d'étudiants / Student field trips	85
2.6.1	Visite de l'usine de potabilisation, Service des eaux, Lausanne, 17.03.2014	85
2.6.2	Visite de la mini-centrale St. Anne Energie à Grandvillard, 11.04.2014	85
2.6.3	Visite du chantier et de la centrale hydroélectrique à Hagneck, 5.05.2014	87
2.6.4	Excursion au barrage Les Toules, 11.11.2014	88
2.7	Livres / Books	89
2.8	Polycopiés / Student course books	89
<b>3</b>	<b>Manifestations scientifiques / Scientific events</b>	<b>90</b>
3.1	Participation à des manifestations scientifiques hors EPFL	90
3.1.1	1 <sup>st</sup> Seditrans Winter School, UCL, Belgique, Louvain la Neuve, 11 - 15 mars 2014	90
3.1.2	3 <sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, Porto, 14 - 16 avril 2014	90
3.1.3	European Geoscience Union, General Assembly 2014, Vienne, Autriche, 27 avril - 2 mai 2014	92
3.1.4	Cours "Model building, inference and hypothesis testing in hydrology", Belvaux, Luxembourg, 5 - 9 mai 2014	93

3.1.5	82 <sup>nd</sup> Annual Meeting of international Commission of Large Dams (ICOLD), Bali, Indonesia, 1 - 6 juin 2014	94
3.1.6	Simhydro 2014, Nice France, 11 - 13 June 2014	95
3.1.7	Internationales Symposium 2014, Wasser- und Flussbau im Alpenraum, ETH Zürich, Zürich, 25 - 27 juin 2014	95
3.1.8	5 <sup>th</sup> International Symposium on Hydraulic Structures, Australie, Brisbane, 25 - 27 juin 2014	95
3.1.9	5 <sup>th</sup> Workshop IJREWS, Université de Liège, Belgique, 28 - 30 août 2014	96
3.1.10	9 <sup>th</sup> International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering - 9 <sup>th</sup> ISUD, Strasbourg, 27 - 29 août 2014	98
3.1.11	Symposium et 103 <sup>ème</sup> assemblée générale de l'ASAE (SWV) «Aménagement des eaux entre étiage et crues », Chillon, Veytaux (VD), 11 - 12 septembre 2014	100
3.1.12	SCCER-SoE Annual Conference 2014 "Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production in Switzerland, ETH Zurich, 30 septembre 2014	100
3.1.13	LATLAS : Détermination des hauteurs des vagues et présentation de l'atlas dédié pour la gestion des rives lacustres, Hôtel Alfa Palmier, Lausanne, 1 <sup>er</sup> octobre 2014	100
3.1.14	Conférence «Evolutions morphologiques des systèmes fluviaux, côtiers et estuariens», Nantes, 6 - 7 octobre 2014	101
3.1.15	Hydro 2014, Cernobbio, Italie, 13 - 15 octobre 2014	102
3.1.16	Contaminated Site Management in Europe (CSME – 2014), Brussels, Belgium, 20 - 22 October 2014	102
3.1.17	First year STREST Workshop "Protection of critical infrastructures against natural hazards and cascading effect: STREST approach and synergies between FP7 projects", Ispra, Italy, 29 - 31 October 2014	103
3.1.18	Irstea, Séance de coordination, France / Grenoble, 30 - 31 octobre 2014	103
3.1.19	Atelier pratique – Dialogue entre recherche, administration et terrain – Présentation et discussion des outils d'aide à la décision et de mise en œuvre du PNR 61 « Gestion durable de l'eau », Soleure, Suisse, 5 novembre 2014	104
3.1.20	R+R Kolloquium « Projektstrukturen und –gestaltung », Basel, 6 novembre 2014	104
3.1.21	African Dams Project Database. Round of stakeholder meetings for project inception in Zambia, Zimbabwe and Mozambique, 2 - 19 November 2014.	104
3.1.22	Journée d'étude Force hydraulique 2014, Olten, 19 novembre 2014	105
3.1.23	Basel Conference on IWRM for Participants of Central Asian Countries, Basel, 24 - 26 novembre 2014	106
3.1.24	Colloque PK-Weirs à Samognat, France, 3 décembre 2014	106
3.1.25	Fall Meeting of the American Geophysical Union 2014, San Francisco, 15 – 19 December 2014	107



3.2	Organisation of the 1 <sup>st</sup> Plenary Meeting of the Wasserbau und Ökologie, Lausanne, EPFL, LCH, 11 mars 2014	107
3.3	Organisation of River Flow 2014 – 7 <sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics – EPFL, Lausanne, Switzerland, 2 - 5 September 2014	107
3.3.1	Introduction (based on welcome address of Prof. Schleiss)	107
3.3.2	Summary and key numbers	108
3.3.3	The venue	110
3.3.4	Proceedings	110
3.3.5	Master classes	111
3.3.6	Opening ceremony and Keynote lectures	112
3.3.7	Main sessions	114
3.3.8	Special sessions	115
3.3.9	Technical tour	116
3.3.10	Social events	116
3.3.11	Sponsorship and institutional support	117
3.4	Conférences publiques au LCH / Public conferences at the LCH	118
3.5	Conférences internes données au LCH / <i>Internal conferences given at the LCH</i>	118
3.6	Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	119
<b>4</b>	<b>Personnel / Staff</b>	<b>120</b>
4.1	Organisation du LCH (2014) / <i>Organisation of the LCH (2014)</i>	120
4.2	Collaborateurs en 2014 / <i>Staff in 2014</i>	121
4.3	Professeurs invités et hôtes académiques / <i>Visiting professors and academic visitors</i>	123
4.4	Événements spéciaux / <i>Special events</i>	124
4.4.1	Journée des gymnasiens, visite de la halle hydraulique, Lausanne, EPFL, LCH, 6-7 et 13-14 mars 2014	124
4.4.2	Séjour sabbatique de M. Schleiss à l'University of British Columbia, Canada, Vancouver, 28.02.2014 – 06.04.2014	125
4.4.3	Mise en eau officielle de la Maquette de Chancy-Pougny, EPFL, LCH, 4 juin 2014	125
4.4.4	Journée des classes - Un jour au coeur de la science, EPFL, LCH, 5 juin 2014	126
4.4.5	Grillade chez le Prof. Anton Schleiss, Ecublens, Suisse, 3 juillet 2014	126
4.4.6	Visite des premières années de bachelor en génie civil, 12 septembre 2014	127
4.4.7	Visite de la SFMCP au LCH, 3 octobre 2014	128
4.4.8	Le LCH dans le FIFEL, 11 octobre 2014	128
4.4.9	Sortie LCH au Luxembourg, 23-25 octobre 2014	129
4.4.10	Visite des collaborateurs de JPF Constructions, 28 novembre 2014	129
4.4.11	Visite des gymnasiens de Suisse alémanique et de Suisse italienne, 3 décembre 2014	130
4.4.12	Souper de Noël LCH, Echandens, 5 décembre 2014	130

<b>5</b>	<b>Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i></b>	<b>131</b>
<b>6</b>	<b>Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i></b>	<b>133</b>
6.1	Invités / <i>Invited</i>	133
6.2	Autres conférences / <i>Other conferences</i>	134
<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>136</b>
<b>8</b>	<b>Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i></b>	<b>137</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>138</b>
<b>10</b>	<b>Publications</b>	<b>140</b>
10.1	Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	140
10.1.1	Référés / <i>Refereed</i>	140
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	142
10.2	Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	143
10.2.1	Référés / <i>Refereed</i>	143
10.2.2	Autres / <i>Others</i>	146
10.3	Revue de presse / <i>Press reviews</i>	146
10.4	Communications du LCH / <i>LCH Communications</i>	146
10.5	Rapports non publiés (recherche appliquée) / <i>Unpublished reports (applied research)</i>	147
<b>11</b>	<b>Prix et récompenses dans la recherche / <i>Research prizes and awards</i></b>	<b>148</b>

# 1 Recherche / Research

## 1.1 Recherche fondamentale / Fundamental research

### 1.1.1 **Modèle hydraulique-hydrologique du fleuve Zambèze basé sur des techniques de télédétection et d'apprentissage automatique / Hydraulic-hydrologic model for the Zambezi River using satellite data and machine learning techniques**

Le *African DAMs Project* (ADAPT), achevé en 2013, a été réalisé sur le bassin du Zambèze pour consolider la science interdisciplinaire de la gestion intégrée des eaux. Le projet, développé dans le cadre de ADAPT et présenté en 2014, a contribué à la création et à l'amélioration des modèles hydraulique-hydrologiques semi-distribués et orientés par des données du Zambèze.

*The African DAMs Project (ADAPT), completed in 2013, was an effort focused on the semi-arid Zambezi River basin driven towards strengthening the underlying interdisciplinary science in integrated water resources management. The project, developed within ADAPT and presented in 2014, contributed to the creation and enhancement of daily time step semi-distributed and data-driven hydraulic-hydrologic models for the Zambezi*

Des problèmes liés à la rareté de données ont été abordés. Des modèles innovants pour la prévision des débits, basés sur des techniques d'apprentissage automatique qui représentent explicitement l'incertitude ont été développés. Finalement, les stratégies de calage pour un modèle semi-distribué personnalisé du Zambèze ont été évaluées. Les résultats ont été appliqués pour simuler les débits journaliers dans le bassin pour une période de 30 ans et ouvrent de nouvelles possibilités en ce qui concerne la planification des opérations des barrages locaux.

*This work addressed issues of data scarcity and processing. Building on that, innovative models for flow forecasting, based on machine learning techniques and representing uncertainty explicitly were developed. Finally, calibration strategies for a customized semi-distributed model of the whole Zambezi were thoroughly assessed. Findings were applied to simulate daily flows within the basin for a period of 30 years and open new opportunities regarding the planning of local dam operations.*

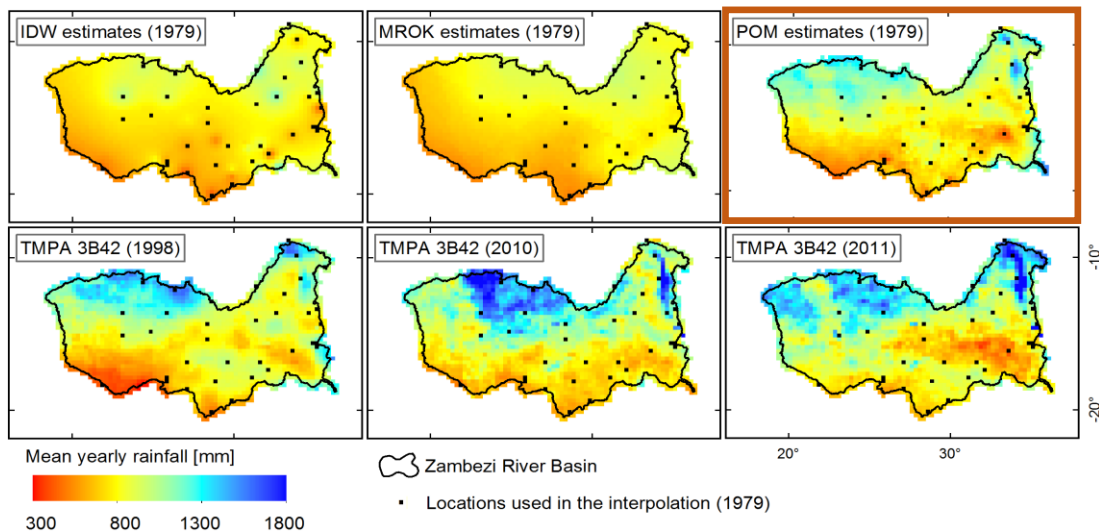


Figure 1 : Comparaison d'estimations des précipitations selon POM, Krigeage à réalisations multiples (MROK) et pondération inverse à la distance (IDW) (exemples de précipitations réelles illustrés dans la suite).

Figure 1 : Comparison of POM, multiple-realization Kriging (MROK) and inverse distance weighting (IDW) rainfall estimates (examples of actual rainfall estimates depicted hereafter).

En raison d'un réseau pluviométrique clairsemé, les modélisateurs du Zambèze sont souvent réduits à l'utilisation d'estimations de précipitations par satellite (fiables depuis 1998) ce qui se traduit par la perte d'informations contenues dans les séries de débits. *Pattern-Oriented Interpolation (POM)*, une nouvelle technique, a été développée pour étendre les données de précipitation jusqu'en 1982 (Figure 1).

*Due to a sparse rain gauging network, Zambezi modelers often must resort to satellite rainfall estimates (only reliable from 1998 onwards) which translates into the practical loss of valuable older discharge information. A new Pattern-Oriented Memory (POM) interpolation technique has been developed to extend satellite rainfall maps back to 1982 (Figure 1).*

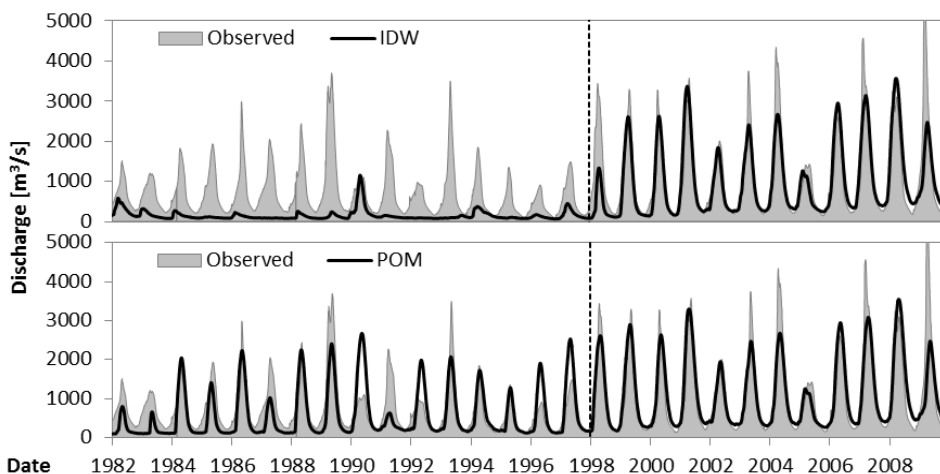


Figure 2 : Simulations hydrologiques pour Victoria Falls en utilisant le modèle Soil and Water Assessment Tool (SWAT). Calage à partir de 1998 en utilisant des données de satellite. Données interpolées (IDW et POM) ont été utilisés pour tourner le modèle de 1982 à 1998.

*Figure 2 : Hydrologic simulations for Victoria Falls using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT). Calibration from 1998 onwards using satellite data. Interpolated data (IDW and POM) was used to feed the model from 1982 to 1998.*

Les avantages de POM sont avouables. Non seulement il dépasse les performances des autres méthodes d'interpolation lorsque les données sont clairsemées, il conserve également la structure du champ étant interpolé. Les avantages de POM sur des simulations hydrologiques peuvent être importants, comme l'illustre la Figure 2, où il est comparé à la méthode de Shepard (IDW).

*The advantages of POM are acknowledgeable. Not only does it exceed other interpolation methods' performances when data is scarce, it also retains the structure of the field being interpolated. Benefits of POM on hydrologic simulations can be radical, as illustrated in Figure 2, where it is compared to Inverse Distance Weighting (IDW).*

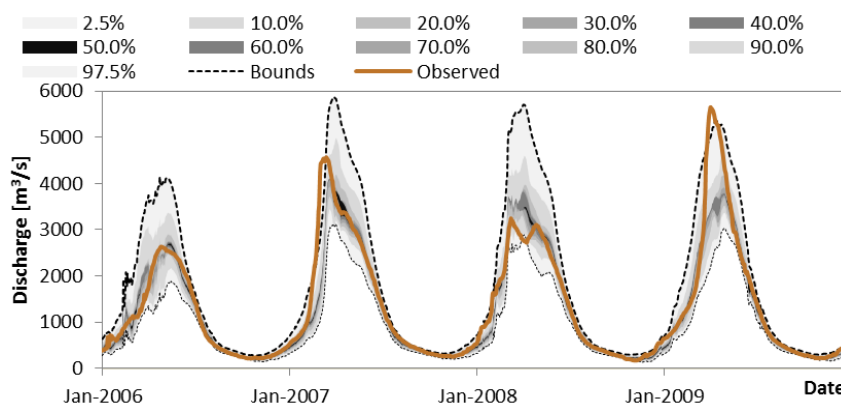


Figure 3 : Exemple de prévisions de débits à Victoria Falls à un intervalle de 60 jours. L'incertitude est calculée en utilisant une nouvelle approche non-paramétrique. Les prévisions sont statistiquement équivalentes aux observations.

*Figure 3 : Example of 60 days lead time forecasts at Victoria Falls. The uncertainty is computed using a novel non-parametric machine learning approach. Forecasts are statistically equivalent to the observations.*



De nombreuses techniques d'apprentissage automatique ont été utilisées pour réaliser des prévisions de débits. Des modèles déterministes et probabilistes ont été examinés. Un modèle non-paramétrique qui produit des prévisions probabilistes statistiquement valables a été développé. Inspiré des techniques de boosting, il fait usage de nombreux modèles simples et du concept de l'optimalité de Pareto pour produire des distributions de probabilité précises des prévisions (Figure 3).

*A wide range of machine learning techniques were used to produce flow forecasts at key points of the basin. Deterministic and probabilistic models were looked into. As a highlight, a novel non-parametric model that produces statistically accurate probabilistic forecasts was developed. Inspired on boosting techniques, it makes use of many simple models and the concept of Pareto optimality to produce accurate forecast probability distributions (Figure 3).*

En parallèle avec les avancements scientifiques, le développement d'une base de données en ligne spécialisée sur les ressources en eau du Zambèze a été poursuivi ([zambezi.epfl.ch](http://zambezi.epfl.ch), Figure 4). Encore en développement, il s'agit d'un outil pour appliquer les résultats de la recherche et contribuer aux activités des partis prenant locaux (cf. chapitre 1.1.25).

*Along with the scientific progresses, the development of an online database specialized on the Zambezi's water resources has been pursued ([zambezi.epfl.ch](http://zambezi.epfl.ch), Figure 4). Still under development, it is a preferential platform to apply research findings and contribute to local stakeholders (see also chapter 1.1.25).*

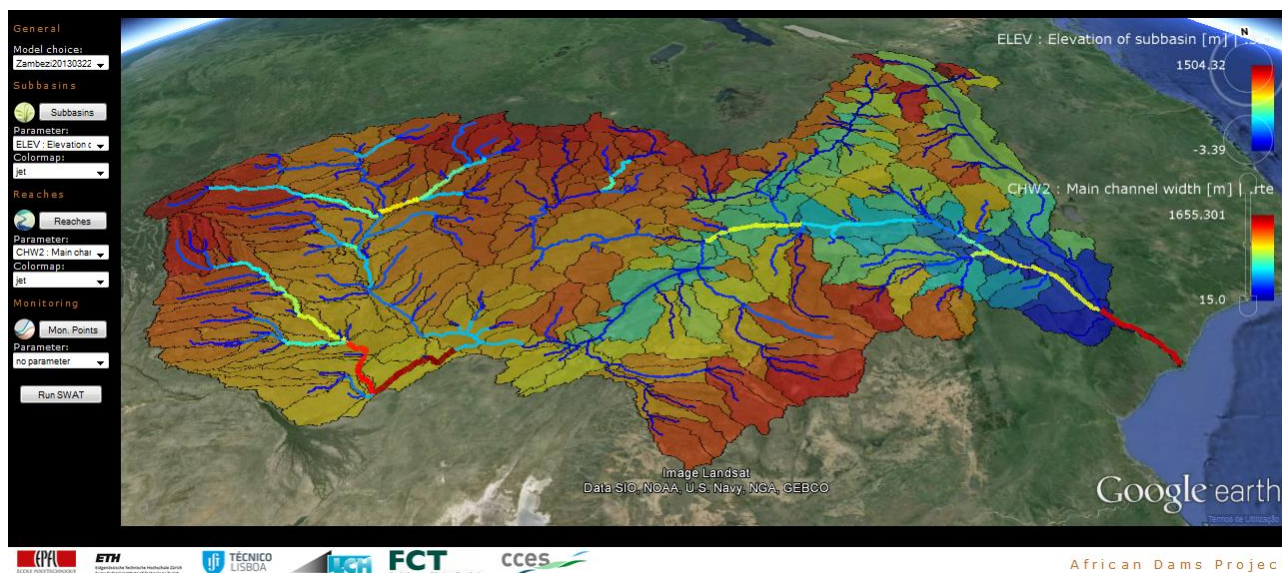


Figure 4 : Détail de l'interface en ligne à venir pour le modèle SWAT. (<http://zambezi.epfl.ch>).

*Figure 4 : Detail of the upcoming online interface for the SWAT model (<http://zambezi.epfl.ch>).*

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

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

Thèse de doctorat : José Pedro Matos (initiative de doctorants communs IST-EPFL)

*Ph.D. Thesis : José Pedro Matos (under the joint IST-EPFL doctoral initiative)*

### 1.1.2 ***Influence de l'entraînement d'air sur la stabilité des blocs et sur le développement de la fosse d'érosion du bassin de dissipation / Influence of air concentration on rock scour development and block stability in plunge pools***

Depuis 1998, le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) développe une large recherche pour décrire avec précision l'affouillement du rocher dû à des jets à haute vitesse. Ainsi, une installation expérimentale innovante, reproduisant des vitesses de jets prototypes, a permis de décrire l'évolution de la fissuration de la roche, l'éjection des blocs et l'influence de la géométrie du fond, entre autres sujets.

Cette étude (Figure 1) améliore la connaissance du comportement des bulles et de leur influence au fond de la fosse d'érosion et relie tous les travaux antérieurs. Des essais employant des jets quasi-prototype ont mesuré les concentrations d'air et les vitesses des bulles dans couche de cisaillement du jet, ainsi que les pressions dynamiques et les déplacements d'un bloc placé au fond du bassin.

Since 1998, the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) of the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) has been developing a broad research to accurately describe the principles of rock scour due to high-velocity jets. An innovative experimental facility was built, which reproduces prototype jet velocities. Past developments were made to describe rock fissure break-up, block ejection, the influence of pool bottom geometry, amongst others topics.

The present research (Figure 1) enhances the knowledge of air bubbles behavior and their influence in plunge pool bottom pressures, and ties the former work all together. Experiments were undertaken under near-prototype scale jets to measure air concentrations and air bubble velocities in the jet diffusive layer, as well as dynamic pressures and displacements around a block embedded on the plunge pool bottom.

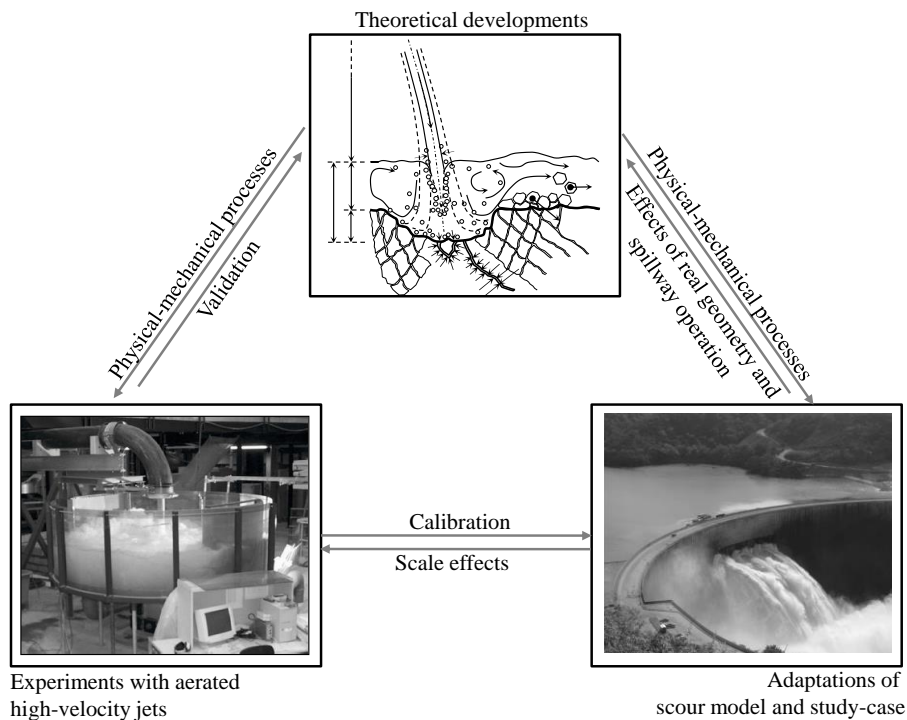


Figure 1: Méthodologie de la recherche

Figure 1 : Research methodology

Cette recherche a révélé que l'air entraîné par le jet influe sur les pressions exercées sur le fond de deux manières opposées. D'une part, le

This study reveals that the air entrained by the jet influences the pressures on the bottom in two opposed ways. On one hand, the air-water

mélange air-eau peut être interprété comme un jet ayant une densité apparente réduite, et donc avec une quantité de mouvement faible. La conséquence en est une diminution de l'énergie cinétique par unité de volume atteignant le fond, qui est convertie en pressions plus faibles que pour un jet similaire mais non aéré. D'autre part, les bulles d'air réduisent les tensions de cisaillement du jet. La vitesse des jets aérés diminue moins vite le long du bassin, ce qui engendre des pressions plus élevées au fond. L'influence globale de l'aération d'un jet est un équilibre entre les deux effets.

L'air permet également de réduire nettement les fréquences de résonance des ondes de pression dans les fissures. C'est aussi l'effet d'un bloc mobile, par rapport à un fixe. En effet, la célérité des ondes de pression se propageant à l'intérieur des fissures est une fonction des propriétés du fluide et du comportement élastique des parois de l'écoulement. Les propriétés du fluide sont la densité apparente et le module d'élasticité du mélange air-eau. Les vibrations du bloc en réponse à une excitation de pression le long des fissures correspondent à un comportement pseudo-élastique des parois, en parallèle au phénomène de coup de bélier dans les conduites sous pression.

*mixture can be interpreted as a jet with a reduced apparent density, and thus with lower momentum. The consequence is a reduced kinetic energy per unit volume reaching the bottom, which is converted into lower pressures than for a similar clear-water jet. On the other hand, the air bubbles reduce the shear stress of the diffusing jet. The velocity of aerated jets decreases along the pool at a lower rate, resulting in higher velocities reaching the bottom, and thus higher pressures. The overall influence of jet air entrainment is a balance of the two effects.*

*Air also clearly reduces the resonance frequencies of the pressure waves inside rock fissures. This is also the effect of a mobile block, when compared to a fixed one. Indeed, the celerity of the pressure waves propagating inside the fissures depends on the fluid properties and on the response of the flow boundaries. The fluid properties are the apparent density and the bulk modulus of elasticity of the air-water mixture. The vibrations of the block responding to a pressure excitation along the fissures correspond to a pseudo-elastic behavior of the boundaries, in a parallel to the water-hammer phenomenon in pressurized conduits.*

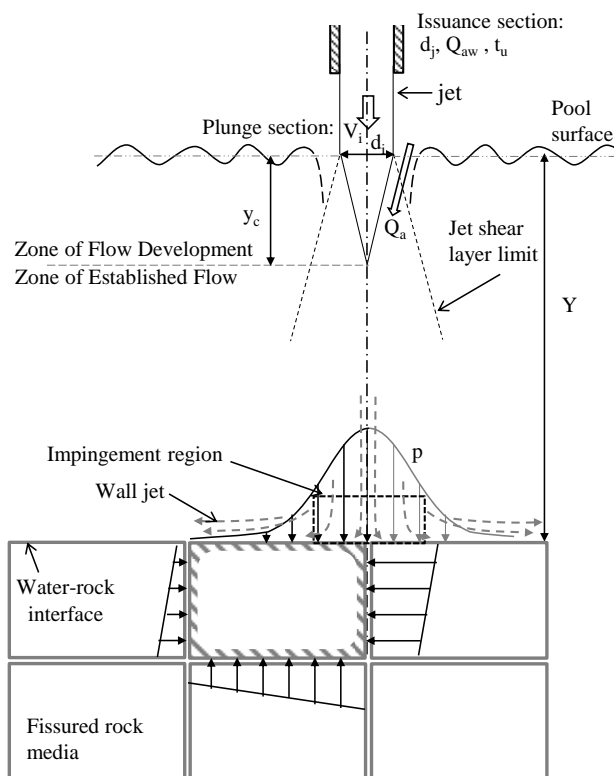


Figure 2 : Gauche: Croquis du champs de pression autour d'un bloc et paramètres principaux; droite: forces instantanées dans la verticale

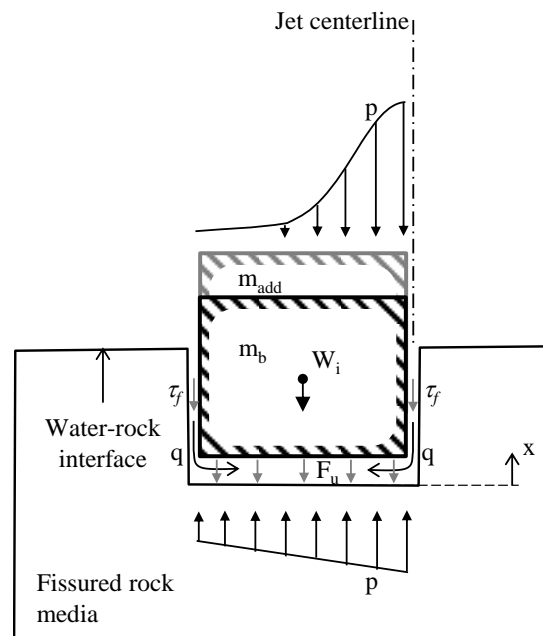


Figure 2 : Left: Sketch of the pressure field around a block and main parameters; right: Instantaneous forces in the vertical direction

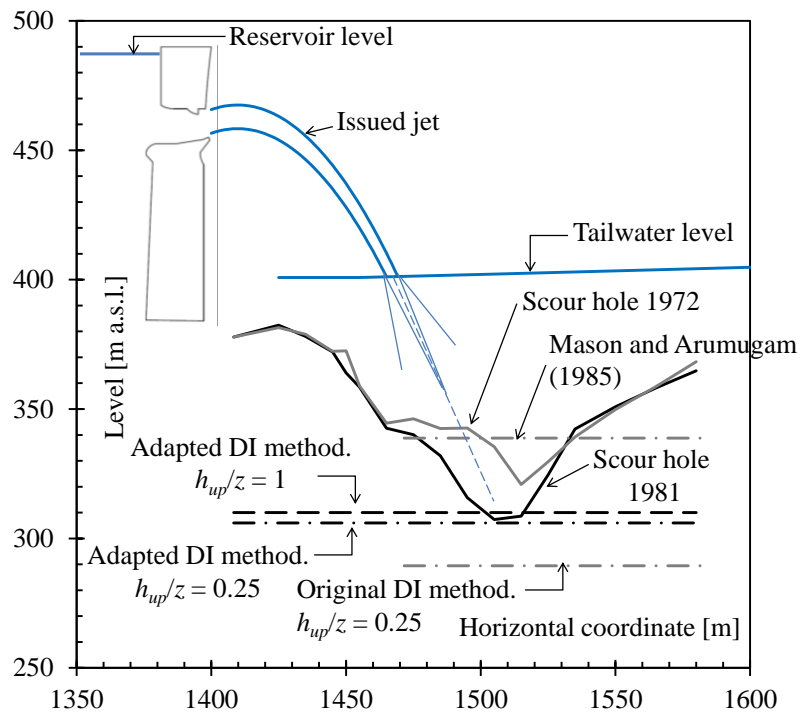


Figure 3 : Résultats de la méthode adaptée pour la fosse d'érosion du barrage de Kariba

Figure 3 : Results of the adapted method for the Kariba dam scour hole

Deux modèles numériques reproduisent l'éjection de blocs rocheux. Le premier est dérivé d'une étude théorique du phénomène, et inclut toutes les forces qui interviennent dans une équation différentielle (Figure 2). Le bloc répond au champ de pressions imposé par le jet, à son poids immergé, et à des forces passives qui tendent à le maintenir dans sa cavité. La masse ajoutée du bloc et la résistance du fluide à une variation de volume dans la fissure sous-jacente, sont d'une importance particulière.

Two numerical models reproduce the dynamic ejection of rock blocks. The first model is derived from a thorough theoretical study of the phenomenon, and includes all the intervening forces into a differential equation (Figure 2). The block responds to the pressure field imposed by the jet, to its immersed weight, and to passive forces which tend to keep it inside its cavity. Of particular importance are the added mass of the block and the resistance of the fluid in the fissure beneath the block to a change in volume.

Le deuxième modèle correspond à des adaptations d'une méthode d'affouillement basée physiquement afin d'examiner l'influence de l'entraînement d'air. C'est une méthode directe visant à la pratique de l'ingénierie, avec une représentation simplifiée des forces intervenant sur un bloc rocheux. Néanmoins, les forces considérées sont celles qui sont pertinentes pour l'éjection du bloc après que les fissures des roches soient élargies par leur rupture progressive. Une étude de cas est présentée sur la fosse d'érosion du barrage de Kariba avec de bons résultats (Figure 3).

The second model corresponds to adaptations of a physically-based scour method in order to consider the influence of air entrainment. It is a straightforward method for engineering practice, with a simplified representation of the forces acting on a rock block. Nevertheless, the forces considered are those relevant for block ejection after rock fissures are widened by a progressive joint break-up. Its application to the scour hole of Kariba dam shows good results (Figure 3).

Financement : Fondation portugaise pour la science et la technologie (FCT) et LCH-EPFL.

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

Thèse de doctorat : Rafael Duarte (initiative de doctorants communs IST-EPFL)

Ph.D. Thesis: Rafael Duarte (under the joint IST-EPFL doctoral initiative)



### **1.1.3 Risque de défaillance des mesures de protection contre les crues en raison de la modification du transport sédimentaire liée aux changements climatiques / Failure risk of flood protection measures due to modified sediment transport under climate change**

Les futurs changements du transport sédimentaire dans les rivières auront un impact sur le comportement des mesures de protection contre les crues et affecteront leurs risques de rupture. La défaillance des mesures de protection contre les crues se traduira par des crues incontrôlées et par l'érosion latérale avec déplacement du lit de la rivière. Ces processus peuvent avoir des conséquences catastrophiques sur les zones urbaines et les infrastructures le long des rivières alpines. Par conséquent, l'analyse probabiliste des mécanismes de rupture des mesures de protection en raison des crues et du transport sédimentaire est une étape principale afin d'assurer la stabilité des rives.

Le projet de recherche est défini comme "risque de défaillance des mesures de protection contre les crues en raison de la modification du transport sédimentaire liée au changement climatique", et soutenu financièrement par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). Ce dernier projet porte sur l'évaluation des mesures de protection contre les crues, le transport solide, et l'évolution du risque.

Dans cette recherche, le concept d'un modèle d'évaluation probabiliste basé sur la simulation de Monte Carlo est présenté. L'objectif est de définir le risque de rupture des mesures de protection contre les crues suite aux critères de dimensionnement modifiés. Cette simulation probabiliste évalue la fiabilité des mesures de protection comme les enrochements par rapport aux variations futures des crues et du transport. La probabilité de défaillance suivant différents mécanismes tels que l'érosion directe du bloc, l'affouillement de pied et le débordement a été définie pour des enrochements en prenant compte le charriage modifié. Une étude de sensibilité a été réalisée sur la base des effets de différentes pentes, tailles des blocs, caractéristiques du charriage, géométries de la section ainsi que d'autres paramètres hydrauliques.

L'application du modèle d'évaluation des risques sur Kleine Emme a été réalisée et les premiers résultats sont présentés dans la figure

*Future changes of sediment transport in rivers will impact the behavior of flood protection measures and affect their failure risk. Failure of the flood protection measures will result in uncontrolled flooding and lateral erosion with displacement of riverbed. These processes can have catastrophic consequences for urban areas and infrastructures along alpine rivers. For this reason, probabilistic analysis of failure mechanisms of flood protection measures due to flood events and sediment transport is a principal step to protect the embankment stability.*

*A research project is defined as "Failure Risk of Flood Protection Measures due to Sediment Transport under climate change", and financially supported by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN). The latter project deals with assessment of flood protection measures, sediment transport, and risk evolution.*

*In this research, the concept of a probabilistic assessment model is presented based on Monte Carlo simulation. The aim is to define the failure risk of flood protection measures as a result of changed design criteria. This probabilistic simulation estimates the reliability of measures like ripraps regarding the varied flood and sediment transport in the future. The failure probability in different modes such as direct block erosion, toe scouring and overtopping in river bank ripraps has been defined by taking into account the changed bed-load transport. A sensitivity analysis was conducted based on the effect of varying slopes, block size, bed-load characteristics, geometry of the section and hydraulic parameters.*

*The application of the risk evaluation model on Kleine Emme River has been performed and first results are shown in Figure 1 (for one*

1 (pour un scénario d'inondation 2005). La probabilité de défaillance due à l'érosion directe du bloc, l'affouillement de pied et le débordement ainsi que la probabilité de maintenir la stabilité dans chaque section sont représentées sur cette figure. La carte montre l'évaluation des risques et est fondée sur la probabilité de défaillance totale

scenario of flood 2005). The probability of failure in direct block erosion, toe scouring and overtopping, and also the probability of staying stable in each section are shown. The map shows the risk evaluation based on the probability of failure in total.

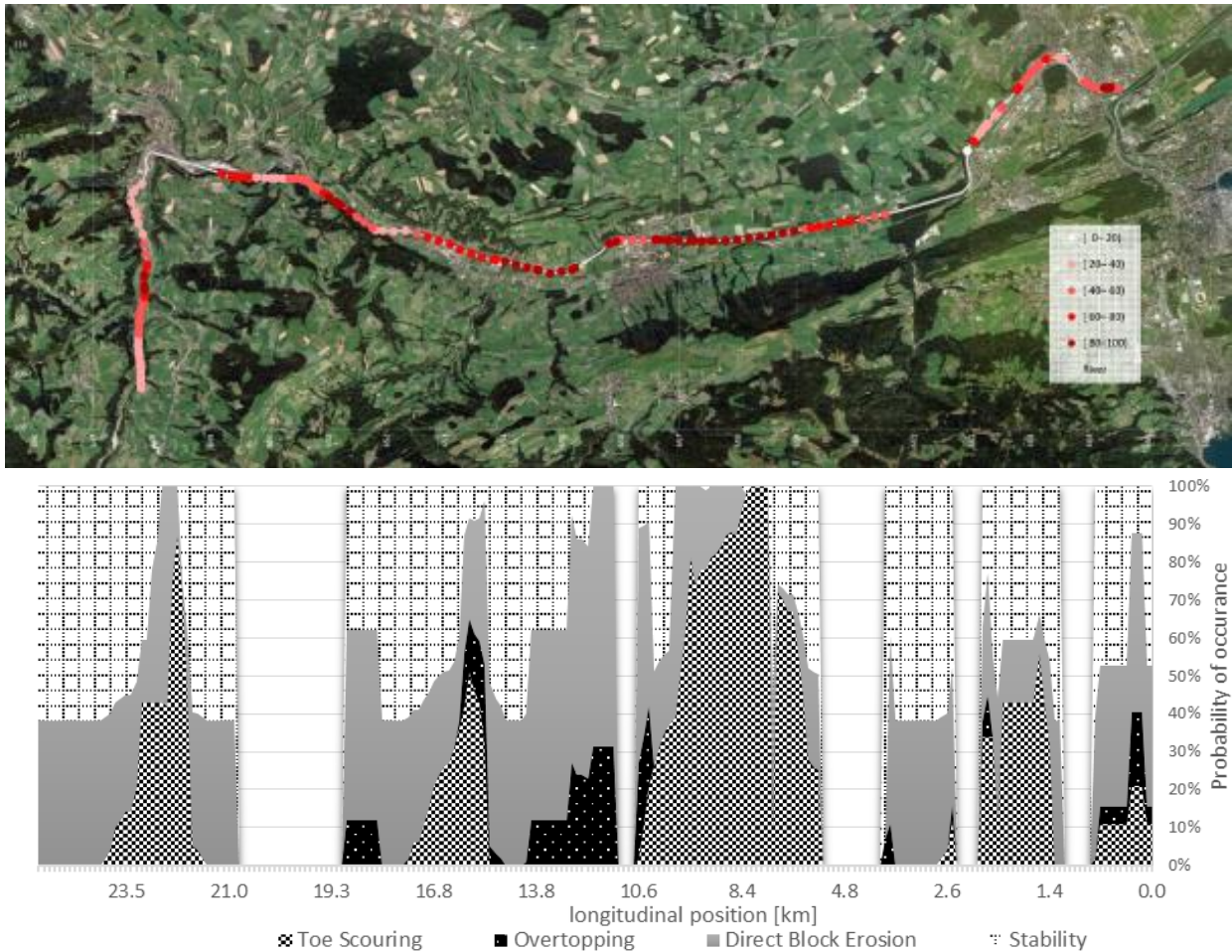


Figure 1 : Evaluation de risque de l'enrochement de la rivière de Kleine Emme, Lucerne, Suisse.

Figure 1 : Risk evaluation of the river bank riprap protection of Kleine Emme river, Lucerne, Switzerland.

Des essais physiques ont été réalisés pour étudier la stabilité de gros blocs placés individuellement en tant que protection des berges des cours d'eau alpins.

Physical experiments have been carried out. The tests are arranged to study the stability of individually placed large blocks as bank protection in alpine rivers.

Il existe plusieurs méthodes pour concevoir un enrochement des berges. Cependant, la méthode la plus couramment utilisée consiste à placer aléatoirement des roches de taille moyenne. Si de grands blocs de roche sont nécessaires pour des raisons de stabilité, ces derniers doivent être placés individuellement, de manière régulière. Cela donne une résistance supplémentaire contre l'érosion. La réaction de grands blocs de roche utilisés pour des berges fluviales alpines a été jusqu'à présent peu étudiée. Par conséquent, cette étude

Several methods exist to design a river bank riprap. However, design methods are limited to dumped medium size rocks. If large rock blocks are required for stability reasons, they cannot be dumped anymore but they have to be placed individually. This gives additional resistance against flow erosion. The behavior of large blocks for alpine river embankments was so far rarely studied, this experimental investigation is conducted to investigate the stability of such compressed large blocks as river bank protection.

expérimentale est menée afin d'évaluer la stabilité de ces gros blocs comprimés pour assurer la protection des berges.

Des expériences ont été menées dans un canal à lit fixe rugueux de 10 m de long et 1.5 m de large. Les matériaux d'enrochement étudiés sont des blocs uniformes de grès concassé aux tailles médianes de  $D_{50} = 3.7, 4.2$  et  $4.7$  cm. Ces essais sont effectués pour des pentes de 0.015, 0.030, 0.055 en écoulement torrentiel uniforme. Les pentes transversales de l'enrochement varient de 1V-2H, 3V-5H et 3.5V-5H. Une couche de roches, et ensuite deux couches, sont étudiées afin de vérifier l'influence de l'épaisseur de l'enrochement. Ces couches sont comprimées et déployées sur un filtre à granulométrie étendue. Le débit du seuil de la rupture de l'enrochement est déterminé en fonction d'une série de tests d'une durée de 180 minutes chacun.

Le premier mouvement de roches et de la rupture totale de l'enrochement dans une section sont définis comme critères de défaillance. Le taux d'érosion de l'enrochement est mesuré de façon continue à une minute d'intervalle, au moyen d'un suivi par trois caméras et des techniques de traitement d'images. En outre, les roches érodées sont recueillies et pesées dans un piège à sédiments à l'extrémité aval du canal. Le moment du premier glissement de l'enrochement peut être défini de même que le moment de la défaillance totale d'une section. L'analyse de la défaillance en fonction de la fiabilité temporelle est effectuée.

Les séries de tests avec une pente de 1.5%, 3% et de 5.5% sont terminées et comptent 145 tests jusqu'à présent. L'effet de la taille de bloc, l'inclinaison de l'enrochement, la pente du canal et l'épaisseur de l'enrochement a été étudié.

Figure 3 (a) représente un exemple de l'évolution temporelle du taux d'érosion cumulatif des blocs pour une taille de blocs ( $D = 0.0375$  m) pour définir le débit critique à partir duquel le premier glissement a lieu dans la section entière. Le graphique du temps jusqu'à défaillance normalisé en fonction de la contrainte moyenne de cisaillement adimensionnelle pour trois tailles de blocs différentes est représenté dans la figure 3 (b) où:

$$\tau^* = \frac{\tau}{(S_B - 1)g\rho D}$$

$$\tau^* = \frac{\tau}{(S_B - 1)g\rho D}$$

*Experiments have been carried out in a 10 m long and 1.5 m wide flume with a rough fixed bed. Studied riprap material included uniform crushed sandstones with median rock sizes of  $D_{50}=3.7, 4.2$  and  $4.7$  cm. Testing is undertaken for stream-wise slopes of 0.015, 0.030, 0.055 in uniform supercritical flow. Transversal slopes of the riprap vary as 1V-2H, 3V-5H and 3.5V-5H. One layer of rocks, as well as two layers, is studied to investigate the influence of the riprap thickness. They are compressed and provided over a wide grain size distribution filter. The riprap failure threshold discharge is determined based on a series of tests with duration of 180 minutes.*

*First movement of rocks and total collapse of the blocks in one section are defined as failure criteria. Riprap erosion rate is measured continuously with a one-minute frequency, by means of block tracking with three cameras and standard video-image processing techniques. In addition, the eroded rocks were collected and weighed in a sediment trap at the downstream end of the channel. The time of first sliding of the riprap could be defined as well as the time of total failure in one section. Time depended reliability analysis of failure has been performed.*

*The series of tests with slopes of 1.5%, 3% and 5.5% are finished including 145 tests. The effect of block size, inclination of the riprap, slope of the channel and the thickness of riprap has been studied.*

*Figure 3 (a) shows an example of the time evolution of cumulative block erosion rate in one size of blocks ( $D = 0.0375$  m) to define the critical discharge which cause the first sliding failure in whole section. Normalized failure time versus mean dimensionless shear stress in three different sizes of blocks is shown in Figure 3 (b) where:*



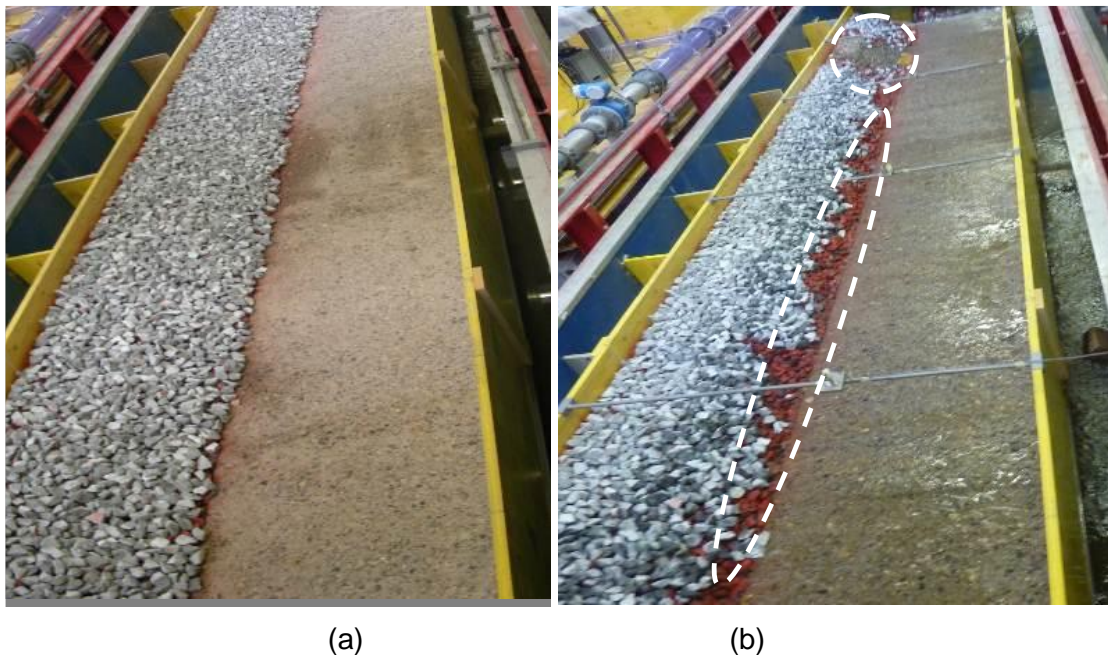


Figure 2 : Exemple montrant la défaillance des enrochements, avant (a) et après (b) le test avec la double couche.

Figure 2 : Example of riprap failure, before (a) and after (b) a double layer test.

Une relation entre la taille de l'enrochement et le temps jusqu'à défaillance a été observée. En outre, non seulement les blocs de grande taille ont reporté le moment de la défaillance mais ils ont également réduit le taux d'érosion des blocs.

A relationship between the size of riprap and the time to failure was observed. Furthermore, not only the larger block sizes postponed the time to failure but also reduced the block erosion rate.

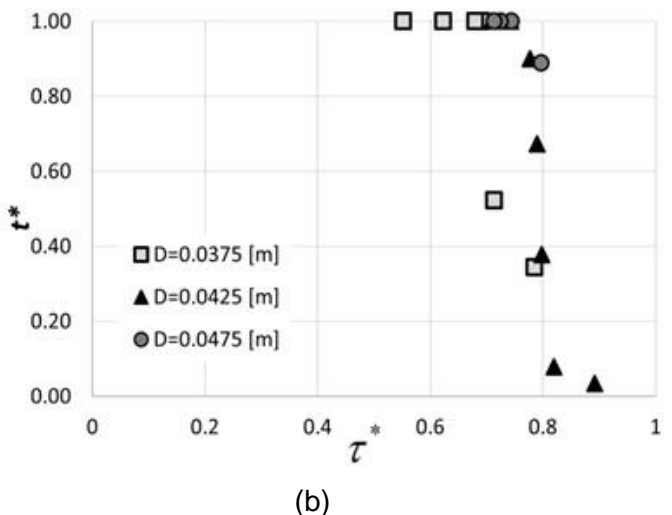
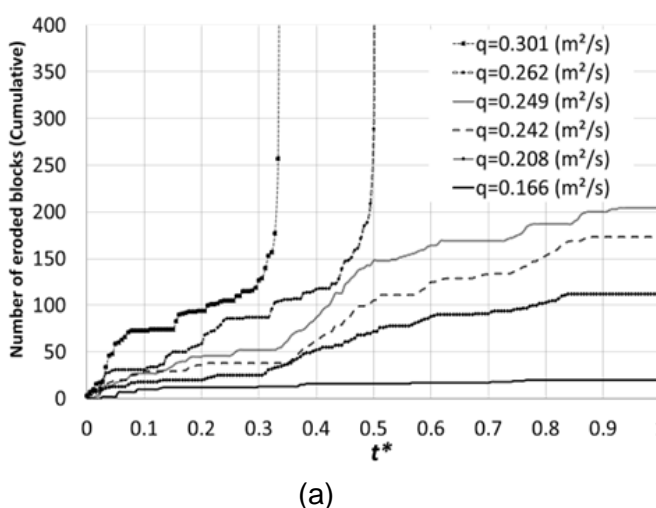


Figure 3 : L'évolution temporelle des taux d'érosion cumulatif de bloc pour les tests avec une pente longitudinale de 3% et un enrochement avec une inclinaison de 3.5V-5H et de diamètre égal à 0,037 m (a), temps jusqu'à défaillance normalisé en fonction de la contrainte moyenne de cisaillement adimensionnelle dans toutes les inclinaisons (b).

Figure 3 : Time evolution of cumulative block erosion rate for tests of longitudinal slope 3% and riprap inclination of 3.5V-5H in block size of 0.037 m (a), normalized failure time versus mean dimensionless shear stress in all inclinations (b).

Les résultats démontrent que dans les mêmes conditions, la seconde couche stabilise le système de protection de façon significative et retarde le moment de la rupture totale.

Results reveal that, under the same conditions, the second layer stabilizes the protection system significantly and delays the time to total failure. Nevertheless, the erosion rate of the

Néanmoins, le taux d'érosion de la seconde couche de blocs de roches augmente. De plus, ces résultats montrent l'effet de l'inclinaison de l'enrochement comprimé sur le temps caractéristique de défaillance.

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

Doctorante : Mona Jafarnejad

*second layer of rock blocks increases. In addition, these results show the effect of the inclination of compressed riprap on characteristic failure time.*

*Funding: Swiss Federal Office of Environment (FOEN).*

*Ph.D. student: Mona Jafarnejad*

#### **1.1.4 Morphologie des confluences de rivières / Morphology on river confluences**

Les confluents de rivière sont soumis à des changements hydrauliques et morphologiques importants au sein des réseaux fluviaux. Ces derniers se produisent dans les canaux où il y a des îles ou des barres. Les effets locaux et aval des confluents peuvent avoir une influence marquante sur la géomorphologie et l'écologie du lit.

L'objectif de ce projet de thèse est d'approfondir la connaissance du comportement de l'écoulement et du développement morphologique au sein des confluents alpins. Pendant 2014, 12 expériences ont été développées à l'Instituto Superior Técnico (IST) à Lisbonne. Les buts de ces expériences ont été :

- Analyser les effets du coefficient de gradation ( $\sigma$ ) des mélanges des sédiments de la morphologie sur le lit de la confluence.
- Étudier les effets de l'élargissement local situé à l'entrée du canal tributaire sur la morpho-dynamique de la confluence.
- Analyser les effets des différents ratios canal-largeur ( $B_{trib} / B_{main}$ ) sur la morpho-dynamique de la confluence.

Avec ces objectifs, quatre séries de trois expériences avec des différents ratios de débit unitaire ( $q_r = q_{trib}/q_{main}$ ) ont été réalisés sur une confluence en laboratoire, composée par :

- Un canal principal rectangulaire avec 12 m de longueur et 0.5 m ou 1 m de largeur dépendant du test.
- Un canal tributaire rectangulaire avec 5 m de longueur et 0.15 m qui joint le canal principal avec un angle de 70°. Pour certains tests et sur cette jonction, la largeur du tributaire a été augmentée à 0.45 m au long de 0.60 m.

*River channel confluences are sites of significant hydraulic and morphological change within fluvial networks and occur within river channels where islands or bars are present. The local and downstream effects of confluences can have a profound influence on the geomorphology and ecology of river channels.*

*The aim of this PhD project is to deepen in the knowledge of the flow structure and morphological development in alpine confluences. During 2014, 12 experiments were carried out at Instituto Superior Técnico (IST) in Lisbon. The purposes of these experiments were:*

- *To analyse the effects of the gradation coefficient ( $\sigma$ ) of the bed sediment mixtures on the confluence bed morphology.*
- *To study the effects of local widening at the tributary mouth on the confluence morphodynamics.*
- *To analyse the effects of different channel-width ratios ( $B_{trib} / B_{main}$ ) on the confluence morphodynamics.*

*For these purposes, four series of three experiments with different unitary discharge ratio ( $q_r = q_{trib}/q_{main}$ ) were performed in a laboratory confluence composed of:*

- *A 12 m long rectangular straight main channel whose width was 0.5 m or 1 m depending on the tests.*
- *A 5 m long and 0.15 m wide rectangular straight tributary which joined the main at an angle of 70°. For certain tests and at the junction, the tributary width was enlarged up to 0.45 m along a distance of 0.60 m*
- *Two conveyor belts to supply the sediment*

- Deux roulantes qui fournissent les décharges de sédiments à l'arrivée d'eau de chaque canal.
- Une vanne située à la fin du canal principal qui contrôle le niveau de l'eau ci-dessous.
- Un espace situé à côté de la vanne pour mesurer la quantité totale des sédiments

Les principaux paramètres expérimentaux se trouvent dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Scénarios testés

Série	$q_t/q_m$	$Q_t/Q_m$	$B_t/B_m$	Élargissement du tributaire
1	0.41	0.11	0.30	Non
	0.50	0.15		
	0.77	0.23		
2	0.41	0.11	0.15	Oui
	0.50	0.15		
	0.77	0.23		
3	0.41	0.06	0.15	Oui
	0.50	0.07		
	0.77	0.12		
4	0.41	0.06	0.15	Non
	0.50	0.07		
	0.77	0.12		

Les sédiments fournis aux deux canaux ont été composés par un sable du type 0.5 – 2.0 mm avec  $\sigma = 1.5$ .

Les débits solides des sédiments par unité de largeur pour chaque canal ont été assumées constantes pour tous les expériences avec les valeurs de :

- $q_{sm} = 0.60 \text{ kg min}^{-1}\text{m}^{-1}$  pour le canal principal.
- $q_{st} = 3.33 \text{ kg min}^{-1}\text{m}^{-1}$  pour le canal tributaire.

Les tests ont durés jusqu'à obtenir l'équilibre. Systematiquement, la topographie du lit et la surface de l'eau ont été mesurés au long des expériences.

Figure 1, qui correspond au scénario du plus grand ratio ( $q_t / q_m = 0.77$ ), illustre la topographie du lit à l'équilibre pour chaque géométrie.

La Figure 1 permet d'observer que l'élargissement produit une réduction de la taille de la barre de sédimentation située au sein du canal principal, en faisant la comparaison avec les expériences réalisées sans cet élargissement.

discharges at the inlet of each flume.

- A downstream tail-gate to control the downstream water depth.
- A sediment trap at the downstream end of the main channel to assess the outgoing total sediment discharge.

The main experimental parameters are detailed in Table 1.

Table 1 : Tested scenarios

Serie	$q_t/q_m$	$Q_t/Q_m$	$B_t/B_m$	Tributary Widening
1	0.41	0.11	0.30	No
	0.50	0.15		
	0.77	0.23		
2	0.41	0.11	0.15	Yes
	0.50	0.15		
	0.77	0.23		
3	0.41	0.06	0.15	Yes
	0.50	0.07		
	0.77	0.12		
4	0.41	0.06	0.15	No
	0.50	0.07		
	0.77	0.12		

The sediment supplied in both flumes consisted of a poorly-sorted 0.5 - 2.0 mm sand with  $\sigma=1.5$ .

The sediment discharges per unit width for each flume were kept constant for all the experiments and were:

- $q_{sm} = 0.60 \text{ kg min}^{-1}\text{m}^{-1}$  for the main channel.
- $q_{st} = 3.33 \text{ kg min}^{-1}\text{m}^{-1}$  for the tributary.

The experiments were run until reaching equilibrium. During the experiments, bed topography and water surface surveys were systematically recorded.

Figure 1 illustrates the bed topography at equilibrium corresponding to the highest discharge ratio scenario ( $q_t / q_m = 0.77$ ) for each geometry.

From Figure 1 it is possible to infer that the local widening in the tributary mouth reduce the size of the bank-attached bar in the main channel with respect to the experiments without local widening.



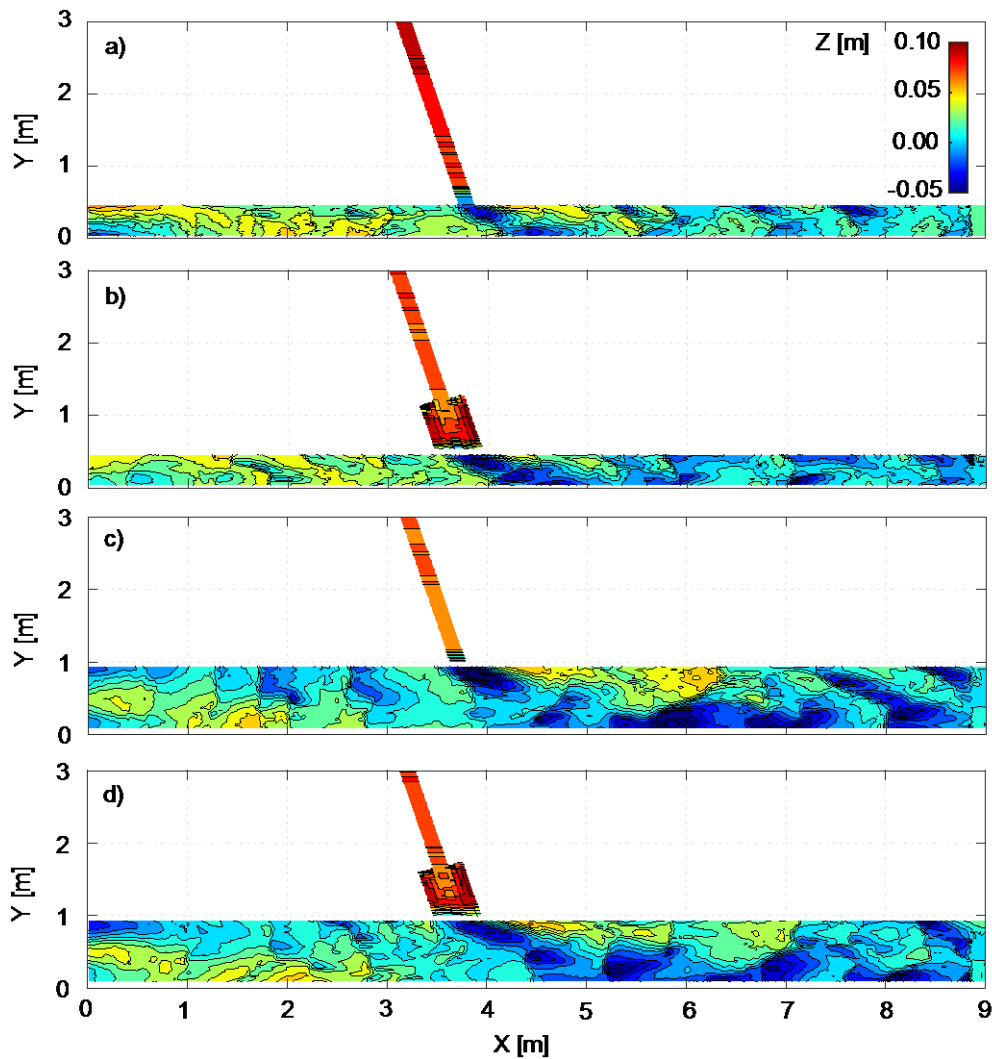


Figure 1 : Topographie de lit en équilibre pour : a) série 1; b) série 2; c) série 3; et d) série 4. Toutes les figures correspondent à  $q_t / q_m = 0,77$

D'autre part, en diminuant le ratio  $B_t / B_m$  de 0.30 à 0.15, le gradient topographique a été augmenté, c'est-à-dire, une augmentation des érosions et sédimentations a été observé.

Pendant 2014 un article a été présenté au périodique scientifique *Earth Surface Processes and Landforms*, un article de conférence sur différences morpho-dynamiques induites par l'angle de confluence a été exposé à Porto (Portugal) pour le 4<sup>ème</sup> IAHR European Congress, et un autre article de conférence sur l'influence de l'élargissement dans la morphodynamique de la confluence a été présenté à River Flow 2014 à Lausanne.

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

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

Figure 1 : Bed topography at equilibrium for a) serie 1; b) serie 2; c) serie 3; and d) serie 4. All pictures correspond to  $q_t / q_m = 0.77$

Also, by reducing the ratio  $B_t / B_m$  from 0.30 to 0.15, the topographic gradient was increased by means of deeper erosion and higher deposition.

During 2014 a full paper was submitted to the peer-reviewed journal *Earth Surface Processes and Landforms*, a conference paper about morphodynamic differences induced by the confluence angle was presented in Porto (Portugal) for the 4<sup>th</sup> IAHR Europe Congress, and another conference paper about the influence of local tributary widening on the confluence morphodynamics was presented in River Flow 2014 in Lausanne.

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

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

### 1.1.5 **Caractéristiques de l'écoulement sur les déversoirs en marche d'escalier: L'effet du changement de pente abrupte / Flow characteristics on stepped spillways: The effect of abrupt slope change**

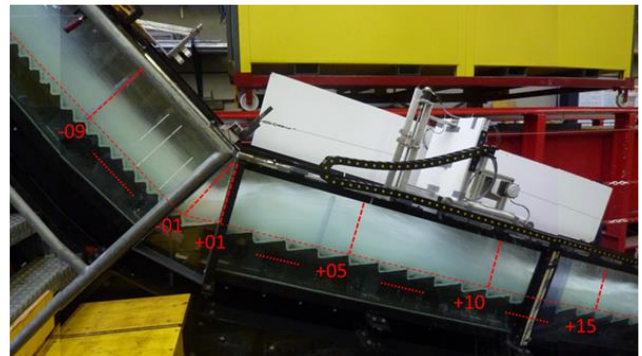
Nombreux déversoirs en gradins ont été déjà construits, par exemple sur barrages-poids BCR ou sur barrages en remblai ou en enrochement, et il y a aussi des déversoirs en gradins en cours de conception ou de construction actuellement. Dans certains cas, les changements de pente peuvent être nécessaires pour mettre en œuvre des long rampes en gradins, en raison de la topographie, conduisant à l'excavation réduite et des avantages économiques. Le nombre de déversoirs en gradins avec changement de pente est très limité, alors qu'aucune recherche scientifique systématique pour la conception de ce type de configuration a été réalisée à ce jour. Par conséquent, il y a un manque d'information en ce qui concerne les principales caractéristiques de l'écoulement sur les brusques changements de pente sur les déversoirs en gradins. La présente étude consiste en une recherche expérimentale sur les caractéristiques d'écoulement sur déversoirs en gradins, à proximité d'un changement de pente abrupte. La modélisation physique a été réalisée dans un canal de relativement grande échelle avec des pentes variables, équipées avec des marches de hauteur différente au Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH), EPFL, Lausanne. Le canal est composé par quatre modules avec 2 m de longueur et 0.5 m de largeur, et une paroi latérale transparente avec 0.6 m de hauteur. Pour étudier les changements de pente dans cette étude, le canal a été divisé en deux parties avec des pentes différentes, chaque partie a été composé par deux modules (fig. 1, 2). La pente de la partie à l'amont a été fixé à  $\varphi = 50^\circ$ , et les pentes à l'aval ont été mis à  $\varphi = 30^\circ$  et  $18.6^\circ$ , correspondant à la pente typique des barrages BCR et en remblai. La hauteur de la marche verticale était égal à  $h = 0.06$  et  $0.03$  m. Afin de permettre une variation indépendante de la profondeur d'entrée ( $d_0$ ) et le nombre de Froude ( $F_r$ ), une boîte à jet a été inséré à l'amont au canal. Conditions d'écoulement quasi-uniformes ont été obtenues sur la partie à l'amont, pour tous les tests. Le plan des essais a comprenait des observations et des mesures, toujours dans le régime d'écoulement de l'écémage. Les mesures ont été réalisées en utilisant une sonde à fibre optique monté sur un système de positionnement

*Numerous stepped spillways were built to date, namely on RCC gravity dams or on valley flanks besides embankment or rockfill dams, and some others are under design or construction nowadays. In some cases, slope changes may be needed on stepped chutes, due to the topography, leading to reduced excavation and related economic benefits. A limited number of stepped spillways have been built with slope changes, whereas no systematic scientific investigation for designing such type of configuration has been conducted to date. Thus, there is a lack of sufficient information with regards to the main flow features along abrupt slope changes on stepped spillways. The present study is focused on an experimental investigation of the flow features in skimming flow on stepped spillways, in the vicinity of an abrupt slope change. Physical modelling was conducted in a relatively large scale steep channel with variable slopes, equipped with steps of different height at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH), EPFL, Lausanne. The channel consisted of four 2 m long and 0.5 m wide modules, with a 0.6 m high transparent sidewall. Since the present study focused on slope changes, the channel was divided in two separated parts of different slopes, each of those including two 4 m long modules (Figs. 1, 2). The upstream chute bottom slope (i.e. pseudo-bottom angle) was set to  $\varphi=50^\circ$ , while downstream slopes were set to  $\varphi=30^\circ$  and  $18.6^\circ$ , corresponding to typical RCC and embankment dam set-ups. The vertical step height were equal to  $h = 0.06$  and  $0.03$  m. To allow for an independent variation of the inflow depth ( $d_0$ ) and Froude number ( $F_r$ ), a jet-box was inserted at channel upstream end. Quasi-uniform flow conditions were reached on the upstream slope, for all step geometries and discharges. The test program included a series of observations and measurements, all in skimming flow regime. The measurements were conducted by using a dual fiber-optical probe mounted on an automatic positioning system for measuring the air concentration distribution, along with pressure transducers to measure the pressure distribution on the horizontal and vertical step faces.*

automatique de mesure de la distribution de la concentration de l'air, ainsi que des capteurs de pression pour mesurer la répartition de pression sur les faces horizontales et verticales des marches.



(a)



(b)

Figure 1 : Modèle physique au LCH du coursier en marche d'escalier avec changement de pente abrupt: a) Vue générale; b) Vue latérale de la configuration associée à  $d_c/h=4.6$ , et la sonde à double fibre optique montée sur le système de positionnement automatique (avec les numéros de marches utilisés par la suite)

Figure 1 : Physical model of the stepped spillway with abrupt slope change assembled at LCH-EPFL: a) General view; b) Side view of the configuration associated to  $d_c/h=4.6$ , and dual fiber-optical probe mounted on automatic positioning system in operation (step numbers used in the following are indicated).

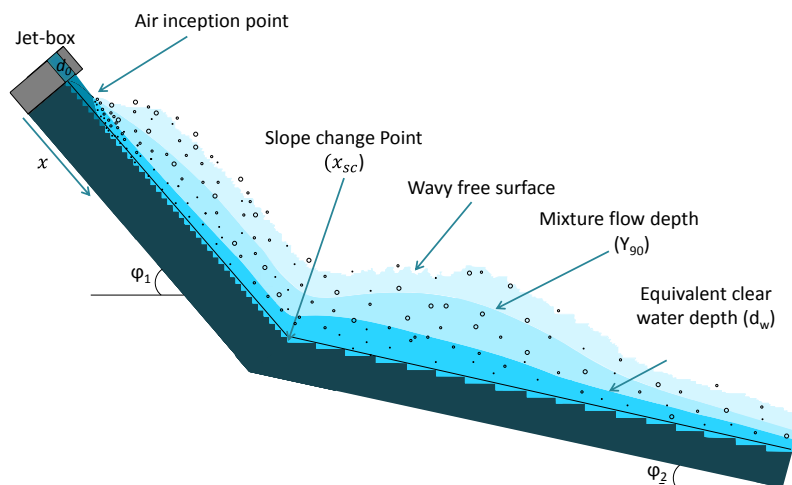


Figure 2 : Schéma des conditions d'écoulement typiques sur un coursier en marche d'escalier avec un changement de pente abrupt,  $\varphi_1$  et  $\varphi_2$  sont respectivement les angles des pentes amont et aval.

Figure 3 : Schematic of the typical flow condition over stepped spillways with abrupt slope change,  $\varphi_1$  and  $\varphi_2$  are upstream and downstream slopes respectively.

Les résultats démontrent que les changements de pente abrupte sur les déversoirs en gradins ont un effet majeur sur les caractéristiques d'écoulement autour de la zone de transition. Par exemple, quatre sous-régions principales ont été identifiées en ce qui concerne l'entraînement d'air. Sous-région I, caractérisé par une diminution de la concentration locale de l'air à l'intérieur de l'écoulement à l'approche de la section transversale de variation de la pente (Figure 3a); sous-région II, caractérisé par une augmentation brusque de la concentration de l'air dans l'écoulement à la proximité du

The results demonstrate that abrupt slope changes on stepped chutes have a major effect on flow features in the vicinity of the respective region. Four main sub-regions were identified with regards to air entrainment. sub-region I, characterized by a decrease in the local air concentration (for identical distance to the pseudo-bottom) within the flow when approaching the slope change cross-section (Figure 3a), sub-region II, characterized by an increase in the air concentration within the flow near the slope change cross-section, reaching maximum values shortly downstream (Figure

changement de pente, avec valeurs maximales un peu à l'aval (Figure 3b); sous-région III, où la concentration d'air diminue rapidement et s'approche de nouveau aux valeurs de la condition d'écoulement uniforme de la deuxième pente (Figure 3c); et sous-région IV, où la concentration de l'air continue à présenter une tendance décroissant, éventuellement approchant un valeur constante, conduisant ainsi aux profils de concentration d'air semblables (Figure 3d). Une influence substantielle du changement de pente a également été observée sur le profil d'évolution de la pression, en comparaison avec des résultats typiques des écoulements sur déversoirs en gradins avec pente constant.

3b); sub-region III, where the air concentration decreases rapidly again and approaches that values of the uniform flow condition for the second slope(Figure 3c); and sub-region IV, where the air concentration continues to exhibit a decreasing trend, eventually approaching an almost constant value, hence leading to similar air concentration profiles (Figure 3d). A substantial influence of the slope change was also observed on the pressure development pattern, in comparison with typical results for constant sloping stepped spillway flows.

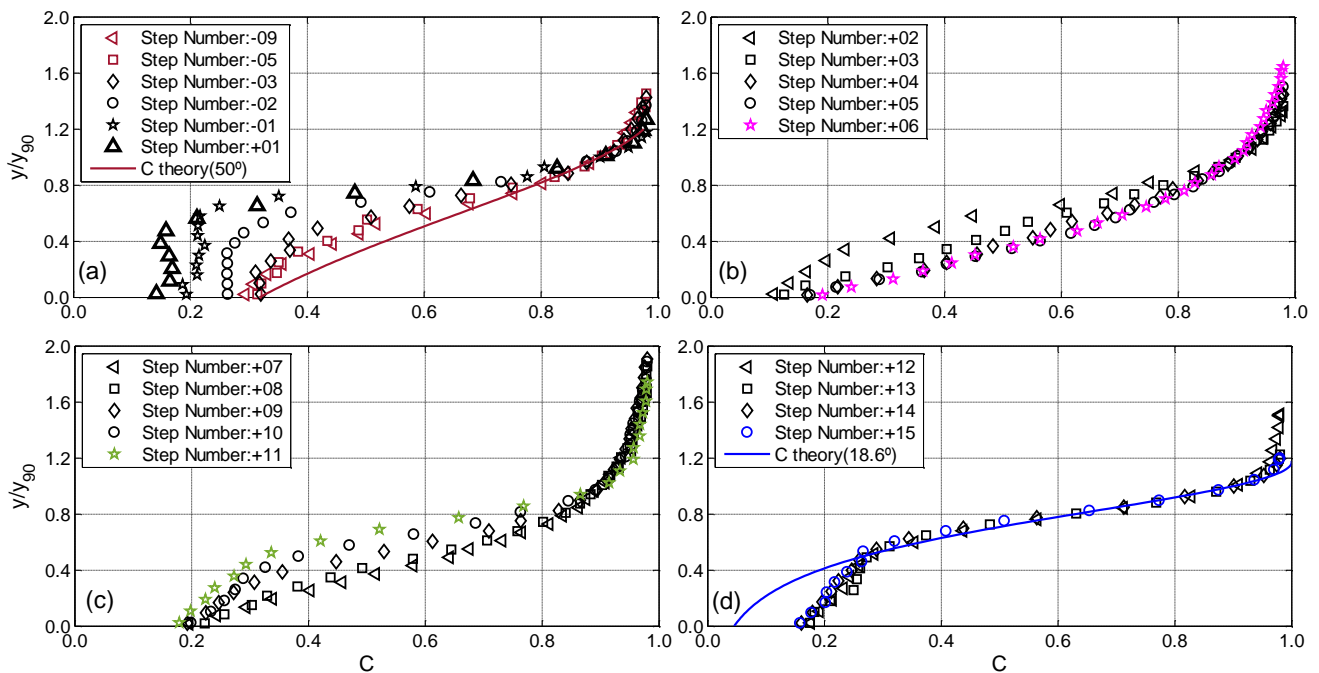


Figure 3 : Distribution des concentrations d'air à l'amont, à l'aval et à la transition pour 50° -18.6° (les signes "-" et "+" représentent respectivement les marches à l'amont et à l'aval du changement de pente (numéro de marche selon Fig. 1)): (a) sous-région I; (b) sous-région II; (c) sous-région III; (d) sous région IV ;  $d_c/h = 4.6$ . Note : théorie C selon Chanson (1997) pour un écoulement uniforme sur une chute de pente similaire.

Figure 3 : Air concentration distribution upstream, downstream and along the slope change region for 50° - 18.6° ("- and "+" signs represent the steps upstream and downstream of the slope change region, respectively (step numbers as per Fig. 1): (a) sub-region I; (b) sub-region II; (c) sub-region III; (d) sub-region (IV);  $d_c/h = 4.6$ . Note: C theory – as per Chanson (1997), for uniform flow on a similar sloping chute.

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

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

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

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

## 1.1.6 **Conception hydroélectrique sous incertitudes / Hydropower Design under Uncertainties**

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

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

De nombreux cas de projets hydroélectriques existent où les prévisions n'ont pas correspondu aux valeurs effectives et finalement les centrales n'ont pas atteint les performances attendues. En conséquence, l'hydroélectricité est fortement affectée par les risques et beaucoup d'investisseurs sont sceptiques face à l'hydroélectricité.

Malgré les risques élevés encourus sur les projets hydroélectriques, étonnamment peu de connaissances systématiques existent sur l'incorporation de la gestion des risques dans la conception des centrales. En outre, l'accroissement de la proportion d'investisseurs privés pour les projets hydroélectriques renforce la tendance vers un contrôle ou une limitation des risques lors de la décision d'investir.

L'Analyse d'Option Réelle et la Conception Robuste sont des approches prometteuses pour gérer les incertitudes de projets hydroélectriques. Dans ce projet de recherche, ces méthodes sont incorporées dans le processus de conception et sont testées sur des projets réels. Ces méthodes requièrent une estimation fiable des incertitudes. Par conséquent, une analyse des incertitudes basée sur des faits a été effectuée.

Le plus grand ensemble de données de projets de petites centrales hydroélectriques réalisées

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

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

*Numerous hydropower projects exist where the forecasts were not matching the effective values and finally the plants did not reach the expected performance. Consequently, hydropower is strongly affected by risks and makes many developers sceptical against hydropower.*

*Despite the high risks taking over on hydropower projects, surprisingly little systematic knowledge exists about the incorporation of risk management into the design of hydropower plants. Furthermore, the increasing proportion of private investors for hydropower projects reinforces the trend towards control or limitation of risks when making investment choices.*

*Real Option Analysis and Robust Design are promising approaches to manage uncertainties of hydropower projects. In this research project, we incorporate these methods into the engineering design process and test them on real projects. These methods require a reliable estimation of the uncertainties. Therefore an uncertainty analysis based on evidence data has been carried out.*

*The largest dataset of realised small hydropower projects have been elaborated. An*



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

Basées sur une analyse des paramètres incertains, des méthodes d'évaluation sont appliquées pour mieux se représenter les avantages et inconvénients des projets ou des alternatives de conception. Les performances des différentes alternatives sont comparées avec les critères de Valeur actuelle nette prévue (VAN), Valeur au gain (VaG) et Valeur à risque (VaR)

Dans une prochaine étape, l'approche va être étendue à de larges projets hydroélectriques en Suisse. Cela va permettre de comparer le profil de risques de petits et grands projets hydroélectriques. Finalement, des méthodes de conception pour gérer les incertitudes en ajustant la conception vont être élaborées et appliquées pour des projets hydroélectriques.

Financement : Office Fédéral de l'Energie.

Doctorant: Felix Oberrauch

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

*Based on the analysis of the uncertain parameters, evaluation methods are applied which capture a more comprehensive picture about the pros and cons of projects or design alternatives. The performances of different alternatives are compared under the criteria of Expected Net Present Value (ENPV), Value at Gain (VaG) and Value at Risk (VaR).*

*In a next step, the approach will be extended to large hydropower projects in Switzerland. This will allow a comparison of the risk profile of small and large hydropower projects. Finally, design methods to manage uncertainties by design adjustments will be elaborated and applied for hydropower projects.*

*Funding : Swiss Federal Office of Energy.*

*Ph.D. student: Felix Oberrauch*

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

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

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



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

Les essais sont effectués sur un canal de 0.5 m de large (Figure 1) où l'eau – jusqu'à 0.24 m<sup>3</sup>/s – est fournie par une jetbox qui permet de définir la profondeur d'eau et le nombre de Froude indépendamment. Les paramètres suivants (Figure 2) sont systématiquement examinés pour déterminer leur influence sur l'aérateur :

- le nombre de Froude  $F_0$
- la profondeur de l'écoulement  $h_0$
- l'angle du pseudo-fond  $\varphi$
- la hauteur de marche  $s$
- l'angle du déflecteur  $\alpha$
- la hauteur du déflecteur  $t$

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

*Tests are carried out on a 0.5 m wide channel (Figure 1) where water – up to 0.24 m<sup>3</sup>/s – is supplied by a jetbox that independently allows setting the flow height and Froude number. The following parameters (Figure 2) are systematically investigated to assess the aerator performance :*

- *the approach flow Froude number  $F_0$*
- *the approach flow depth  $h_0$*
- *the pseudo-bottom (chute) angle  $\varphi$*
- *the step height  $s$*
- *the deflector angle  $\alpha$*
- *the deflector height  $t$*

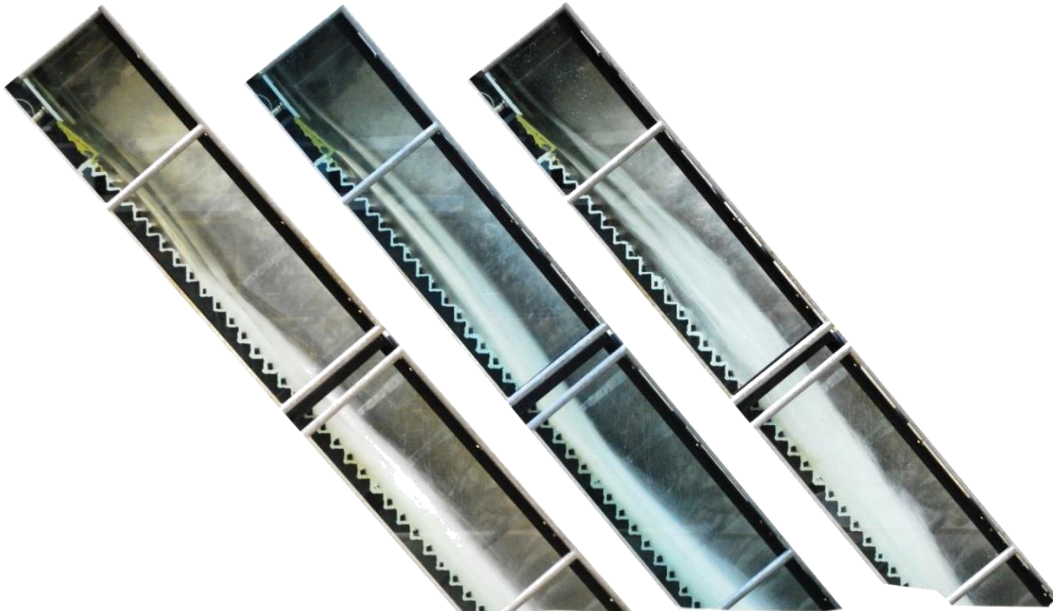


Figure 1 : Ecoulement sur le modèle pour différents nombres de Froude  $F_0=3.1/5.5/7.5$  avec les autres paramètres identiques

*Figure 1 : Flow on the model for Froude numbers  $F_0=3.1/5.5/7.5$  with otherwise identical parameters*

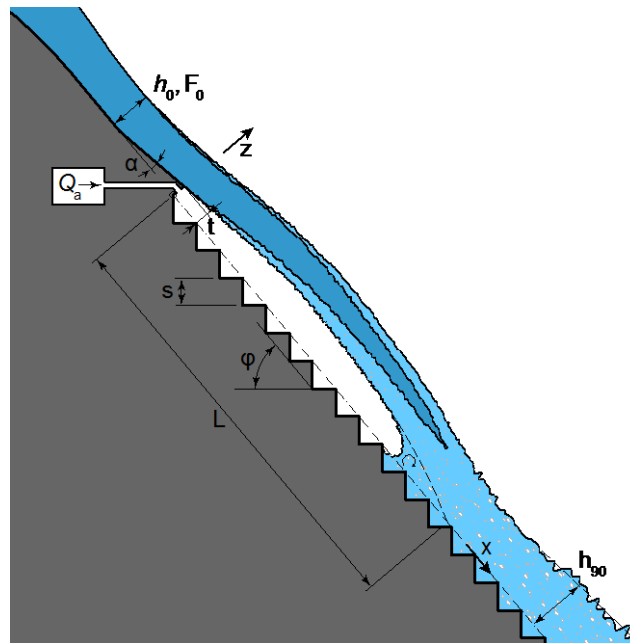


Figure 2 : Schéma de définition des paramètres

Figure 2 : Parameters definition scheme.

Les mesures de concentrations d'air sont effectuées à l'aide d'une sonde à double fibre optique. Cette sonde est montée sur un système de positionnement automatique roulant sur des rails au-dessus du canal et qui permet le positionnement selon l'axe de l'écoulement ( $x$ ) et la profondeur ( $z$ ) afin d'obtenir la distribution de la concentration d'air (Figure 3). Le débit d'air fourni par l'aérateur est mesuré dans la cheminée placée sous la boîte d'amenée d'air. Le système d'amenée d'air est conçu de façon à éviter les sous-pressions et les fluctuations. Le coefficient d'entraînement d'air  $\beta$  est déterminé à partir des débits d'air et d'eau.

*Air concentrations are measured by means of a double fiber-optical probe. The probe is mounted on an automatic positioning system running on rails above the channel that allows the positioning along the streamwise ( $x$ ) and depth ( $z$ ) axes in order to obtain the spatial distribution of air concentration (Figure 3). The air discharge supplied by the aerator is measured in the center of an air duct placed under the air supply box. The air supply system is designed in order to avoid sub-pressures and fluctuation. The air entrainment coefficient  $\beta$  is obtained from the air and water discharge.*

Deux séries de tests ont été effectuée en 2014. La première série a utilisé un angle de coursier de  $50^\circ$  avec de marches de 0.03 et 0.06 m de hauteur, et la seconde a utilisé un angle de  $30^\circ$  avec les mêmes hauteurs de marche. Six différents déflecteurs ont été testés. De plus, une géométrie de référence sans aérateur a été testée pour mieux évaluer la performance de l'aérateur.

*Two sets of tests were performed in 2014. The first set used a chute angle of  $50^\circ$  with a step height of 0.03 and 0.06 m, and the second set with an angle of  $30^\circ$  and the same step heights. Six different deflectors were tested. In addition, a reference geometry without aerator was tested to better assess the aerator effect.*

L'analyse préliminaire des résultats montre qu'une quantité significative d'air est maintenue proche du fond. La désaération rapide observée sur les coursiers lisses ne se produit pas sur les coursiers en marche d'escalier. La concentration d'air proche du fond est toujours supérieure à la valeur de 5% nécessaire pour protéger le coursier de la cavitation. Cela implique qu'aucun aérateur additionnel ne devrait pas être nécessaire à l'aval.

*Preliminary analysis of the results shows that significant air concentrations are maintained close of the pseudo-bottom. The rapid air detrainment observed on smooth chute does not occur on stepped chute. The bottom air concentration is always higher than the 5% required to protect the chute from cavitation. It implies that no additional aerator should be necessary downstream.*

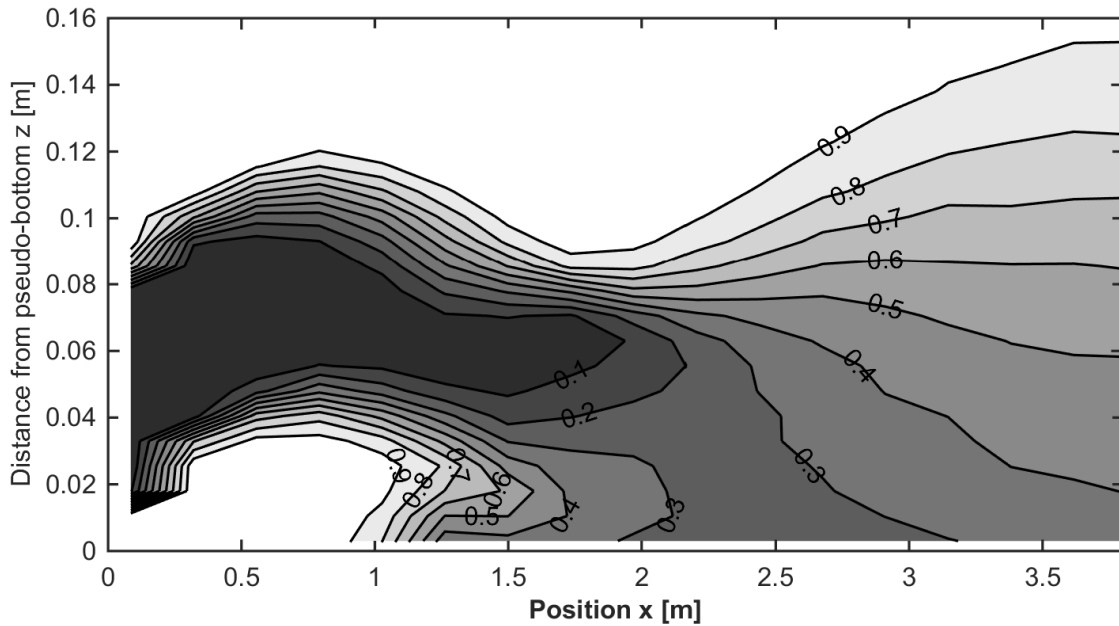


Figure 3 : Distribution des concentrations d'air à l'aval de l'aérateur pour le Test 31 avec un angle de coursier de 50°

Figure 3: Resulting air concentration distribution downstream of the aerator for Test 31 with a chute angle of 50°.

Cette recherche est financée par le Fonds national suisse FNS.

This research is funded by the Swiss National Science Foundation SNF.

Doctorant : Stéphane Terrier

Ph.D. student : Stéphane Terrier

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

Les pressions transitoires extrêmes calculées par la plupart des solveurs ne sont pas suffisamment précises pour décrire le comportement physique observé dans les systèmes réels. Plusieurs facteurs tels que le comportement viscoélastique du matériau de la conduite, les pertes, les obstructions, le frottement non permanent, la cavitation et l'interaction fluide-structure ne figurent pas dans la théorie classique des coups de bélier mais affectent l'atténuation des ondes due aux coups de béliers, ainsi que leurs formes et timing. Ces divergences surgissent lorsque, dans la dérivation des équations des écoulements transitoires, les hypothèses de base sont utilisées, telles que les flux axisymétriques 1D, le frottement stationnaire ou le comportement linéaire-élastique du fluide et du matériau de la conduite. L'une des principales sources d'incertitude est la description précise et la distinction entre le comportement rhéologique de la paroi de la conduite et le frottement dynamique.

*Extreme transient pressures calculated by most solvers are not accurate enough to describe the physical behavior observed in real life systems. Several factors, which are not described in classical water-hammer theory, affect water hammer wave attenuation, shape and timing, such as viscoelastic behavior of pipe-wall material, blockage and leakage, unsteady friction, cavitation and fluid-structure interaction. These discrepancies arise when, deriving 1D axisymmetric flow, steady friction or linear-elastic behavior of the liquid and pipe-wall are assumed. One of the main sources of uncertainty is the accurate description and distinction between rheological behaviour of the pipe wall and unsteady friction.transient-flow equations, basic assumptions like*

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

- Analyse contrainte-déformation: dans une première étape, des essais expérimentaux seront réalisés dans une installation de bobine hélicoïdale en cuivre dans le but de comprendre la déformation axiale et circonferentielle de la paroi de la canalisation lors des coups de bélier.
- Interaction Fluid-Structure (FSI): les compétences acquises de l'analyse contrainte-déformation seront utilisées pour développer un model FSI.
- Comportements mécaniques dans différents set-ups expérimentales: viscoélasticité et anélasticité seront étudiées.
- Modèle numérique comprenant l'interaction fluide-structure (FSI) et le comportement rhéologique.

Jusqu'à présent, le candidat a effectué un examen approfondi de la littérature, ce qui lui a permis d'identifier les lacunes de la recherche actuelle, afin de fonder les bases des hypothèses de recherche. Le candidat a également effectué des essais expérimentaux sur un dispositif de bobine hélicoïdale en cuivre. Les déformations de la paroi de la conduite, que ce soit dans la direction axiale ou circonferentielle, ainsi que les pressions dans les différentes sections de la conduite ont été mesurées pour des conditions d'écoulement différentes. L'analyse de la relation contrainte-déformation correspondante à la première étape de cette thèse a été réalisée, ainsi que l'implémentation d'un modèle à quatre équations tenant compte de la FSI.

Le dispositif expérimental utilisé dans cette première phase de la recherche est composé d'une bobine hélicoïdale en cuivre 105 m longue, de diamètre nominal  $D = 0.02$  m et épaisseur de la paroi de la conduite de  $e = 0.001$  m. Le rayon du tore est  $R = 0.45$  m et 36 anneaux composent la bobine entière. Les jauges de contrainte ont été installées dans la partie centrale de la conduite afin d'obtenir des mesures de contrainte dans les directions axiales et circonferentielles pour différentes positions de la section. Le module d'élasticité de Young et le coefficient de Poisson

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

- *Stress-strain analysis: in a first stage, experimental tests will be carried out in a copper pipe-coil facility with the goal to understand the axial and circumferential deformation of the pipe wall during pressure surges.*
- *Fluid-structure interaction (FSI): the knowledge acquired from the stress-strain analysis will be used to develop a FSI model.*
- *Mechanical behaviours in different experimental set-ups: viscoelasticity and anelasticity will be studied.*
- *Water-hammer model including FSI and rheological behavior.*

*So far the PhD candidate carried out an extensive literature review which allowed him to identify the current research gaps from where to base the foundations of the research hypotheses. The candidate also carried out experimental tests in a copper coil facility. Strains of the pipe-wall either in axial and circumferential direction were measured, as well as pressure data in different sections of the pipe and for different flow conditions. The stress-strain analysis corresponding to the first stage of the PhD research has been already completed as well as the implementation of a FSI four-equation model.*

*The experimental facility used in this first stage of the research is composed of a 105 m long copper coiled pipe of nominal diameter  $D=0.02$  m, pipe-wall thickness of  $e=0.001$  m and pipe length  $L = 105$  m. The torus radius is  $R = 0.45$  m and 36 rings compose the entire coil. Strain gauges were installed in the middle section of the pipe in order to get strain measurements in the axial and in the circumferential directions for different positions of the cross-section. Young's modulus of elasticity and Poisson*

ont été déterminés expérimentalement en mesurant les états de contrainte-déformation sur une partie droite de la conduite pour toute la gamme expérimentale des pressions. La valeur obtenue pour le module d'élasticité de Young est  $E=105$  GPa et celle du coefficient de Poisson est de 0,33.

ratio were experimentally determined by measuring stress-strain states over a straight pipe sample for the experimental range of pressures. The obtained values were Young's modulus of elasticity  $E=105$  GPa and Poisson ratio of 0.33.

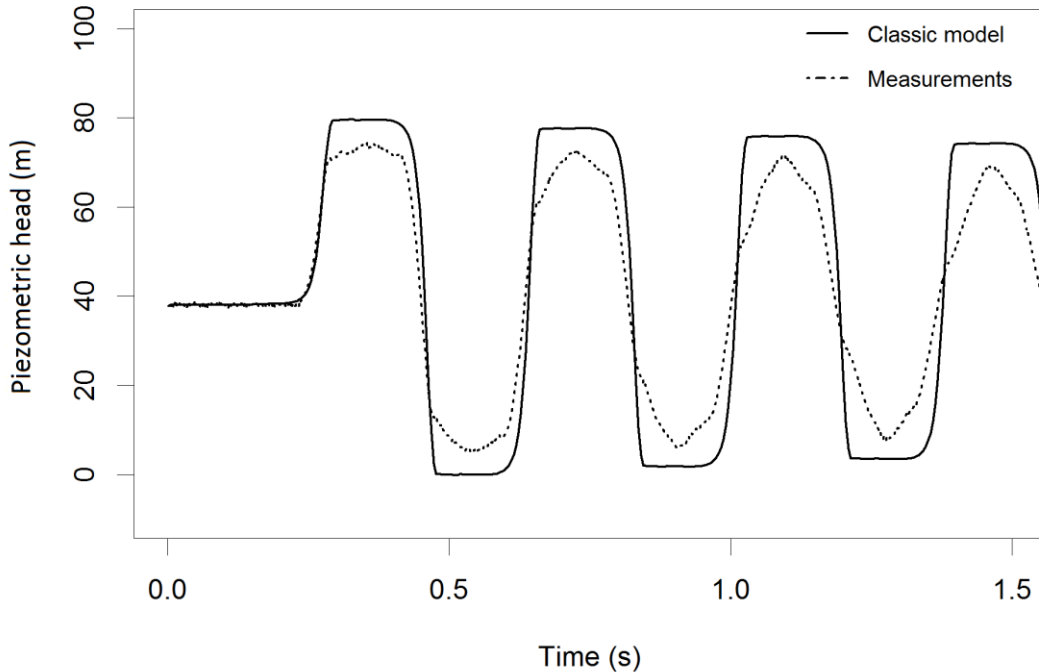


Figure 1 : Mesures de pression dans l'installation lors d'un événement transitoire en comparaison avec le modèle de coup de bélier classique.

Figure 1: Pressure measurements in the coil facility during a transient event in comparison with classic water-hammer model output.

Les mesures de pression à côté de la vanne sont présentées à la Figure 1 pour un régime transitoire rapide avec un débit initial  $Q_0 = 400$  l/h et comparées avec les résultats du modèle de coup de bélier classique.

Pressure measurements next to the valve are presented in the following Figure 1 for a fast transient with initial discharge  $Q_0 = 400$  l/h and compared with the output from the classic water-hammer model.

Comme il peut être observé à la Figure 1, le modèle de coup de bélier classique surestime l'amplitude de l'onde de pression. La raison de cette différence est attribuable à un phénomène de FSI. L'analyse de contrainte-déformation suivie par l'application d'un modèle à quatre équations, qui prend en compte les ondes de contrainte axiale, a permis la correction de l'erreur mentionnée. Le système d'équations suivant de [1] à [4] représente les équations de base du modèle à quatre équations implémenté.

As it can be observed in the Figure 1, the classic water-hammer model clearly overestimates the pressure wave amplitude. The reason of such discrepancy is attributed to a FSI phenomenon. The stress-strain analysis followed by the implementation of a four-equation model, which takes into account axial stress waves in the pipe-wall, enabled the correction of the mentioned discrepancy. The following system of equations [1] to [4] represent the fundamental equations of the four-equation model implemented.

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

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



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

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

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

La Figure 2 montre comment la théorie classique du coup de bélier est améliorée par l'application des modèles FSI.

The following Figure 2 shows how classic water-hammer theory is improved by the application of FSI.

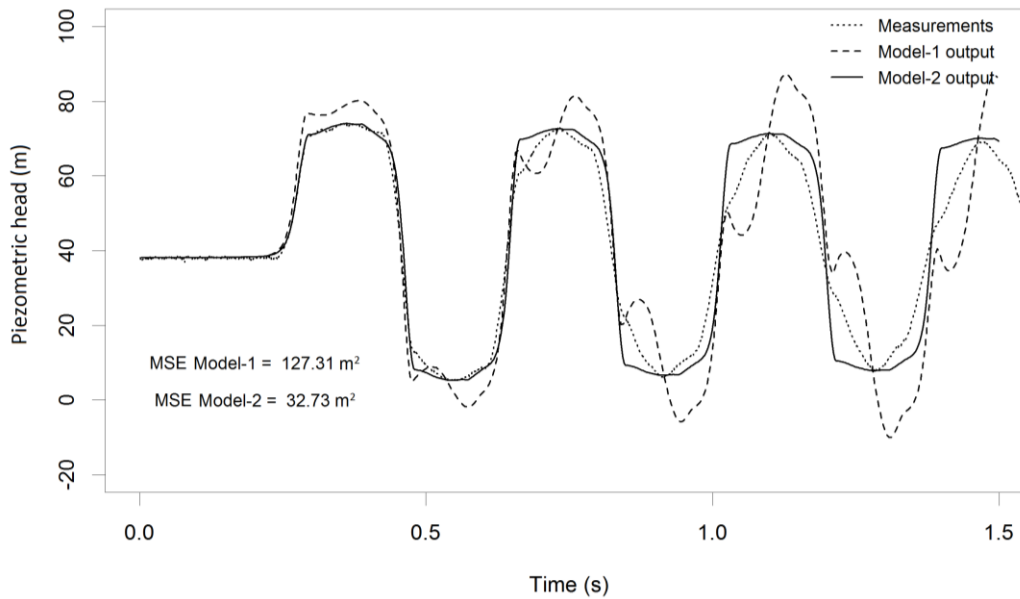


Figure 2 : Modèles FSI comparés avec les données mesurées.

Figure 2 : FSI models compared with measured data.

L'étude des comportements mécaniques sera plus approfondie dans différentes installations expérimentales, avec différentes géométries et matériaux. Le but de l'analyse est de comprendre le comportement rhéologique dans différents contextes. Ensuite, l'objectif est de combiner les connaissances acquises à partir de l'analyse avec FSI dans un modèle numérique intégrant les deux phénomènes.

Further investigation will be focused on the study of the mechanical behaviors in different experimental set ups, with different geometries and materials. The aim of this analysis is to understand the rheological behavior of the pipe-wall in different contexts. Afterwards the goal is to combine the knowledge acquired from this analysis with FSI in a numerical model which will integrate both phenomena.

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

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

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

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

### **1.1.9 Influence des fissures potentielles dans les soudures sur le dimensionnement des blindages des tunnels et puits en charge en considérant l'anisotropie de la roche / Influence of potential cracks in weldings on the design of steel liners of pressure tunnels and shafts considering rock anisotropy**

Le développement des turbines Pelton à haute capacité ainsi que des aciers haute résistance (HSS) permettent le dimensionnement d'aménagements hydroélectriques à haute chute jusqu'à 2000m de charge brute afin de répondre à la demande croissante en énergie de pointe. Avec le développement des nouvelles énergies renouvelables, plus volatiles, les aménagements de pompage-turbinage sont sujets à des modes d'opération plus extrêmes afin d'équilibrer le réseau électrique. Les HSS peuvent répondre à ces exigences mécaniques mais sont plus difficiles à souder que des classes plus ductiles. Aussi ils sont plus sensibles à la fatigue ainsi qu'à la rupture fragile.

La méthode courante pour le dimensionnement des tunnels et puits blindés en charge considère un modèle axi-symétrique dans une roche isotrope (Figure 1) pour calculer les contraintes et déformations, en prenant le module élastique de la roche le plus faible mesuré in situ. Une telle approche est considérée conservatrice en terme de contraintes maximales dans le blindage. En Europe, les recommandations de la CECT (1980) sont suivies pour le dimensionnement et la construction des tunnels et puits blindés en charge. Ces lignes de conduite sont applicables pour des classes ductiles, mais non adéquates pour les HSS.

Ce projet de recherche a pour but d'étudier l'influence des matériaux environnants (Figure 1) sur le comportement du blindage, tant en termes de contraintes, déformations et de comportement à la fracture, par la Méthode des Éléments Finis. L'évaluation de l'intégrité du blindage, et comment tenir compte de fissures initiales dans les zones de soudures (Figure 1), seront clarifiés dans le cas particulier des tunnels et puits blindés en charge excavés tant dans des roches isotropes qu'anisotropes (Figure 1).

*The development of high-capacity Pelton turbines and high-strength steel (HSS) allows the design of high-head power plants up to 2000m gross head to meet the increasing demand for peak energy. With the rise of volatile new renewable energies, storage hydropower plants are subjected to more drastic operational requirements to balance the electricity grid. HSS has been developed to address the mechanical requirements, but they are more difficult to weld than ductile grades. Furthermore they are more sensitive to fatigue and brittle failure.*

*The common method for the design of steel-lined pressure tunnels and shafts considers an axisymmetrical model in isotropic rock (Figure 1) to compute the stresses and deformations, taking the lowest elastic modulus measured in situ. Such an approach is commonly considered as conservative for the maximum stresses in the steel liner. In Europe, the CECT (1980) recommendations are followed for the design and the construction of steel-lined pressure tunnels and shafts. These guidelines are applicable for ductile steel grades, but are no longer adequate for the design with HSS.*

*This research project aims at studying the influence of the surrounding materials (Figure 1) on the liner's behavior, in terms of stresses, deformations, and fracture behavior, by means of the Finite Element Method. The assessment of the integrity of the liner, and how to consider initial cracks in the welds (Figure 1), will be clarified in the special case of steel lined pressure tunnels and shafts embedded in either isotropic or anisotropic rock (Figure 1).*

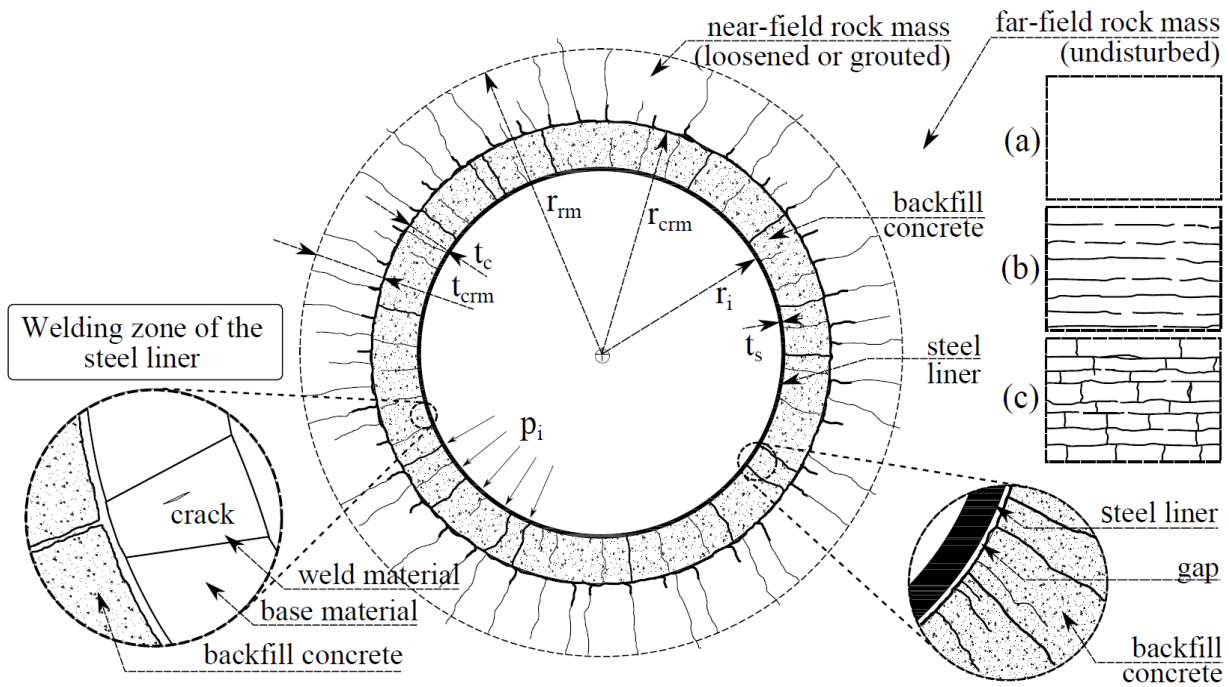


Figure 1 : Schéma du modèle multi-couche standard pour les tunnels et puits blindés en charge dans (a) une rock isotrope et dans (b)-(c) des roches transversalement isotropes avec respectivement un et deux groupes de discontinuités

Figure 1 : Definition sketch of the standard multilayer system for steel-lined pressure tunnels and shafts embedded in (a) isotropic rock and (b)-(c) transversely isotropic rock with one and two sets of discontinuities respectively

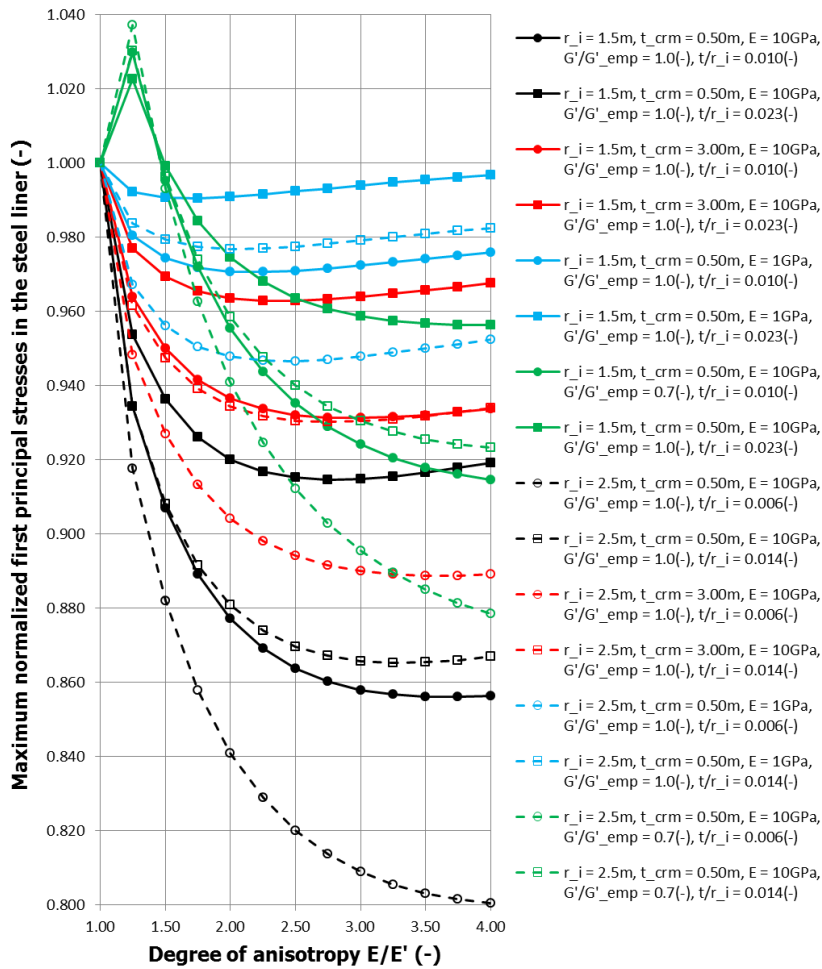


Figure 2 : Premières contraintes principales maximum normalisée dans le blindage en fonction du degré d'anisotropie  $E / E'$  en variant la minceur du blindage  $t_s / r_i$  pour différentes épaisseurs de zone fissurée  $t_{crm}$ , différents modules élastique de la roche intacte  $E$  et différents ratios du module de cisaillement sur la formule empirique de Saint-Venant  $G' / G'_{emp}$

Figure 2 : Maximum normalized first principal stresses in the steel liner as a function of the degree of anisotropy  $E / E'$  by varying the slenderness  $t_s / r_i$  for different near-field rock thickness  $t_{crm}$ , rock mass elastic modulus  $E$  and cross-shear modulus to Saint-Venant empirical relation ratio  $G' / G'_{emp}$

En 2014, l'influence du comportement anisotrope de la roche a été étudiée. La Figure 2 montre quelques résultats numériques des premières contraintes principales normalisées dans le blindage. La considération de l'anisotropie de la roche induit des contraintes maximales calculées plus faibles dans le blindage par rapport au cas isotrope correspondant qui serait considéré pour le dimensionnement. Elles peuvent être jusqu'à 25% plus faibles pour les cas simulés. A l'opposé, le cas isotrope n'est pas du côté de la sécurité pour les contraintes dans le rocher qui peuvent être jusqu'à 65% plus élevées que le cas isotrope correspondant.

Recherche financée par le Centre de Compétence Energie et Mobilité (CCEM), swisselectric research et l'Office Fédérale de l'Energie (OFEN).

Doctorant : Alexandre Jean Pachoud

*In 2014, the influence of anisotropic rock behavior was studied. Figure 2 shows selected numerical results for the maximum normalized first principal stresses in the steel liner. When considering anisotropic rock behavior, the maximum first principal stresses in the steel liner are lower than in the corresponding isotropic case considered often for the design. They can be reduced down to 25% for the tested cases. Unlike the steel liner, considering an isotropic case is not conservative in terms of maximum first principal stresses in the far-field rock, which can be up to 65% greater than the prediction considering isotropic rock.*

*Research financed by the Competence Center Energy and Mobility (CCEM), the swisselectric research and the Swiss Federal Office of Energy (OFEN).*

*Ph.D. student : Alexandre Jean Pachoud*

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

La sécurité des barrages doit être garantie même lors de crues extrêmes. En Suisse, la crue de projet est définie comme une crue ayant une période de retour de 1'000 ans qui doit pouvoir être évacué en dessous du niveau de fonctionnement maximal, même si l'une des vannes est hors service. En outre, le barrage doit supporter sans défaillance une crue dite de sécurité qui est plus grande d'une période de retour de 10'000 ans. Dans les régions alpines, le défi de la détermination des crues extrêmes consiste dans les conditions météorologiques spéciales et le relief de montagne.

Dans le passé, des projets de recherche ont été faits sur ce sujet, comme par exemple CRUEX (CRUEX, 2001), un projet visant à développer un modèle PMP-PMF avec la possibilité d'intégrer les caractéristiques hydrologiques alpines où les phénomènes orographiques sont très fréquents. En 2012, le projet CRUEX++ a été initié et vise le développement d'une méthodologie pour l'estimation de crues extrêmes pour barrages.

Lors de la première année, une revue de littérature a été réalisée. Il a été possible de faire ressortir les lacunes dans le domaine

*Dams have to be safe even under extreme flood events. In Switzerland the design flood is defined as a 1'000-years flood which has to be evacuated below the maximum operation level even if one of the spillway gates is out of operation. Furthermore the dam has to withstand without failure the so-called safety flood, which is above a 10'000-years flood event. In alpine regions the determination of such extreme flood events is a challenge due to the special meteorological conditions and the mountain relief.*

*In the past several research projects have been completed on this topic, i.e. CRUEX (CRUEX, 2001), a project to develop a PMP-PMF model with the possibility to integrate alpine hydrologic characteristics. In 2012, the project CRUEX++ has been initiated and aims the development of a methodology for estimating extreme floods for dams.*

*During the first year, a literature review has been undertaken. It has been possible to highlight the lack of knowledge in the domain of*

d'estimation de crues extrêmes et donc d'orienter la recherche pour les trois années suivantes. Il a été retenu de réaliser au moins trois études de cas avec différentes caractéristiques hydrologiques, météorologiques, géologiques et géographiques. Les trois bassins versants des barrages de Mattmark, Limmernboden et Contra ont été retenus après avoir discuté avec le consortium du projet. La situation des trois barrages peut être déduite de la Figure 1.

*extreme flood estimation and thus to orientate the research for the following years. It has been decided to perform at least three case studies on catchments with different hydrological, meteorological, geological and geographical characteristics. The Mattmark dam, the Limmernboden dam and the Contra dam have been retained for this purpose after discussions with the project consortium. The situation of the three dams is shown on Figure 1.*

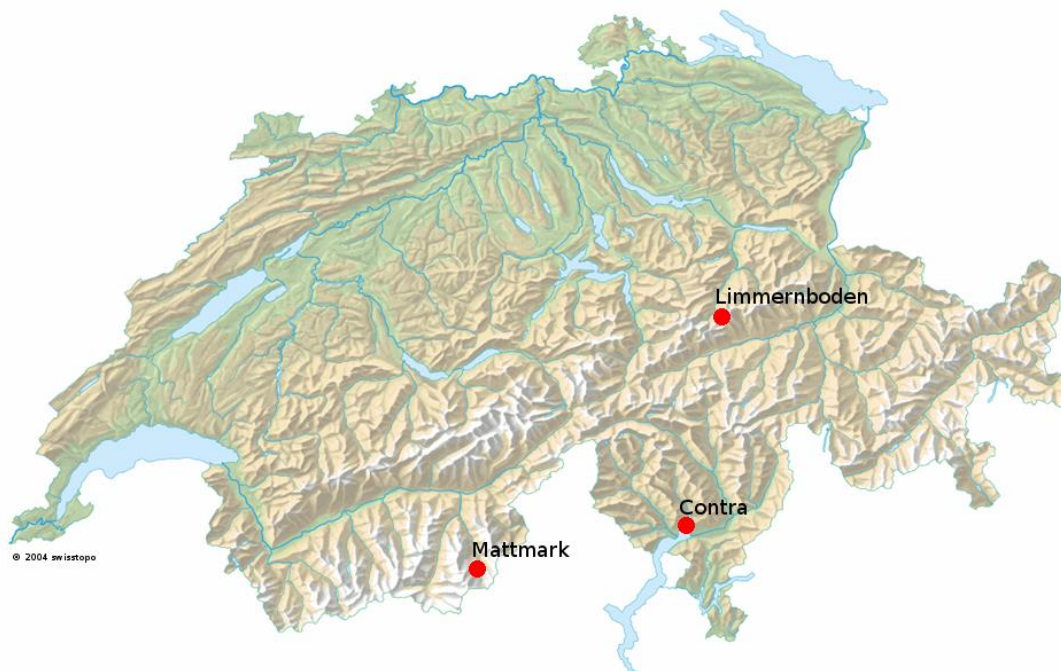


Figure 1: Situation des barrages des trois cas d'étude choisis (carte: swisstopo, 2004).

*Figure 1: Situation of the dams of the three chosen case studies (carte: swisstopo, 2004).*

Au cours de la deuxième année, les études de cas de Mattmark et Limmernboden ont pu être achevées. Les crues extrêmes ont été estimées avec des méthodes statistiques ainsi qu'avec la méthode PMP-PMF qui requiert des simulations hydrologiques. Le modèle hydrologique utilisé est une version modifiée du modèle GSM-SOCONT, conçu pour le milieu alpin. Le troisième cas d'étude, le barrage de Contra, a été entamé.

*During the second year, the case studies for Mattmark and Limmernboden could be achieved. Extreme floods have been estimated with statistical methods as well as with the simulation based PMP-PMF method. The hydrological model that has been used for the PMP-PMF simulation is a modified version of the GSM-SOCONT model, designed for alpine catchments. The third case study, Contra dam, has been started.*

Le processus d'estimation de crues avec des méthodes statistiques montrent que les résultats sont très sensibles à la longueur de la série chronologique utilisée. Concernant la méthode PMP-PMF, l'importance des conditions initiales pour la simulation ainsi que de la température a pu être soulignée. Pour cette raison une analyse plus détaillée a été entreprise pour déterminer si des corrélations entre l'intensité de précipitation et de la température existent en se basant sur les radiosondages de Payerne et de Milan (un ballon météorologique est montré à la Figure 2).

*The process of flood estimation with statistical methods shows that the results are very sensible to the length of the used data series. Concerning the PMP-PMF method, the importance of the initial conditions for the simulation as well as the temperature for the PMP-PMF simulation could be underlined. Therefore a detailed analysis has been undertaken to see if correlations between the rainfall intensity and the temperature could be found by using the meteorological soundings of Payerne and Milano (a registering balloon is*



De plus, une analyse similaire a été initiée pour rechercher des corrélations entre l'intensité de précipitation et la saturation du sol ainsi que la hauteur de neige avant un événement pluvieux. Ces analyses n'ont pas encore été conclusives.

*shown on Figure 2). In addition, a similar analysis has been started to look for correlations between the rainfall intensity and the soil moisture as well as the snow height before rain events. These analysis are still ongoing and have not yet led to a clear conclusion.*

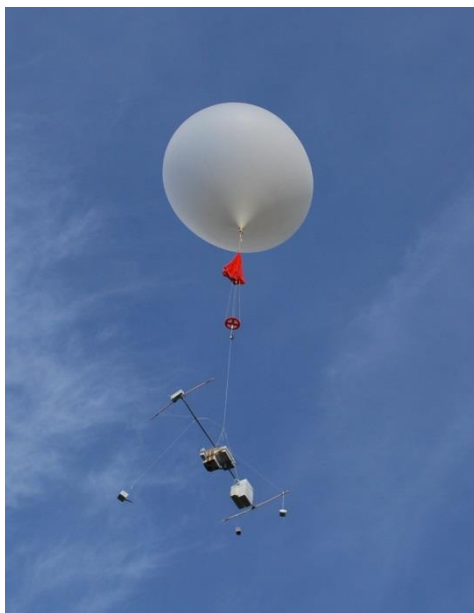


Figure 2 : Photo d'un ballon météorologique avec instruments de mesure (Photo : [www.dwd.de](http://www.dwd.de))

*Figure 2 : Photo of a meteorological registering balloon with measurement equipment. (Picture: [www.dwd.de](http://www.dwd.de))*

La méthode PMP-PMF semble être prometteuse pour l'application à des petits bassins versants, une limite supérieure de la surface du bassin doit néanmoins être déterminée. Une analyse visant la détermination de la limite d'application de cette méthode est en cours.

*The PMP-PMF method looks promising for application to small catchments, an upper surface limit should be determined. Currently, an analysis aiming the determination of the application limit of this method is being undertaken.*

Recherche financée par l'Office Fédérale de l'Energie (OFEN).

*Research financed by the Swiss Federal Office for Energy (SFOE).*

Doctorant : Fränz Zeimetz

*Ph.D. student: Fränz Zeimetz*

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

Dans les rivières à l'aval des barrages, le transport de sédiments est altéré par la présence du barrage même. Quelque soit leur but, tous les barrages bloquent les sédiments à l'amont créant un obstacle à leur transport naturel et interrompent leur continuité. L'absence de transport solide produit une série d'effets négatifs dans les rivières comme une tendance à l'érosion du lit, induisant la génération d'une couche pavée

*In the river reaches downstream of dams, the solid transport is altered by the dam presence. Regardless their purpose, every dam traps the sediments upstream creating an obstacle to natural sediment transport interrupting the river sedimentary continuum. The absence of sediment transport induces many negative changes in rivers which includes a tendency to bed erosion, a consequent generation of an*

et la création d'un lit plus grossier, avec la diminution des habitats pour les poissons. Surtout, la réduction du transport solide a des conséquences sur la morphologie à l'aval des barrages liées à l'incision du lit, l'instabilité des berges et les changements de la largeur du lit.

Le réapprovisionnement en sédiments, appelé aussi en anglais «gravel augmentation», est proposé depuis les années 80 comme mesure pour réduire le manque de sédiments dans les rivières à l'aval des barrages (Figure 1). Un des objectifs du réapprovisionnement en sédiments est de recréer des formes du lit qui puissent aider à la restauration des frais et des habitats aquatiques. Ce projet de recherche vise à améliorer cette méthode à travers la compréhension de l'hydrodynamique et du processus d'érosion des divers réapprovisionnements typiques pour enfin fournir des recommandations générales pour les prochaines applications.



Figure 1 : Exemples de réapprovisionnement en sédiments : (gauche) le réapprovisionnement au Canton de Argovie, Suisse, entre 2009 et 2012; (droite) du réapprovisionnement en sédiments à la rivière Sacramento aval le barrage Keswick

Pour atteindre ce résultat, une série de tests systématiques sont réalisés dans un chenal de 15 m de longueur et 2.5 m de largeur, où deux chenaux symétriques sont créés. La largeur du lit de chenal est de 0.4 m et les berges ont une pente de 2:3 (hauteur : longueur) (Figure 2).

Différentes configurations géométriques (simple ou multiples volumes, alignés ou alternés sur les berges) de réapprovisionnement sont testées. Le débit est indirectement déterminé par la condition de submersion de la hauteur du volume réapprovisionné, et deux conditions sont proposées: complètement submergé (100%) ou «over» submergé (130%).

*armoured layer and a coarsening of the bed, and the depletion of fish habitats. Moreover, the lack of solid transport has morphological effects on downstream dam reaches related to riverbed incision, bank instability and changes in channel width.*

*The replenishment of sediments technique, also called gravel augmentation, have been proposed since the 80's as a measure to reduce the lack of sediments in the downstream river reaches (Figure 1). One of the expected goals of river replenishment is to recreate morphological bed forms helping the restoration of spawning grounds and aquatic habitats. This research project aims at improving this method by understanding the hydrodynamics and the erosion processes of several typical replenishment in order to provide general recommendations for further applications.*



*Figure 1 : Examples of replenishment of sediments: (left) replenishment in Aargau Canton, Switzerland, between 2009-2012; (right) gravel replenishment to the Sacramento River below Keswick dam.*

*In order to achieve this result, series of systematic tests are running in a 15 m long and 2.5 m wide channel, where two symmetrical channels are built. The width of channel bed is 0.4 m and the bank slope is 2:3 (height : length) (Figure 2).*

*Different geometrical configurations (single or multiple volumes, aligned or alternated on the banks) of replenishment volume are tested. The discharge is indirectly determined by the submerge condition of the volume height and two submerge conditions are tested: completely submerged (100%) and over submerged (130%).*

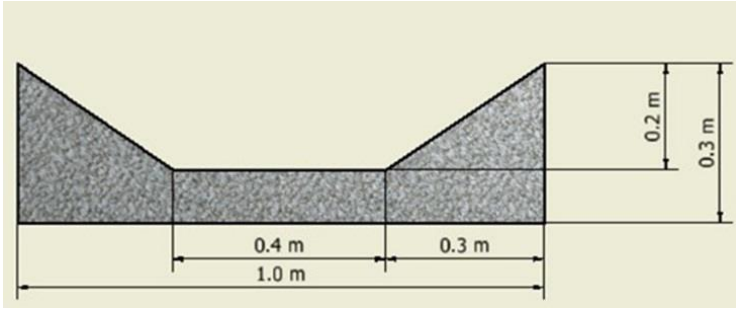


Figure 2 : (gauche) image de l'installation de laboratoire; (droite) croquis de la section de canal

Figure 2 : (left) picture of the laboratory facility; (right) sketch of the channel section

La courbe granulométrique, utilisée pour le lit du chenal et pour les berges, est choisie considérant une distribution normalisée typique des rivières alpines. Dans le but de réaliser une analyse photographique de l'évolution morphologique dans le temps, les grains composant les volumes réapprovisionnés ont été peints en rouge. L'analyse des résultats est faite grâce à un traitement de photos selon le procédé suivant: détection des pixels rouges, soustraction de la surface occupée par les grains rouges, définition de la surface érodée et calcul de la distance parcourue pendant le temps.

*The grain size distribution, used for the channel bed and for the banks, is chosen considering an average normalised typical distribution for the alpine rivers. In order to perform a photo analysis of the morphological evolution during time, the grains composing the replenishment volumes were painted in red. The data analysis is performed by photo treatment as follows: detection of red pixels, subtraction of occupied surface by red grains, definition of the eroded surface and calculation of the travelled distance in time.*

Les résultats préliminaires montrent que le débit joue un rôle très important. La condition «over» submergé assure l'érosion du volume dans un temps réduit de moitié par rapport au cas complètement submergé. Un seul volume placé sur la berge n'est pas suffisant pour recréer des formes du lit évidentes. De plus, le temps nécessaire pour obtenir une complète érosion du volume et le transport des grains érodés vers l'aval du chenal n'est pas négligeable. Deux demi-volumes alignés, ayant un volume total de grains égal au cas de simple volume, fournissent des résultats différents. Mettant deux volumes alignés, la distance parcourue par les grains est presque le double que dans le cas de simple volume. Le temps nécessaire à l'expérience est aussi réduit dans la mesure où l'écoulement est accéléré proche de la section amont où il y a le rétrécissement de la largeur du chenal, qui permet une érosion plus rapide (Figure 3).

*The preliminary results show that the discharge is playing an important role. The over submerged condition provides volume erosion in half the experimental time necessary in case of complete submergence condition. A single volume placed along the bank is not enough to recreate remarkable bed forms and requires a noticeable amount of time to be eroded and transported far from the initial position. Two half aligned volumes, having a total amount of grains equal to the single volume case, perform quite different results. Placing two aligned volumes, the distance travelled by the grains is almost the double than in case of a single volume. The experimental time is also reduced because the flow is accelerated in the upper section by the narrowing of the channel width, which allows a faster volume erosion (Figure 3).*

La prochaine étape de la recherche est la compréhension de l'hydrodynamique du processus qui gouverne l'écoulement une fois que le réapprovisionnement est établi. Afin de fournir ces résultats, des volumes non-érodable seront placés dans le chenal et l'écoulement sera analysé à travers un «acoustic Doppler velocity profiler» (ADVP), qui permet de mesurer les

*Next step of the research is to understand the hydrodynamic processes governing the flow once the replenishment is created. In order to provide these results, non-erodible volumes are going to be placed in the flume and the flow behaviour is going to be analysed by means of an acoustic Doppler velocity profiler (ADVP), which allows measuring 3D*



vitesse instantanées en 3D le long d'une verticale de façon quasi-simultanée.

*instantaneous velocities along a vertical in a quasi-simultaneous fashion.*

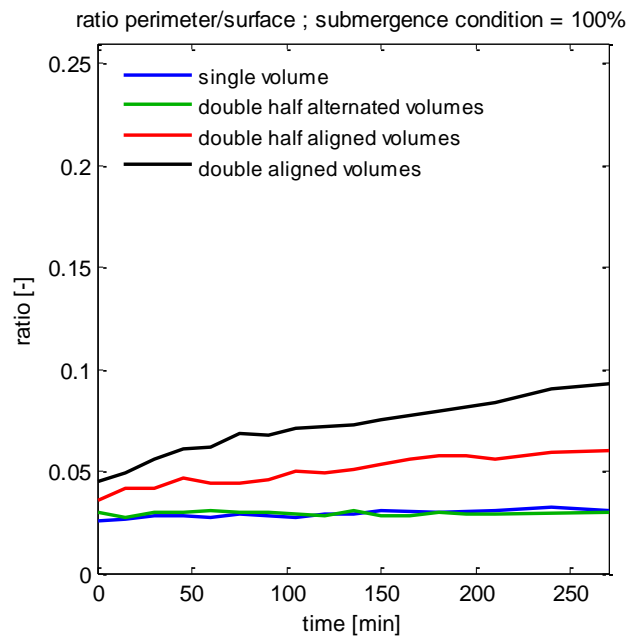
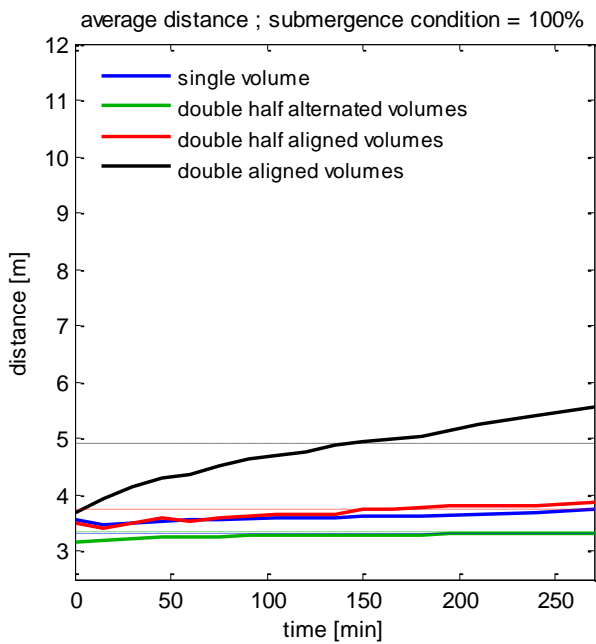


Figure 3 : Distance moyenne, distance d'action et rapport périmètre-surface pour une condition de submersion de 100%.

Figure 3 : Average distance, action distance and ratio perimeter-surface for submerge condition of 100%.

Recherche financée par l'Office Fédérale de l'Environnement Suisse (OFEV).

Research funded by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).

Doctorante : Elena Battisacco

Ph.D. student : Elena Battisacco

### 1.1.12 Force hydraulique et efficacité énergétique dans les réseaux hydrauliques / Hydropower and energy efficiency in water networks

La micro-hydroélectricité est actuellement en expansion comme solution pour améliorer l'efficacité des systèmes d'eau. Un système de micro-hydroélectricité peut consister en la production d'énergie dans les petites rivières où dans les systèmes d'approvisionnement d'eau, d'irrigation, des eaux usées et de drainage. Néanmoins, les turbines conventionnelles ne sont pas rentables pour la micro-hydro.

*Micro-hydropower is currently expanding as a solution to improve the efficiency of water systems. A micro-hydropower scheme can consist of generating energy in small rivers and water supply, irrigation, wastewater or drainage networks. Nevertheless, conventional turbines are not cost-effective for micro-hydro.*

Ce projet de recherche a pour objectif le développement d'une nouvelle turbine et d'un outil de simulation et optimisation intégrées pour aider la conception des solutions de micro-hydro dans les systèmes hydrauliques.

*In this research project, a new turbine is proposed along with an integrated simulation and optimization tool to support the design of micro-hydro in water networks.*

Une turbine en hélice tubulaire à cinq pâles a été développée dans le cadre du projet européen HYLOW à IST, Lisbonne, et sa conception a été optimisée par simulation numérique. Un nouveau prototype (Figure 1),

*The five blades tubular propeller (5BTP) turbine was developed during the EU-Project HYLOW at IST, Lisbon, and its design was optimized by means of numerical simulation. A new prototype (Figure 1) with a diameter of 85 mm*

avec un diamètre de 85 mm, a été préparé pour être testé en coopération avec la HES SO Valais, avec le soutien financier de l'Office fédéral de l'énergie OFEN.

Le but des essais expérimentales à réaliser au laboratoire HES SO est d'obtenir les courbes caractéristiques et de rendements et valider la pertinence de ce modèle de turbine (Figure 2 (a)). La turbine sera soumise à différents débits et liée à un générateur externe avec contrôle de la vitesse de rotation. Ainsi, pour une certaine plage de débit et de vitesse de rotation, la puissance électrique générée sera mesurée. En connaissant la puissance hydraulique et le rendement du générateur électrique, le rendement hydraulique de la turbine sera déduit pour les différentes vitesses de rotation. L'observation du comportement de la turbine face à la cavitation sera aussi faite.

*has been prepared to be tested in cooperation with HES SO Valais and with financial support from the Swiss Federal Office of Energy SFOE.*

*The goal of the experimental tests in the HES SO laboratory is to obtain the characteristic and efficiency curves to validate the relevance in this design (Figure 2 (a)). The turbine will be submitted to different flow conditions and connected to an external generator with rotation speed controller. In this way, for each pair of flow and rotation speed, the head and electric power will be measured. Knowing the hydraulic power and the efficiency of the generator, the efficiency of the turbine will be derived. Tests on the performance of the turbine subjected to the formation of cavitation will also take place.*

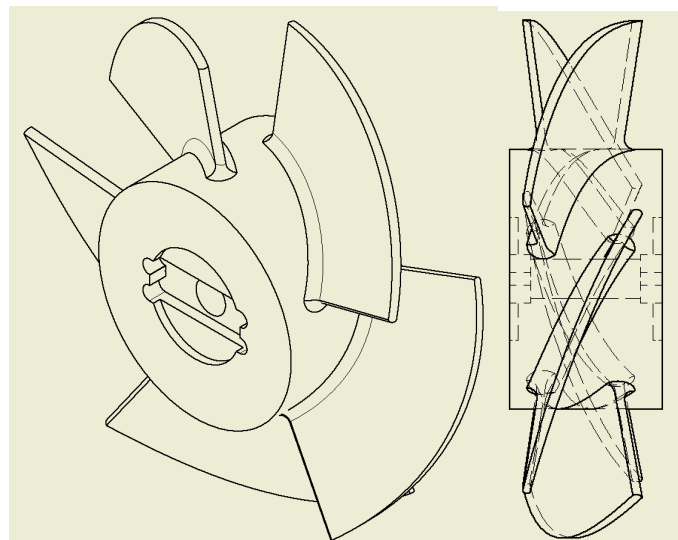


Figure 1 : Schéma de la turbine en hélice tubulaire à cinq pâles à tester en installation expérimentale.

*Figure 1 : Sketch of the five blade tubular propeller turbine to be tested in laboratory.*

La suite des essais de laboratoire sera l'extrapolation des courbes obtenues pour d'autres diamètres (Figure 2 (b)) en utilisant les lois de similitude des turbomachines. Les résultats peuvent également être utilisés pour re-calibrer les modèles de Dynamique Numérique des Fluides CFD avant de passer à une nouvelle phase d'optimisation et éventuellement d'industrialisation.

*Following the laboratorial testing, the curves can be extrapolated to other diameters (Figure 2 (b)) through the law of similarity of turbomachines. The results can also be used to re-calibrate the Computational Fluid Dynamics models before moving on to a new phase of optimization and possibly industrialization.*

En parallèle, une analyse pour évaluer la performance de la production énergétique avec micro-hydro dans des études de cas est réalisée. L'objectif est d'optimiser pour chaque cas particulier la sélection du modèle et son emplacement selon les variations de chute et débit.

*In parallel, an analysis to evaluate the performance of micro-hydropower production in case study networks is being studied. The objective is to optimize turbine selection and location according to the head and flow patterns of the networks.*



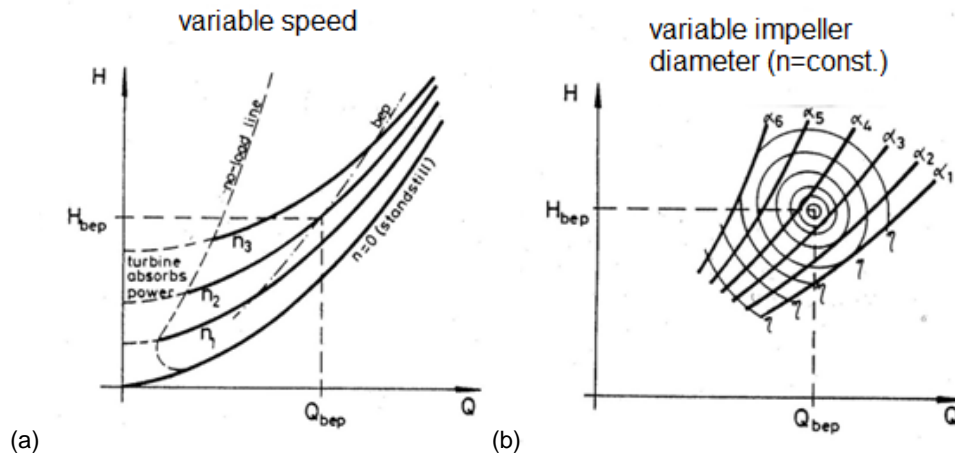


Figure 2 : Courbes caractéristiques typiques d'une turbine. (a) À vitesse variable ( $n$ ) et (b) à vitesse constante mais diamètre variable ( $\alpha$ ).

Figure 2 : Typical characteristic curves a turbine. (a) Variable speed ( $n$ ) and (b) constant speed but variable diameter ( $\alpha$ ).

Le cas particulier des systèmes d'approvisionnement d'eau a été étudié, puisque il y a souvent des zones où la pression est plus élevée que nécessaire. Dans certains cas, la dissipation d'énergie est réalisée par des vannes de réduction de pression, qui pourraient être remplacées par des turbines.

The particular case of water supply networks has been studied, since that there are frequently areas where the pressure is higher than needed. In some cases, energy dissipation is carried by pressure reducing valves that could be replaced by turbines.

Cependant, le choix des emplacements idéaux pour l'installation des turbines n'est pas simple, vu que la demande de débit est très variable et il existe des limites inférieures de pression que doivent être respectées.

Nonetheless, the choice of the locations for the installation of micro-hydro is not straightforward since the flow demand is highly variable and limitations on pressure ranges must be respected.

Un modèle comportant un processus du type *simulated annealing* couplé à un solveur hydraulique a été développé pour optimiser l'emplacement des turbines dans un réseau maillé. Le modèle a été testé sur une partie du réseau d'approvisionnement d'eau de Lausanne (Figure 2) avec des données fournies par *eauservice*, l'entreprise de gestion d'approvisionnement de la ville. Le réseau maillé comprend 335 liens et 312 nœuds pour lesquels il y avait une série complète de débits horaires entre les années 2009 et 2013.

A model incorporating a simulated annealing type process coupled with a hydraulic solver was developed to optimize the location of turbines in a closed network. The model was tested on a sub-grid of the water supply network of Lausanne (Figure 2) with data provided by *eauservice*, the water management company of the city. The sub-grid consists of a closed network of 335 links and 312 nodes for which there was a complete series of hourly flows between 2009 and 2013.

Le modèle a été conçu pour maximiser la production annuelle d'énergie en sélectionnant l'emplacement optimal des turbines dans le réseau.

The objective of the developed model is to maximize the annual energy production by selecting the optimal locations of the turbines within the network.

La fonction objectif pour chaque solution testée est obtenue par le débit et la chute dans chaque turbine, calculés à partir de l'état hydraulique du réseau à chaque heure. L'état hydraulique du réseau est calculé en utilisant le logiciel commercial EPANET 2.0, qui est acouplé au modèle

The objective function of each tested solution is obtained by the flow and head drop in each turbine calculated from the hydraulic state of the network in each hour. The hydraulic state of the water supply network is calculated using the commercial software EPANET 2.0 which is coupled to the model.

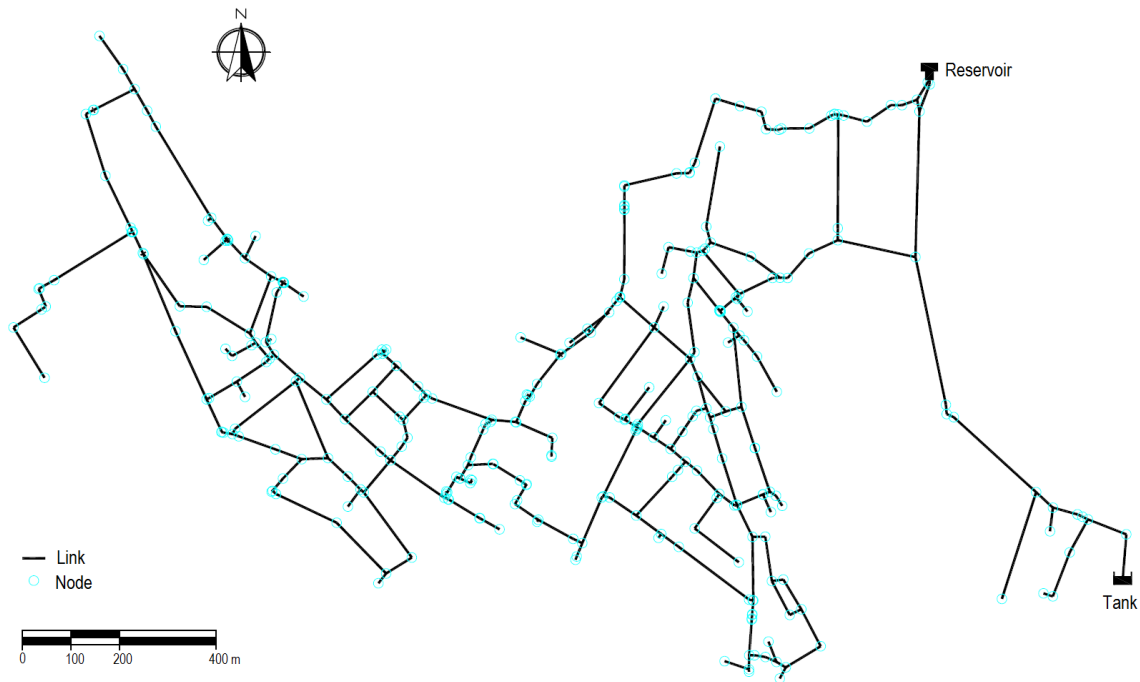


Figure 3 : Réseau maillé du système d'approvisionnement d'eau de Lausanne utilisé comme étude de cas (fourni par eauservice).

Figure 3 : Closed sub-grid of the Lausanne's water supply system used as case-study (provided by eauservice).

Des essais pour évaluer la convergence de l'algorithme ont été effectués en considérant l'installation d'une, deux et trois turbines, avec et sans contraintes dans certaines conduites. Il a été prouvé qu'il est possible de trouver les positions optimales si la fonction qui engendre des nouvelles solutions est bien adaptée au problème. Dans ce cas, à chaque itération, un seul emplacement est changé, ce qui donne une meilleure convergence qu'en modifiant toutes les positions simultanément. Aussi, l'algorithme enregistre périodiquement les solutions déjà testées afin d'éviter la répétition et améliorer la vitesse de convergence.

*Tests to evaluate the convergence of the algorithm were carried out for the installation of one, two and three turbines and considering also constraints in some links. It was proved that it is possible to locate the optimal positions if the function that generates new solutions is well adapted to the problem. In this case, at each iteration only one of the locations is changed, which gives better convergence than all positions changing at the same time. There is also a scheduled recording of previously visited solutions to avoid repetition and improve the speed of convergence.*

Finalement, le potentiel pour l'hydroélectricité des réseaux d'approvisionnement d'eau a été analysé. Un indicateur est cherché pour analyser les sous-réseaux existants et sélectionner ceux qui ont un potentiel plus élevé pour la micro-hydro.

*Finally, the potential of water supply networks for hydropower has been analysed. An indicator is searched to analyse sub-grid of existing water supply networks and select the ones with higher potential for micro-hydropower.*

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

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

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

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

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

Les barrages de correction de torrents alpins sont construits afin de protéger les habitations en aval contre les sédiments qui sont transportés par des crues importantes. Ces systèmes de protection consistent en un réservoir, qui sert au stockage des sédiments, créé par un barrage avec un orifice permettant un écoulement lors de faibles débits. Les orifices ont tendance à s'obstruer déjà lors de petites crues (fréquentes). Lors d'un embâcle, ces pièges à graviers interrompent la continuité longitudinale de la rivière et nécessitent d'être vidés ce qui engendre des efforts considérables. Afin d'éviter ces derniers, le dimensionnement de tels barrages est optimisé, dans l'encadrement de cette recherche, d'une façon expérimentale. La Figure 1 montre les deux types de barrages filtrants qui sont considérés dans ce projet : un barrage avec (a) une crête fermée et (b) une crête ouverte. Le type (b) est souvent équipé de poteaux verticaux ou longitudinaux afin de retenir les bois flottants.

*Bed load traps consist of a reservoir and a (open) check dam in order to protect settlements from hazardous amounts of sediments which are conveyed by important floods. Both the reservoir layout and the check dams have already been subject of multiple studies. This research is dedicated to the design of open check dams in order to allow for sediment transfer up to frequent floods with the goal to improve the dynamic river continuity and to reduce maintenance works. The openings of existing check dams tend to clog already during small floods or to be ineffective during hazardous flood events. Thus, the traps are often backfilled and either expensive dredging works become necessary or dwellers are endangered despite the flood protection measure. Figure 1 illustrates two basic types of check dams: (a) the closed crest type with openings possibly covering the whole width of the wetted river bed during normal flow periods and (b) the open gap-crested type with a narrower opening width. The latter type is often equipped with lateral or longitudinal beams to prevent the passage of driftwood.*



(a)



(b)

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

Figure 1 : Illustration of two basic types of open check dams, (a) with a closed crest (Isère, France) and (b) open gap-crested check dam with vertical beams (Trento, Italy)

Lors des crues, un dépôt de sédiments se forme et se développe en direction du barrage. Quand le front de cette accumulation atteint l'orifice du barrage, ce dernier s'obstrue, un remous se produit et le réservoir se remplit entièrement. Ce processus est illustré à la Figure 2.

*During floods, a sediment front develops upstream of the check dam. When the front reaches the check dam opening, clogging of the latter starts, backwater effects occur and the bed load trap starts to backfill. This process is illustrated in Figure 2.*



Une approche expérimentale sert à trouver une conception pertinente afin d'éviter des embâcles lors de crues fréquentes. Ainsi, l'orifice du barrage est optimisé quant à sa forme et sa surface. Une étude des prototypes sert à l'évaluation des aménagements existants, c.-à-d. les proportions géométriques et les volumes de sédiments qui sont à considérer. Le modèle est illustré sur la Figure 3. Sur le modèle expérimental, les paramètres qui peuvent être variés sont la largeur du réservoir, la surface et la forme (rectangulaire et trapézoïdale) de l'orifice ainsi que les débits d'eau (des pompes) et les débits solides. La pente du canal en amont est fixée à une valeur assurant toujours le transport solide. Les effets d'une variation de la pente peuvent être simulés en fonction de l'apport artificiel en sédiments.

An experimental investigation is conducted in order to find a convenient design for avoiding clogging during frequent floods. Thus, the check dam opening is optimized in terms of its shape and surface. A parameter study of prototypes served for the evaluation of existing dams and reservoir dimensions, i.e. geometric dam extensions and storable sediment volume. The laboratory model is illustrated in Figure 3. The physically varying parameters are the reservoir width, the check dam opening size and shape (rectangular and trapezoidal) as well as the water (pump) and solid discharges. The check dam is introduced as indicated by means of variable panels. The upstream channel slope is fixed, but steep enough in order to guarantee bed load transport at all time. Effects of slope variation can be simulated in terms of the upstream sediment input.

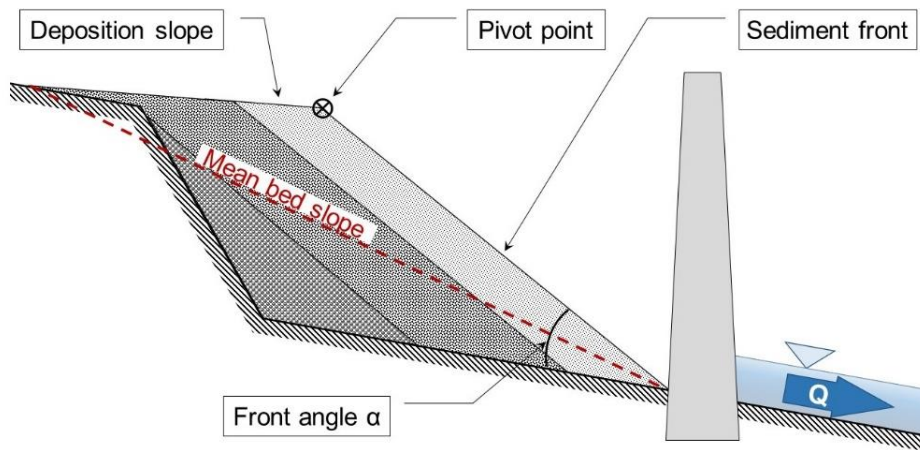


Figure 2 : Evolution d'un dépôt de sédiments en amont d'un barrage filtrant, basée sur Jordan (2003)

Figure 2 : Development of the front in the sediment trap, based on Jordan (2003)

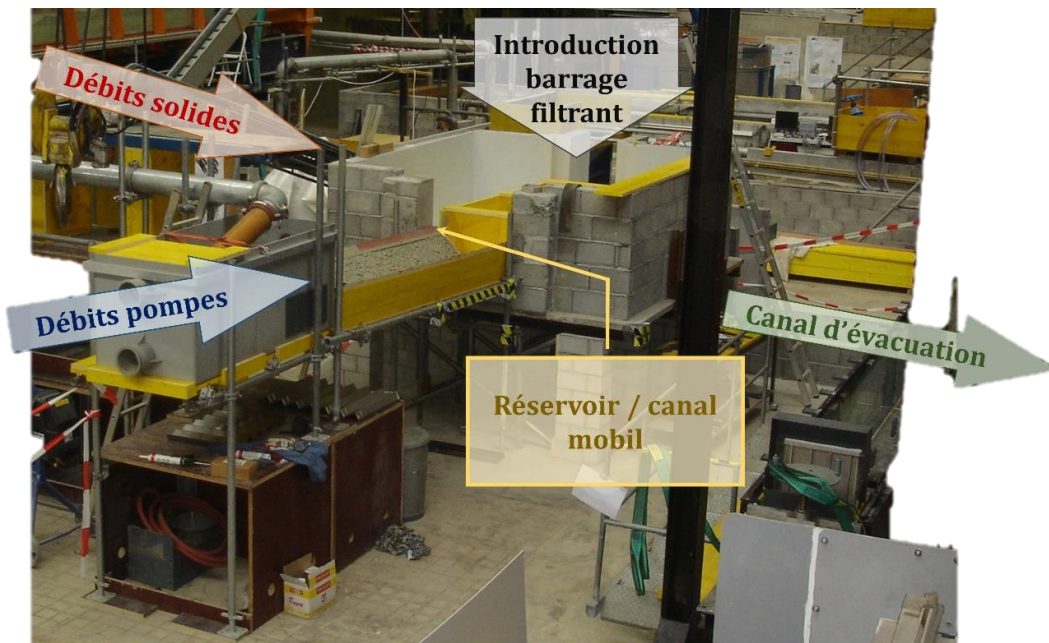


Figure 3: Modèle en laboratoire

Figure 3: Laboratory model

Lors des expériences, l'apparition des remous et en conséquence les accumulations des sédiments sont d'intérêt ; tout dans le but de paramétrer le processus de l'obstruction de l'orifice afin de maîtriser les effets des pièges à graviers sur la continuité du charriage dans les torrents alpins.

Recherche financée par l'Office Fédérale de l'Environnement Suisse (OFEV).

Doctorant : Sebastian Schwindt

*During the experiments, the occurrence of backwater effects and the related development of sediment depositions are observed. The final goal is the parameterization of the clogging process in order to better control the impact of bed load traps on the sediment continuity of mountain rivers.*

*Research financed by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).*

*Ph.D. student: Sebastian Schwindt*

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

La sédimentation des réservoirs est un problème bien connu pouvant affecter la performance et la durée de vie des réservoirs. Ce processus est affecté par plusieurs facteurs notamment le type de sol et la morphologie du bassin versant du réservoir en question. Le plus grand taux de sédimentation mondial est tenu par la Chine qui perd 2.3% de sa capacité de stockage annuellement. En ce qui concerne les réservoirs Suisses, les sédiments occupent en moyenne 0.2% de la capacité de stockage annuellement. Ce taux est relativement bas mais doit être traité avec précaution. Cela dit, la principale raison derrière la sédimentation dans les réservoirs alpins est souvent les courants de turbidité.

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

Afin de faire face à la sédimentation due aux courants de turbidité, l'évacuation de ces derniers à travers les vidanges de fond constitue une solution, à condition que les vannes de vidange soient manipulées efficacement. Cela signifie une opération de vidange aux meilleures conditions possibles en termes de débits de sortie, moment d'ouverture et durée de vidange.

L'évacuation des courants de turbidité doit se faire idéalement pendant un événement de crue

*Reservoir sedimentation is a well-known problem that can affect the performance and lifetime of reservoirs. This process depends on many factors in particular the soil type and morphology of the watershed. The highest rate of sedimentation in the world is held by China that faces a loss of 2.3% of its storage capacity annually. Concerning Swiss reservoirs, sediments fill up to 0.2% of the global storage capacity annually. This rate is relatively low but should be treated with caution. This said, the main reason behind sedimentation in alpine reservoir is often the presence of turbidity currents.*

*Turbidity currents are triggered by flood events and entrain a large quantity of sediments to the reservoirs. These sediments induce a high density of turbidity currents and leads to their plunging under the clear reservoir water. Once the current plunges, it advances along the thalweg towards the dam where it deposits all the entrained material in case it is not evacuated.*

*In order to face sedimentation due to turbidity currents, its evacuation through bottom outlets is one solution, as long as the outlet is manipulated properly and efficiently. This means operating bottom outlets at the best possible conditions in terms of outflow discharge, timing of opening and venting duration.*

*The evacuation of turbidity currents should be done ideally during flood events and when the*



et au moment de l'arrivée du courant au barrage. Cela permet le passage de la plus grande quantité de sédiments avant leur déposition, alors qu'ils sont toujours en suspension.

Ce projet de recherche a ainsi pour but principal l'optimisation de l'opération de transit des courants de turbidité.

Afin d'atteindre ce but, un modèle expérimental ainsi qu'un modèle numérique sont utilisés. Les paramètres à étudier sont la pente du canal (afin de tester des courants fluviaux et torrentiels), le débit de vidange, la durée de vidange, et éventuellement, le moment d'ouverture. Pour tous les scénarios à étudier, l'efficacité sera estimée et analysée. Cette dernière est définie comme le rapport entre la masse totale de sédiments évacués et la masse totale portée par le courant de turbidité sur toute la durée du test.

Le modèle expérimental montré dans la Figure 1 est en phase de finalisation.

*current reaches the dam. This allows the passing of the largest quantity of sediments possible before their deposition while they are still in suspension.*

*This research project aims to optimize the venting operation.*

*In order to reach this goal, both an experimental and a numerical model are used. Parameters to be studied are the slope of the channel (in order to test subcritical and supercritical turbidity currents), the venting discharge, the duration of the venting, and eventually the opening timing. For each scenario, the efficiency will be estimated and analyzed. The latter is defined as the ratio between the total mass of vented sediments and the total mass of sediments that have been transported by the current during the test.*

*The experimental model is shown in Figure 1 and is in the final phases of construction.*

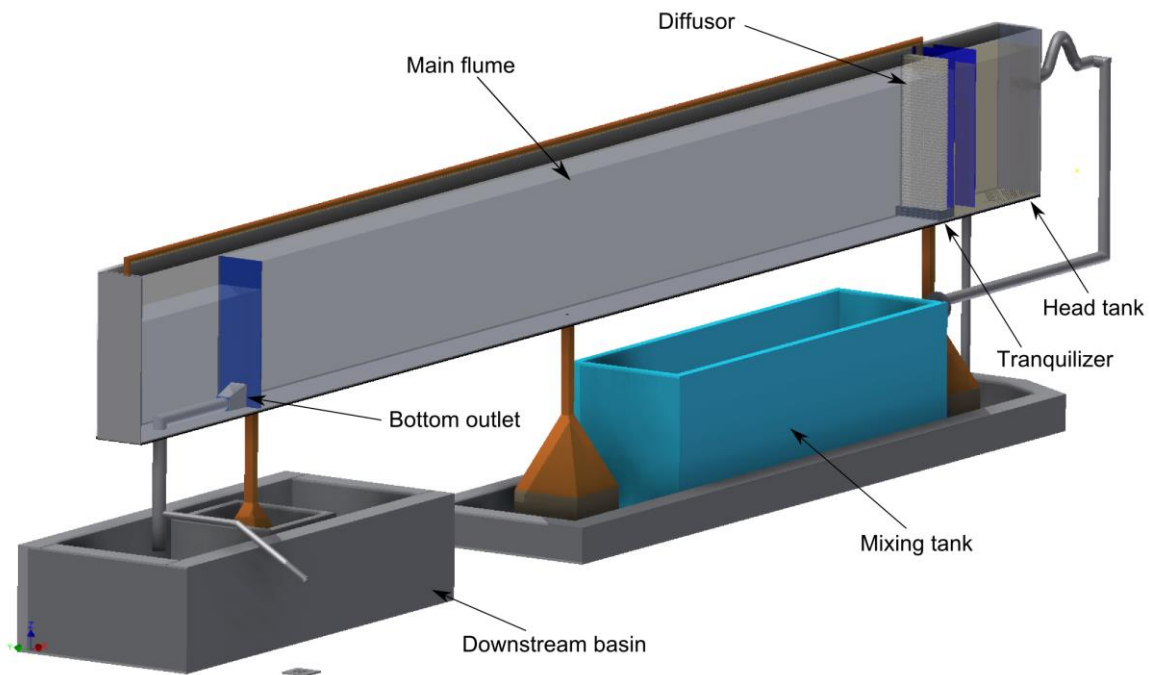


Figure 1 : Vue globale en 3D sur le modèle expérimental

Figure 1 : 3D view of the experimental model

Plusieurs instruments de mesure seront mis en place notamment l'UVP (Ultrasonic Velocity Profiler) pour la mesure de vitesses, deux turbidimètres pour la mesure de concentration, et un dépositomètre pour une mesure continue de déposition tout au long du canal. D'un autre côté, le modèle numérique a été conçu, et doit être validé par les premiers résultats expérimentaux.

*Several measuring instruments will be used such as the UVP (Ultrasonic Velocity Profiler) to measure velocities, two turbidity probes to measure concentration in the upstream and downstream basins, as well as a depositometer to measure continuous depositions along the channel. On another hand, the numerical model was conceived and will be validated by the first few experimental tests.*

Les premiers résultats numériques (Figure 2) montrent la variation de l'efficacité de la vidange sous différents débits de sortie. Ce dernier est divisé par le débit d'entrée pour le rendre adimensionnel. Deux pentes ont été testées (0% et 5%) provoquant ainsi respectivement des courants sous- et supercritique. Les courbes ci-dessous montrent que l'efficacité maximale est atteinte plus vite dans le second et que le débit de sortie dans ce cas peut être restreint à environ 60% du débit du courant de turbidité. Ce qui n'est pas le cas pour les tests avec une pente de 0%.

*The first numerical results (Figure 2) show the variation of the efficiency with respect to the outflow discharge. The latter is divided by the inflow discharge rendering it dimensionless. Two slopes were tested (0% and 5%) resulting in subcritical and supercritical respectively. The graphs below suggest that the maximum venting efficiency can be reached faster in the second case and venting discharges can be restrained to around 60% of the inflow discharge. This is not the case for tests with a slope of 0%.*

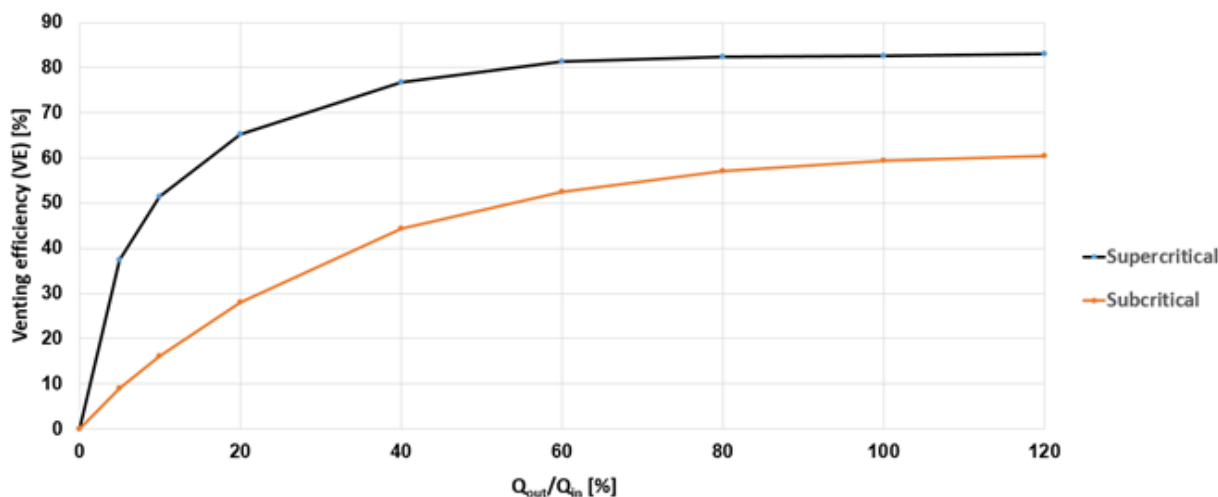


Figure 2 : Courbe montrant l'efficacité d'évacuation des sédiments en fonction de différents débits de sortie

*Figure 2 : Graph showing the venting efficiency variation with respect to the outflow discharge*

De même, les observations des simulations montrent que pour le cas de pente de 5% et pour les petites ouvertures de vidange, il existe un potentiel de formation d'un contre-courant de turbidité qui tend à remonter la pente dans le sens opposé et de pousser par conséquent la zone de sédimentation loin du barrage. Cela suggère un éventuel "minimum" d'ouverture de la vanne afin d'éviter cette montée du courant.

*In addition, observation of the numerical simulations show that for a slope of 5% and for small outflow discharges, the current tends to develop in the other direction once it hits the dam which results in higher depositions further upstream of the dam. These observations suggest a "minimum" opening of the bottom outlets in order to avoid the development of this counter-current.*

Les résultats de ce projet offriront la chance de répondre aux maintes questions que se posent les exploitants d'aménagements hydroélectriques à chaque crue.

*Results of this project offer the chance to answer many of the questions that hydropower dam operators face at every flood event.*

Recherche financée par Swisselectric research.  
Doctorante : Sabine Chamoun

*Research funded by Swisselectric research.  
Ph.D. student: Sabine Chamoun*

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

Le marché de l'électricité est en pleine transformation. D'un côté, la demande et le besoin d'électricité ne cesse de grandir. D'un autre côté, la complexité du réseau ne cesse d'augmenter. En effet, auparavant, la production comprenait de très grande centrale thermique (nucléaire, charbon, pétrole, gaz, fil de l'eau etc.) qui assurait la production de l'énergie de ruban et de plus petit centrale thermique ou hydroélectrique qui permettait de suivre les demandes cycliques (cycles journaliers, hebdomadaires, saisonniers) par la production de l'énergie de pointe. Avec l'arrivée de nouveaux moyens de production individuelle et versatile (énergie solaire et éolienne), le réseau et sa gestion doivent s'adapter.

Historiquement, la Suisse importe de l'électricité de ses pays voisins en période creuse (bas coûts) et en exporte lors des périodes pleines (coûts élevés). Suite aux précédentes constatations, les producteurs d'électricité suisses envisagent de réaliser une extension de certains aménagements hydroélectriques à hautes chutes ou à accumulation de pompage-turbinage. Plusieurs types d'extensions sont envisagées telles que le rehaussement d'un barrage, l'augmentation de la puissance, etc.

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

La thèse vise à améliorer le pré-dimensionnement pratique des orifices. Deux approches, physique et numérique, sont utilisées pour évaluer l'influence des caractéristiques

*The electricity market is changing. The demand and electricity needs are still growing at the same time as the network complexity. Historically, the production was composed of thermal plants (nuclear, coal, oil, gas, etc.) producing a constant energy. Smaller thermal or hydraulic plants followed cyclic demands (daily, weekly, and seasonal) to follow the peaks. Recently, new individual sources (solar and wind) have appeared, therefore, the producers have to adapt the network and its management.*

*Switzerland imports electricity from neighbouring countries in off-peak period (low price) and exports in the peak period (high price). On that basis, Swiss electricity generators consider to increase some high head power plants or pumped-storage plants. Several types of extension are thought such as raising the dam's heights, increasing the power of plants, etc.*

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

*The main thesis goal is to improve orifice design. Both physical and numerical approaches are used to evaluate the influence*

géométriques des orifices et de l'écoulement sur les pertes de charge.

of geometry and flow characteristic on the head losses.

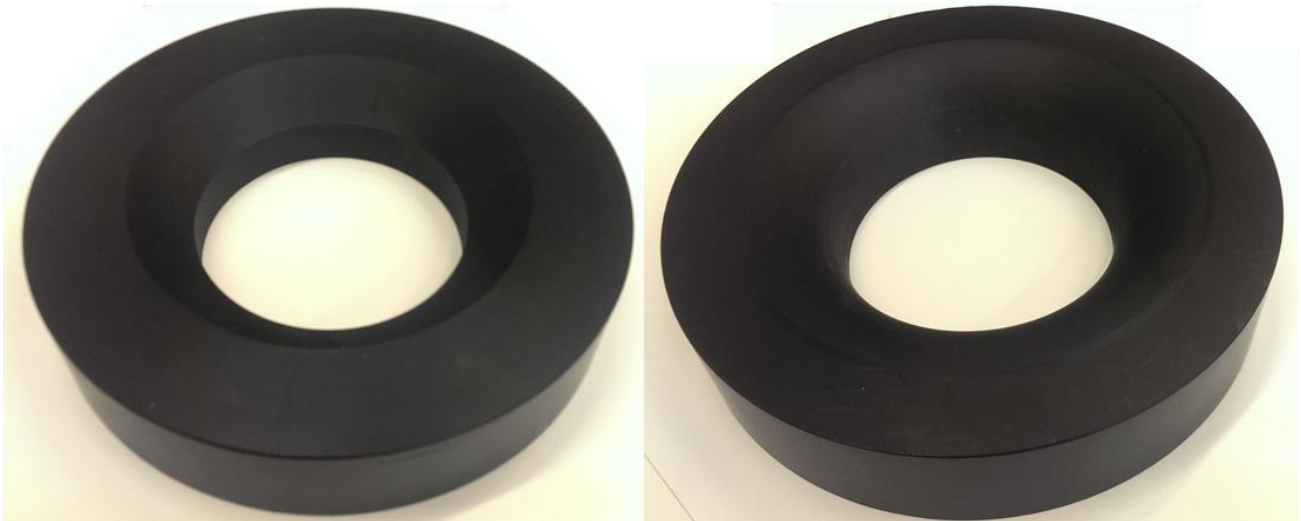


Figure 1 : Les deux types de géométrie testées : (a) Orifice à angle vif ; (b) Orifice elliptique

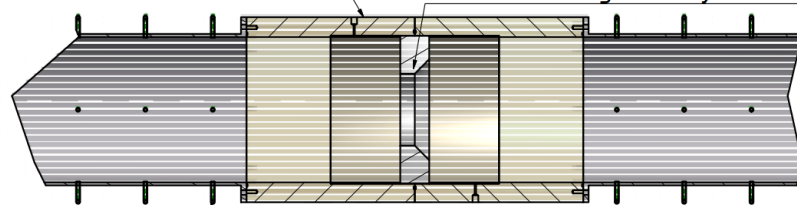
Figure 1 : The two types of tested geometries : (a) Sharp angle orifice ; (b) Elliptical orifice

Premièrement, une étude systématique des pertes de charges de deux géométries d'orifices (Figure 1) est réalisée sur une conduite rectiligne. Cette étude est réalisée sur une installation expérimentale (Figure 2) et numérique. Dans un premier temps, le modèle numérique est validé par la modélisation physique. Dans un deuxième temps, la modélisation numérique permet d'étendre le nombre d'expérience et de compléter les mesures physiques pour la compréhension des phénomènes (Figure 3). Enfin, la définition de facteurs de correction dépendant des conditions d'écoulement est envisagée.

On one hand, a systematic study of head losses are carried out on a rectilinear pipe. Two types of orifices' geometry are tested (Figure 1). The use of both experimental set-up (Figure 2) and numerical models are required. First, the experimental results validates the numerical set-up and models. This numerical parts allow to extend experimental points and complete the understanding of phenomena produced in the flow (Figure 3). Finally, the influence of flow condition would be taken into account with correction factors.

Cube PMMA pour l'observation visuelle de l'écoulement /  
PMMA Cubic for visual observation of the flow

Première géométrie d'orifice /  
First orifice geometry



Section de contrôle pour la pression piezométrique /  
Control section of head pressure

Figure 2 : Banc d'essai physique

Figure 2 : Physical set-up

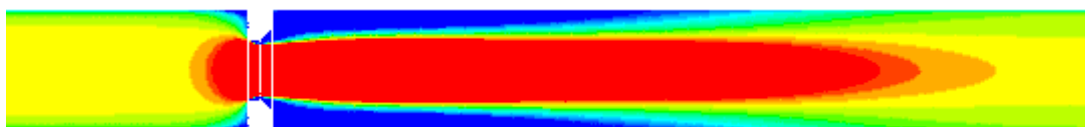


Figure 3 : Résultats d'une simulation numérique (Champs de vitesse) en collaboration avec la HES-SO Valais

Figure 3: Results of numerical simulation (velocity field) in collaboration with the HES-SO Wallis.

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

Recherche financée par "The Ark : la Fondation pour l'Innovation en Valais".

Doctorant: Nicolas J. Adam

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

*Research financed by "The Ark: promoting innovation in Valais".*

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

### **1.1.16 Impact hydrodynamique des vagues contre les bâtiments avec différentes perméabilités / Hydro-dynamic impact of bore waves on buildings with different permeabilities**

Dans le passé l'impact des vagues contre les structures était considéré comme un événement très rare et les forces produites par l'impact des vagues étaient souvent négligées en phase de dimensionnement. Certains événements catastrophiques récents, avec beaucoup de dommages et de victimes, ont montré que des mesures devaient être prises pour garantir la sécurité des Hommes et réduire les coûts de reconstruction. Dans la nature un lâché soudain d'un grand volume d'eau est identifié à des vagues d'impulsion et des tsunamis. Le phénomène de rupture d'un barrage a un comportement similaire et son solide développement théorique est utilisé pour décrire la propagation des vagues hydrodynamiques.

Les vagues d'impulsion sont causées par un glissement de terrain dans un réservoir, en produisant une vague dans la direction opposée. Un exemple de telles catastrophes naturelles s'est déroulé à Lituya Bay, en Alaska, où en 1958 une vague de 500 m de hauteur s'est produite. En Suisse des événements similaires se sont produits dans le lac de Lucerne en 2007 et à Grindelwald en 2009 (Figure 1). Les Tsunamis sont des vagues causées par des tremblements de terre en mer; ils sont caractérisés par de très longues longueurs d'onde et de part leur faible dissipation d'énergie ils peuvent provoquer des dégâts loin de leur lieu d'origine. Des exemples récents se sont produits à Socotra en 2004, au Chili en 2010 et au Japon en 2011 (Figure 1). A lui-seul le tsunami qui a affecté l'Océan Indien en 2004 a été classifié comme un des plus catastrophiques de l'histoire, provoquant des dégâts estimés à 10 milliards de dollars.

*In the past the impacts of bore waves against structures were considered extremely rare events and wave induced forces were often neglected in the design process. Recent catastrophic events with large amount of damages and casualties showed that measures had to be taken to guarantee human safety and reduce reconstruction costs. In nature the sudden release of a large amount of water can be found in Impulse waves and Tsunamis. Dam-breaks have similar behaviours and their solid theoretical background is widely used to describe the propagation of hydrodynamic waves.*

*Impulse waves are caused by a landslides falling inside a body of water, producing a wave in the opposite direction. Examples of such natural disasters can be found in Lituya Bay, Alaska, where in 1958 a 500 m high wave was produced. In Switzerland similar events occurred in Lucerne Lake in 2007 and in Grindelwald Lake in 2009 (Figure 1). Tsunamis are water waves caused by offshore earthquakes; they are characterized by long wave lengths and due to their low energy dissipation they can create flooding and destruction far away from the site of formation. Recent examples can be found in Socotra in 2004, Chile 2010 and Japan 2011 (Figure 1). By itself the Tsunami that affected the Indian Ocean in 2004 was classified as one of the most catastrophic in history and provoked damages up to 10 billion dollars*





Figure 1 : (gauche) Vague d'impulsion à Grindelwald (2006) (H.R. Burgener), (droite) Tsunami au Japon (2011) (Keystone)



Figure 1 : (left) Grindelwald Impulse wave (2006) (H.R. Burgener), (right) Japan Tsunami (2011) (Keystone)

Des visites sur le terrain ont montré que pour des profondeurs d'eau inférieures à 2 m, presque aucun dégât ne s'est produit, en revanche pour des inondations supérieures à 4-5 m, presque tous les bâtiments étaient détruits. En outre certains bâtiments se comportent mieux que d'autres et globalement les structures avec porosité montrent moins de dommages. Le phénomène de l'impact des vagues contre les structures n'est pas bien compris et l'estimation des forces produites par les vagues est grossière et sujette à des grandes incertitudes. De plus la majorité des règlements n'inclue aucune directive pour les forces produites par les vagues. L'objectif de ce projet de recherche est d'évaluer et d'analyser le dommage potentiel des bâtiments frappés par des vagues. Le projet se base sur une approche expérimentale. A travers une reproduction en laboratoire de différents types de vagues, l'impact contre des structures avec divers degrés de porosité de surface est analysé. Le but est d'identifier les types de bâtiments les moins vulnérables sous l'impact d'une vague, en proposant des recommandations pour un dimensionnement plus fiable et sûr.

Une représentation schématique de l'installation expérimentale est présentée dans la Figure 2. La formation des vagues est obtenue à travers un lâché soudain d'un volume d'eau connu depuis un réservoir supérieur vers un bac inférieur. La variation des volumes d'eau permet de produire des vagues avec des caractéristiques différentes en termes des vitesses et hauteurs. La vague se propage dans un canal avec une longueur de 14 m et une largeur de 1.4 m; pendant le déplacement la vitesse et la hauteur d'eau

*Practical surveys showed that for inundation depths lower than 2 m almost no damages were observed, whereas for heights larger than 4-5 m, almost all buildings were destroyed. Furthermore some buildings resisted better than other and overall structures with porosity showed less damages. The phenomenon of the wave impact against a structure is poorly understood and the estimation of wave-induced forces is rough and subject to high uncertainty. In addition most construction codes do not include design guidelines for waves-induced forces. The objective of this research project is to evaluate and analyze damage potential of buildings hit by bore-waves. Through the reproduction in a laboratory environment of different types of bore waves, their impact against structures with various degrees of surface porosity is analyzed. The purpose is to identify which types of buildings are less vulnerable under wave impact, resulting into recommendations for a safe construction and design-code guidelines.*

*The project is based on an experimental approach. A schematic representation of the set-up is presented in Figure 2. Bore formation are achieved through the sudden release of a known volume of water from an upper basin into a lower tank and therefore into the channel. Different volumes result into waves with various characteristics in terms of height and velocity. The bore propagates in a horizontal channel with a length of 14 m and a width of 1.4 m; during the displacement both speed and height are constantly measured*

seront mesurées en continu avec des UVP et des UDS respectivement. Les structures étudiées sont installées sur une plaque dynamométrique (AMTI MC6-1000) et mesurées avec une fréquence de 1 kHz, fournissant un diagramme des forces et moments dans le temps et les 3 directions spatiales.

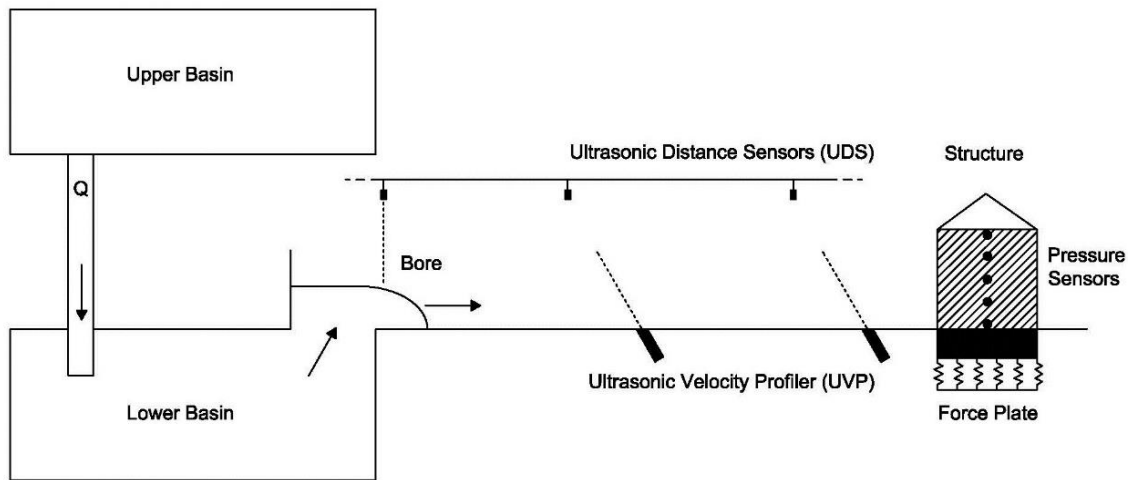


Figure 2 : Représentation de l'installation expérimentale utilisée pour produire les vagues

Afin d'obtenir une compréhension complète du phénomène, les principaux paramètres identifiés seront variés, plus précisément : (1) la configuration du canal (fond sec ou mouillé); (2) les propriétés de la vague; (3) la porosité de la structure ( $P$ ); (4) l'angle d'impact et (5) l'effet des corps flottants. Plusieurs structures avec différentes configurations structurales et valeurs de porosité seront analysées; la porosité sera variée de  $P = 0$  à  $60\%$ . Les géométries choisies sont présentées en Figure 3. Au début la même géométrie sera installée sur les 4 côtés, tandis que pendant la deuxième partie des façades imperméables seront installées pour évaluer leur effet sur la force mesurée.

Des tests en écoulement permanent seront effectués pour plusieurs débits afin de déterminer le coefficient de traînée ( $C_D$ ) pour chaque géométrie. Le défi est de définir un terme de porosité, lié au coefficient de traînée, inclus dans la relation utilisée pour estimer la réponse dynamique des structures soumises à l'impact des vagues. Des tests de poussée seront aussi conduits pour estimer les propriétés dynamiques des bâtiments, la rigidité et la fréquence propre incluses. Enfin l'effet des corps flottants sera étudié en ajoutant dans l'écoulement des rondins à l'échelle.

using UVP and UDS respectively. The tested structures will be installed on a Dynamometric plate (AMTI MC6-1000) and sampled with a frequency of 1 kHz, providing detailed time-history of the impact forces and momenta in all 3 directions.

Figure 2 : Representation of the experimental Set-up used to produce bore waves

To obtain a full understanding of the process the main parameters identified are varied, namely: (1) channel configuration (dry vs. wet), (2) wave properties (height and velocity), (3) porosity of the structure ( $P$ ), (4) impact angle and (5) effect of driftwood. Different structures with different structural configurations and values of surface porosity are analyzed; the latter is varied from  $P = 0$  to  $60\%$ . The chosen geometries are presented in Figure 3. At the beginning the same geometry is installed on all 4 sides, whereas in a second part, impervious lateral sides are installed to test their effect on the resulting force.

Some steady tests are conducted for various discharges to determine the drag coefficient for every geometry. The challenge is to define a permeability term linked to the drag coefficient, included in the relationship estimating the dynamic response of the building subject to wave impact. Some push-over tests are also conducted to estimate the dynamic properties of the buildings, including stiffness and eigen-frequency. Lastly the effect of driftwood is also investigated by adding into the flow logs and floating debris.

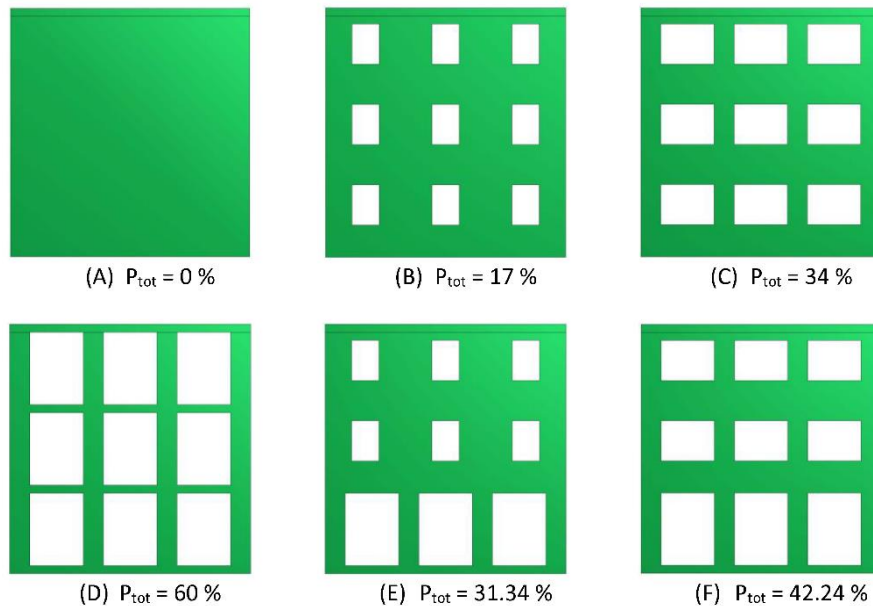


Figure 3 : Bâtiments avec différentes perméabilités de surface testés pendant le plan de recherche

Figure 3 : Buildings with different surface permeabilities investigated in the research program

Cette recherche est financée par le Fonds National Suisse (FNS).

This research is funded by the Swiss National Science Foundation (SNF).

Doctorant : Davide Wüthrich

Ph.D. student : Davide Wüthrich

### 1.1.17 **Prévisions hydrologiques à haute performance – Adaptation à la production hydroélectrique en Suisse / Enhanced operational river flow forecasts – Adaptation to the hydropower production in Switzerland**

En 2013 la production d'hydroélectricité en Suisse était de 39 572 GWh, ce qui représente 57.9% de la production d'électricité totale (Statistique globale de l'énergie OFEN, août 2014). L'énergie hydraulique étant une énergie très flexible, elle peut suivre le cours du prix de l'énergie en produisant principalement durant les heures de pointe, lorsque la demande est importante. Au cours d'une année, de grandes pertes d'eau ont lieu notamment lors de prise de mesures d'urgence en cas de crue. De nombreux exploitants d'aménagements hydroélectriques ont actuellement recours à des prévisions hydrologiques basées sur des prévisions météorologiques dans le but d'optimiser au mieux la production et limiter ainsi les pertes par une mauvaise gestion des ressources.

In 2013 the hydropower production in Switzerland was about 39 572 GWh, which represents 57.9% of the total energy production (Overall energy statistics, SFOE). Hydropower is a very flexible source of energy, it can adapt to the energy prices by producing principally during the peak hours when the demand is high. Throughout the year, high water losses occur, in particular when emergency measures in case of floods are undertaken. Therefore, many operators of hydropower schemes rely nowadays on hydrological forecasts which are based on meteorological forecasts in order to optimise the hydropower production and therefore to reduce the waste of water.

Cette recherche fait partie d'un projet de recherche appelé OPT-HE (OPTimisation à haute performance pour la production d'HydroElectricité) qui a pour objectif

This research project is part of the OPT-HE project, which has the objective to increase the Swiss annual hydropower production by 1%, i.e. 400 GWh, which equals the annual production

d'augmenter la production d'hydroélectricité de 1%, ce qui représente environ 400 GWh, l'équivalent de la production annuelle de 150 éoliennes sur le territoire suisse. Cette augmentation de la production peut être possible grâce à de meilleures prévisions hydrologiques et ceci, sans impacter le territoire avec de nouvelles constructions.

Les prévisions hydrologiques sont obtenues à l'aide d'un modèle semi-distribué, représentant le bassin versant et les ouvrages, couplé à des prévisions météorologiques. Les prévisions calculées par ce biais-ci par e-dric.ch ont fait leurs preuves depuis 2009, cependant quelques incertitudes subsistent. Le but de cette recherche est donc d'améliorer la chaîne de prévision (Figure 1) (axée sur la modélisation hydrologique) afin de réduire au maximum les erreurs quels que soient la période de l'année ou l'évènement considérés. Le plan de recherche s'articule donc selon trois aspects principaux : l'implémentation des données météorologiques observées et prévues dans le modèle hydrologique, la structure du modèle hydrologique et le traitement des erreurs et des incertitudes afin de fournir à l'utilisateur les meilleures prévisions possibles avec un intervalle de confiance.

of 150 wind turbines. The increase of the production would be enabled by enhanced hydrological forecasts, without any structural impacts on the landscape

The hydrological forecasts are obtained with a semi-distributed model, reproducing the physical behavior of a complex catchment with its dams and water intake structures, coupled with meteorological forecasts. This forecast model had been applied by e-dric.ch since 2009. Since then the forecast quality is continuously improving but errors still occur. The goal of this research is to improve the forecast chain, as illustrated in Figure 1 (focusing on the hydrological modelling) in order to reduce the errors for any period of the year or hydrological events. The research plan is organised following three main targets: (1) the implementation of meteorological data in the model, (2) the structure of the hydrological model and (3) the processing of errors and uncertainty in order to provide the users the best possible forecasts with a confidence interval.

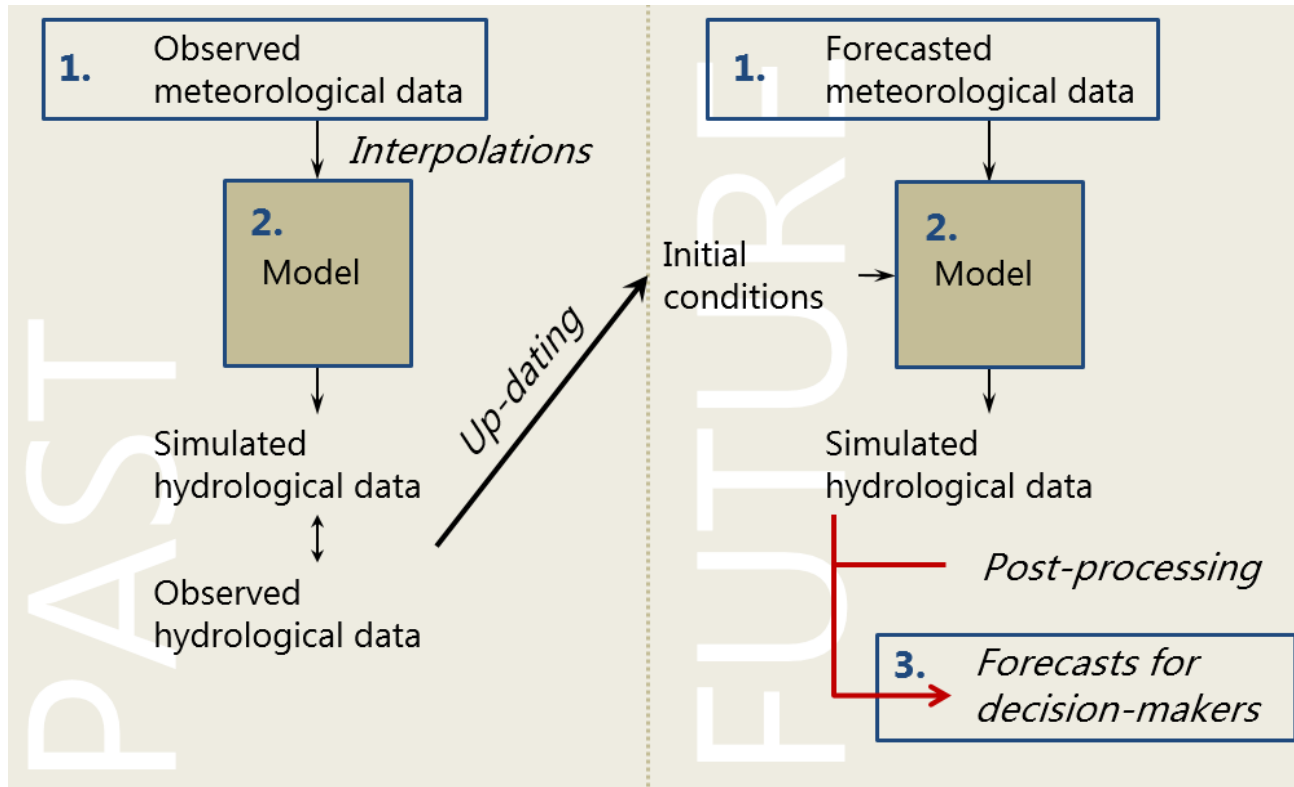


Figure 1 : Chaîne de prévisions opérationnelles et les trois aspects de la recherche

Figure 1 : Operational forecast chain and the three different aspects of the research



La première partie concerne l'amélioration de la méthode d'interpolation spatiale des données météorologiques, qu'elles soient mesurées ou prédites. Les améliorations se portent notamment sur l'amélioration de l'interpolation des données dans le plan (X,Y) (PID, la Pondération Inverse à la Distance ou le Krigeage) et en altitude (gradients de précipitation et de température variables). Les améliorations pouvant provenir de l'utilisation de données supplémentaires comme le radar ou le CombiPrécip de MétéoSuisse sont également testées.

*The first part is focused on the improvement of the interpolation method of the measured or forecasted meteorological data. The improvements would be based on a better interpolation method in the X-Y domain (IDW, Inverse Distance Weighting or Kriging) and in the elevation (varying precipitation and temperature gradients). Improvements which could come from the use of additional data, such as radar data or CombiPrecip data from MeteoSwiss are also tested.*

La deuxième partie porte sur l'amélioration de la modélisation hydrologique de certains processus tels que l'écoulement en milieu karstique, l'écoulement à travers les bandes d'altitude et la relation pluie-neige. Les améliorations sont testées sur divers bassins versants en Suisse et en France (Figure 2). Les bassins versants du Jura sont très karstiques tandis que les bassins des Pré-Alpes sont plus élevés en altitude et sont sujets à des processus glaciaires.

*The second part is focused on the improvement of the hydrological modelling of specific processes like the flow inside a karstic basin, the flow within elevation bands or the rainfall-snow relationship. The improvements are tested on various watersheds in Switzerland and in France (Figure 2). The river basins in the Jura are very karstic in opposite to the river basins in the Prealpes, which are higher and could be affected by glacial processes.*

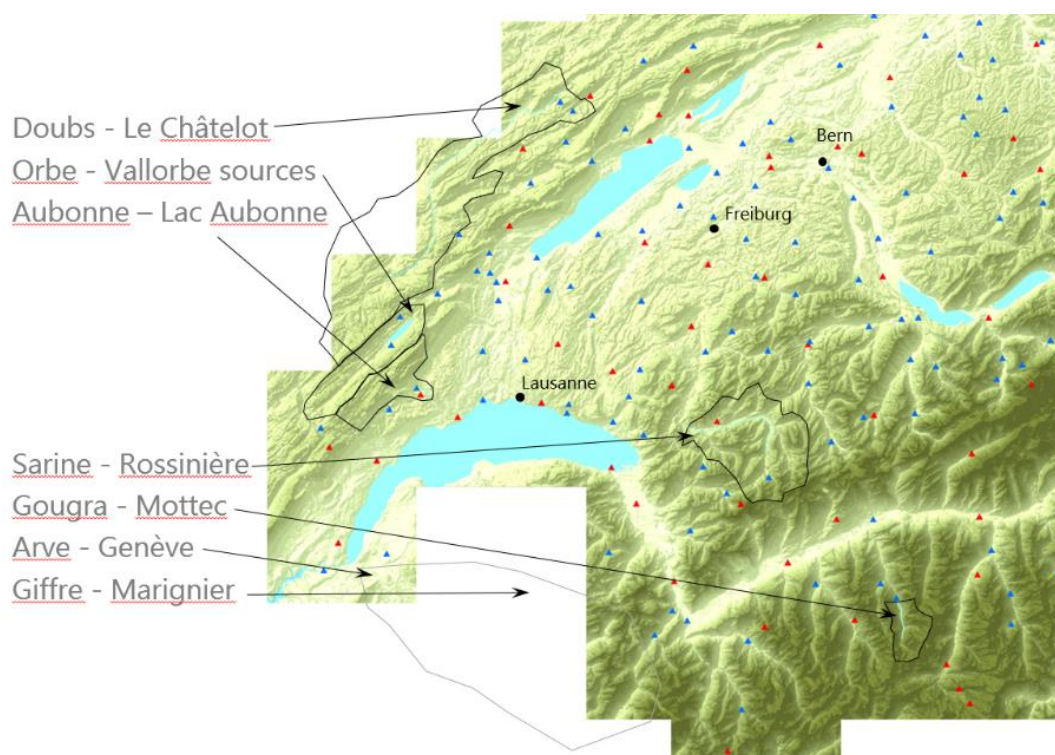


Figure 2 : Bassins versants étudiées (triangles rouges et bleus: stations de mesure de précipitations et températures, respectivement automatiques et manuelles, de MétéoSuisse) (source Swisstopo)

*Figure 2 : Studied river basins (red and blue triangles : Rainfall and temperature measuring points, respectively automatic and manual, by MeteoSwiss) (source Swisstopo)*

Recherche financée par la CTI (Commission pour la Technologie et l'Innovation).

*Research funded by CTI (Commission for Technology and Innovation).*

Doctorante : Mélanie Baehler

*Ph.D. student : Mélanie Baehler*



### **1.1.18 Analyse de la dynamique des courants de turbidité en vue de la gestion de l'alluvionnement des retenues / Analysis of the dynamics of sediment-laden underflows towards sediment management in reservoirs**

L'érosion du sol dans les bassins versant est à l'origine des sédiments transportés par la rivière. Les barrages et les réservoirs interrompent le transport continu des sédiments le long de la rivière et piègent les sédiments dans la zone à basse vitesse à l'amont du barrage. Cela induit, au cours des années, une perte de capacité de stockage, des risques potentielles de blocage des prises d'eau et une possible accumulation des polluants, qui peuvent avoir des conséquences écologiques et des coûts économiques importants. Pour une gestion acceptable des réservoirs, il faut considérer une approche durable, en gérant les réservoirs dans une optique d'usage à long terme. En considérant ces facteurs, l'étude des stratégies de gestion des sédiments est d'importance primordiale.

Lors d'un événement de crue, la concentration des sédiments dans l'eau est plus élevée que la masse d'eau entourant, et par conséquent la densité est plus importante. Quand la concentration est suffisamment grande, le matériel en suspension peut être transporté le long de la rivière jusqu'au barrage comme courant de turbidité. Les courants de turbidité sont des courants denses, la gravité induit le mouvement d'un fluide en-dessous d'un autre à cause de la stratification due à la différence de densité. Dans le cas d'un courant de turbidité, la densité supplémentaire est donnée par les sédiments en suspension et cause la formation d'un courant de densité. Ces courants peuvent, quand suffisamment forts, éroder et transporter d'importants volumes des sédiments de dans le réservoir même. Prévoir l'évolution des courants de turbidité est donc d'un grand intérêt et nécessite un control durable de la sédimentation de réservoir.

Ce projet de recherche se concentre sur l'étude d'eau chargée en sédiments entrant dans une retenue, plongeant en-dessous de l'eau claire, et voyageant vers l'aval le long de le thalweg. En passant, le courant échange des sédiments avec le fond et entraîne le volume d'eau claire avoisinante de la surface perméable supérieure à un taux qui dépend de ces caractéristiques hydrodynamiques. Quand un courant de turbidité est initié, il contient typiquement une

*The erosion of the soil within a catchment area is at the origin of the sediment transported by a river. Dams and reservoirs interrupt the sediment continuum along a river, trapping sediments in the low-velocity upstream reaches. This results, over the years, in a loss of storage capacity, potential risk of blockage of intake structures and eventual accumulation of polluting materials, with important ecological consequences and economic costs. For an acceptable reservoir management, a sustainable approach should be considered, actively managing reservoirs to sustain its long-term use. Under this policy the study of sediment management strategies is of main importance.*

*During flood events, the flow transported by the river in a reservoir shows a higher sediment concentration and consequently a greater density than the ambient fluid. When the sediment concentration is high enough, suspended load can therefore be carried along the reservoir bottom all the way down to the dam as turbidity currents. Turbidity currents are density currents, gravity-induced movement of one fluid under another fluid, caused by the stratification due to density differences between the two. In the case of turbidity currents, the sediments in suspension confer the extra density to the formation of a density current. These currents can, when strong enough, erode and transport considerable sediment volumes within the reservoir itself. Predicting the evolution of turbulent gravity currents is then of great interest and a primary need for a sustainable control of reservoir sedimentation.*

*The present research focus on the study of the mechanism of a sediment-laden current entering an impoundment, plunging beneath the clear water, and travelling downstream along the submerged thalweg. When traveling downstream, the current exchanges sediments with the bottom and entrain the ambient fluid from the upper permeable surface on a rate that depends on its hydrodynamics. When a turbidity current is initiated, it typically contains a wide*

large gamme des tailles des particules en suspension. Les particules les plus grandes se déposent, réduisant la densité du fluide et donc les forces gravitationnelles qui maintiennent l'écoulement, causant ainsi une réduction de la vitesse. Une vitesse plus basse signifie une énergie turbulente et capacité de transport des sédiments plus faibles, ce qui induit une déposition et réduction supplémentaires de la force motrice gravitationnelle et de la vitesse. Ce processus de perte des sédiments et de réduction de vitesse continue jusqu'à ce que le mouvement s'arrête.

La recherche est basée sur une approche expérimentale. Les courants de turbidité sont formés dans un canal divisé en deux parties par une porte transversale coulissante; le bassin à l'amont sert comme réservoir pour le mélange dense qui doit être injecté comme courant de turbidité et la partie à l'aval simule le réservoir où le courant se propage et où les mesures principales seront faites. Vu que le développement d'un courant de gravité est typiquement un phénomène non stationnaire, et donc la cinématique du courant et la distribution de densité varient avec le temps, la configuration 'lock-exchange' est une façon facile et convenable pour l'étude des caractéristiques de ce courant particulier. La configuration du modèle expérimental comprend deux nouveautés: (1) les deux parties du canal sont formées par deux volumes équivalents, (2) à l'aval du canal se trouve un réservoir qui collecte les sédiments en suspension. Cela permet d'étudier le courant de turbidité sans les artefacts produits par la géométrie d'un 'lock-exchange' réduit et à empêcher la réflexion à la fin du canal. Le fond du canal peut être choisi fixe ou érodable, dans le dernier cas il est couvert de sédiments avec les mêmes caractéristiques du matériel utilisé pour le courant de turbidité.

Une représentation schématique de la configuration est présentée à la Figure 1. Afin de comprendre complètement le processus physique, une variation des paramètres suivants caractérisant un courant de turbidité est étudiée: (1) taille des particules,  $D$ ; (2) densité initiale du courant de turbidité,  $\rho_c$ ; (3) lit fixe ou mobile; (4) pente longitudinale,  $s$ . Un schéma du courant de turbidité est représenté en Figure 2.

*range of suspended particle sizes. Larger particles settle down reducing fluid density and consequently the gravitational forces which maintain the flow, causing velocity to decrease. Lower velocity means less turbulent energy and less sediment-carrying capacity, which induces additional settling and further reduction of the gravitational driving force and velocity. This process of sediment loss and velocity reduction continues until the motion stops.*

*The turbidity currents will be performed in a flume divided into two sections by a sliding gate; an upstream reach serving as a head tank for the dense mixture to be injected as a turbidity current and a downstream reach simulating the reservoir in which the current propagates and where the main measurements will be performed. Since the development of gravity currents is typically an unsteady phenomenon, and hence the current kinematics and inner density distribution are time varying, the lock-exchange setup is a simple and convenient way to investigate the flow features of these particular currents. Two novelty in the set-up are: (1) the two parts of the channel consist of comparable volumes, (2) downstream the flume, a tank collects the sediments in suspension. These allow to study the turbidity current suppressing the artefacts produced by the geometry of limited lock exchange released and to avoid reflection at the end of the channel. The bottom of the channel will be made alternatively fix or erodible, in this last case covered by sediments with the same characteristics of the material utilized for the turbidity current.*

*A schematic representation of the set-up is presented in Figure 1. To obtain a full understanding of the physical processes the following determinants parameters identified for turbidity currents will be varied: (1) particles size,  $D$ ; (2) turbidity current initial density,  $\rho_c$ ; (3) fix or mobile bed; (4) longitudinal slope,  $S$ . A schema of the current is given in Figure 2.*

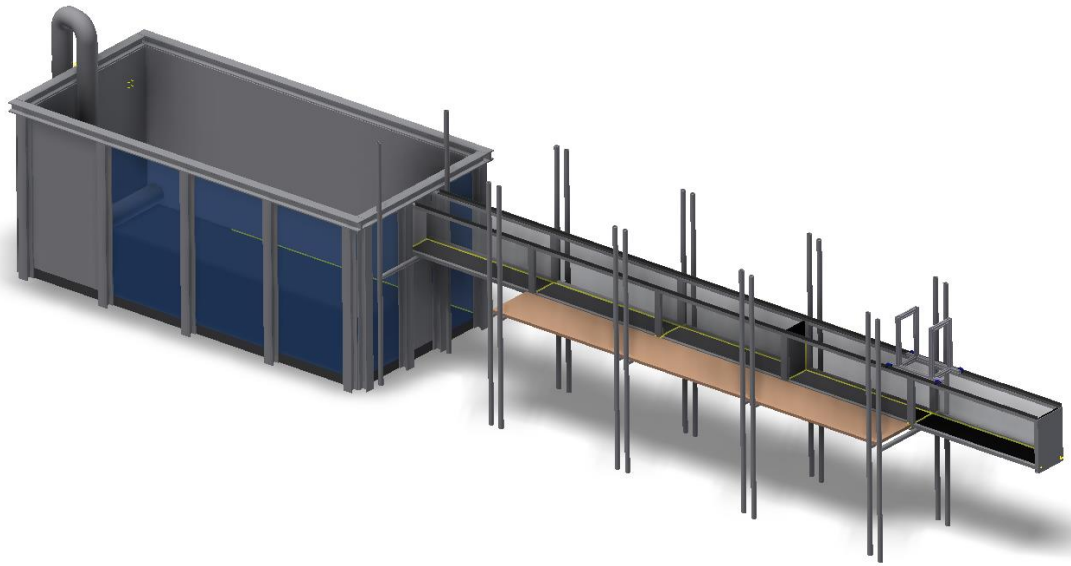


Figure 1 : Experimental model

Figure 1 : Modèle expérimental

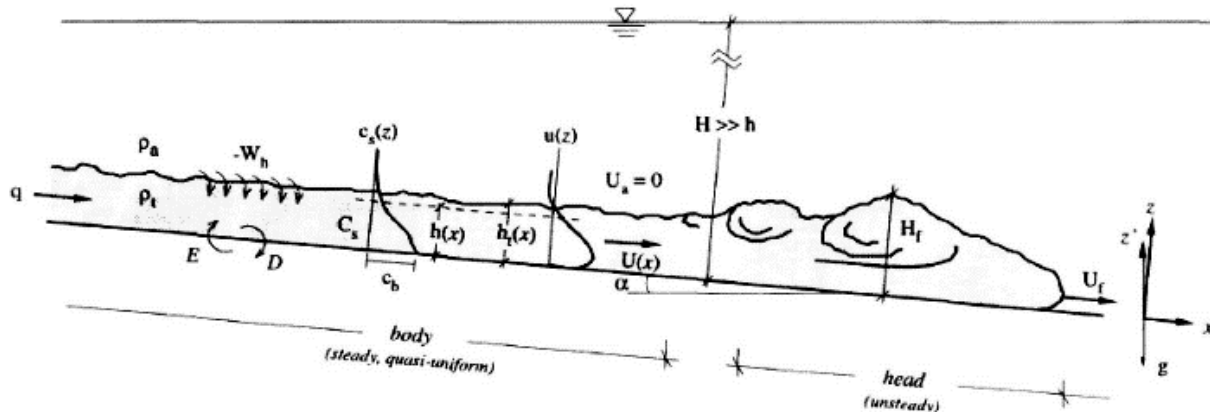


Figure 2 : Esquisse d'un courant de turbidité avançant sur une pente (Altinakar, 1996)

Figure 2 : Sketch of a turbidity current advancing on a slope (Altinakar, 1996)

Le 'Acoustic Doppler Velocimetry Profiler' (ADVP) serait utilisé pour faire des mesures instantanées des profils 3D des vitesses et concentrations. La structure turbulente de l'écoulement sera étudiée pour trouver les interactions entre le courant et la couche de sédiments sur le fond du canal (érosion et déposition des particules) ainsi qu'entre l'interface supérieure et l'eau claire. Un laser sera enfin utilisé pour mesurer la morphologie des sédiments sur le fond afin d'évaluer la distribution des dépôts et des zones érodées, leurs extensions et épaisseurs. En outre le développement d'un modèle bi-phasique moyenné sur la hauteur, à l'aide des mesures expérimentales afin d'assurer une base physique, est une importante nouveauté que permettra une meilleure compréhension de l'évolution des courants de turbidité.

The Acoustic Doppler Velocimetry Profiler (ADVP) will be used to perform instantaneous and simultaneous measures of both 3D velocity and concentration along a profile. The turbulence structure of the flow will be studied in order to find the interaction between the current and the sediment layer on the bed (erosion and deposition of particles) and with the upper layer at the interface with ambient water. A laser will finally be used to measure the sediment morphology of the bottom in order to evaluate the distribution of deposits and eroded zones, their extent and thickness. Moreover the development of a two-phase depth-averaged model, aided by the detailed experimental measurements to ensure a sound physical basis, is an important novelty that will allow a better prediction of the evolution of turbulent gravity currents.

La deuxième partie de la recherche répondra au besoin de mesures de prévention et de mitigation contre la sédimentation des retenues. L'utilisation des géotextiles comme écrans perméables sera testée et la réduction de la force de flottabilité et la perte d'énergie sera évaluée. Une différence significative dans le comportement dépendant des conditions d'écoulement et de la porosité du mur est attendue. Le but est de bloquer efficacement le courant afin d'éliminer les sédiments avant qu'ils ne causent un changement dans la morphologie de la retenue et avant d'impacter sur le prise d'eau, en vue d'une application future à l'échelle prototype.

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

Doctorante : *Jessica Zordan*

*The second part of this research will answer the need for preventing and mitigating measures against reservoir sedimentation. The use of geotextiles as permeable screen will be tested and the decrease of buoyancy flux and the energy loss occurring at the screen will be evaluated. A significant difference in behavior depending on the approaching flow conditions and on the porosity of the wall are expected. The objective is to efficiently block the current so that the sediments can be successfully removed before resulting in morphological changes in reservoirs and before causing impact in the water intakes, aiming at a future application in prototype.*

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

*Ph.D. student: Jessica Zordan*

### **1.1.19 *L'échange de sédiment en suspension entre l'écoulement principal et les zones de piège dans les rives avec macro-rugosité / Suspended sediment exchange between main stream and trap zones in macro-rough channel banks***

Le problème de l'excédent des sédiments en suspension dans les environnements aquatiques, en particulier dérivés par les activités humaines comme l'agriculture, est un sujet de grand souci depuis des dizaines d'années, et a donc été considérablement étudié à cause de ses effets négatifs sur l'environnement. Les deux effets majeurs des sédiments fins concernant des rivières réhabilitées sont les effets morphodynamiques défavorables et les impacts biotiques négatifs.

Les conséquences génériques d'augmentation des sédiments fins par rapport aux processus morphodynamiques incluent le colmatage de fond de la rivière, la réduction de la capacité de transport, et le déclenchement d'instabilité des lits de gravier.

Les aspects biotiques les plus importants concernant les systèmes aquatiques s'adressent à la réduction de pénétration de la lumière due au fait que le niveau de turbidité est augmenté, à l'augmentation de température, les conditions du fond, et le maintien de matériel organique (Figure 1).

*The issue of excess of fine sediments in aquatic environments, derived especially from human activities such as agriculture, has been a topic of concern for many decades and has been investigated significantly due to its negative impacts on the environment. The twofold major impacts caused by fine sediments in rehabilitated rivers are morphodynamic adverse effects and biotic negative impacts.*

*The main generic consequences of increased fine sediments for morphodynamic processes include: river-bed clogging, reduction of channel conveyance capacity and onset of instability of gravel beds.*

*The most important aspects of the biotic effects of fine sediments in aquatic systems include: light penetration reduction due to increased turbidity, temperature increase, bottom conditions, and retention of organic matter (Figure 1).*



Figure 1 : Particules fines dans les environnements aquatiques

Figure 1 : Suspended sediment in aquatic bodies

Des sédiments se transportent par charriage ou comme une particule en suspension, selon les propriétés fondamentales de l'écoulement et selon les caractéristiques des particules comme la taille de particule, la densité, etc. Le mécanisme de transport des particules solides dans les rivières et dans les canaux à surface libre fait intervenir les interactions entre l'écoulement de turbulent, le mouvement des particules, et la configuration du fond. La turbulence joue un rôle essentiel dans le transport des solides en suspension, et à leur tour, les mouvements des particules influencent les profils de vitesse.

*Sediments are transported as suspended load or bed-load depending on fundamental properties of flow and sediment characteristics like particle size, density, etc. The mechanism of sediment transport in rivers and open channels involves interactions between turbulent flow, particle motion and bed configuration. Turbulence plays an essential role in suspended sediment transport, and in turn, particle motion influences the velocity profiles.*

Cette étude vise à examiner expérimentalement les processus de transport et de déposition des particules fines en des rivières réhabilitées pour des macro-rugosités le long des rives. Pour ce faire, des blocs rectangulaires comme macro-rugosité seront posés sur les berges d'un canal afin que les espaces entre deux blocs

*In this study we are aiming at experimentally investigate the transport and deposition processes of fine sediments in rehabilitated channel by macro-roughness along the banks. To do so, rectangular blocks as macro-roughness will be placed at channel banks so that the spaces in between develop lateral*



développent les zones de piège. L'échange de masse grâce au mélange de turbulence est régi par les mouvements bidimensionnels cohérents ayant lieu dans la couche de mélange entre les zones de piège et l'écoulement principal. Dans les zones de piège, la particule qui est prise au piège, se ralentit par rapport à la particule dans l'écoulement principal.

Les paramètres géométriques à étudier sont la longueur d'ouverture de l'entrée des zones de piège, la longueur de l'extension, et le ratio d'aspect des macro-rugosités (Figure 2). Les conditions d'écoulement variables incluant le débit d'écoulement et la concentration des solides en suspension seront étudiées pour les différentes combinaisons des paramètres géométriques.

*dead-water zones. Theoretically, mass exchange due to turbulent mixing, governed by two-dimensional coherent motions in the mixing layer between dead-water zone and main stream is taking place. In dead-water zone, mass particle that is trapped in these zones gets slow compared to the mass particle that travels in the main channel with the mean flow velocity.*

*The geometrical study parameters are defined to be the entrance opening length of dead-zone, transversal protruding length, and the aspect ratio of macro-roughness (Figure 2). Varying flow conditions, including different dynamic and kinematic parameters i.e. flow discharges and sediment concentration, will be examined for different combinations of these geometrical parameters.*

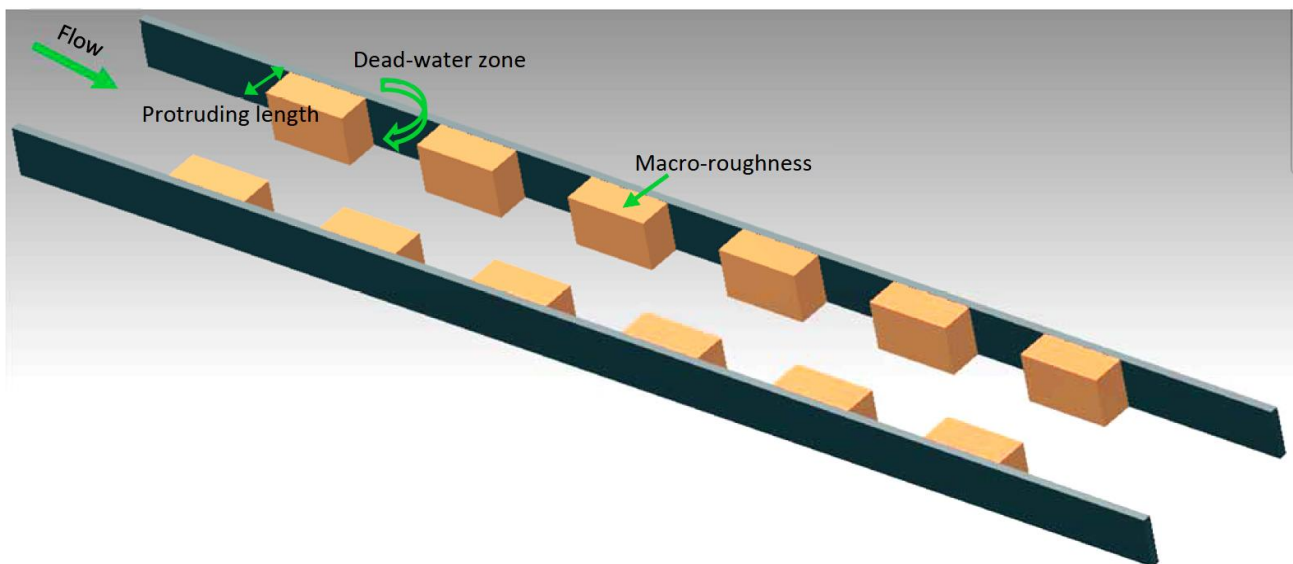


Figure 2: Définition des aspects géométriques

Figure2 : Definition of geometrical aspects

Les mesures seront prises dans un canal à surface libre d'une longueur de 7.5 m et d'une largeur de 1m avec les parois en verre. Le fond sera traité pour avoir les conditions d'un fond lisse avec une pente longitudinale de 0.1%.

*Measurements are going to be carried out in a glass-walled open-channel of 7.5 m long and 1 m wide. The bottom will be treated so that it could be considered as a smooth bed with a longitudinal slope of 0.1 %.*

Recherche financée par l'Office Fédérale de l'Environnement Suisse (OFEV).

*Research financed by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).*

Doctorante: Reyhaneh Sadat Ghazanfari Hashemi

*Ph.D. student: Reyhaneh Sadat Ghazanfari Hashemi*

### **1.1.20 Implémentation de la méthode MesoHABSIM afin de minimiser l'impact négatif des barrages sur les communautés de poissons en Europe / Implementation of MesoHABSIM method in order to minimize the negative impact of river dam on fish communities in European conditions**

La principale raison de la divergence entre les besoins de préservation et de restauration des cours d'eau et les pratiques de gestion est le manque d'instruments efficaces pour prédire l'impact de ses activités. Cette situation altère souvent l'écosystème des rivières. Pour éviter cela, des modèles d'habitats de rivière ont été conçus, ce qui a été une étape essentielle pour la directive-cadre sur l'eau. Parmi ce groupe de modèles, MesoHABSIM s'est révélé être un outil efficace pour planifier la gestion de l'eau et établir les débits écologiques sur plusieurs rivières nord-américaines. La méthode MesoHABSIM lie un modèle numérique de l'environnement physique (géométrie du lit de la rivière, hydraulique, granulométrie) avec des fonctions probabilistes de préférence d'habitat de poissons. Cela mène à l'évaluation de l'habitat disponible pour chaque espèce de poissons. Le modèle décrit l'écosystème de la rivière à méso-échelle, ce qui permet d'observer la réaction de l'ichtyofaune face aux changements de conditions environnementales (anthropogéniques ou naturelles) et de planifier la gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant.

Le but de cette thèse est d'étudier si les effets réels et modélisés des activités anthropogéniques sont similaires. La modélisation doit comprendre des options pour : mitiger les effets négatifs des barrages, les options alternatives et l'augmentation de l'effet de revitalisation. La recherche de la thèse inclut un travail de terrain and une modélisation numérique. La première étape du travail de terrain est la cartographie des habitats sous différentes conditions d'écoulement dues aux variations saisonnières) et aux différents impacts anthropogéniques. Les données de distribution des habitats sont collectées à l'aide d'ordinateurs de terrain équipés du logiciel d'ArcGIS, d'un récepteur GPS avec en arrière-plan une carte ou une image aérienne de la zone étudiée. La plus récente pratique est d'utiliser un drone quelques jours avant les mesures. Les données suivantes sont recueillies : débit, délimitation d'habitat (bassins, rapides, zones mortes, etc.) (Fig. 1A), distribution des vitesses d'eau, profondeur et

*The main reason for the discrepancy between the needs of conservation, restoration of running waters and water management practices is the lack of effective instruments for predicting the impact of these activities. This situation often impairs river ecosystem. To avoid this, models of riverine instream habitats were designed which in terms of Water Framework Directive demands was an essential step. MesoHABSIM belongs to this group of models – which occurred to be an effective tool for planning water management and establishing ecological flows of several North American rivers. MesoHABSIM method links a numerical model of the physical environment (river channel geometry, hydraulics, substrate granulation) with probabilistic functions of fish habitat preferences. This leads to assessment of available habitat area for particular fish species or guilds. The model describes river ecosystem at mesoscale which enables to observe reaction of ichthyofauna on changes of environmental conditions (anthropogenic or natural) and to plan water management at catchment scale.*

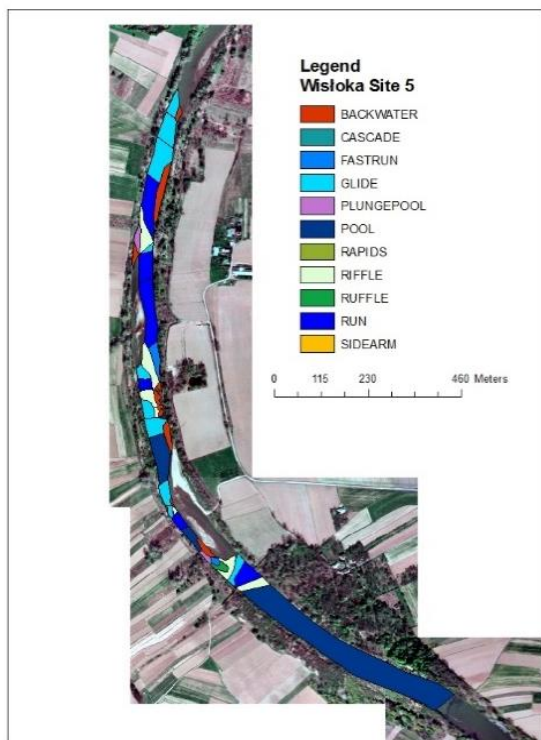
*The aim of this thesis is to investigate if real and modelling effects of anthropogenic activities are similar. The modelling will comprise possibilities for: mitigation of negative impact caused by dams, the alternative options and increase river revitalization effect. This PhD research includes field work and computer modeling. The first step of the field work is a habitat mapping conducted on various flow conditions (seasonal changes) with various anthropogenic impacts on flow conditions. Data on habitat distribution is collected using field computers equipped with ArcGIS software, GPS receiver with actual background map or aerial photograph of the investigated area. Nowadays the most recent practice is to take aerial photographs using a drone, a few days before measurements. The following data is gathered: flow, habitat delineation (pool, riffle, backwater etc.) (Fig. 1A), water velocity distribution, depth and bottom substrate granulation measured several times (at least 7 measurements) in every distinct habitat, characteristic of riverbed and nearby*

granulométrie du lit mesurées plusieurs fois (au moins 7) dans chaque habitat distinct, caractéristiques du lit et de la zone environnante. Le paramètre essentiel est le débit qui est mesuré sur le terrain selon un transect homogène ou relevé parmi les données disponibles des stations hydrologiques voisines. La deuxième étape du travail de terrain est la collecte des données sur les poissons. Des échantillons de poissons sont collectés en utilisant la technique de la pêche électrique : par la pré-implantation de grilles électrique ou par la méthode classique en remontant contre le courant. Dans les deux méthodes, il est important de sélectionner une partie centrale de l'unité hydromorphologique (UHM) comme des rapides ou zones mortes, pour l'échantillonnage des poissons afin d'éviter d'attraper des poissons d'un habitat voisin. L'espèce de tous les poissons capturés est déterminée et leur longueur mesurée avec une précision de 1 mm. Après la mesure, les poissons sont relâchés dans la rivière à l'aval de la zone analysée pour ne pas les recapturer.

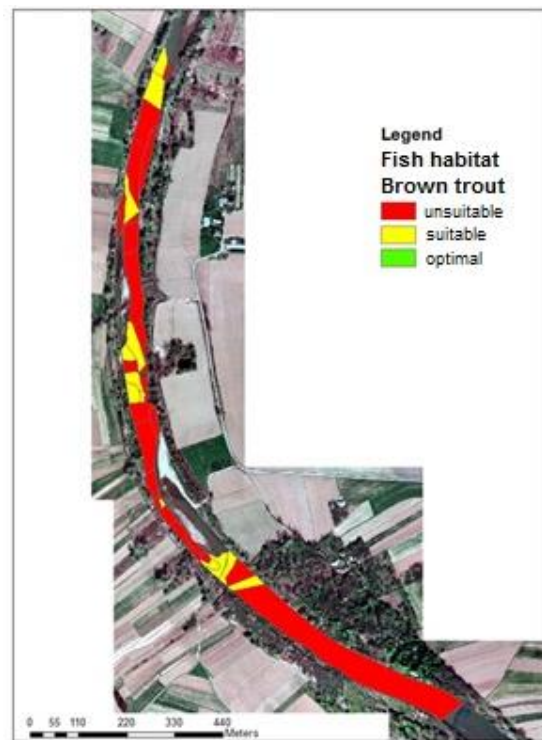
La seconde partie de la recherche est un processus de modélisation. Les données collectées sur les caractéristiques des habitats et les informations provenant de la littérature sur les espèces particulières de poissons vont servir comme données d'entrée pour la modélisation quantitative et qualitative avec le logiciel MesoHABSIM - Sim-Stream 8.0. Les échantillons pêchés grâce à la technique de la pêche électrique dans les habitats spécifiques sont utilisés pour déterminer la valeur de l'habitat, puis des modèles mathématiques de préférence d'habitat sont développés (Fig. 1B). Le but de ce projet est de construire un modèle de simulation d'habitat de poisson permettant de mesurer et atténuer l'impact de l'hydroélectricité sur différents types de rivières (en plaine, dans les Préalpes et en montagne). L'idée principale de la recherche effectuée en Suisse est de développer un modèle de distribution de l'habitat de poisson sur les rivières de montagne (la Singine) qui ne sont pas affectées par l'hydroélectricité, ainsi que de simuler les effets qui se produiraient en exploitant le potentiel hydroélectrique et quantifier son impact sur l'habitat. Le modèle sera utilisé pour identifier les mesures qui pourraient être introduites pour atténuer l'impact sur l'habitat des poissons.

*area. The essential parameter is flow which is measured in the field in a homogenic transect of the river or taken from available data from hydrological stations located close to investigated site on the river. The second step of field work is fish data collection. Fish samples are collected using electrofishing technique: using pre-positioned electrical grids or classical method, wadding against the current. For both methods, it is important to select a central part of the hydromorphological unit (HMU), like riffle or backwater, for fish sampling to avoid situation of catching fish from neighbouring habitats. All captured fish are determined to the species and measured with accuracy of 1 mm. After the measurements, fish are released to the river downstream from the analyzed reach in order to prevent of catching them in next samples.*

*The second part of the research is a modelling process. Collected data on habitat features and literature information on particular fish species or guilds will serve as an input for qualitative and quantitative fish habitat modeling with MesoHABSIM software - Sim-Stream 8.0. Electrofishing samples taken from specific habitats are used to determine habitat value and afterwards mathematical models of habitat suitability are developed (Fig. 1B). The goal of this project is to build a fish habitat simulation model allowing to measure and mitigate the impact of hydropower on different types of rivers (lowland, upland and mountain). The main idea of part of research conducted in Switzerland is to develop a computer-aided model of fish habitat distribution in mountainous river (Sense river), which is not affected by hydropower, simulate the typical changes that would occur by introducing hydropower plant and quantify the impact on fish habitat. The model will be used to identify the measures that could be introduced to mitigate the impact on fish habitat.*



A)



B)

Figure 1 : A) Carte de HMU – distribution des unités hydromorphologiques sur le site de référence de la rivière Wisłoka dans le sud-est de la Pologne. B) Carte du potentiel de zones de frayères pour la truite fario (*Salmo trutta fario*) sur le site de référence de la rivière Wisłoka.

Figure 1 : A) Map of HMU - hydromorphological units distribution on reference site on Wisłoka river located in south-eastern Poland. B) Map of potential spawning grounds for brown trout (*Salmo trutta fario*) on reference site on Wisłoka river.

#### Buts de la thèse :

- Construction d'un modèle d'habitat de la situation actuelle pour certaines rivières et un modèle de rivière de référence,
- Simulation de la régulation et des aménagements sur le cours d'eau ainsi que leur influence sur les habitats et les communautés de poissons,
- Validation des résultats du modèle basée sur la cartographie de l'habitat et de la pêche électrique avant et après la régulation et les aménagements sur le cours d'eau,
- Simulation de scénarii alternatifs qui minimisent les impacts négatifs ou augmentent les effets de revitalisation,
- Analyse des méthodes de régulation et d'aménagements des cours d'eau les plus communes en termes d'impact sur les communautés de poissons dans les rivières.

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

Doctorant : Mikołaj Adamczyk

#### Goals of Ph.D:

- *Building a present state habitat model of selected rivers and a reference river model,*
- *Simulation of regulation and maintenance works in river and its influence on habitats and fish communities,*
- *Validation of modelling results based on habitat mapping and electrofishing before and after regulation and maintenance works,*
- *Simulation of alternative scenarios which minimize river dam negative impact or increase river revitalization effects,*
- *Analysis of most common types of regulation and maintenance works in terms of its impact on fish communities in rivers.*

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

Ph.D. student : Mikołaj Adamczyk

### **1.1.21 Probabilité d'obstruction et augmentation de la charge à l'entrée de déversoirs sous l'impact des corps flottants / Blocking probability and increase of head at spillway inlets under driftwood impact**

Dans le domaine de l'ingénierie hydraulique, très peu d'informations sont actuellement disponibles quant au comportement des corps flottants à travers les structures hydrauliques, comme les entrées de déversoirs. Il est toutefois impératif de connaître le comportement probable des corps flottants parce que ceux-ci peuvent augmenter le risque de défaillance des déversoirs et compromettre la sécurité des barrages.

En Suisse, les crues de 1978 ont fait 24 victimes et causé de nombreux dégâts, notamment sur le barrage de Palagnedra, dont la crête du déversoir a été obstruée par des corps flottants, ce qui a affecté la relation niveau-débit. Les troncs d'arbre ont également empêché la fermeture des vannes de la centrale hydroélectrique et certains ont même pu atteindre les turbines. La galerie de dérivation a été remplie de sable et de troncs. En Italie, la crue dans la vallée du barrage de Sa Teula en 2004 a causé d'importantes pertes économiques, notamment à cause de l'endommagement du barrage en maçonnerie par des corps flottants composés de larges troncs d'arbre. Les corps flottants ont réduit le débit d'eau entrant dans les galeries et ont bloqué les vannes. Sous la charge des débris, la vanne a cédé.

La littérature scientifique renseigne sur les effets des corps flottants au niveau des ponts ou d'autres structures hydrauliques. Cependant, celle-ci se concentre essentiellement sur des cas particuliers et de ce fait, elle est difficilement applicable pour le dimensionnement général d'ouvrages. Le but de cette recherche est donc de fournir une connaissance qui soit applicable pour de nombreux cas et ainsi aider les ingénieurs à estimer la revanche nécessaire pour les réservoirs équipés de déversoirs et, éventuellement, d'établir des structures qui garantissent que la section de contrôle ne soit pas influencée par les corps flottants.

Ce projet de recherche a pour but de comprendre les effets des corps flottants sur l'écoulement à l'entrée des déversoirs, en considérant notamment la relation débit-niveau d'eau. Pour cela, une analyse probabiliste

*In the context of hydraulic engineering, there is currently only fragmentary design information available on the driftwood behavior at hydraulic structures like spillway inlets. It is imperative to know about the probable behavior of driftwood because the latter affects the failure risk of the spillway and the dam safety.*

*In Switzerland, the Palagnedra Dam flooding (1978) took 24 lives and caused several damages in the downstream area. The spillway crest was blocked by driftwood and the rating curve was affected; the hydropower plant was obstructed and the gates could not be closed; twisted trunks found a way into the turbines; the diversion tunnel was covered by a layer of sand and logs. In Italy, the Sa Teula Dam flooding (2004) affected the masonry gravity dam with floating debris including tree trunks of wide dimensions causing several economic losses. The driftwood slowed down and reduced the water inflow to the galleries, it also obstructed the gate; the considerable debris load caused a complete detachment of the gate.*

*Literature provides knowledge on the effect of driftwood at bridges and other hydraulic structures. Nevertheless, the latter is typically linked to a particular case, and thus hardly applicable for general design. The goal of the present research is thus to add such general applicable knowledge, which supports designers to estimate the required freeboard of reservoirs operating with spillways, and eventually to provide structures to keep the hydraulic control section free from driftwood.*

*The present research project aims to understand the effect of driftwood in the hydraulic features of inlets spillways, considering particularly the rating curve. Therefore, probabilistic analysis of blockage will*



d'obstruction définira à quel point le volume de corps flottants et ses caractéristiques sont pertinents.

*define up to what point the volume of driftwood and its characteristics are relevant.*



Figure 1 : Souche bloquée à Malarce PKW en France.

*Figure 1 : Rootstock blocked at Malarce PKW in France.*

Des expériences sur modèle physique seront effectuées dans un canal rectangulaire. Les expériences seront entreprises de façon à pouvoir étudier les effets des corps flottant à l'entrée d'un déversoir classique conçu selon la revue de littérature. Des échantillons de bois avec des longueurs et diamètres différents seront utilisés. L'échelle du modèle permettra seulement de tester le comportement des troncs. Les forces hydrodynamiques ne seront pas étudiées.

*Physical experiments will be carried out in a rectangular channel. The experiments are arranged to study the effect of driftwood in a classical spillway inlet designed according to the literature review. Samples of wood with different lengths and diameters will be used, covering a wide range of parameters. The scale of the model will allow us to test the behavior of trunks but not the hydrodynamic forces.*

Les tests incluant des corps flottants sont toujours sujets à une grande variabilité due au grand nombre de facteurs qui sont impliqués dans le transport de débris et dans le processus d'obstruction. C'est pour cette raison que les expériences seront répétées afin d'avoir une indépendance des résultats et une reproductibilité conforme.

*Tests including wood are always affected to randomness given the amount of factors that are involved in debris transport and the blocking process. Consequently, repetitions of the experiments are conducted to achieve a reliable reproducibility and independence of results.*

Une étude de sensibilité sera effectuée en tenant compte du changement de certaines variables. Ces changements concernent la conception du déversoir, la longueur et le diamètre du bois, le débit, la hauteur libre verticale et horizontale au niveau de la structure, la profondeur du barrage, des tests sur des troncs esseulés, en groupe ou ajoutés progressivement les uns après les autres.

*A sensitivity analysis will be taken into account changing some of the variables. In order to achieve this, changes will be tested in the design of spillway, length and diameter of the wood, discharge, vertical and horizontal free distances in the structure, depth of dam and crest below the spillway, individual logs tests and accumulative tests, single trees and tangles.*

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

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

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

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

### **1.1.22 Les approches multivariées et multi-échelles dans la modélisation des ressources en eau / Multivariate-multiscale approaches in water resources modelling**

La gestion des ressources en eau dans le monde est confrontée à des changements rapides du contexte socio-économique, du climat et de l'utilisation du sol. Une réponse actuelle pour faire face aux défis résultant de ces changements et des incertitudes qui y sont liées sont des modèles complexes des systèmes hydrauliques et hydrologiques pour prévoir l'évolution possible des systèmes de ressources en eau. Bien que ces outils de modélisation aient une valeur indéniable pour la simulation de situations futures, la compréhension du comportement des facteurs climatiques, hydrologiques et hydrauliques sous-jacents dans le passé et, peut-être, à l'avenir est une clé pour des prédictions plus fiables des ressources en eau.

Dans ce contexte, le principal objectif de cette recherche est de développer des nouveaux outils pour la quantification des ressources régionaux en eau, en particulier pour la production hydroélectrique. La recherche fait partie du « Swiss competence center on energy research » SCCER-SoE (voir section 1.1.23). En conséquence, elle aura un fort accent sur des études de cas suisses, mais le but est de développer des outils qui puissent être transférés à d'autres contextes socio-économiques et climatiques.

Dans une première étape, ce projet de recherche se propose de quantifier le potentiel hydroélectrique actuellement non-exploité, en particulier dans les bassins versants qui sont déjà utilisés pour la production hydroélectrique. L'objectif est de quantifier les flux naturels non exploités par les aménagements existants, les déversements d'eau inutiles ou des déficits de volume de stockage.

Une meilleure compréhension du potentiel hydroélectrique est en effet primordiale pour justifier des scénarios futurs d'adaptation de l'infrastructure hydroélectrique existante, par exemple à travers l'augmentation de la capacité de stockage avec de nouvelles connexions entre les réservoirs existants, avec la surélévation ou le renforcement de barrages existants ou avec l'augmentation du volume opérationnel de lacs naturels (y compris les nouveaux lacs glaciers) par la construction de nouveaux barrages. Exploiter ce potentiel caché

*Water resources management around the world is confronted with rapid socio-economic, climatic and land use changes resulting in major challenges for decision making under uncertain change. One current answer to face these challenges is the development of complex hydraulic-hydrologic system models to predict the possible future evolution of water resources systems. While such complex modeling tools have undeniable value for the simulation of possible future situations, understanding the behavior of the underlying climatic, hydrologic and hydraulic drivers in the past and possibly in the future is a key for more reliable water resources predictions.*

*In this context, the main objective of this research is to develop new tools for the quantification of regional water resources, in particular for hydropower. The research is embedded in the Swiss competence center on energy research SCCER-SoE (see section 1.1.23). Accordingly, the research will have a strong focus on Swiss case studies but the goal is to develop tools that can be transferred to other national and climatic contexts.*

*In a first step, this research project aspires to unravel currently non-exploited hydropower potential, in particular in river systems that are already used for hydropower production. The aim is hereby to quantify non-exploited natural flows, unnecessary water spills or storage volume deficits.*

*Such a better understanding of the current potential is paramount to justify future scenarios of adaptation of the existing hydropower infrastructure combining the increase of storage capacity with new connections between existing reservoirs, heightening or strengthening existing dams, increasing the operational volume of natural lakes (including new glacier lakes), or by building new dams. Tapping hidden potential shall also require operational changes, aiming at benefiting from new flow patterns emerging under an evolving climate and in particular in*

exige également des changements opérationnels visant à bénéficier des nouvelles configurations des infrastructures et de l'évolution du climat, en particulier dans le contexte de la retraite des glaciers.

Dans une deuxième étape, cette recherche se concentrera sur la quantification des relations spatio-temporelles de la disponibilité de l'eau et sur leur mise en relation avec la production d'énergie et la consommation régionale.

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

Doctorante: Ana Clara Pereira Barbosa Santos (initiative de doctorants communs IST-EPFL)

*the context of the ongoing glacier retreat.*

*In a second step, this research will focus on quantifying spatio-temporal patterns of water availability and putting them into relationship with regional energy production and consumption.*

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

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

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

Le LCH est membre fondateur du Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy ([www.sccer-soe.ch](http://www.sccer-soe.ch)) qui est un parmi sept pôles de compétence interuniversitaires en recherche financés et gérés par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) dans le cadre du plan d'action «Recherche énergétique suisse coordonnée». Ce nouveau centre national est responsable pour le développement de recherches fondamentales et de solutions innovatrices dans les domaines de la Géothermie et de l'Hydroélectricité et réunit des groupes de recherche du domaine des EPF, six universités, des partenaires industriels clés et encore des offices et des services fédéraux. Le LCH assume la coordination des activités du Lot 2.3 «Adaptation des infrastructures hydroélectriques en vue des besoins futurs d'exploitation».

L'année 2014 a été consacrée au recrutement des premiers collaborateurs hautement spécialisés et à l'élaboration du cahier de route («roadmap») pour la recherche dans le domaine des aménagements hydroélectriques. Ce cahier de route pour la période 2014-2017 résume les défis actuels pour les infrastructures hydroélectriques en Suisse et présente les axes principaux de recherche proposés par les membres/partenaires du SCCER-SoE pour atteindre les objectifs de production pour l'hydroélectricité, spécifiés par la Confédération. Ces objectifs tiennent compte de deux

*The LCH is a founding member of the Swiss Competence Centre on Energy Research – Supply of Energy ([www.sccer-soe.ch](http://www.sccer-soe.ch)), which is one out of seven research networks between Swiss higher education institutions funded and managed by the Commission on Technology and Innovation (CTI) within the Swiss Coordinated Energy Research action plan. This new national centre is responsible for the development of fundamental research and innovative solutions in the field of geo-energies and hydropower and brings together research groups from the ETH domain, from six universities, industrial partners and Swiss federal offices. The LCH leads the task 2.3 on the Hydropower infrastructure adaptation to requirements of future operating conditions.*

*The year 2014 was dedicated to the hiring of highly specialized research personnel and the elaboration of the innovation roadmap. This roadmap for the horizon 2014-2017 summarizes the current challenges for the Swiss hydropower infrastructure and presents the key research directions proposed by the SCCER-SoE members/partners to reach the goals for future hydropower production as specified by the Confederation. These production goals take into account two scenarios, one corresponding to normal hydropower production conditions (e.g. under current legislation) and one*

scénarios : soit en conditions normales (p. ex. avec le cadre légale en vigueur) soit en conditions optimisées (p.ex. avec la mise en œuvre d'un cadre plus favorable aux infrastructures hydroélectriques). Les principaux axes de travail définis sont :

- a. Les changements du potentiel hydroélectrique dus à des conditions climatiques futures, avec impact probable sur la disponibilité de la ressource en eau et sur la sécurité des infrastructures en fonctions de nouveaux aléas naturels.
- b. L'amélioration de l'efficacité des aménagements existants, dans l'objectif d'augmenter leur flexibilité ;
- c. La contribution de nouvelles solutions techniques permettant l'adaptation des infrastructures existantes, tout en garantissant leur sécurité (infra) structurale et la sécurité de l'approvisionnement énergétique;

*corresponding to optimized conditions (e.g. more favourable to hydropower infrastructure).*

*The key research directions are:*

- a. The change of production potential due to effects of future climate forcing, which are expected to impact water availability as well as the operation safety of structures in view of new natural hazards;
- b. The efficiency improvement of existing hydropower infrastructures, with the aim to increase their flexibility;
- c. The contribution of new technological solutions to adapt existing infrastructures while maintaining the same level of (infra) structural safety and supply security;



Figure 1 : Surélévation du barrage de Vieux-Emosson intégré à la station de transfert d'électricité par pompage de Nant de Drance (900 MW). Photo A. Schleiss (nov. 2013).

*Figure 1 : Heightening of Vieux-Emosson dam included in the Nant De Drance pumped-storage scheme (900 MW). Photo A. Schleiss (nov. 2013).*

- |   |   |
|---|---|
| <p>d. L'évaluation des effets de nouvelles et plus sévères conditions d'exploitation ainsi que du croissant nombre de petits aménagements sur les systèmes aquatiques ;</p> <p>e. La définition de conditions cadre futures pour le fonctionnement d'aménagements hydroélectriques dans un contexte socio-économique et politique incertain ;</p> <p>f. L'évaluation de stratégies d'exploitation multi-objectives pour des centrales hydroélectriques afin de maximiser la production, la flexibilité et la fiabilité de l'approvisionnement, la rentabilité de l'exploitation et la conservation des écosystèmes.</p> | <p>d. The assessment of the effects of new and harsher operation conditions and of an increased number of small hydropower plants on aquatic ecosystems</p> <p>e. The definition of future boundary conditions for the operation of hydropower plants under uncertain social, economic and political forcings;</p> <p>f. The assessment of multi-objective operation strategies, which maximize power production, reliability and flexibility of supply, profitability of operation and ecosystem conservation.</p> |
|---|---|

Le cahier de route encadre la préparation de plusieurs projets de recherche cofinancés par la CTI et les partenaires industriels.

*This roadmap frames the preparation of several research projects to be co-funded by the CTI and industrial partners.*

Responsables du projet : Pedro Manso et Bettina Schaepli

*Project managers : Pedro Manso and Bettina Schaepli*

### **1.1.24 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).*

Ayant réalisé que, même dans une industrie fortement réglementée comme le nucléaire, ces cascades avaient été en grande partie oubliées, l'Union Européenne s'est intéressée davantage à l'analyse d'autres ICs dont les secteurs ne sont pas nécessairement aussi étroitement réglementés que le nucléaire.

*Having realized that, even in a firmly regulated industry such as the nuclear, such cascades had been overlooked, the European Union grew interested in the analysis of other CIs whose sectors are not necessarily as tightly regulated as the nuclear.*

STREST est un projet de recherche de 3 ans qui vise à développer une méthodologie générale de *stress test* pour des cascades d'événements affectant les IC non-nucléaires. Il engage 12 partenaires de 8 pays (Figure 1), y compris l'ETHZ (chef de projet), l'EPFL et Basler & Hofmann de la Suisse.

*STREST is a 3-year research project which aims to develop a general stress test methodology for cascading disasters affecting non-nuclear CIs. It involves 12 partners from 8 countries (Figure 1), including ETHZ (project leader), EPFL, and Basler & Hofmann from Switzerland.*

Le projet est organisé en sept modules de travail (WP). Notamment, le WP3 mettra l'accent sur

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



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

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



Figure 1 : Partenaires STREST (à partir d'une présentation interne par Arnaud Migan).

Figure 1 : STREST partners (from an internal project presentation by Arnaud Migan).

Six ICs ont été choisies comme études de cas sous STREST et comprennent une raffinerie de pétrole et usine pétrochimique italienne, des oléoducs majeurs en Turquie, un réseau de stockage et distribution de gaz aux Pays-Bas, des infrastructures portuaires en Grèce, une région industrielle majeure en Italie et, enfin, des grands barrages dans les Alpes suisse(Figure 2).

*Six significant ICs have been chosen as case studies under STREST. They are an Italian oil refinery and petrochemical plant, major hydrocarbon pipelines in Turkey, a gas storage and distribution network in the Netherlands, port infrastructures in Greece, a major industrial district in Italy and, finally, large dams in the Swiss Alps (Figure 2).*



Figure 2 : Barrages de Mattmark (gauche) et Les Toules (droite), sources d'inspiration pour l'évaluation des impacts que les cascades d'événements peuvent avoir sur des barrages de remblai et des barrages-voûte.

Figure 2 : Mattmark (left) and Les Toules (right) dams, providing inspiration for the assessment of the impact event cascades can have on embankment and concrete arch dams.

Les contributions du Laboratoire de Constructions Hydrauliques au projet sont, entre autre, de partager le savoir-faire et les connaissances sur la sécurité qui ont été accumulés pendant des dizaines d'années par les ingénieurs de barrages, de mettre en évidence des dangers avec une importance particulière pour les barrages tels que les crues, et, en appliquant les concepts de *stress test* développés dans le cadre de STREST aux barrages, évaluer l'importance que les cascades d'événements peuvent avoir dans l'ensemble des risques associés à ces infrastructures.

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

Post-doc : José Pedro Matos

*The Laboratory of Hydraulic Constructions' contributions to the project are, among others, to share the know-how and knowledge on safety that has been amassed over decades by dam engineers, to put into relevance hazards of particular importance to dams such as floods, and, by applying the stress test concepts developed under STREST to dams, evaluate the relevance cascades of events might have in the overall risks associated with these infrastructures.*

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

*Post-doc : José Pedro Matos*

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

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

Actuellement, une prolongation de deux ans au projet, ADAPT-DB, joint les compétences développées au sein d'ADAPT à un partenariat effectif avec les acteurs locaux. Il se concentre sur le développement et la mise en œuvre d'une base de données des ressources en eau adaptée au Zambèze (<http://zambezi.epfl.ch>, Figure 1).

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

L'autonomisation des parties prenantes sera essentiellement assurée par un système de gestion de données innovant, schématisé à la Figure 2. Grâce à ce système, tandis que les données sont conservées dans une base de données centralisée, l'accès est impossible sans l'autorisation explicite des fournisseurs des données.

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

Presently, a two-year extension to the project, ADAPT-DB, allies the competences developed within ADAPT to a close partnership with local stakeholders. It focuses on the continued development and implementation of a water resources database specialized on the Zambezi (<http://zambezi.epfl.ch>, Figure 1).

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

*The empowerment of stakeholders will be mostly guaranteed by an innovative data management system, schematized in Figure 2. Through it, although the data is kept in a centralized database, access is impossible without the explicit authorization from the data providers.*



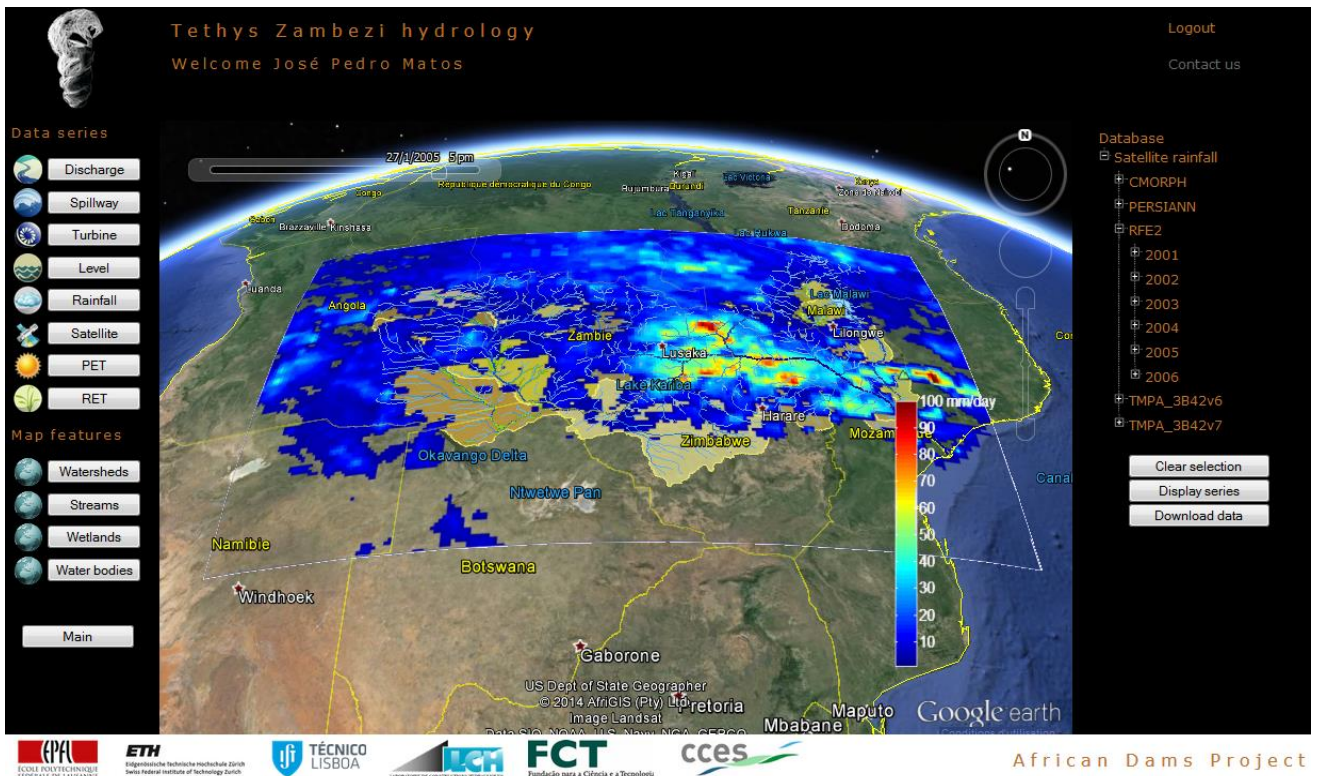


Figure 1 : Détail de la section de séries temporelles de la base de données ADAPT (<http://zambezi.epfl.ch>).

Figure 1 : Detail of the time series data section of the ADAPT online database (<http://zambezi.epfl.ch>).

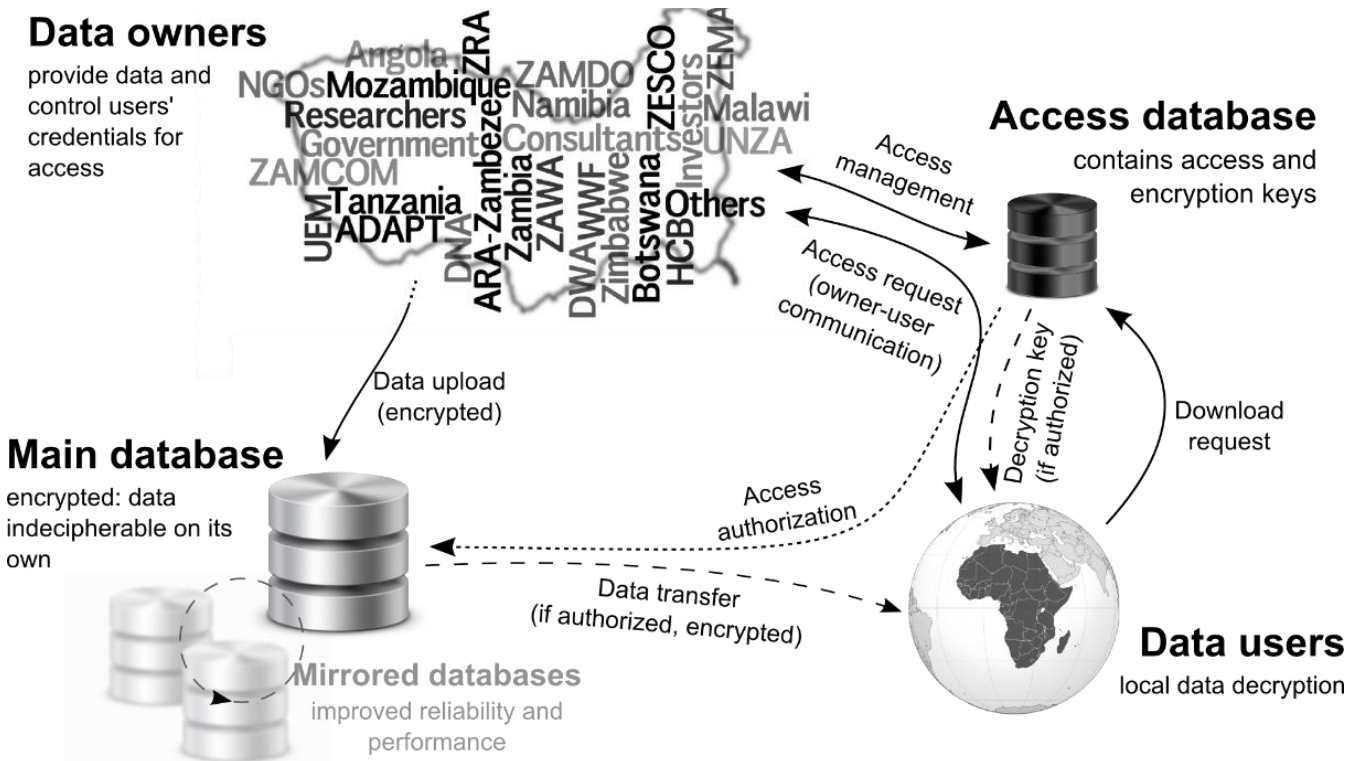


Figure 2 : Schéma des interactions dans la base de données des ressources en eau d'ADAPT.

Figure 2 : Scheme of the ADAPT water resource database's interactions.

Les outils d'analyse sont principalement associés à la modélisation hydrologique, visant à la fois l'évaluation des scénarios futurs (par exemple du changement climatique, de nouvelles retenues d'eau, de systèmes d'irrigation supplémentaires) et la prévision opérationnelle des débits. Des modèles de pointe seront mis en œuvre pour faire face aux difficultés associées à un bassin aussi complexe et hétérogène que le Zambèze, marqué également par une carence contraignante de données hydrologiques dans un certain nombre de ses régions.

La nature du projet est d'ordre pratique, et il est prévu qu'il conduit à l'opérationnalisation d'outils qui sont profitables pour les parties prenantes et qu'il améliore les connaissances liées à la gestion et la diffusion des données des ressources en eau.

Partenaires: ETHZ

Financement du Centre de compétence Environnement et Durabilité (CCES)

Post-doc : José Pedro Matos

*The analysis tools are mostly associated with hydrological modelling, both aiming at the assessment of future scenarios (e.g. climate change, new impoundments, additional irrigation schemes) and operational flow forecasting. State-of-the-art models will be implemented in order to address the specific difficulties associated with a basin as complex and heterogeneous as the Zambezi, marked still by a constraining lack of hydrological data in a number of its regions.*

*The nature of the project is a practical one, and it is expected that it leads to the operationalization of tools which are useful and empowering for stakeholders and improves knowledge related to the management and dissemination of water resources data.*

*Partners: ETHZ*

*Research funded by the Competence Center Environment and Sustainability (CCES)*

*Post-doc : José Pedro Matos*

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

### 1.2.1 Bassin de rétention avec organes de sortie, Innertkirchen / Retention basin with outlet structures, Innertkirchen

Les KWO (Kraftwerke Oberhasli AG) planifient de revaloriser l'aménagement Innertkirchen 1 dans le contexte du programme d'investissement « KWO plus ». Un point clé qu'il s'agit de prendre en compte est la restitution des eaux turbinées dans l'Aar (Figure 1). Pour des raisons de valorisation écologique, la restitution des eaux turbinées dans les centrales Innertkirchen 1 et 2 se fait à l'aval de la confluence de des cours d'eau Gadmerwasser et Hasliaare par l'intermédiaire d'un bassin de rétention commun.

Le bassin est limité latéralement par les deux cours d'eau (Gadmerwasser et Hasliaare) ainsi que par la ligne de chemin de fer de la MIB (Figure 2). Le volume du bassin est approximativement 20'000 m<sup>3</sup>. La galerie d'amenée sera également utilisée comme rétention d'eau, ce qui augmente le volume totale de la rétention à 80'000 m<sup>3</sup>. Le bassin est contrôlé par un clapet et une vanne segment, chacun avec une ouverture de sortie à part. L'efficacité des organes de sortie et leur interaction avec l'Aar étaient au centre de l'analyse sur modèle physique.



Figure 1 : Restitution existantes des centrales Innertkirchen 1 et 2. / Existing restitution of the power plants Innertkirchen 1 and 2.

Le modèle physique a été manipulé sous les conditions suivantes :

- Débit maximal sortant du bassin amortisseur égal à 120 m<sup>3</sup>/s;
- Niveaux d'eau limites dans le bassin entre 620.00 msm et 622.50 msm ;
- Débit maximal dans l'Aar égal à 450 m<sup>3</sup>/s;

The KWO (Kraftwerke Oberhasli AG), plan to reevaluate the powerplant Innertkirchen 1 in the context of the investment program "KWO plus". A key point that has to be taken into account is the restitution of the turbinéd water into the Aar (Figure 1). For ecological reasons, the restitution of the turbinéd water, in the power plants Innertkirchen 1 and 2 is guaranteed downriver of the confluence of the two streams Gadmerwasser and Hasliaare by installing a common retention basin.

The basin is laterally limited by the two streams (Gadmerwasser and Hasliaare) as well as by the railway MIB (Figure 2) the volume of the basin is approximatively 20'000 m<sup>3</sup>. The adduction gallery is also used as retention volume which raises the total retention volume to 80'000 m<sup>3</sup>. The basin's outlet discharge is controlled by a flap gate as well as by a radial gate, each one having its own outlet opening. The energy dissipation efficiency of the stilling basins downstream the two gates has been at the center of the analysis performed by using a physical model.



Figure 2 : Bassin de rétention pour l'eau turbinée dans les centrales Innertkirchen 1 et 2 / Retention basin for the turbinéd water of the power plants Innertkirchen 1 and 2.

The physical model has been manipulated under the following conditions:

- Maximum outflow discharge of the retention basin of 120 m<sup>3</sup>/s;
- Boundary water level in the retention basin of 620.00 masl et 622.50 masl;
- Maximum discharge in the Aare River of 450 m<sup>3</sup>/s;



Un tronçon d'une longueur de 250 m de l'Aar, une partie du bassin amortisseur avec les organes de sortie ont été modélisés à une échelle de 1:40 (Figure 3).

Les analyses principales réalisées sur le modèle comprennent les aspects suivants :

- Vérification de la capacité des organes de sortie du bassin et leur influence sur l'Aar;
- Détermination des limites d'exploitations en cas de crue dans l'Aar;
- Validation du dimensionnement des deux bassins amortisseurs;
- Essais de purge pour les deux bassins amortisseurs ;
- Preuve de la stabilité et des berges et du lit de la rivière proche des bassins amortisseurs;

*In the physical model a length of 250 m of the Aare River, the outlet organs as well as the stilling basins have been modeled at a scale of 1:40 (Figure 3).*

*The main analyses undertaken on the physical model take the following aspects in account:*

- *Verification of the capacity of the outlet organs as well as their influence on the Aare river;*
- *Determination of the exploitation limits in the case of a major flood in the Aare river;*
- *Validation of the two stilling basin designs;*
- *Stilling basin purge tests;*
- *Prove of the stability of the river banks as well as of the river bed near the stilling basins;*



Figure 3 : Modèle physique.

*Figure 3 : Physical model*

Trois configurations de bassins amortisseurs ont été testées. Les différentes configurations

*Three stilling basin configurations have been tested. The different tested configurations differ*

testées se distinguent par la longueur, la largeur, la profondeur ainsi que par l'orientation des bassins amortisseurs.

Les résultats ont montré que les attentes aux bassins au niveau d'une dissipation sûre de l'énergie dans les bassins amortisseurs ainsi que des caractéristiques d'écoulement et d'érosion dans l'Aar ont pu être satisfaites malgré des bassins amortisseurs réduits, dû aux contraintes topographiques et anthropogènes. Un riprap suffisant, posé légèrement plus bas que la côte de la sortie du bassin amortisseur, et un angle d'orientation horizontale optimal des bassins amortisseurs permettent de réduire l'érosion dans l'Aar à un minimum et de perturber le moins possible des conditions d'écoulement dans l'Aar. Le fonctionnement des bassins amortisseurs lors des crues et des événements de purge a également pu être validé.

Etude confiée par : KWO – Kraftwerke Oberhasli AG

Ingénieurs de projet: Fränz Zeimetz, Michael Pfister

*by the length, width, depth and the horizontal orientation of the stilling basins.*

*The results show that the goals for the basins have been met. The energy dissipation is guaranteed under safe conditions, the operation of the stilling basins do not influence too much the flow and erosion characteristics despite a reduced basin design due to topographical and anthropogenic constraints. A sufficient riprap, lying slightly lower than the crest of the stilling basin outlet, and an optimal horizontal basin orientation allow reducing the erosion in the Aare River and the disturbance of the flow characteristics to a minimum. The capacity of the outlets during floods as well as the well-functioning of the purge could also be validated.*

Study entrusted by : KWO – Kraftwerke Oberhasli AG

Project Engineers: Fränz Zeimetz, Michael Pfister

### **1.2.2 Réactivation d'un bras du réservoir de Klingnau : simulation numérique d'injection de sédiments en aval / Reactivation of one Klingnau reservoir side arm: Numerical simulation of sediment release downstream**

La rive gauche du réservoir de Klingnau, situé au Nord de la Suisse, est sujette à des dépôts de sédiments au niveau de son élargissement (voir Figure 1).

*The Klingnau reservoir, situated in the north of Switzerland, suffers from sedimentation in its left enlargement (see Figure 1).*



Figure 1 : Sédimentation de l'élargissement de la rive gauche du réservoir de Klingnau.

*Figure 1 : Sedimentation of the left enlargement of the Klingnau reservoir.*

Le barrage de ce réservoir se situe à l'Aare, à environ 1 km en amont de sa confluence avec le Rhin. Pour des raisons de conservation de la nature et de protection contre les crues, des efforts ont été faits afin de réduire la sédimentation dans le réservoir. Dans ce but, 20'000 m<sup>3</sup> du matériel sédimenté seront excavés par la technique de dragage par succion et ensuite injectés en aval dans le Rhin. L'objectif de cette étude consiste en l'identification de l'emplacement approprié pour les injections et de vérifier que le matériel injecté ne se dépose pas le long du Rhin jusqu'au barrage de Birsfelden. La région d'intérêt est indiquée sur la Figure 2.

The dam is placed in the Aare River about 1 km upstream of its confluence with the Rhine. Due to natural conservation and flood protection reasons, it has been sought for decades to slowdown the sedimentation process in the reservoir. For this purpose, 20'000 m<sup>3</sup> of deposited material will be excavated by suction dredge and injected downstream into the Rhine. The objective of the present study is to identify the best place for the material injection downstream and to prove that the injected material does not deposit along the Rhine River down to the Birsfelden dam. The region of interest is indicated in Figure 2.

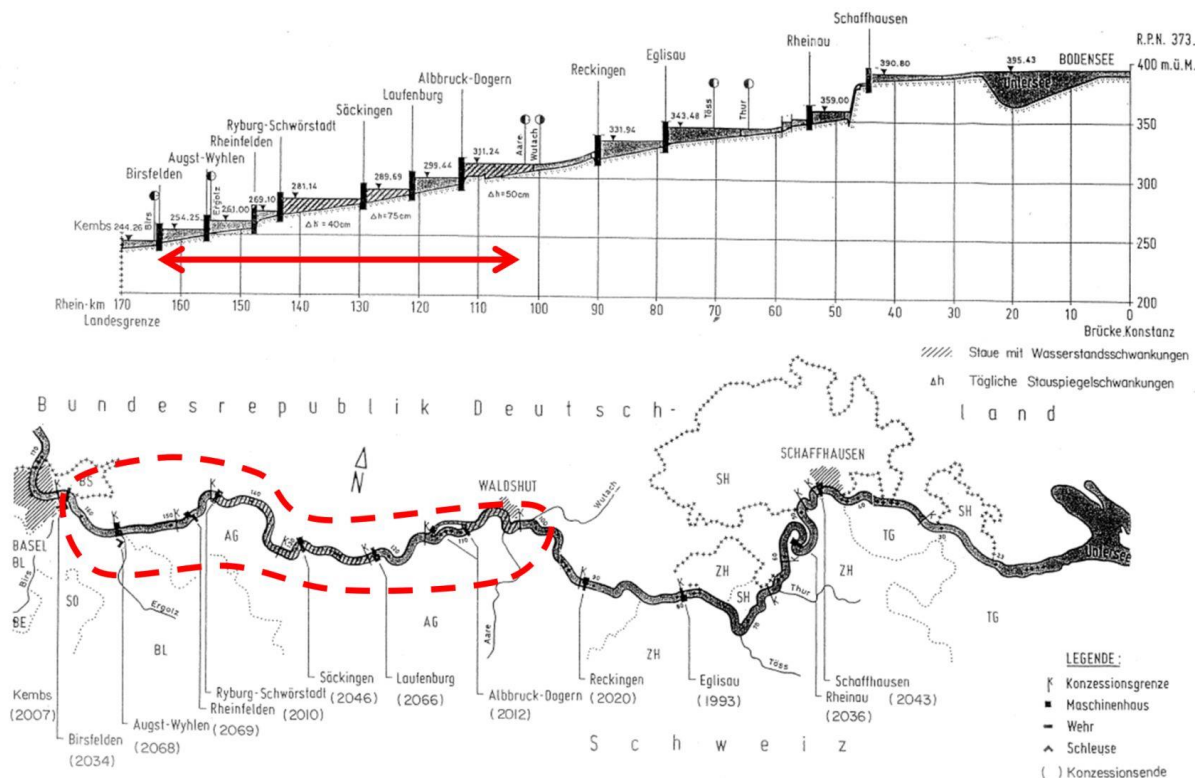


Figure 2 : Profil longitudinal (en haut) et vue d'en haut (en bas) du Rhin en aval du lac de Constance, où la région d'intérêt est indiquée en rouge.

Figure 2 : Longitudinal profile (above) and top view (below) of the Rhine downstream of Lake Constance, where the study region is highlighted in red.

Le barrage de Birsfelden se trouve à 60 km en aval de Klingnau et représente le dernier réservoir sur le Rhin sur territoire Suisse. Pour une simulation correcte du processus de sédimentation, des modèles uni- et bidimensionnels sont employés. Comme l'indique la Figure 3, la plupart des sédiments injectés peut être purgée, même lors des années sèches par une crue annuelle.

The Birsfelden dam is situated 60 km downstream of Klingnau and is the last reservoir on the Rhine River in Swiss territory. To accurately simulate the sedimentation process, one and two-dimensional numerical models are applied. Like illustrated in Figure 3, even in dry years, the majority of injected can be flushed through the Rhine River by a one year flood event.



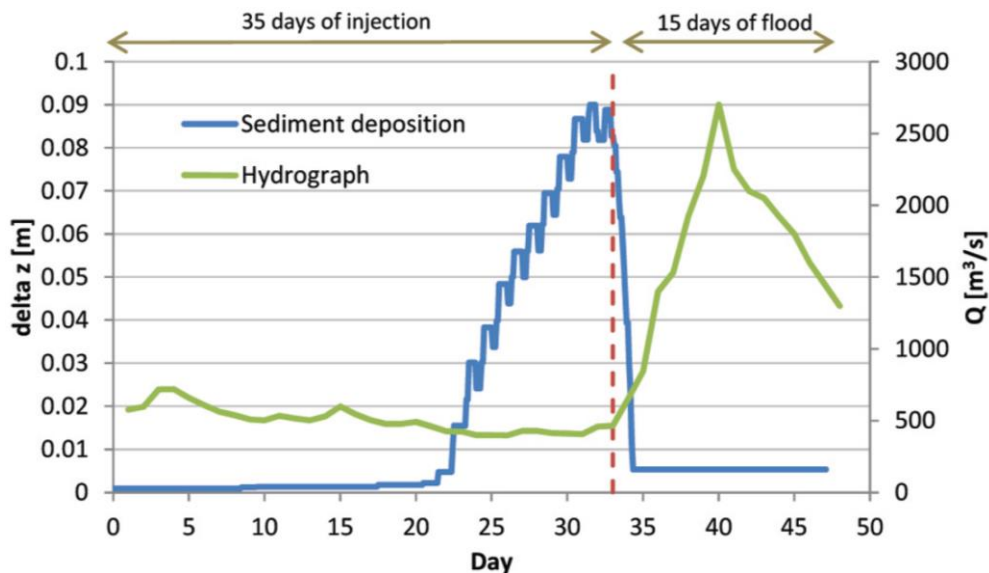


Figure 3 : Hauteur des dépôts de sédiments (delta z) au point d'injection après 33 jours d'intervention (10 heures d'injection et 14 heures de pause, chaque jour) pendant une année sèche, suivis par une crue annuelle.

Etude confiée par : Canton d'Argovie, en collaboration avec e-dric.ch, Lausanne

Figure 3: Sediment deposition height (delta z) at the injection point after 33 days of intervention (10 hours of injection and 14 hours of pause every day) during a dry year followed by a one year flood event.

Study entrusted by : Canton of Aargau, in collaboration with e-dric.ch, Lausanne

Ingénieurs de projet : Giovanni De Cesare, Sebastian Schwindt

Project Engineers : Giovanni De Cesare, Sebastian Schwindt

### 1.2.3 **Surélévation de la prise d'eau de dotation du barrage de Livigno / Heightening of the ecological flow water intake of the Livigno Dam**

Le Spöl est le cours d'eau qui traverse le parc national suisse à l'aval du réservoir de Livigno, créé par le barrage de Punt dal Gall qui se trouve à cheval sur la frontière entre l'Italie et la Suisse dans les Grisons. Dans la nuit du 29 au 30 mars 2013, la dotation au barrage de Punt dal Gall est tombée hors service. Des très fortes concentrations en sédiment ont entraîné dans un premier temps le rejet de sédiments fins dans le Spöl et ensuite bouché la prise d'eau de dotation.

*The Spöl River runs through the Swiss National Park downstream of the Livigno reservoir created by the Punt dal Gall dam that is located on the border between Italy and Switzerland in Canton Grisons. In the night of March 29 to 30, 2013, the residual discharge intake of the Punt dal Gall dam was blocked. Very high concentrations of fine sediment have resulted in the release of fine sediments in the Spöl and subsequently blocked the residual discharge intake.*

L'étude 2013 du LCH avait comme objectifs l'analyse scientifique de l'évènement et des recommandations pour éviter un tel incident portant fortement atteinte à l'environnement dans un site protégé. Une des recommandations concernait la surélévation de la prise d'eau de dotation par rapport au niveau des sédiments au pied du barrage.

*The 2013 LCH study aimed the scientific analysis of the event and recommendations to prevent such an incident that affected strongly the environment in a protected area. Among other measures, the heightening of the reserved water intake with regard to the sediment deposit level at the dam toe is recommended.*

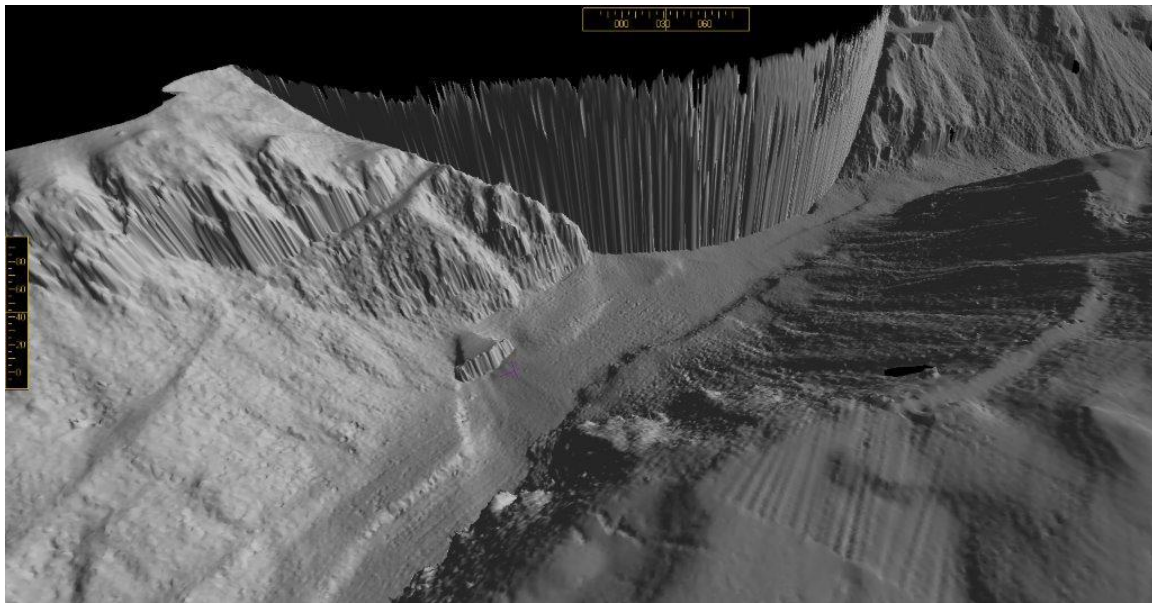


Figure 1 : Fond du réservoir de Livigno près du barrage Punt dal Gall, relevé bathymétrique multifaisceau.

Figure 1 : Bottom of the Livigno Reservoir close to the Punt dal Gall Dam, survey by multi-beam bathymetry.

L'étude de l'alluvionnement de la retenue depuis sa mise en eau en 1971 a permis d'estimer la future évolution du niveau des sédiments jusqu'en 2050. Un accroissement historique entre 8 et 25 cm par année est observé, avec un moyenne de 16 cm. Si dès lors on n'admet pas de changement dans l'apport en sédiment jusqu'au barrage, il s'avère nécessaire de surélever la prise d'eau de dotation d'au moins 8 m par rapport au niveau d'aujourd'hui en prenant les valeurs maxima observées.

*The study of the past reservoir sedimentation since its commissioning in 1971 allows estimating the future evolution of the sediment deposits level until 2050. A past increase between 8 and 25 cm per year with an average of 16 cm is observed. If no change in sediment yield down to the dam is assumed, it will be necessary to heighten the reserved water intake by at least 8 m with respect to the current level taking into account the observed maximum values.*

Etude confiée par : Engadiner Kraftwerke AG, Zernez

*Study entrusted by : Engadiner Kraftwerke AG, Zernez*

Ingénieur de projet : Giovanni De Cesare

*Project Engineer : Giovanni De Cesare*

#### **1.2.4 Pisciculture Valperca : Mesures de débit dans des bassins d'élevages de perches / Perch farm Valperca: Discharge measurements in perch growing tanks**

La société Valperca S.A. est implantée à Rarogne dans le Valais depuis 2009. Cette société utilise des eaux chaudes venant du tunnel de base du Lötschberg pour l'élevage de perches et la commercialisation de leurs filets. Les alevins arrivent à l'âge de 5 mois de la société Percitech à Charvornay VD. Celles-ci croissent pendant 7 mois pour atteindre leur poids adulte. En fonction de leur stade de développement, les poissons sont répartis dans des bassins de différentes tailles.

*Valperca S.A. is a company created in 2009 and located in Raron (Wallis). The Company uses the warm drainage water from the Lötschberg base tunnel to breed perches and commercialize perch-fillet. Young fish at the age of 5 months, coming from the Percitech Company in Chavornay VD, grow until their adult size during 7 months. During their growth process, the fishes are separated in ponds of different sizes in function of the development stage. A better understanding of the discharge supply in the different pond is needed to optimize the set-up.*



Contrairement à d'autres espèces de poisson, l'élevage de perches en pisciculture de manière intensive n'est pas courant. De ce fait, la société a demandé l'expertise du LCH afin d'optimiser différents paramètres hydrauliques de leurs installations. Cette étude vient compléter deux études in-situ réalisées par le LCH en 2013. Afin d'optimiser les installations en place, une meilleure connaissance de la distribution de débits dans les différents réservoirs est nécessaire.

La mesure de débit a été réalisée sur les conduites principales et secondaires en amont et aval de chaque bassin. La méthode utilisée est une méthode UVP (Figure 1) utilisant des ultrasons déterminant les valeurs du champ de vitesse en une section précise. Les différents champs de vitesse sont ensuite intégrés sur la section afin de déterminer la valeur du débit passant à travers la section. Plusieurs directions de mesures ont été testées pour quantifier l'influence de celle-ci sur le résultat (Figure 2).

Au final, la méthode UVP est assez appropriée pour déterminer le débit d'une eau oxygénée à travers une conduite en HDPE.

*Perch-farming is challenging as only few experiences exist, in contrast to other fish species. Consequently, Valperca solicited the LCH's expert opinion to improve some hydraulic parameters of their set up. This research completes two in-situ researches carried out by the LCH in 2013.*

*The discharge was measured on the main and the secondary pipes upstream and downstream of each pond. The used method is an UVP method (Figure 1) using ultrasound giving the velocity profile in a particular section. Then, these profiles are integrated over the section to determine the discharge flowing through the section. Different directions were tested to quantify the influence of these directions on the velocity profile results (Figure 2).*

*Finally, the UVP method is quite adapted to determine the discharge of an oxygenated water through a HDPE pipe.*



Figure 1 : Mesures de débits in-situ en utilisant le moniteur UVP Met-Flow.

*Figure 1 : One-site velocity profile measurement using the Met-flow UVP monitor.*

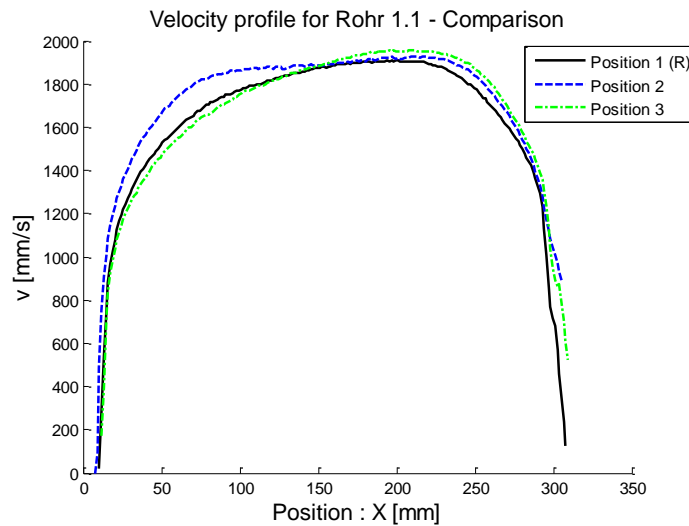


Figure 2 : Champs de vitesse.

Figure 2 : Velocity profile.

Etude confiée par : Valperca SA

Study entrusted by : Valperca SA

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

Project Engineers : Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare

### 1.2.5 **Rio Dam, USA, analyse numérique 3D de l'écoulement sur l'évacuateur de crue / Rio Dam, USA, 3D CFD analysis for spillway flow**

Rio Dam se trouve dans la ville de Forestburgh, New York, USA, sur la rivière Mongaup, un tributaire de la rivière Delaware. Le barrage est une combinaison d'une structure semi-arc et poids en béton et des digues en terre. Le barrage a une hauteur de 100 pieds et une longueur de 1500 pieds. L'évacuateur de crue est composé de 8 passes d'une largeur de 30 pieds séparées par des piliers en béton.

*Rio Dam is located in the Town of Forestburgh, New York, USA, on the Mongaup River, a tributary of the Delaware River. The Dam is a combination of a semi-arch concrete gravity structure and earthen embankments. The structure is approximately 100 feet high and 1500 feet long. The discharge facilities for the project consist of eight 30-foot wide spillway bays separated by concrete piers.*



Figure 1 : Photo de l'évacuateur de crue du Rio Dam.

Figure 1 : Picture of Rio Dam spillway.

En 2006, une étude hydrologique et hydraulique a été réalisée pour la rivière Mongaup, est établit une nouvelle crue de projet (IDF) pour le Rio Dam. Les buts de cette étude sont la détermination des caractéristiques d'écoulement sur le déversoir et le coursier du barrage pour la crue IDF modifiée et la crue centennale. Les résultats permettent de caractériser l'écoulement permettant la mise à jour l'analyse de stabilité du barrage et de déterminer si les murs mur bajoyer et le bassin amortisseur ont besoin de modifications.

La simulation numérique de l'écoulement par-dessus du Rio Dam a été réalisée avec le logiciel FLOW-3D (version 10.1) qui est développé par le Flow-Science Inc. Les débits, les lignes d'eau, les profondeurs d'écoulement, les pressures ainsi que les vitesses d'écoulements sont déterminés dans cette étude.

Certaines simulations ont été effectuées uniquement sur la passe centrale de l'évacuateur de crue afin de déterminer l'aération de l'écoulement sur le coursier. Les résultats de calcul ont permis de valider la courbe débit-hauteur théorique de l'évacuateur de crue.

*In 2006, a hydrologic and hydraulic study performed for the Mongaup River System established a new Inflow Design Flood (IDF) for Rio Dam. The objectives of this study are to determine the flow characteristics over Rio Dam's spillway and chute during the revised IDF and the 100-year flood. Results aim to provide accurate estimates of flow parameters to update the structural stability analysis for the dam and determine if the spillway training walls and the stilling basin require remedial actions.*

*The flow simulations for the Rio Dam are performed using the software FLOW-3D (version 10.1) developed by Flow Science Inc. In this study, flow rates, water surface elevations, flow depths, pressures, and depth-averaged velocities are computed.*

*Some simulations are performed on a central spillway slice only, in order to determine the flow aeration along the chute. The results of the calculation allowed validating the theoretical rating curve of the spillway.*

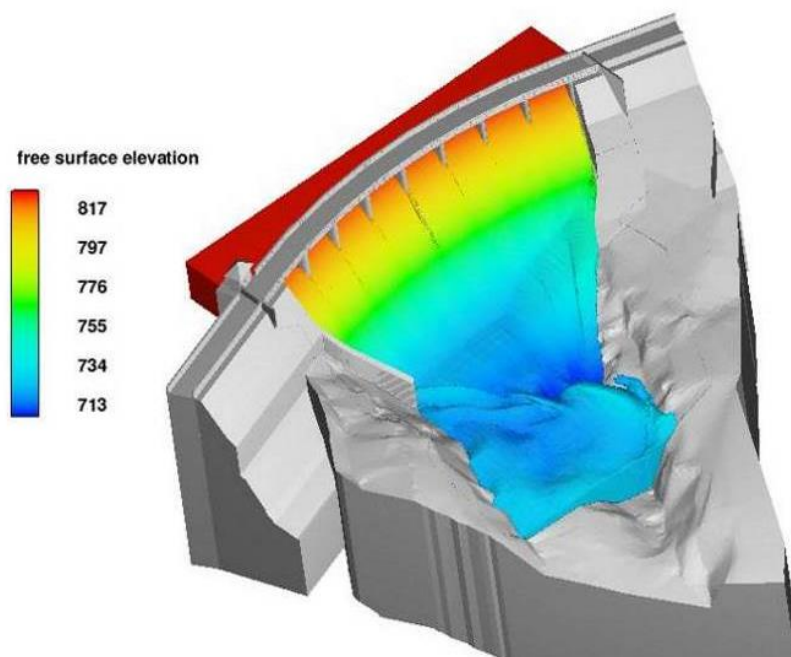


Figure 2 : Simulation numérique de la crue centennale sur l'évacuateur de crue, le coursier et le bassin amortisseur.

*Figure 2 : Numerical simulation of the 100-year flood over the spillway, chute and stilling basin.*

Etude confiée par : Paul C. Rizzo Associates, Inc., USA

*Study entrusted by : Paul C. Rizzo Associates, Inc., USA*

Ingénieurs de projet : Reyhaneh S. Ghazanfari, Giovanni De Cesare

*Project Engineers : Reyhaneh S. Ghazanfari, Giovanni De Cesare*

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

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

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

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

Le modèle physique présent au LCH a une échelle géométrique de 1:12 (Figure 1). L'étude expérimentale s'est achevée avec les tests de trois configurations de diaphragme pour dix géométries afin d'atteindre les coefficients de perte de charge défini par l'étude numérique transitoire. En effet, afin de limiter les effets de l'oscillation de masse suite à l'arrêt (ou redémarrage) des turbines, les coefficients de pertes de charges sont de 30 à la montée et de 46 à la descente des oscillations dans la chambre d'équilibre.

Au final, la modélisation physique a permis de déterminer et d'optimiser la géométrie définitive du diaphragme afin de garantir un fonctionnement adéquat de l'aménagement suite au renouvellement du groupe 3.

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

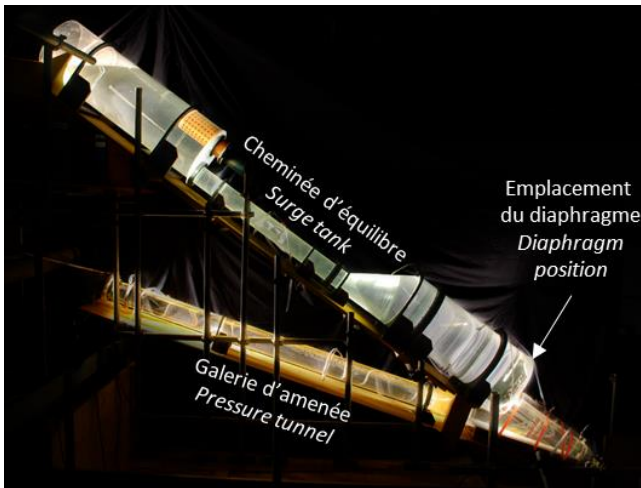
*The Gondo hydropower plant was commissioned in 1952 using two 18.5-MW-Pelton turbines. The head between the Sierra reservoir and the plant is around 470 m high. In the 80's a third Pelton turbine was commissioned and added a power of 8 MW. The project "Renouvellement du groupe 3" wants to replace the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

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

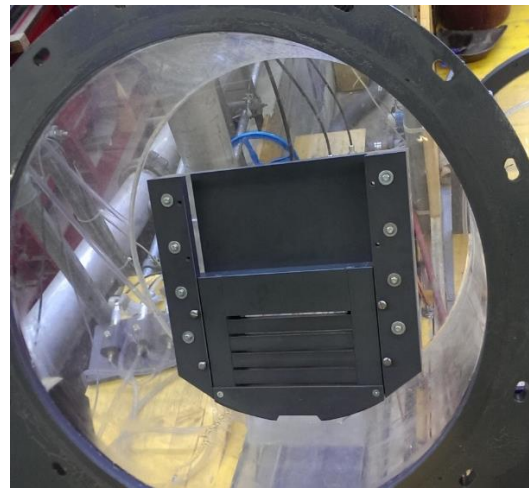
*The geometrical scale of the physical model built at the LCH is 1:12 (Figure 1). The experimental research has been completed with three different types of diaphragms for ten geometries to achieve the target head loss coefficients. These coefficient was defined by a transient numerical model provided by PVE. The main goal of the diaphragms is to limit the effects of the mass oscillation resulting of a turbine closure (or an opening). The target head loss coefficients are 30 for the level increase and 46 for the level decrease in the surge tank.*

*Finally, the physical model allows to determine and optimize the last diaphragm geometry. This design insures a suitable working of the plant after the discharge increase.*





(a)



(b)

Figure 1 : (a) Modèle physique réalisé par le LCH ; (b) Vue amont du diaphragme.

Figure 1 : (a) Physical model built by the LCH ; (b) Upstream view of the diaphragm.

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

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

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

Project Engineers : Nicolas J. Adam, Giovanni De Cesare

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

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

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

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

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



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

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

A présent, l'étape (1) est en cours. La bathymétrie historique a été testée et les résultats analysés. De même, la bathymétrie elliptique a été mise en place et la première série de test (1<sup>ère</sup> configuration des capteurs de pression) a été accomplie. Une fois la 2<sup>ème</sup> configuration achevée, des discussions auront lieu concernant la mise en place de mesures contre affouillement, ce qui formera l'étape principale et centrale de cette étude.

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

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

*At present, phase (1) is being carried out. The historical bathymetry was tested and the results analysed. Similarly the elliptical bathymetry was installed and the first series of tests (1<sup>st</sup> configuration of pressure sensors) completed. Once the 2<sup>nd</sup> configuration is completed, a discussion concerning the possible installation of the measure to prevent erosion will take place. This last phase represents the main part of the study.*



Figure 1 : Vue sur le modèle physique montrant le barrage de Chancy-Pougny avec les capteurs de pression au fond de la fosse ainsi que les sondes à ultrasons en position

*Figure 1 : View of the physical model, showing the dam with the pressure sensors at the bottom of the plunge pool and the US probes in their measuring position*

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

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

Collaboration: AquaVision Engineering Sàrl

*Collaboration: AquaVision Engineering Sàrl*

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

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

## 2 Enseignement / Teaching

### 2.1 Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2013/2014) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2013/2014)

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

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

---

Barrages et ouvrages hydrauliques annexes <i>Dams and appurtenant hydraulic structures</i> 58 étudiants / students	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> 66 étudiants / students	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> 89 étudiants / students	28 heures, Master 1 <sup>er</sup> semestre avec Prof. J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargés de cours
Organisation, économie et droit de la construction II <i>Organisation, économie, construction law II</i> 16 étudiants / students	28 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre Prof. J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargés de cours
UE : Environnement et GC <i>UE : Environment and GC</i> 57 étudiants / students	42 heures, Master 1 <sup>er</sup> et 3 <sup>ème</sup> semestres avec Prof. E. Gnansounou, Prof. E. Brühwiler et Prof. A.-G. Dumont

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

---

Ouvrages et aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 128 étudiants / students (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 <sup>ème</sup> semestre avec Dr G. De Cesare et Dr M. Franca
Systèmes hydrauliques urbains <i>Urban hydraulic systems</i> 40 étudiants / students	42 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i> 42 étudiants / students	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 <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 128 étudiants / students (GC/SIE)	70 heures, Bachelor 6 <sup>ème</sup> semestre avec Dr M. Pfister et Dr M. Franca
Réseaux hydrauliques et énergétiques <i>Hydraulic and energy networks</i> 31 étudiants / students	42 heures, Master 2 <sup>ème</sup> semestre avec Prof. M. Paolone

---

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

---

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

---

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

---

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

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

---

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

---

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

## **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*

Hydraulique I et II / *Hydraulics I and II* 84 heures  
Géomatique - Constructions et infrastructures, Bachelor HES 2/3<sup>èmes</sup> années  
15 étudiants / *students*

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

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

## **2.3 Projets et laboratoires en section génie civil – semestres d'hiver 2013-2014, de printemps 2014 / Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2013-2014, spring semester 2014**

---

Projet de construction / *Construction project*

---

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

Etudiants : Grand Charly, Ruetsch Virginie Caroline – 7<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Müller Damian Franziskus, Venetz Pascal – 9<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Mazzocchi Eugenio, Senn Jade – 9<sup>ème</sup> semestre

**Neubau Kraftwerk Hagneck**

Etudiant : Stadelmann Philipp – 9<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Favre Etienne, Kayser Guillaume – 8<sup>ème</sup> semestre

Laboratoire GC / GC Laboratories

---

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

Etudiants : Akry El Mehdi, Siwar Mohammed – 8<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiant : Aubri Alexandre – 10<sup>ème</sup> semestre

Projet de systèmes civils / *Civil system project*

---

**Analyse d'extension et optimisation des systèmes hydroélectriques complexes en Suisse (EKW en Engadine)**

Etudiants : Grosdidier-Boyer Guillaume, Eugster Stefan, Wiseman Camilla – 8<sup>ème</sup> semestre (Génie mécanique)

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

Etudiants : Ammann Jean Pascal, Frutiger Christof Oliver, Kannuna Saad, Favre Etienne, Baddour Soumaya – 7<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Feltz Nathalie, Ouabi Amina, Nicolet-Dit-Félix Johan – 9<sup>ème</sup> semestre

**Analyse d'un aménagement hydro-électrique KW Doppelpower**

Etudiant : Caroff Rémi – 9<sup>ème</sup> semestre

Projet GC / Civil Engineering project

---

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

Etudiants : Achich Aymen, Bienz Maxime Joël, Chamkhi Mourad, Fokri Saad, George-Molland Philippe, Masnada Anthony, Nicolle Armelle, Potterat Gilles, Foletti Andrea, Elloumi Ahmed, Hassan Aymane, Perrin Jean-Patrick, Ramqaj Fabrice, Lana Sabaté Guillem – 6<sup>ème</sup> semestre

**Mesure de compensation sur le Rhône à Kalkofen, Sierre**

Etudiant : Eggimann Arnaud – 6<sup>ème</sup> semestre

Projet interdisciplinaire / *Interdisciplinary project*

---

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

Etudiants : Jacot-Guillarmod Patrick Vincent, Lakshmanan Hugo, Piquéras Lise – 7<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiant : Favre Etienne – 7<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiant : Plaza Burger Roberto Andres – 8<sup>ème</sup> semestre

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

Etudiants : Feltz Nathalie, Meylan Stéphane Raymond – 9<sup>ème</sup> semestre

**Le canal Rhin du Rhone – une utopie?**

Etudiant : Carmalt William Gordon – 8<sup>ème</sup> semestre



## **2.4 Projets et laboratoires en section SIE – semestres d'hiver 2013-2014 / Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2013-2014**

Projet SIE / *Environmental science and engineering project*

---

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

Etudiante : Teschemacher Sonja – 9<sup>ème</sup> semestre

### **Evolution du parc des éoliennes ainsi que des panneaux solaires en Europe et la conséquence sur le besoin de l'énergie réglable**

Etudiante : Grumiaux Virginie – 9<sup>ème</sup> semestre

### **Establishment of hydraulic 2D models and performing of numerical simulations**

Etudiant : Rey Allan – 9<sup>ème</sup> semestre

### **Commune de Vionnaz - Dimensionnement d'une m-turbine**

Etudiante : Jourda de Vaux de Chabanolle Agnès, Ratouis Perrine – 7<sup>ème</sup> semestre

## **2.5 Travaux de Master 2013-2014 (Automne) et 2014 (Printemps) / Master thesis project 2013-2014 (Autumn) and 2014 (Spring)**

### **Design of steel-lined pressure tunnels and shafts considering the initial gap between the steel liner and surrounding materials**

Diplômante GC : Senn Jade (prix Stucky)

### **Essais des coups de bélier sur modèle physique réduit**

Diplômant GC : Mazzocchi Eugenio (prix IM 2014)

### **Aménagement hydroélectrique avec barrage-voûte en Honduras**

Diplômant GC : Adant Pierre-Yves

### **Study of venting process of turbidity currents through bottom outlets**

Erasmus GC : Iglesias Diego

### **Petite centrale hydroélectrique dans la vallée Justis (Justistal)**

Diplômant GC : Sehaqui Hamza

### **Etude hydrologique d'un bassin versant Suisse en vue d'une prévision de crues rares (100 ans) et extrêmes (1 000/10 000 ans) afin de pouvoir vérifier la sécurité des barrages**

Diplômante GC : Feltz Nathalie

### **Wave current interactions**

Diplômant GC : Cormon Théo (UBS Vancouver)

### **Restoration de la dynamique de transport solide à l'aval des barrages**

Diplômant GC : Maire Adrien

### **Aménagement du passage de Gibraltar pour la stabilisation du niveau de la Méditerranée**

Diplômant GC : Nguyen Ha-phong

### **Champs de densité des courants de densité salines**

Diplômant SIE : Theiler Quentin

### Numerical simulation of supercritical flow in junction manholes

Diplômant GC : Koestler Valentin Johannes

### Design of a vortex drop shaft

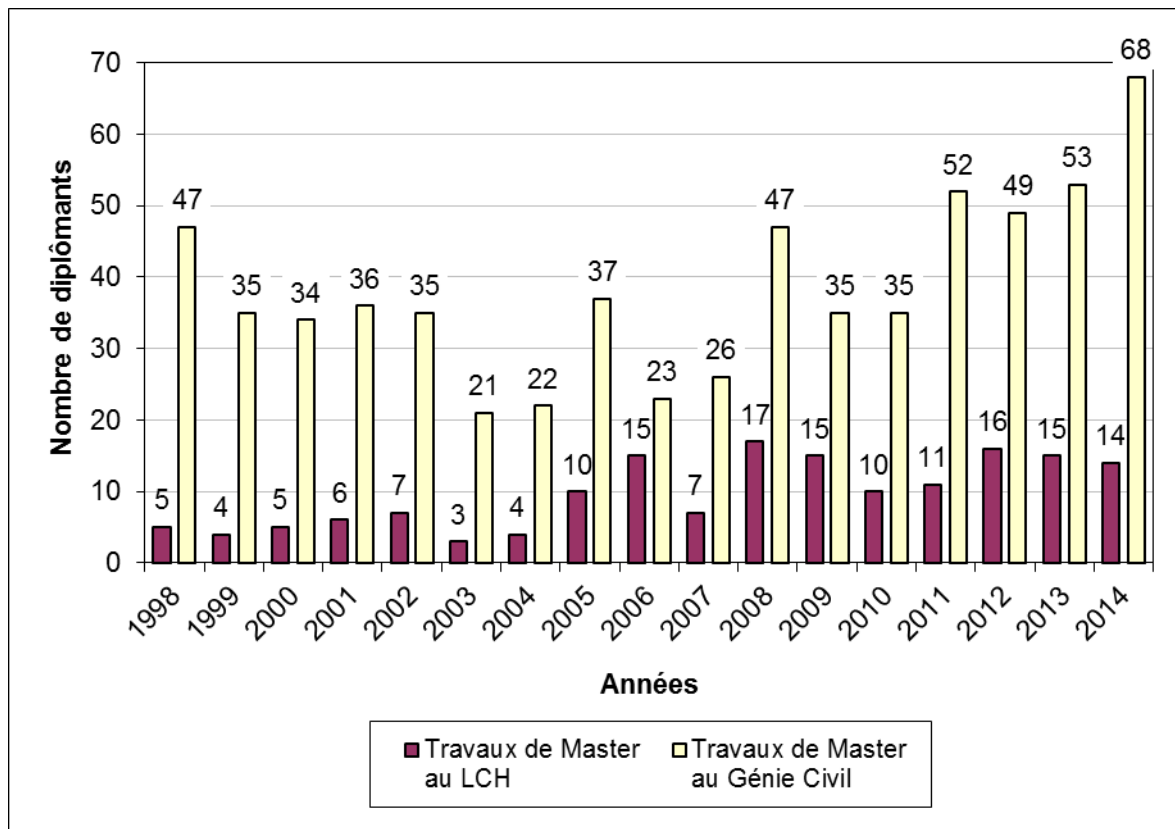
Diplômant GC : Dorthe David

### Sensitivity of labyrinth weirs regarding drift wood blockage

Diplômant GC : Venetz Pascal

### Flow features on stepped spillways

Diplômant GC : Caroff Rémi



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

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

### 2.6.1 *Visite de l'usine de potabilisation, Service des eaux, Lausanne, 17.03.2014*

Dans le cadre du cours Réseaux hydrauliques et énergétiques, Giovanni De Cesare a organisé une visite de l'Usine d'eau potable de Lutry. Sous un soleil brulant 22 étudiants Master et quelque collaborateur du LCH (Giovanni De Cesare, Davide Wüthrich et Irene Samora) se sont trouvés à l'entrée de l'usine pour commencer la visite. Les étudiants ont été divisés en deux groupes pour mieux suivre le processus d'alimentation en eau potable de Lausanne. Après une brève présentation sur le fonctionnement de l'usine, les étudiants ont eu la possibilité de visiter la salle de commande et interagir avec les personnes en charge du bon fonctionnement du réseau. La visite est terminée avec un tour dans l'usine qui a permis de voir en réalité les machines responsables de la pureté de l'eau du robinet. Avec ponctualité irréprochable à 15h15 tout le monde est reparti vers l'EPFL.



Usine de Lutry

### 2.6.2 *Visite de la mini-centrale St. Anne Energie à Grandvillard, 11.04.2014*

Le 10 avril 2014, une équipe d'une quinzaine d'étudiants se sont rendus avec leurs assistants, Sebastian Schwindt et Fränz Zeimet, à Grandvillard pour visiter la mini-centrale St. Anne Energie à Grandvillard. M. De Cesare et un de ses étudiants d'Yverdon ont également participé à la visite.

M. Jean-Daniel Falconnet, a accueilli le groupe à l'entrée du village pour les guider vers les différents éléments de la mini-centrale comprenant la prise d'eau, le dessableur (avec démonstration de la purge), la chambre d'équilibre ainsi que la centrale de production. Les étudiants ont pu adresser un grand nombre de questions intéressantes à l'ingénieur qui leur aident à réaliser leur projet de Bachelor.





Vue depuis l'aval de la prise d'eau avec évacuateur de crue.



Prise d'eau tyrolienne.



Retenue devant la prise d'eau (vue depuis l'amont).



Jet d'eau avec sable à la sortie du canal de purge du dessableur.

Le beau temps a permis de clore la visite avec un apéro devant la chambre d'équilibre avec une vue magnifique sur les Préalpes fribourgeoises.



Les participants devant la chambre d'équilibre



### **2.6.3 Visite du chantier et de la centrale hydroélectrique à Hagneck, 5.05.2014**

Lundi, 5 mai 2014, les étudiants des cours Master GC "Réseaux hydrauliques et énergétiques" et "Aménagements hydrauliques II" ont pu visiter le chantier du 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, renouvèlent actuellement l'ancien aménagement hydroélectrique de Hagneck pour plusieurs raisons, les principales sont: tirer un meilleur profit énergétique (production de + 35%), concevoir une intégration environnementale améliorées (échelle 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 fonction 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).



Vue depuis l'amont du chantier l'entrée des deux turbine après le bétonnage de l'usine

Le concept de base du projet de rénovation consiste en une nouvelle centrale hydroélectrique comportant deux turbines à bulbe. L'actuelle centrale se trouve sur la rive droite du canal et la nouvelle centrale sera située dans le canal de Hagneck. Toutefois une turbine actuelle continuera de fonctionner. Sur place, les visiteurs ont eu l'occasion de voir la fin de la deuxième étape de construction avec le bétonnage de la centrale. Les guides sur place nous ont fait découvrir le chantier et ses éléments clés. L'excursion s'est terminée avec la visite de l'ancienne usine, toujours en fonction. La nouvelle centrale devrait être mise en service fin 2015.



Elena Batisacco et Jessica Zordan sur le chantier



Vue depuis l'aval du chantier la sortie des deux turbines après le bétonnage de l'usine



Photo de groupe devant le chantier

#### 2.6.4 **Excursion au barrage Les Toules, 11.11.2014**

Dans le cadre du cours « Berrages et ouvrages annexes » donné par le Prof. Anton Schleiss au cycle master en génie civile, 38 étudiants ont visité le barrage Les Toules, récemment conforté en vue de sécurité en cas de tremblement de terre.





## 2.7 Livres / Books

Anton J. Schleiss et Henri Pougatsch

**Barrages - Du projet à la mise en service**, Traité de Génie Civil, Volume 17, PPUR, 720 pages, ISBN 978-2-88074-831-9, disponible aux Presses Polytechniques et Universitaires Romandes ([www.ppur.com](http://www.ppur.com))

Willi H. Hager et Anton J. Schleiss

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

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

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

S. Erpicum – F. Laugier – M. Pfister - M. Pirotton – G. M. Cicéro – A. J. Schleiss

**Labyrinth and Piano Key Weirs II – PKW 2013**, CRC Press, Boca Raton. ISBN 978-1-138-00085-8 (Hardback)

M. Pfister

**Hydraulique des canalisations**, Séminaire VSA/EPFL, EPFL, Lausanne, 2013

A. J. Schleiss, G. De Cesare, M. J. Franca and M. Pfister

**Proceedings of River Flow 2014**. CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, Leiden, The Netherlands, 978-1-138-02674-2, 2014.

A. J. Schleiss, G. De Cesare, M. J. Franca and M. Pfister

**Reservoir Sedimentation**. CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, Leiden, The Netherlands, 978-1-315-73691-4, 2014.

A. J. Schleiss, J. Speerli, R. Pfammatter

**Swiss Competences in River Engineering and Restoration**. CRC Press/Balkema, Taylor & Francis Group, Leiden, The Netherlands, 978-1-498-70443-4, 2014.

## 2.8 Polycopiés / Student course books

Schleiss Anton

**Aménagements hydrauliques**, 484 pages, septembre 2012  
disponible à la Librairie la Fontaine, vente des cours: [poly@llf.ch](mailto:poly@llf.ch), <http://www.livres.ch/>

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

Mouvet Laurent, Schleiss Anton et Zufferey Jean-Baptiste

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

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

#### **3.1 Participation à des manifestations scientifiques hors EPFL**

##### **3.1.1 1<sup>st</sup> Seditrans Winter School, UCL, Belgique, Louvain la Neuve, 11 - 15 mars 2014**

In the first months of the activity of the European project SEDITRANS, an intensive three-day winter school has been organized in UCL in Louvain-la-Neuve. Its main subject was turbulent flows, granular flows and sediment transport. The title of this winter school was: "Introduction to turbulence, granular motion and sediment transport in river and coastal flows". The lectures that were given by members of both academic and industrial partners of this project provide the young researchers with the opportunity to get an in-depth introduction to the overall objective of the program and their specific field of study. Further, this workshop offered them the opportunity to get acquainted with each other and meet the other partners and future collaborators. The participants were: Mário Franca, Sabine Chamoun and Jessica Zordan.

The first day the introduction of professor A. Dimas, the project coordinator (University of Patras), was followed by the presentations of the participating institutions. The other academic members of the project are: the host university, Université Catholique de Louvain, the University of Cyprus, the portuguese Instituto Superior Técnico, the University of Trieste and the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL). The private partners are: FUGRO Geoconsulting, Belgium; the National Laboratory of Civil Engineering (LNEC); Idrostudi Srl and STUCKY Ltd. During the afternoon a visit of the hydraulic laboratory of the UCL was organized. Then, during the following two days, the courses have taken place. Four courses entitled "Turbulent Flows", "Granular Flows", "Sediment Transport in River Flows" and "Sediment Transport in Coastal Flows".

These days have been a useful opportunity of meeting and confront among the participants at the project. The UCL was a perfect hosting and the apero organized on Thursday evening was a nice opportunity to spent great time together. Discussions were accompanied tasting good Belgian beers!

##### **3.1.2 3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, Porto, 14 - 16 avril 2014**

Du 14 au 16 avril 2014 s'est tenu le troisième congrès IAHR Europe. Le LCH a été représenté par le prof. Anton Schleiss, Mario Franca, Fränz Zeimetz et Alexandre Pachoud. Plusieurs de nos collègues IST-EPFL de Lisbonne étaient également présents, à savoir David Ferras, Mohammadjavad Ostad Mirza, Ana Margarida Ricardo et Sebastián Guillén, mais aussi de Grenoble avec Grégory Guyot.



La tour des Clercs



Le pont Don Luís I





Vue de la tour des Clercs vers le Rio Douro



Ribeira et Douro

Alexandre Pachoud et Fränz Zeimetz sont arrivés le samedi 12 avril au matin, afin de profiter du weekend pour visiter la ville. Sous un grand ciel bleu tout le weekend, le programme fut chargé avec beaucoup de marche, de la dégustation de Porto, de spécialités locales, mais également du vélo jusqu'à l'Océan Atlantique.



Une rue de Porto



La Francesinha (« petite française »)



Où sommes-nous?

Du lundi 14 au vendredi 16, place aux sessions de la conférence à FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto), où le LCH et l'IST ont été largement représentés. Parmi les découvertes proposées par le comité d'organisation, les participants ont pu apprécier la dégustation de Porto dans une cave sur les bords du Rio Douro. Corrado Gisonni, même hors session, ne put s'empêcher de faire un peu de science...



IST-LCH à la dégustation de Porto



Fränz Zeimetz et Ana Margarida Ricardo



David Ferràs



Le prof. Corrado Gisonni nous expliquant les écoulements biphases

### 3.1.3 **European Geoscience Union, General Assembly 2014, Vienne, Autriche, 27 avril - 2 mai 2014**

Mário Franca, Bettina Schaepli, Ramona Receanu, Mona Jafarnejad et Fränz Zeimetz ont participé à l'assemblée générale de l'EGU. Avec une participation totale de plus de 12'000 chercheurs, cette assemblée représente un événement majeur des géosciences et un lieu de rencontre important pour les chercheurs de ce domaine.

Deux présentations orales ont été tenues par Mário Franca et une par Bettina Schaepli. La première lors de la session «Morphodynamics of steep mountain channels » s'intitulant « Bedload fluctuations in a steep macro-rough channel » (auteurs: Tamara Ghilardi, Mário J. Franca, and Anton J. Schleiss). La deuxième dans la session « Time Series Analysis and Empirical Mode Decomposition in the Geosciences - Concepts, Methods and Applications » avec le titre « Detection and reconstruction of large scale flow structures in a river by means of empirical mode decomposition combined with Hilbert transform » (auteurs : Mário J Franca and Ulrich Lemmin). La troisième s'intitulait: « Understanding the relative role of hillslope processes and geomorphology in Alpine catchments »



Mona Jafarnejad , Ramona Receanu et Fränz Zeimetz devant le poster de Mona.



Mona Jafarnejad a su répondre aux nombreuses questions qui lui étaient posées sur son poster s'intitulant « Probabilistic evaluation of riprap failure under future uncertain flood conditions: the case study of river Kleine Emme (Switzerland)? ».

Fränz Zeimetz a présenté « The influence of spatial and temporal rainfall structure on the PMF for small alpine catchments » (auteurs: Ramona Receanu, Jacques A. Hertig et Anton J. Schleiss) dans la session « Hydrological extremes, from drought to flood ».

### 3.1.4 **Cours "Model building, inference and hypothesis testing in hydrology", Belvaux, Luxembourg, 5 - 9 mai 2014**

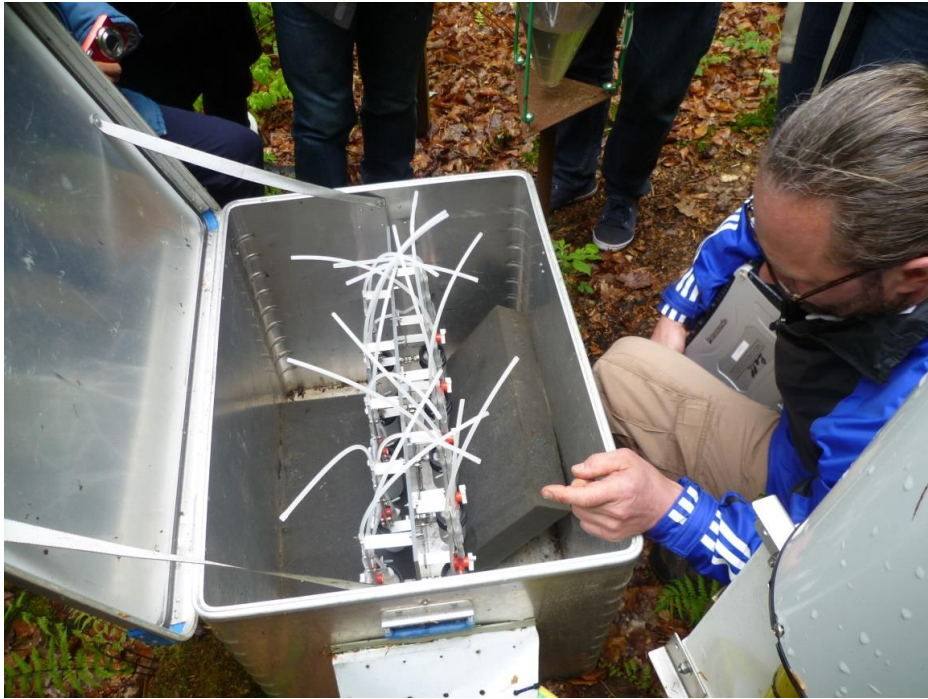
Fränz Zeimetz a participé au cours "Model building, inference and hypothesis testing in hydrology" donné au centre de recherche Gabriel Lippmann au Luxembourg. Ce cours visait l'estimation des incertitudes d'une simulation hydrologique par la méthode Bayésienne.



Installation pour les expériences in situ suivies par Keith Beven.

Après deux jours de cours théoriques et d'exercices, une visite de trois bassins versants, avec des caractéristiques très différentes dues à leur géologie variée, a suivi le troisième jour. Lors de cette visite, les installations de mesures de pluies, de vents, d'isotopes, contenues dans l'eau de pluie, ont été expliquées par le responsable de ces appareils de mesures. En plus, une installation pour des expériences in situ qui sert à analyser la percolation de l'eau à travers les différentes couches de sol a été expliquée.

Les doctorants de cette installation sont suivis par Prof. Keith Beven. Les deux derniers jours ont servi à la modélisation de ces trois bassins avec la définition de la complexité minimale nécessaire à estimer les débits mesurés et avec l'estimation des incertitudes selon les méthodes exposées auparavant. Le cours était clôturé par la remise des certificats de participation.



Pluviomètre avec échantillonnage des eaux de pluies au cours du temps.

### 3.1.5 **82<sup>nd</sup> Annual Meeting of international Commission of Large Dams (ICOLD), Bali, Indonesia, 1 - 6 juin 2014**

Comme vice-président de l'ICOLD ainsi que membre du comité technique "Hydraulique des barrages" M. Schleiss a participé à la réunion annuelle de la commission internationale des grands barrages. Organisée dans un endroit touristique très connu, la réunion a été un très grand succès du point de vue de l'organisation et de l'accueil des 1500 participants dont environ 600 qui venaient de l'Indonésie. En parallèle des workshops, un symposium a été organisé sur le thème "Dams in global environmental challenges".



Séance du bureau ICOLD avec les présidents des comités techniques



### **3.1.6 *Simhydro 2014, Nice France, 11 - 13 June 2014***

Following the two SimHydro conferences, which were focused upon uncertainties and coupling in hydroinformatics and fluid modeling in 2010 and on the new frontiers of simulation in 2012, the purpose of SimHydro 2014 is to focus the debate on the modeling and simulation of fast hydraulic transients, on 3D modeling, on uncertainties and multiphase flows.

The SimHydro 2014 conference is jointly organized by the Société Hydrotechnique de France (SHF), the University of Nice-Sophia Antipolis (UNSa), the International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR) and the Association Française de Mécanique (AFM). The conference is co-sponsored by the Environmental & Water resources institute of American Society of Civil Engineers (ASCE-EWRI).

The conference was held at Polytech Nice Sophia (School of Engineering) in Sophia Antipolis technopark near Nice on the French riviera. The first two edition had French and English as official language, the 2014 edition only English.

After Prof. Van-Thanh-Van Nguyen from McGill University, Canada who talked about the "Approach to downscaling of daily rainfall process at ungauged sites", Giovanni De Cesare hold the second opening Keynote lecture entitled: "Potential, limits and perspectives of physical and numerical modelling".

### **3.1.7 *Internationales Symposium 2014, Wasser- und Flussbau im Alpenraum, ETH Zürich, Zürich, 25 - 27 juin 2014***

Cette manifestation traditionnelle est organisée tous les deux ans par les laboratoires hydrauliques de l'Université technique de Munich (TUM), de Graz et de l'ETH Zurich. Cette année, c'était le tour de la VAW - ETH Zurich. Plus de 200 personnes ont participé à ce symposium qui a été merveilleusement bien organisé. M. Schleiss a donné une conférence sur le sujet "Hydraulische Bemessung des Klaviertastenwehrs" (auteurs M. Pfister et A. Schleiss).

En plus, il a été président d'une session sur la force hydraulique. Les participants ont pu admirer la nouvelle halle hydraulique avec d'excellentes démonstrations sur modèles, suivi d'un barbecue mercredi soir.

Les proceedings sont disponible sous : VAW Mitteilungen Nr. 227 et 228

### **3.1.8 *5<sup>th</sup> International Symposium on Hydraulic Structures, Australie, Brisbane, 25 - 27 juin 2014***

Du 25 au 27 juin 2014 la 5eme édition du ISHS (IAHR International Symposium on Hydraulic Structures) a eu lieu à Brisbane, en Australie. La conférence a été organisée et hébergée par l'Université du Queensland (UQ). Le LCH a été représenté par Michael Pfister et Davide Wüthrich. Pour s'habituer au décalage horaire Davide et Michael sont arrivés avec un jour d'avance et après une visite détaillée du nouveau laboratoire d'hydraulique de l'Université du Queensland par le Prof. Chanson ils ont profité du reste de la journée pour visiter Brisbane.



Brisbane Skyline depuis South Bank



Riverside Skyline



Kings George Square



University of Queensland (UQ)



Costums House



History Bridge de nuit

Pendant la première journée de la conférence Michael a présenté l'article « Air concentration distribution in deflector-jets » et il a dirigé la séance « Energy dissipation structures ». Le jour suivant Davide a présenté l'article « Air entrainment and energy dissipation on gabion stepped weirs ». La deuxième journée s'est conclue avec la diner de gala à la Costums House, avec une superbe vue sur le History Bridge et sur le skyline de Riverside de nuit.

La troisième journée du symposium était dédiée à la découverte des principales structures hydrauliques dans la région de Brisbane (QLD), y inclus le barrage à double voûte de Moogerah, le barrage en RCC de Wyaralong et le Hinze Dam qui fournit l'eau à toute la Gold Coast.



Moogerah Dam



Wyaralong Dam



Hinze Dam

### 3.1.9 **5<sup>th</sup> Workshop IJREWHS, Université de Liège, Belgique, 28 - 30 août 2014**

Du 28 au 30 Août 2014 se tenait le 5<sup>ème</sup> Workshop pour jeunes chercheurs et ingénieurs en structures hydrauliques. Deux doctorants du LCH, Mohammadjavad Ostad Mirza et Nicolas Adam. Ce workshop permettait de pouvoir présenté ses recherches devant des chercheurs seniors et junior dans un cadre moins formelle qu'une conférence. Toutefois, chaque présentation recevait d'excellents feedbacks de la part de chercheurs expérimentés. La dernière journée nous a permis de visiter quelques ouvrages hydrauliques de l'est de la Belgique.



Tout le groupe du 5ème IJREWHS



« Stepped spillway » du Barrage d'Eupen





Vue du barrage de La Gilleppe, avec son lion regardant vers l'ancienne Prusse pour tenter de l'intimider.



Mohammad proposant à Cédric une nouvelle fonction pour le pont roulant de la Halle.



Centrale hydroélectrique de Bévercé avec sa conduite forcée et sa chemine d'équilibre.



### 3.1.10 **9<sup>th</sup> International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering - 9<sup>th</sup> ISUD, Strasbourg, 27 - 29 août 2014**

Du 27 au 29 août 2014, à Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg (ENGEES), France.

Dans la série de conférences ISUD, dont la troisième édition a eu lieu à Lausanne organisée par le LCH en 2002, la neuvième édition était organisée par la société Ubertone ([www.ubertone.com](http://www.ubertone.com)), fabricant de profileurs ultrason à effet Doppler et le Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie (ICube, [icube.unistra.fr](http://icube.unistra.fr)) de l'université de Strasbourg.

Giovanni De Cesare (membre du comité scientifique et du jury pour le *Student Paper Award*) a participé et présenté l'article suivant:

- Pachoud, A.J. and De Cesare, G. (2014). *Flow field UVP measurements of a Y-shape outlet structure*, Proc. of the ninth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, ed. Fischer, S. et al., 9th ISUD, ISBN: 978-2-9549783-0-7, August 27-29, 2014, Strasbourg, France, pp. 61-64

Giovanni De Cesare a également assuré la modération de la session d'ouverture "Environmental flow 1" mercredi matin. Les articles publiés de tous les conférences ISUD se trouvent sous: [www.isud-conference.org](http://www.isud-conference.org).

Pour la partie sociale, mercredi les participants ont pu naviguer sur les canaux de Strasbourg et à travers de deux écluses en bateau mouche, autour de la vieille ville jusqu'au quartier des Institutions Européennes, suivi de la réunion et dîner du comité scientifique. Les participants avaient la chance de pouvoir assister à l'illumination de la façade de la cathédrale, spectacle impressionnant, accompagné de musique intitulé "les transfigurations de Notre Dame".

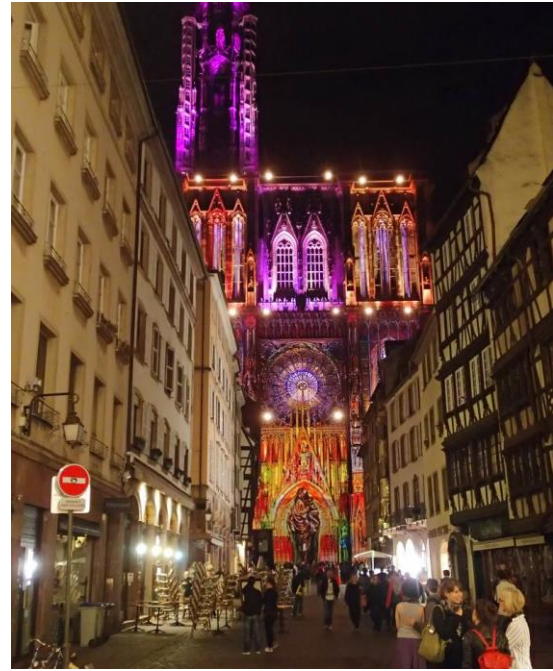
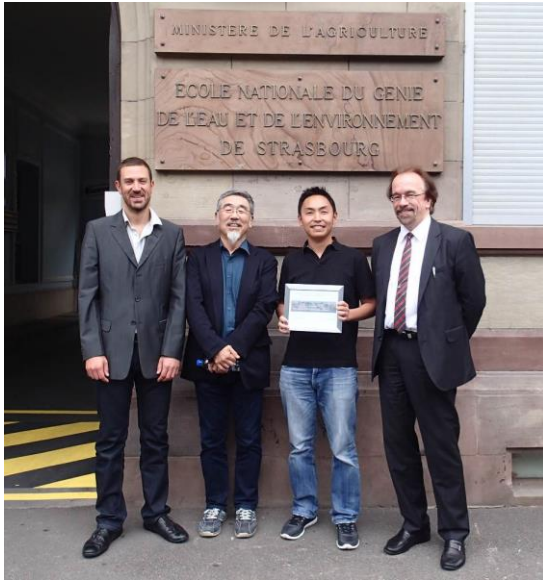
Le Gala dîner a eu lieu jeudi soir au cœur de la vieille ville à côté de la cathédrale dans l'historique Maison Kammerzell, datant de 1427. La soirée a été animée par un duo de jazz pendant que les participants dégustaient des spécialités Alsaciennes. Le symposium s'est terminé vendredi après-midi par la visite du Laboratoire de l'institut de mécanique des fluides et des solides (IMFS), dépendant à la fois du centre national de la recherche scientifique (CNRS) et de l'Université de Strasbourg. L'*ISUD Ubertone Student Paper Award* a été décerné à César Yutaka Ofuchi de la Graduate School of Electrical and Computer Engineering (CPGEI), Federal University of Technology - Paraná (UTFPR) à Curitiba au Brésil pour son article et présentation "Extended Autocorrelation Velocity Estimator Applied to Fluid Engineering".

La prochaine édition du Symposium, le 10<sup>th</sup> ISUD qui fêtera en même temps le 10<sup>ème</sup> anniversaire et les 20 ans de cette série aura lieu au Tokyo Institute of Technology (TIT) à Tokyo au Japon en août 2016.



Tour de la vieille ville de Strasbourg en bateau mouche





Le lauréat de l'ISUD Ubertone Student Paper Award, César Yutaka Ofuchi du Brésil encadré par (de gauche à droite), Stéphane Fischer de Ubertone (organisateur de l'ISUD 9), Yasushi Takeda (fondateur d'ISUD) et Erich Windhab de l'ETH Zürich (président du comité scientifique) Illumination de la façade de la cathédrale, accompagné de musique intitulé "les transfigurations de Notre Dame" (Impressionnant)



Photo de groupe

**3.1.11 Symposium et 103<sup>ème</sup> assemblée générale de l'ASAE (SWV) «Aménagement des eaux entre étiage et crues », Chillon, Veytaux (VD), 11 - 12 septembre 2014**



Le Château de Chillon

Prof. Schleiss comme membre du bureau et comité ainsi que M. De Cesare ont participé à cet symposium et assemblée générale qui a attiré environs 120 personnes.

**3.1.12 SCCER-SoE Annual Conference 2014 “Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production in Switzerland, ETH Zurich, 30 septembre 2014**

Environs 80 personnes ont participé à cette première conférence annuelle chez « Swiss Competence Centers for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE) ». Prof. Schleiss a donné une présentation intitulé « Hydropower challenges in Switzerland and SCCER-SoE, 10 years R&D roadmap ».

**3.1.13 LATLAS : Détermination des hauteurs des vagues et présentation de l'atlas dédié pour la gestion des rives lacustres, Hôtel Alfa Palmier, Lausanne, 1<sup>er</sup> octobre 2014**



Cette conférence organisée par e-dric.ch ingénieurs conseils, avec le soutien de l'Office fédéral de l'environnement, a attiré environs 60 personnes. Pour le LCH, étaient à l'affiche les présentations suivantes :

- Prof. A. Schleiss : Ports flottants pour réduire les pressions sur les rives lacustres ;
- G. De Cesare : Génie biologique et protection des rives.



### 3.1.14 **Conférence «Evolutions morphologiques des systèmes fluviaux, côtiers et estuariens», Nantes, 6 - 7 octobre 2014**

Du 6 au 7 octobre 2014 a eu lieu à Nantes (France) la conférence intitulée «Evolutions morphologiques des systèmes fluviaux, côtiers et estuariens». La doctorante Elena Battisacco a été représentante pour le LCH.

La société SHF a accueilli la conférence dans le pôle universitaire de Nantes. Le premier jour, des nombreuses présentations sur l'évolution et la modification des estuaires et côtes marines ont été programmées. À la fin de la journée, nous avons été remerciés pour l'attention prêtée aux différentes présentations par un joli apéro. Le deuxième jour, les présentations ont été focalisées sur les rivières et leur morphologie et l'évolution des formes de lit. La plus part des participantes ont présentés des « field studies » réalisés en France, mais ne sont pas manqués des études accomplies par simulations numérique sur des cas en Allemagne et Corée.



Gauche, Château des ducs de Bretagne. Droite, Église Sainte-Croix de Nantes

Le comité d'organisation a réservé aussi une heure pour une discussion ouverte sur les thèmes « simulations numériques vs model réduites » et sur le besoin de développer des nouveaux procédures pour évaluer le transport solide. Enfin, avant rentrer à Lausanne, on ne s'est pas privé de trouver le temps pour visiter une très jolie ville comme Nantes ...



Gauche, Cathédrale Saint Pierre et Saint Paul. Droite, Basilique Saint Nicolas

### 3.1.15 **Hydro 2014, Cernobbio, Italie, 13 - 15 octobre 2014**

Du 13 au 15 octobre 2014 la conférence HYDRO 2014 a eu lieu à Cernobbio, en Italie, sur les beaux rivages du lac de Como. La conférence a été organisée par *The International Journal of Hydropower and Dams* et le thème principale était « *Building on recent development progress* ». La conférence s'est tenue à Villa Erba, une jolie maison sur le lac de Como.



Villa Erba

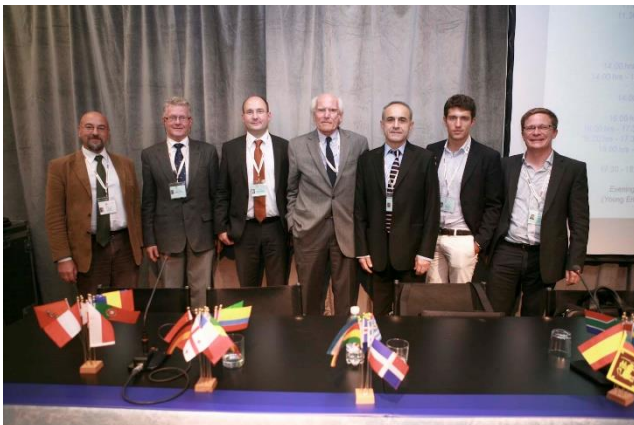


Vue sur le lac de Como



Villa Erba Exhibition Hall

Le LCH a été représenté par Davide Wüthrich qui a présenté l'article *Dam-Break Analysis for Serra degli Ulivi Dam* pendant la séance *Dams and Powerplant Safety*, présidée par Dr H. Kreuzer. Pendant les 3 jours de conférence, entre une présentation et un apéro, les participants ont eu la possibilité de discuter et apprécier les spécialités de la région. Une soirée bowling a été organisée pour les jeunes ingénieurs et Davide a gagné le premier prix pour le meilleur résultat. L'évènement a été conclu par une soirée de Gala.



Speakers pour la séance *Dams and powerplant safety*



Soirée Bowling pour les jeunes ingénieurs

### 3.1.16 **Contaminated Site Management in Europe (CSME – 2014), Brussels, Belgium, 20 - 22 October 2014**

Mário Franca participated in the joint workshop on Contaminated Site Management in Europe (CSME-2014) and Sustainable Approaches to Remediation of Contaminated Land in Europe (SARCLE-2014), held in Brussels between 20th and 22nd October 2014. The general theme of the workshop was Toward Sustainable Management of Soil, Sediment and Water, and the invited presentation by Mário was on "Mechanics of sediment transport". In these, a general context and brief notions on the basics of transport of sediments were given, followed by the presentation of a couple of examples pertaining to problems with contaminates soils (a case study of a tailings dams accident) and to interaction between the hyporreic region and the outer flow (a laboratory study on the impact of sediment transport on the dissolved oxygen vertical distribution). The content of the presentation was adapted to make it relevant to researchers and engineers working on contaminated soils, and in an attempt to make a bridge between their concerns and disciplines keener to fluvial hydraulics. In the workshop participated about 100 participants, mainly from Europe, Canada and USA.



### **3.1.17 First year STREST Workshop “Protection of critical infrastructures against natural hazards and cascading effect: STREST approach and synergies between FP7 projects”, Ispra, Italy, 29 - 31 October 2014**

Prof. Schleiss et José Pedro Matos ont participé à cet atelier qui a réuni environ 70 personnes. José Pedro Matos a fait deux présentations :

- Hazard cascades et dams (30.10.14) ;
- Large dams in Switzerland (31.10.14).

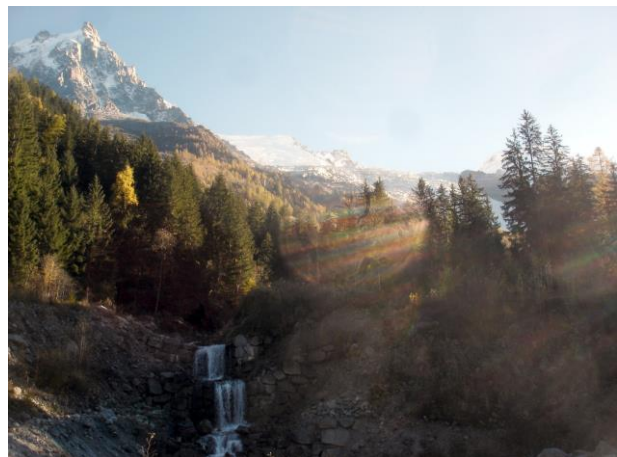
### **3.1.18 Irstea, Séance de coordination, France / Grenoble, 30 - 31 octobre 2014**

Après une rencontre prolifique pendant la conférence Riverflow, Mário Franca et Sebastian Schwindt ont rendu visite au laboratoire hydraulique de l'irstea (Institut nationale de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture) à Grenoble le 30 et 31 octobre. Le but de la discussion avec leurs homologues français, notamment Guillaume Piton (PhD) et Alain Recking (chercheur, HDR) était premièrement la coordination de la recherche autour des barrages filtrants. En particulier on a défini les liaisons entre les projets de recherche et on a clarifié l'essentiel de recherches respectives, c.-à-d. l'analyse des processus du transport solide dans les plages de dépôts en amont des barrages filtrant qui est l'objectif de Guillaume Piton et l'optimisation des barrages filtrants eux-mêmes qui est l'objectif de Sebastian Schwindt.

Le programme du 30 octobre contenait une discussion détaillée le matin et le début de l'après-midi suivie par une visite de terrain du Manival, un ruisseau de montagne avec du charriage important où se situent plusieurs types de pièges à graviers et stations de mesures installées par l'irstea. Après le départ de Mário Franca pendant la soirée du 30 octobre, la deuxième journée (31 octobre) était dédiée aux visites et à la levée de mesures de plusieurs barrages filtrants en Savoie et Haute-Savoie, tout accompagné par des discussions vivantes.



*Barrage filtrant dans le Manival (Isère, France)*



*Cascade d'aménagements des cours d'eau au pied du Mont Blanc (Haute-Savoie, France)*

Cette réunion aboutit en une coopération en termes de partage de données ainsi que la production d'un résumé synthétisant les résultats des recherches respectives. En suivant ces buts, on se réjouit d'accueillir l'équipe de l'irstea pour la prochaine réunion au LCH.

### **3.1.19 *Atelier pratique – Dialogue entre recherche, administration et terrain – Présentation et discussion des outils d'aide à la décision et de mise en œuvre du PNR 61 « Gestion durable de l'eau », Soleure, Suisse, 5 novembre 2014***

Prof. Schleiss a participé à cet atelier avec une présentation au poster “NELAK: rapport de recherché, cartes et simulations sur la formation de nouveau lacs en haute montagne”.

### **3.1.20 *R+R Kolloquium « Projektstrukturen und –gestaltung », Basel, 6 novembre 2014***

Prof. Schleiss a été invité pour donner une conférence intitulée “Erfolg von Mehrzweckprojekten in der Wasserkraft dank gesamtheitlichem Projektierungsansatz » (Réussite des projets à buts multiples dans le domaine des forces hydrauliques grâce à une approche intégrale). L'événement a été organisé par R+R Burger und Partner – Ingenieure und Ökonomen. Une présentation concernant la gestion des grands projets d'infrastructures a été faite devant un public de 70 personnes responsables dans ce domaine.

### **3.1.21 *African Dams Project Database. Round of stakeholder meetings for project inception in Zambia, Zimbabwe and Mozambique, 2 - 19 November 2014.***

Having participated in the Swiss African Dams Project (ADAPT 2009-2013, [www.cces.ethz.ch/projects/nature/adapt](http://www.cces.ethz.ch/projects/nature/adapt)), the LCH developed a hydrological online database ([zambezi.epfl.ch](http://zambezi.epfl.ch)) and a performing hydrological model of the Zambezi River Basin in Africa.

With ADAPT having come to an end, additional funding has been granted for the continued collection of data, development and operationalization of the database. The LCH will take a major part in these efforts.



*Victoria Falls (view from Livingstone Island to the North during the low flow season).*



*Inspection of the Devil's pool, at the edge of the 107 m waterfall, Victoria Falls.*

In November a round of meetings with key stakeholders took place in three of the riparian countries. Zambia, Zimbabwe, and Mozambique. Goals were to present the project, identify synergies, seed future partnerships and clarify areas of interest to local development.

In Zimbabwe, contacts were accomplished with the Zambezi Watercourse Commission (ZAMCOM), the Southern African Research and Documentation Centre (SARDC), and the University of Zimbabwe (UZIM).

In Mozambique, the first ADAPT-DB workshop, organized in partnership with the local Eduardo Mondlane University (EMU), took place in the 18th of November. The workshop counted with the attendance and contributions from the Hidroeléctrica de Cahora Bassa (HCB, managing the Cahora Bassa dam), ARA-Zambeze (state entity managing the Mozambican part of the Zambezi Basin), the Direcção Nacional de Águas (DNA, the Mozambican Department of Water Affairs), the Instituto



*ADAPT-DB workshop hosted in Hotel Moçambicano (18th November, Maputo, Mozambique).*

Nacional de Meteorologia (INAM, National Institute of Meteorology), the Instituto Nacional de Irrigação (INIR, National Institute of Irrigation), and the World Wildlife Fund.

Overall, the three week-long trip raised the awareness of local stakeholders to the project and paved the way for the establishment of partnerships for the future deployment and operationalization of the database locally.



*The Kafue River, one of the main tributaries of the Zambezi, near Kafue, Zambia.*

### **3.1.22 Journée d'étude Force hydraulique 2014, Olten, 19 novembre 2014**

Sur l'initiative de la commission Hydrosuisse de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux (ASAE), la journée d'étude a pour objectif de faciliter les échanges en matière de développements techniques actuels liés à l'utilisation de l'énergie hydraulique. Ce symposium était couronné de succès avec plus de 170 participants.

Le symposium est destiné en particulier aux ingénieurs et aux spécialistes des exploitations hydrauliques, des bureaux d'études et des fournisseurs d'équipement.

Giovanni De Cesare a fait une présentation intitulée : "Les causes de l'accident au réservoir de Punt dal Gall et connaissances acquises pour les opérateurs". Cette présentation résume l'étude réalisée au LCH suite à l'accident survenu sur la centrale de dotation et vidange de fond en mars 2013 qui a eu des graves conséquences écologiques sur le cours d'eau aval, le Spöl qui traverse le Parc National Suisse.

Toutes les présentations en français et allemand peuvent être téléchargées sur [www.swv.ch/Tagung-Wasserkraft-2014](http://www.swv.ch/Tagung-Wasserkraft-2014).



### **3.1.23 *Basel Conference on IWRM for Participants of Central Asian Countries, Basel, 24 - 26 novembre 2014***

Government officials and parliamentarians from Kazakhstan, Kirghizstan, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan as well as IFAS representatives participated at this conference organised by the Federal Department of foreign Affairs and Swiss Agency for Development and Cooperation. Prof. Schleiss was invited to give a conference entitled "Worldwide role of Hydropower in sustainable multipurpose development, on-going research initiatives in Switzerland".

### **3.1.24 *Colloque PK-Weirs à Samognat, France, 3 décembre 2014***

Dans la série des réunions précédentes, le colloque de l'an 2014 sur les Piano Key Weirs (PKWs) s'est déroulé à Samognat, France, le 3 décembre 2011.

Etaient présents :

- EDF
- VN COLD
- Hydrocoop
- l'Université de Liège
- Utah State University
- l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, représentée par M. Pfister

Les participants se sont échangés sur les nouveaux projets de PKW, sur les expériences avec des PKWs construits et opérationnels en France et au Vietnam, ainsi que sur des questions particulières comme l'effet des corps flottants sur la débitance des PKWs. En plus, l'organisation et le contenu d'un troisième workshop sur les « Labyrinth and PK Weirs » début 2016 au Vietnam ont été discutés. Finalement, le groupe des participants a visité le chantier du PKW Charmines, dont la construction sera achevée bientôt.



Barrage de Charmines en France avec PKW



### **3.1.25 Fall Meeting of the American Geophysical Union 2014, San Francisco, 15 – 19 December 2014**

Mário Franca participated in the Fall Meeting of the American Geophysical Union, held in San Francisco between 15 and 19 September, where he presented two abstracts in the form of poster, both on the thematic of mechanisms of sediment transport. One presented preliminary results by Elena Battisacco on her experimental work on the replenishment of sediments technique: *Preliminary Experimental Results on the Technique of Artificial River Replenishment to Mitigate Sediment Loss Downstream Dams*, presented at the session Advances in Research on Fluvial Sediment Regimes: Processes and Management. A second was on a collaborative research which involves Marwan Hassan from the University of British Columbia, Mustafa Altınakar from the University of Mississippi and Zhaosong Qu presently head of the engineering company SINFOTEK in Beijing: *Gravel Particles Entrainment and Deposition under Unsteady Flow Conditions*, presented at the session Particle tracing in geomorphology. The Fall Meeting had nearly 24 000 participants, mainly from USA, Canada and Europe.

### **3.2 Organisation of the 1<sup>st</sup> Plenary Meeting of the Wasserbau und Ökologie, Lausanne, EPFL, LCH, 11 mars 2014**

On 11th March 2014, LCH hosted the first Wasserbau und Ökologie plenary meeting. First, Dr. Mário J. Franca, the meeting coordinator from LCH-EPFL, welcomed the participants. In the second part of the meeting, Dr. Scheidegger from WSL, outlined the organization and a review of the history of the project. Dr. David Vetsch from VAW-ETHZ, then, explained the typical study fields. After that, delegations of four organizations, namely, VAW-ETHZ, EAWAG, BAFU, LCH-EPFL and WSL, made short statements on the status and the development of their heading projects and discussed and exchanged their experience with other members. A brief discussion was held on the different important aspects of these regular meetings. Finally, the meeting was finished by a group-visit of the Laboratory of the Hydraulic Constructions.

### **3.3 Organisation of River Flow 2014 – 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics – EPFL, Lausanne, Switzerland, 2 - 5 September 2014**

#### **3.3.1 Introduction (based on welcome address of Prof. Schleiss)**

*Nature is not to be trifled with, it is always true, always earnest, always severe; it is always right, and the faults and errors are always those of man (Goethe).*

Hydraulic engineers responsible for the planning of river training and restoration works should bear in mind this quotation. Reliable and sustainable protection against floods is only assured by hydraulic structures that preserve the natural character of a watercourse. Accordingly, modern river engineering must take a river's natural forces and behaviour into account. For example, attempts to straighten a meander that has developed naturally may be dangerous: in extreme flood conditions, if not earlier, the apparently tamed river will recall and reoccupy the space to which it is entitled.

*The world is like a river, running along in its bed, this way and that, forming sandbanks by chance and then being forced by these to take a different course. Whereas this all proceeds smoothly and easily and gradually, the river engineers have great difficulties when they seek to counteract this natural behaviour (Goethe).*

Goethe recognized that the dynamics of a river can only be influenced up to a limited extent by channel modifications and rigid river training works. The term “dynamics” refers to variations in hydromorphology over space and time due to floods combined with sediment transport. These processes regularly lead to the destruction of habitats, especially in riparian areas, and the creation

of space for new habitats. Dynamic watercourses require a considerable amount of space. For example, naturally meandering rivers may migrate laterally within a belt of roughly five to six times the width of the channel bed. In the valleys of the Alps and Pre-Alps, rivers originally required the entire valley floor.

Today's challenge for river scientists and engineers, in close collaboration with environmental and ecological experts, is to restore the channelized river under the constraints of high urbanization and limited space. The behaviour of river systems is a result of the complex interaction between flow, sediments, morphology and biota. Furthermore, rivers are often used as a source for water supply and energy production as well as a waterway for transportation.

During the 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics (River Flow 2014) at École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland, scientists and professionals from all over the world addressed these challenges and exchanged their knowledge regarding fluvial hydraulics and river morphology.

### 3.3.2 Summary and key numbers

River Flow 2014 was held at EPFL, Lausanne, Switzerland, from September 2-5, 2014. The event followed a successful biannual series of River Flow Conferences, formerly held in Louvain-la-Neuve (Belgium) 2002, Naples (Italy) 2004, Lisbon (Portugal) 2006, Çeşme-İzmir (Turkey) 2008, Braunschweig (Germany) 2010, and San José (Costa Rica) 2012.

The event included, besides the traditional International Conference on Fluvial Hydraulics, also a Special Session on *Reservoir Sedimentation* and a Special Session on *Swiss Competences in River Engineering and Restoration*. The latter was organized in collaboration with the Swiss Commission on Flood Protection (SWV/KOHS). The general program of the conference is shown in Figure 1, including the Master classes, the Oral sessions, the Technical tour as well as the Social events.

Tuesday 2 <sup>nd</sup> September 2014		Wednesday 3 <sup>rd</sup> September 2014		Thursday 4 <sup>th</sup> September 2014		Friday 5 <sup>th</sup> September 2014		Saturday 6 <sup>th</sup> September 2014	
8:30 - 18:30	Master classes (CO building)	Opening ceremony Keynote lecture #1 (Forum Rolex)	8:00 - 18:00	8:00 - 18:30	Keynote lecture #2 (Room CO1)	8:00 - 18:30	Keynote lecture #4 (Room CO1)		Post-conference technical tour (Meeting point: EPFL Post Office)
		Oral sessions Themes A, B, C and D (CO building and ELA1)			Oral sessions Themes A, B, C and D (CO building and ELA1)		Oral sessions Themes A, B, C and D (CO building and ELA1)	Oral sessions Themes A, B, C and D (CO building and ELA1)	
Keynote lecture #3 (Room CO1)	Poster session Themes A, B and C (CO building Basement hall)		Oral sessions Themes A, B, and C (CO building and ELA1)						
19:00	Master classes Social event (Vinci terrace - EPFL)	Oral sessions Themes A, B, C and D (CO building and ELA1)		18:30	Evening	Poster session Themes A, B, C and D (CO building Basement hall)	19:30	Closing ceremony (Room CO2)	
		Oral sessions Themes A, B, C and D (CO building and ELA1)	Welcome reception (Forum Rolex)			Free evening		Conference banquet (Ouchy Port - Wharf n. 4)	

Figure 1 : Conference program

A total of 466 participants attended the event, representing more than 40 countries. The largest delegations originated from Switzerland, Japan, Italy, France, the USA, Germany and Canada, each counting more than 20 persons. Some 64% of the participants were professionals and senior

academics (full registration), and 36% were Master or PhD students (student registration). The rate of female participants was 25%.

Scientific contributions were numerous. The count of oral presentations amounted to 324, included in five highly participated parallel sessions. An attractive poster exposition and poster short-presentations during the sessions took place.

Following the reception and appreciation of more than 650 abstracts, 410 papers were submitted and peer-reviewed, of which 365 were finally accepted for publication. These papers were included in three books published by CRC Press (Taylor & Francis Group). A DOI number was attributed to every individual paper, and the papers are online accessible in the database of the publisher. The three books are:

- **Proceedings** of the 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics;
- Proceedings of the Special Session on **Reservoir Sedimentation** of the 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics; and
- Proceedings of the Special Session on **Swiss Competences in River Engineering and Restoration** of the 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics.

Five main themes were addressed during the parallel sessions (chapters 3.3.7 and 3.3.8):

- River hydrodynamics;
- River morphology and sediment transport;
- River engineering and restoration;
- Reservoir sedimentation (special session); and
- Swiss competences in river engineering (special session).

Going in-depth into relevant scientific domains, the program was further divided in 20 subthemes. Figure 2 illustrates the quantitative distribution of the papers among the subthemes.

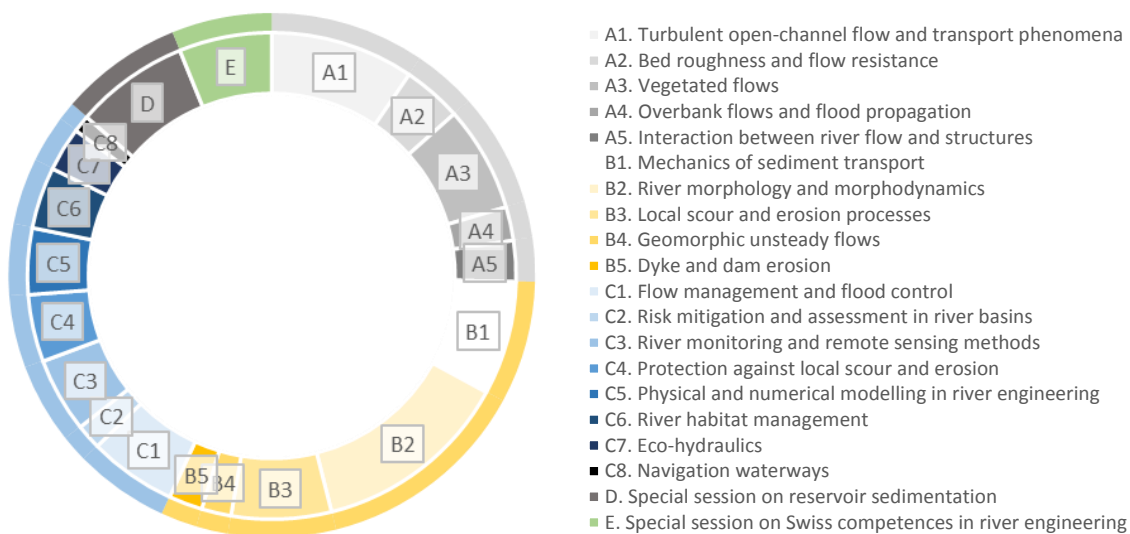


Figure 2 : Contributions aggregated by subtheme

Four keynote lectures were given at plenary sessions (see chapter 3.3.6):

- River networks as ecological corridors. *Andrea Rinaldo*, Professor and Head of the Laboratory of Ecohydrology, EPFL, Switzerland.
- River turbulence: current state, challenges, and prospects. *Vladimir Nikora*, Chair in Environmental Fluid Mechanics and Leader of the Environmental and Industrial Fluid Mechanics Research Group, University of Aberdeen, UK.
- Climate forcing of sediment flux in mountain river systems. *Stuart Lane*, Professor of Geomorphology, Institut de Géographie University of Lausanne, Switzerland.

- A sediment journey through the Bermejo River of Argentina and Bolivia: from debris flows to meandering, ending in washload. *Marcelo H. García*, Chester & Helen Siess Endowed Professor in Civil & Environmental Engineering and Director of the Ven Te Chow Hydrosystems Laboratory, University of Illinois at Urbana-Champaign, USA

Finally, associated with the conference, six master classes for students and young professionals were organized (see chapter 3.3.5). In all, 13 masters and 65 students from 15 countries exchanged knowledge on specialized research topics.

### 3.3.3 *The venue*

The conference was held in Switzerland – with its long-standing tradition in hydraulic engineering – at the campus of École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL, Figure 3). The Alps and the Rhone Valley, currently under its third correction project and the subject of numerous feats of hydraulic engineering, provided enticing destinations for the in-congress technical tour.



Figure 3 : Aerial view of EPFL campus, the Geneva Lake, and the Alps (photo by Roman Herzog)

### 3.3.4 *Proceedings*

The following books were published during the conference (Figure 4):

#### Proceedings River Flow 2014 (7th International Conference on Fluvial Hydraulics)

Includes 316 peer-reviewed papers (review – revision – second review) of high scientific value covering the three main conference themes mentioned in chapter 2. The International Scientific Committee consisted of experts with an international reputation and, in an effort rare in conferences, performed excellent in-depth reviews of the manuscripts.

ISBN: 978-1-138-02674-2, published by CRC Press (Taylor and Francis, Leiden NL). Book of extended abstracts with 392 pages, and USB key with full papers with 2546 pages. 450 copies were printed for the conference. Editors are Anton J. Schleiss, Giovanni De Cesare, Mário J. Franca, and Michael Pfister.



### Reservoir sedimentation

To contribute to sustainable use of the vital reservoirs worldwide. Includes 28 peer-reviewed invited or selected papers, which give an overview on the latest developments and research regarding reservoir sedimentation as well as case studies.

ISBN: 978-1-138-02675-9. Proceedings of the Special Session on Reservoir Sedimentation of the 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics, published by CRC Press (Taylor and Francis, Leiden NL). The volume comprises 259 pages, and is accompanied by a CD with digital copies of the featured articles. 320 copies were printed for the conference. Editors are Anton J. Schleiss, Giovanni De Cesare, Mário J. Franca, and Michael Pfister.

### Swiss competences in river engineering and restoration

The third book summarizes the KOHS Symposium on Swiss competences in river engineering and restoration. It includes 21 peer-reviewed invited or selected papers on the latest tendencies and key-projects in Switzerland.

ISBN: 978-1-138-02676-6. Proceedings of the Special Session on Swiss competences in river engineering and restoration of the 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics, published by CRC Press (Taylor and Francis, Leiden NL). The volume comprises 201 pages, and is accompanied by a CD with digital copies of the featured articles. 600 copies were printed for the conference. Editors are Anton J. Schleiss, Jürg Speerli, and Roger Pfammatter.



Figure 4 : Cover of books published during River Flow 2014 by CRC Press (Taylor & Francis, Leiden NL)

### **3.3.5 Master classes**



Figure 5 : Ambience during the master classes (photo by Prof. Dr. Blake Tullis)

A traditional distinctive feature of River Flow conferences are master classes, organized the day before the formal opening of the conference (Fig. 1). Master classes present a unique opportunity for PhD and MSc students as well as young researchers to address their research with renowned senior scientists, meet peers working on similar topics and identify possible collaborations for the

continuation of their work. Confirming the vitality of the fluvial hydraulics community, six master classes were held by 13 masters, enrolling 65 students from 15 countries (Fig. 5). These were:

- *Complex 3D flows*, directed by André Roy, Koen Blanckaert and Thorsten Stoesser;
- *Mechanics of sediment transport*, directed by Francesco Ballio and Rui M. L. Ferreira;
- *River morphology and morphodynamics*, directed by Ana Maria Silva and Stuart Lane;
- *River restoration – link between morphology and habitats*, directed by Lukas Hunzinger and Silke Wieprecht;
- *Turbulence and mixing processes*, directed by Vladimir Nikora and Wim Uijtewaal; and
- *Unsteady flows over fixed and mobile beds*, directed by Mustafa Altinakar and Sandra Soares-Frazão.

Following the master classes, participants and organizers had the opportunity to continue their exchanges during a barbecue dinner on EPFL campus. The inclusion of young scientists went even further. The Leadership Team of the Fluvial Hydraulics Section of IAHR announced officially – during the Closing ceremony of the conference – that the new Stephen Coleman Award was created. Starting with the next River Flow 2016 conference in St. Louis (USA), the best paper/presentation of a young scientist is recognized with the latter.

### 3.3.6 **Opening ceremony and Keynote lectures**

The Opening ceremony took place in the prestigious Rolex Learning Center Forum of EPFL (Figure 6). Welcome addresses were given by:

- Prof. Dr. Anton Schleiss, Chairman of the Local Organizing Committee;
- Cornelis Neet, General Director of the Environment Department, Canton of Vaud;
- Dr. Josef Hess, Vice Director of Risk Prevention & Forest Division, Swiss Federal Office of the Environment;
- Prof. Dr. Marilyn Andersen, Dean ENAC, EPFL; and
- Prof. Dr. Andreas Dittich, Chairman of IAHR Fluvial Hydraulics Committee.



Figure 6 : The Rolex Learning Center's Forum during the Opening ceremony (photo by Prof. Dr. Corrado Gisonni)



Figure 7 : Prof. Dr. Andrea Rinaldo starting his keynote lecture at the Rolex Learning Center (photo by Prof. Dr. Blake Tullis)

Four Keynote Lectures were held by experts with an outstanding international reputation, namely:

River networks as ecological corridors, by Prof. Dr. Andrea Rinaldo

The lecture gave an overview of river networks from an eco-hydrological perspective, providing insight into their mathematical descriptions as well as their role as ecological corridors for species, populations and pathogens of waterborne disease. Studying river basins as a whole of structure and function, Prof. Rinaldo exploited the hypothesis of the existence of a unique, coherent, conceptual thread of eco-ecological nature that joins the many scales and ecosystems within fluvial networks, illustrating how it can be used to gain insight into a set of diverse and pressing problems (Figure 7).

River turbulence: current state, challenges, and prospects, by Prof. Dr. Vladimir Nikora

Analyzing river flow into detail, the keynote underlined the similarities and differences between that and other types of Open-Channel Flows (OCFs). Going into conceptual detail, the Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) were discussed along with the Double-Averaged Navier-Stokes (DANS) equations. Eddy/energy cascades and coherent structures, as additional facets of river flow turbulence, were also covered. Dwelling further into the frontiers of knowledge, the talk highlighted the current challenges and foreseeable developments in the field.

Climate forcing of sediment flux in mountain river systems, by Prof. Dr. Stuart Lane

Taking two Alpine drainage basins as case studies, the talk discussed the impacts of climate and human effects on river flow, sediment flux, and river channel morphodynamics. Focusing on an unimpacted basin, Prof. Stuart showed how river flow has been strongly influenced by a systematic climate variability through the last seven decades, evidencing a strong correlation with snow accumulation. The consequent hydrological changes were accounted for in order to analyze sediment transport capacity and elaborate on a plausible influence of climate forcing in river morphodynamics. Finally, the study of a heavily influenced system revealed that human influence is extremely difficult to distinguish from that of climate forcing and both effects need to be understood as co-evolving.

A sediment journey through the Bermejo River of Argentina and Bolivia: from debris flows to meandering, ending in washload, by Prof. Dr. Marcelo H. García

The Bermejo River represents a unique case in the American Continent due to its high sediment yield. With a washload of over 100 Mt/yr, the river contributes to about 95% of the sediment load of the downstream Paraguay River in spite of its 5% discharge share. Such large sediment yields pose significant environmental and water management issues. In this talk, the example of the Bermejo River was analyzed. Cases of lateral river migration, rapid reservoir filling with sediments, strong hillslope erosion and downstream reaches' siltation were illustrated and the importance of their understanding emphasized as the adoption of appropriate measures can still curtail or reduce the extent of environmental degradation.



### 3.3.7 Main sessions

River Flow 2014 intended to create an environment for reflection, discussion and exchange of knowledge regarding fluvial hydraulics and river morphology. The themes and scientific program were set accordingly. Having the main themes and subthemes been named in chapter 2, this serves to illustrate the unfolding of the core part of the event; its oral presentations.

Attendance was very satisfying, being the audience generously distributed between the five parallel session rooms. Below some photos depict the ambience during the event (Figure. 8 to 12).



Figure 8 : Prof. Dr. Anton Schleiss introducing Prof. Dr. Stuart Lane's keynote lecture (photo by Prof. Dr. Blake Tullis)



Figure 9 : Highly participated session at room C123 (photo by Prof. Dr. Corrado Gisonni)



Figure 10 : Auditorium CO3 during an oral presentation (photo by Prof. Dr. Corrado Gisonni)





Figure 11 : Attendance to an oral presentation at auditorium ELA1 (photo by Prof. Dr. Corrado Gisonni)



Figure 12 : Prof. Dr. Willi Hager chairing a session (photo by Prof. Dr. Corrado Gisonni)

### 3.3.8 *Special sessions*

#### Special session on reservoir sedimentation

Despite the mechanisms of reservoir sedimentation being well known for a long time, sustainable and preventive measures are rarely taken into consideration in the design of new reservoirs. To avoid operational problems of powerhouses, sedimentation is often treated for existing reservoirs with measures, which are efficient only for a limited time. Since most of the measures will lose their effect, the sustainable operation of the reservoir and thus the water supply, as well as production of valuable peak energy is endangered. The today's challenge of dam owners and engineers is to guarantee with adequate mitigation measures, the future sustainable use of the vital reservoirs supplying water for drinking, food and energy production. Research and development is still urgently needed to identify efficient mitigation measures adapted to the main sedimentation processes involved in reservoirs.

The special session on reservoir sedimentation intended to highlight the challenge and promote discussion on the subject. Counting 28 scientific contributions and having led to a standalone publication, the need for this dedicated forum was clearly justified.

#### Symposium on Swiss competences in river engineering and restoration

Each year the Swiss Commission for Flood Protection (KOHS) of the Swiss Association for Water Management (SWV) organizes a symposium where professionals, officers of public administrations and researchers exchange their experiences on special topics and on-going projects. In 2014 this symposium was organized as a special session of River Flow 2014. Aside from the 110 Swiss participants, mainly practitioners, the scientists and professionals from all over the world participating at River Flow 2014 were informed about the Swiss competences in river engineering and restoration.

### 3.3.9 Technical tour

A technical tour to the ongoing river training and restoration works of the Upper Rhone River was organized with the *Service des Routes et des Cours d'eau* of the Canton of Wallis/Valais on Saturday after the conference (Figure 1), which was attended by 93 participants. This is the most important river engineering project in Switzerland, with a total investment of some 1.3 Billion Swiss Francs. The participants have had the opportunity to visit several on-going or recently finished river training and restoration works in the Upper Rhone valley, which is also a touristic destination. Within the technical tour was the visit to the Braided river Rhone stretch “Pfywald – Bois de Finges”, which is the last fully natural stretch of the Rhone River (Figure 13).



Figure 13 : Rhone River near Pfywald (photo by Prof. Dr. Corrado Gisonni)



Figure 14 : Impressions of technical tour (photo by Prof. Dr. Corrado Gisonni)

Further on the program were the several flood protection systems. The flood protection measures across the city of Brig include first a mobile bridge, which can be elevated during floods in order to allow the passage of highly sediment concentrated flows. Furthermore, the capacity of the channel across the village was increased and a synergy between flood safety, channel restoration and architectural integration could be found.

Following a disastrous debris flow event in 2000, which caused considerable damages, a large sediment check dam had to be built on the Baltschieder River (tributary to the Rhone). The works, aiming to protect the village from flood and debris flows, were visited. Finally, the program included the Visp city flood protection on the Rhone River and its Vispa tributary. This was an opportunity to see up close the river training and restoration works which are ongoing in order to protect the city and its critical infrastructures (chemical plant industry).

### 3.3.10 Social events

#### Opening ceremony and welcome reception

The Opening ceremony (see chapter 3.3.6) and the Welcome reception took place at the Rolex Learning Center, an exceptional display of functionality and gripping architecture at the hearth of EPFL's campus. Both sessions enjoyed a large number of participants.

Among welcoming speeches from the Local Organizing Committee and key supporters of the event, the Opening ceremony greeted the participants with a typically Swiss alphorn concert and a flag throwing display (Figure 15 left).



At the end of the first conference day, the Welcome reception was a moment of gathering and rejoicing for the fluvial hydraulics community, where different generations of researchers and practitioners met and shared experiences; a tribute to the vitality and bright future of the group. A highlight was the short speech of Prof. Dr. Walter H. Graf, who served as Honorary Chairman of the Scientific Committee (Figure 15 right). He pointed to the high scientific quality of the proceedings and presentations.



Figure 15 : Left: Alphorn players and flag thrower. Right: Prof. Dr. Anton Schleiss announcing the honorary chair of scientific committee Prof. Dr. Walter H. Graf (photo by Prof. Dr. Blake Tullis)

### Closing ceremony and Conference banquet

The Closing ceremony marked the formal end of River Flow 2014, with heartfelt and tankful words addressed to the participants, the organizers, the sponsors, and the institutions and personalities that have supported the event.

The Conference banquet on Friday evening took place aboard one of Lake Geneva's typical cruise boats. Around 380 participants enjoyed dinner and the unique views of the Swiss and French shorelines while night fell over Western Europe's largest lake.



Figure 16 : Members of LOC (Mário Franca is missing) and LCH doctoral students being in charge for the conference onboard of the cruise boat

### **3.3.11 Sponsorship and institutional support**

The valuable contributions of sponsors were crucial for the success of River Flow 2014, especially to keep the registration fees for students on an acceptable level. HYDRO Exploitation, the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), and the BG group took the role of Gold Sponsors. Silver sponsorship was granted by E-dric.ch, IM / IUB Engineering, Basler & Hofmann, MET-FLOW SA, and AquaVision Engineering.

The Special Session on Swiss Competences in River Engineering and Restoration counted with support from Stucky SA, Groupe E, Patscheider Partner Engineers, Pöyry, Ribl SA, Kissling + Zbinden AG, and Hydro Cosmos SA. Institutional support, too, was vital for the success of the event, namely the one provided by IAHR, EPFL, the Swiss National Science Foundation (SNSF), the Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, and the Hydrotechnical Society of France (SHF).

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

*Driftwood: Risk analysis and engineering measures*

Lukas Schmoker

Basler und Hofmann AG, Zürich, Suisse (20.01.2014)

*Nouvelle centrale de la Navizence: Le métier d'ingénieur sous toutes ses facettes*

Philippe Lazaro

Lombardi SA Ingegneri Consulenti, Minusio, Suisse (3.02.2014)

*Course on Fluvial Geomorphology*

Marwan Hassan

Professor, Dept. of Geography, The University of British Columbia, Canada (14-16.07.2014)

*What lies beneath: Making the physical water-worked environments processes visible*

Heide Friedrich

Senior Lecturer, Faculty of Civil Engineering, The University of Auckland, New Zealand (09.09.2014)

*Channel evolution after dam removal in a poorly-sorted sediment mixture: experiments and numerical model*

Carles Ferrer Boix

University of British Columbia (21.11.2014)

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

*Replenishment of sediments downstream of dams – erosion and transportation process of artificial depositions*

Elena Battisacco (07.01.2014)

*Study on flow characteristics and pressure fluctuations at non-prismatic stepped chutes with abrupt slope changes*

Mohammad Ostad Mirza (21.01.2014)

*Influence of air concentration on rock scour development and block stability in plunge pools*

Rafael Duarte (24.04.2014)

*Failure risk of flood protection measures due to changed sediment transport under climate change*

Mona Jafarnejad (05.05.2014)

*Hydraulic-hydrologic model for the Zambezi River using satellite data and artificial intelligence techniques*

José Pedro Matos (09.05.2014)

*New bed load trap design in order to allow sediment transfer during morphological floods*

Sebastian Schwindt (10.06.2014)

*Sustainable reservoir management using turbidity current venting through bottom outlets*

Sabine Chamoun (10.06.2014)

*Hydraulic performance of stepped spillway aerators and related downstream flow features*

Stéphane Terrier (17.06.2014)



*Non-intrusive and real time monitoring of pressure shafts and tunnel and new design guidelines*  
Alexandre Pachoud (12.08.2014)

*Développement d'une méthodologie pour estimer des crues extrêmes pour les barrages*  
Fränz Zeimet (16.09.2014)

*Hydropower and energy efficiency in water systems*  
Irene Samora (14.10.2014)

*Chopin S2C : Caractérisation hydraulique des orifices des chambres d'équilibre d'aménagements à haute chute, paramétrage et influence sur la stabilité du système en charge*  
Nicolas Adam (11.11.2014)

*Hydro-dynamic impact of bore waves against structures*  
Davide Wüthrich (16.12.2014)

### **3.6 Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees**

*7th International Conference on Fluvial Hydraulics - River Flow 2014. EPFL Lausanne (CH), 3-5 septembre 2014 (en cours)*

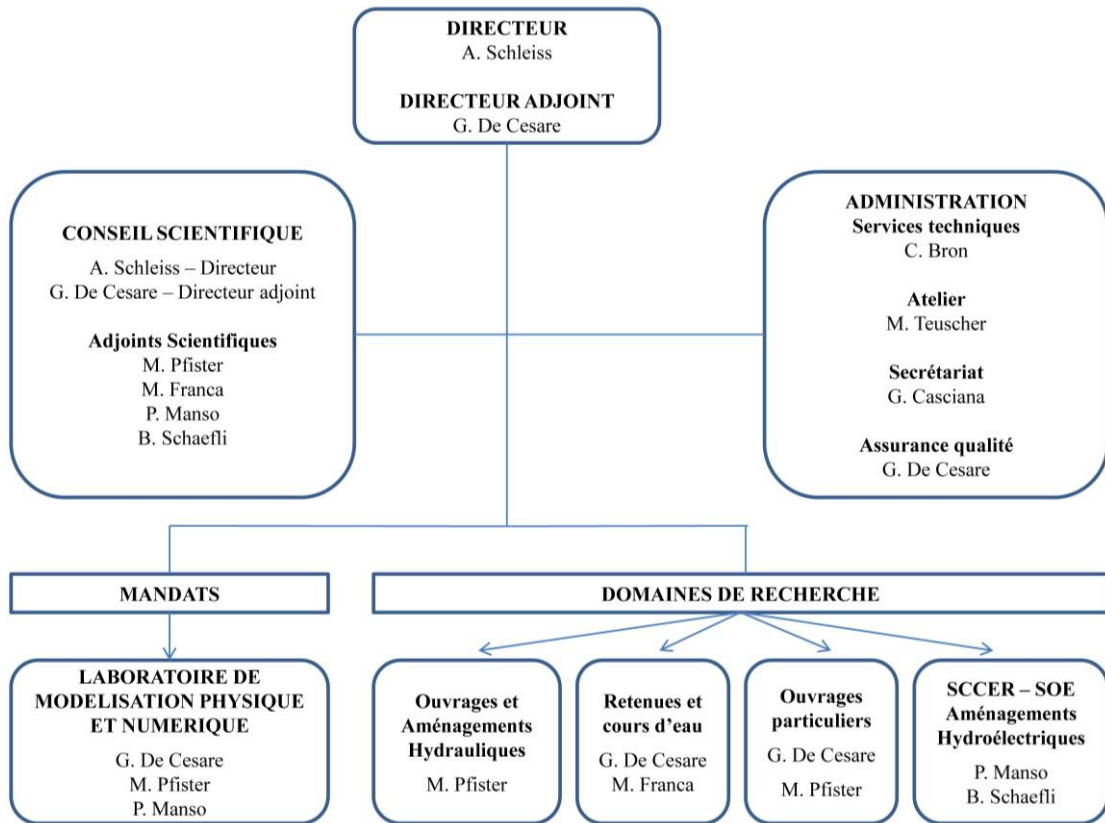
Anton J. Schleiss, Giovanni De Cesare, Mário J. Franca, Michael Pfister, Scarlett Monnin, Gesualdo Casciana, membres du comité d'organisation

*ISUD student paper award of the 9th International Symposium on Ultrasonic Doppler Method for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, Strasbourg, France, 27-29 august 2014*

Giovanni De Cesare, membre du comité d'organisation et jurie

## 4 Personnel / Staff

### 4.1 Organisation du LCH (2014) / Organisation of the LCH (2014)



Carte de vœux 2014 du LCH / Season's Greetings card 2014 of the LCH

## 4.2 Collaborateurs en 2014 / Staff in 2014

### **Directeur / Director**

Prof. Dr Anton J. Schleiss depuis / since 01.01.1997

### **Directeur adjoint / Assistant director**

Dr Giovanni De Cesare depuis / since 09.03.1992

### **Adjoints scientifiques / Senior Lecturers**

Dr Michael Pfister depuis / since 01.10.2010

Dr Mário Franca depuis / since 01.09.2012

Dr Pedro Manso (SCCER-SOE) depuis / since 01.11.2014

Dr Bettina Schaepli (SCCER-SOE) depuis / since 01.04.2014

### **Collaborateurs scientifiques et ingénieurs de recherche / Scientific staff and research engineers**

Dr Ramona Receanu (post-doc) 01.06.2013 - 31.05.2014

Dr Helena Nogueira (post-doc) 01.12.2013 - 31.03.2014

Dr José Pedro G. S. C. Matos (post-doc) depuis / since 01.03.2014

### **Doctorants (inscrits) / Ph.D. students (registered)**

Tamara Ghilardi 15.04.2009 - 02.02.2014

Mona Jafarnejad depuis / since 17.01.2011

Felix Oberrauch depuis / since 01.03.2012

Stéphane Terrier depuis / since 16.04.2012

Alexandre Pachoud depuis / since 01.11.2012

Fränz Zeimetz depuis / since 01.11.2012

Elena Battisacco depuis / since 01.01.2013

Chamoun Sabine depuis / since 01.06.2013

Sebastian Schwindt depuis / since 01.06.2013

Nicolas Adam depuis / since 15.09.2013

Davide Wüthrich depuis / since 01.01.2014

Melanie Baehler depuis / since 15.01.2014

Jessica Zordan depuis / since 01.03.2014

Reyhaneh Ghazanfari depuis / since 01.03.2014

### **IST-EPFL Joint Doctoral Initiative**

José Pedro G. S. C. Matos (Portugal) 01.09.2009 - 28.02.2014

Rafael X. Meriade Duarte (Brésil) 19.04.2010 - 30.04.2014

Sebastián Guillén Ludeña (Espagne) depuis / since 01.08.2011

Mohammadjavad Ostad Mirza (Iran) depuis / since 01.11.2011

David Ferràs Segura (Espagne) depuis / since 01.11.2012

Irene Almeida Samora (Portugal)	depuis / since 01.02.2014
Paloma Furlan (Argentine)	depuis / since 01.10.2014
Ana Clara Pereira Barbosa Santos (Brésil)	depuis / since 01.11.2014

#### **Stagiaires / Trainees**

Amélie Siduron (France)	17.02.2014 - 16.04.2014
Aaron Manzagli (Canada)	01.05.2014 - 31.08.2014
Ole-Christian Herrmann (Allemagne)	01.07.2014 - 31.08.2014
Clément Damagnez (France)	07.07.2014 - 31.07.2014

#### **Hôtes académiques / Academic guests** (doctorants / PhD students)

Xueqin Zheng (Chine)	01.09.2013 - 31.09.2014
Ali Babakhani (Iran)	01.07.2014 - 31.12.2014
Miao Wei (Chine)	01.08.2014 - 31.10.2014
Mikolaj Stanislaw Adamczyk (Pologne)	depuis / since 01.07.2014

#### **Services techniques / Technical Staff**

Cédric Bron	depuis / since 01.11.2008
Michel Teuscher	depuis / since 01.07.2004
Marc-Eric Pantillon (temps partiel)	depuis / since 01.07.1998
David Rüegg (apprenti)	depuis / since 08.08.2011
Jeton Shabanaj (apprenti)	depuis / since 01.02.2014
Serge Cavin (apprenti)	depuis / since 18.08.2014
Kosta Nikolov (apprenti)	depuis / since 18.08.2014

#### **Secrétariat du LCH / LCH Secretariat**

Scarlett Monnin	01.09.2010 - 31.08.2014
Gesualdo Casciana	depuis / since 17.02.2014



### **4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / *Visiting professors and academic visitors***

**Prof. Dr. Richard de NEUVILLE, Engineering Systems Division, Massachusetts Institute of Technology, Boston, U.S.A.**

Professeur invité du LCH dans le cadre de la recherche pour le Center for Risk Analysis and Risk Governance du 25 février au 25 mars 2014.

**Prof. Dr. Marwan HASSAN, Department of Geography, University of British Columbia, Vancouver, Canada**

Professeur invité du LCH dans le cadre des collaborations avec Mário J. Franca sur le transport de sédiments dans des pentes raides, basée sur essais expérimentaux avec des traceurs de sédiments, 15 juin au 15 août 2014. Il a aussi donné un cours d'une semaine, Fluvial Geomorphology, et donné des contributions pour les recherches des doctorants Elena Batisacco, Sebastian Schwindt, Jessica Zordan et Reyhaneh Ghazanfari.

**Prof. Dr. Blake P. TULLIS, Utah Water Research Laboratory, Utah State University, Logan, U.S.A.**

Professeur invité du LCH dans le cadre des collaborations avec Prof. Schleiss et Michael Pfister sur le passage de débris sur évacuateurs en labyrinthe, 9 juillet au 7 septembre 2014.

**Prof. Corrado GISONNI, Professeur associé de l'Ecole d'Ingenieur de l'Università Napoli 2, Italy**

Professeur invité du LCH dans le cadre de la recherche sur les jonctions de canalisations, du 18 août au 20 septembre 2014.

## 4.4 Evénements spéciaux / *Special events*

### 4.4.1 *Journée des gymnasiens, visite de la halle hydraulique, Lausanne, EPFL, LCH, 6-7 et 13-14 mars 2014*

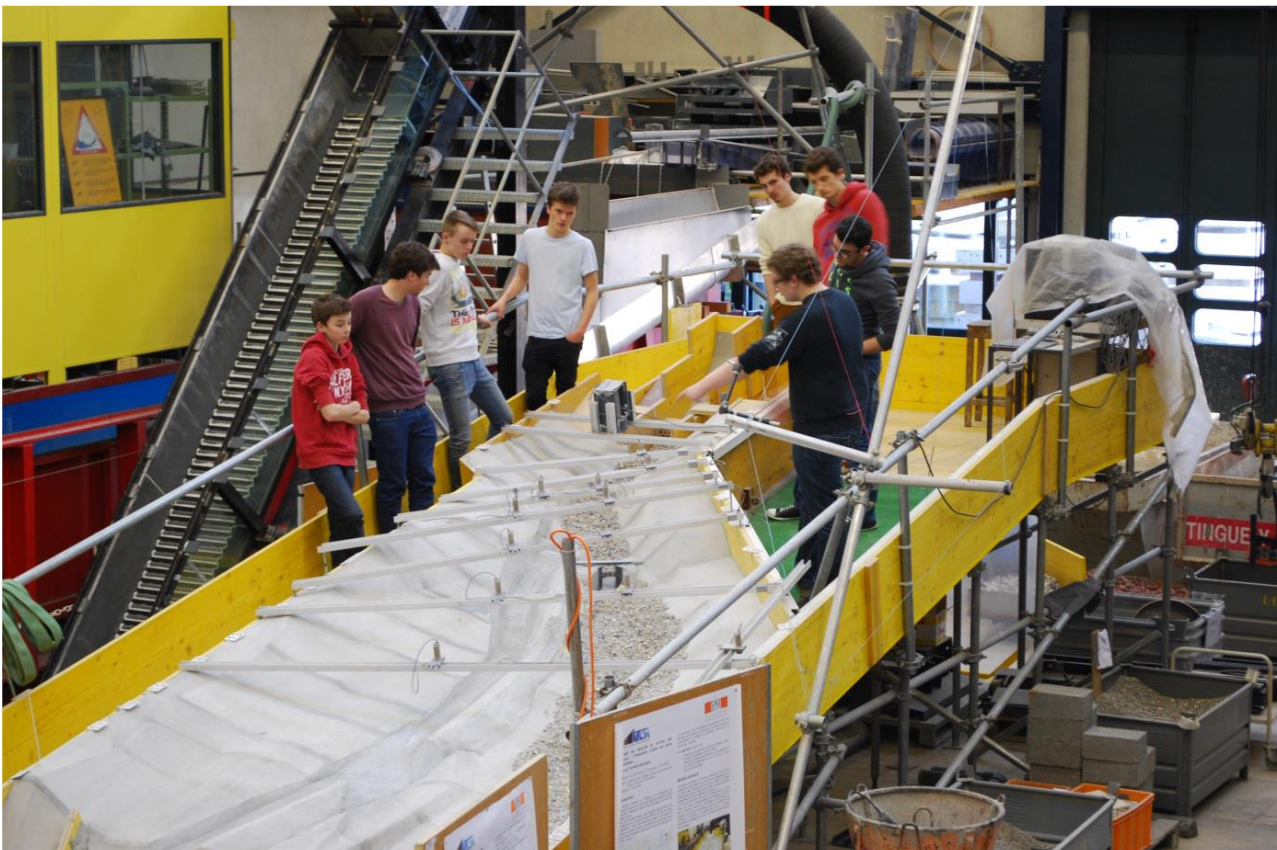
Durant les journées du 6-7 mars et du 13-14 mars 2014, s'est déroulée la visite de l'EPFL par les gymnasiens venus de Suisse romande et de France voisine. Le jeudi, les gymnasiens ont pu recueillir de nombreuses informations sur les sections qui les intéressaient. Chaque gymnasien a également dû choisir la section qui l'intéressait le plus pour aller y passer la journée du vendredi.

Chaque vendredi, une soixantaine de gymnasiens ont alors découvert le « monde » du génie civil. Le matin, ils ont pu participer à un cours (de 3<sup>ème</sup> Bachelor) donné par Dr. Giovanni De Cesare : « Aménagements et Ouvrages Hydrauliques I » et suivre des présentations d'ingénieurs ou de doctorants sur chacun des domaines du génie civil.

En ce qui concerne le domaine de l'hydraulique, les gymnasiens ont eu le plaisir et l'honneur de suivre une présentation sur la modélisation en hydraulique donnée par Mélanie ou Alexandre. La visite de la halle hydraulique s'est ensuite déroulée dans l'après-midi, menée par Elena Battsacco et Nicolas Adam.

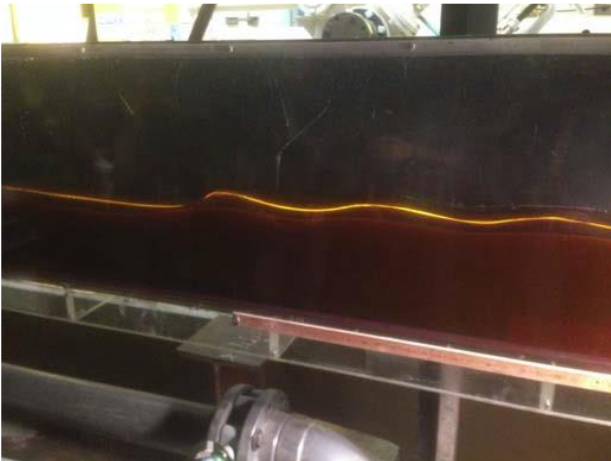
Ces futurs ingénieurs civils en hydraulique, espérons-le, ont eu le plaisir de découvrir les différents domaines étudiés dans la modélisation physique en hydraulique.

Les doctorants du LCH ont pu remarquer l'intérêt de la jeune génération par le biais de leurs questions judicieuses.



*Nicolas Adam et les gymnasiens venus de Suisse romande et de France voisine*

#### 4.4.2 **Séjour sabbatique de M. Schleiss à l'University of British Columbia, Canada, Vancouver, 28.02.2014 – 06.04.2014**



*Visualisation par laser des vagues à l'aval d'un obstacle au fond dans un canal sous conditions fluviales*

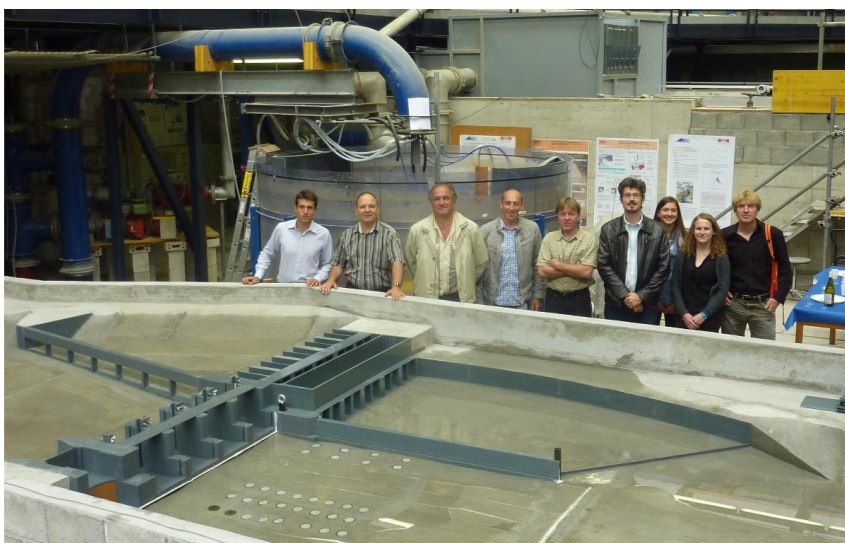


*Prof. Schleiss à Whistler*

#### 4.4.3 **Mise en eau officielle de la Maquette de Chancy-Pougny, EPFL, LCH, 4 juin 2014**

Le mercredi 4 juin 2014 a eu lieu la première mise en eau de la maquette du Barrage de Chancy-Pougny. A cet événement ont participé les principaux acteurs du projet : Michel Novelle et Rémi Jarrige de la SFMCP (Société Force Motrice de Chancy-Pougny), Erik Bollaert d'Aquavision Engineering, Olivier Vallotton de Stucky SA et Thierry Bussard de Norbert SA ainsi que Giovanni De Cesare, Davide Wüthrich, Mélanie Baehler du LCH et Claude-Aline Béguin, stagiaire au LCH qui travaillera sur la maquette durant le mois de juillet.

La journée a commencé avec une présentation de Davide et Mélanie sur la conception et la construction de la maquette, suivie par une discussion entre les participants. Le petit groupe s'est ensuite déplacé dans la halle d'hydraulique où a eu lieu la mise en eau. Les différents scénarios d'exploitation et les différents débits ont été montrés avec succès aux clients. Une fois atteint le débit maximal, un apéro a été offert pour célébrer l'évènement. La visite s'est conclue avec un succulent repas au Copernic offert par le LCH.



*De gauche à droite: Davide Wüthrich, Giovanni De Cesare, Michel Novelle, Rémi Jarrige, Olivier Vallotton, Erik Bollaert, Claude-Aline Béguin, Mélanie Baehler et Thierry Bussard*



#### 4.4.4 **Journée des classes - Un jour au coeur de la science, EPFL, LCH, 5 juin 2014**

Jeudi 5 juin 2014, une visite de l'EPFL pour les écoliers de 8-10 ans a été organisée dans le cadre des activités proposées par l'Unité de promotion des sciences auprès des jeunes de l'EPFL. Les élèves ont alors eu l'opportunité, dans le cadre de l'activité « La force de l'eau », de visiter la halle hydraulique en écoutant les explications de Davide Wüthrich, Mélanie Baehler et Sebastian Schwindt sur divers modèles réduits.



*Davide Wèthrich et les visiteurs à côté du model de Chancy-Pougny*

Au total, ils n'étaient pas moins de 116 élèves à découvrir le monde de l'hydraulique. Les élèves ont montré un réel intérêt pour ces modèles et les guides ont été surpris par la pertinence de leurs questions. Espérons que cette visite ait suscité quelques vocations pour l'hydraulique parmi ces élèves.

#### 4.4.5 **Grillade chez le Prof. Anton Schleiss, Ecublens, Suisse, 3 juillet 2014**

Cette année, comme le veut la tradition, M. et Mme Schleiss nous ont chaleureusement accueillis chez eux pour une grillade. Pour la deuxième année consécutive, le soleil était au rendez-vous. Après l'apéro de bienvenue, Giovanni avec les nombreux enfants présents, ont pu profiter de la piscine.





Nous avons continué avec un repas très convivial, la viande grillée et les différentes salades offertes par Mme Schleiss, pour terminer avec les délicieux desserts préparés à cette occasion. Les invités à 4 pattes ont aussi bien contribué à animer la soirée. Ensuite, M. et Mme Schleiss ont ouvert leurs cadeaux.



#### **4.4.6 Visite des premières années de bachelor en génie civil, 12 septembre 2014**

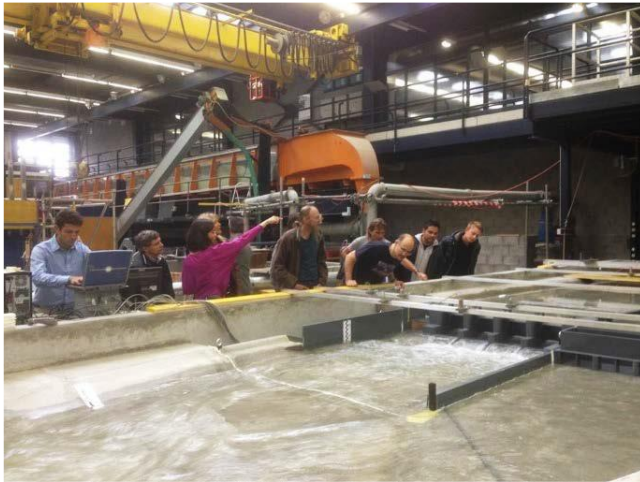
Le vendredi avant la rentrée officielle de reprises des cours, les étudiants de première année de l'EPFL en génie civil ont visité la halle hydraulique. Ils ont été guidés par Jessica Zordan, Franz Zeimetz, Sebastian Schwindt et Stéphane Terrier. Ceux-ci leur ont expliqué les différentes missions du LCH via le modèle de Chancy-Pougny ainsi que les modèles de thèse d'Elena Batisacco, Sabine Chamoun et Sebastian Schwindt. Les doctorants du LCH ont, nous l'espérons tous, suscité des vocations dans le domaine de l'hydraulique.



*Jessica Zordan en train d'expliquer le fonctionnement du modèle de Chancy-Pougny*

#### 4.4.7 *Visite de la SFMCP au LCH, 3 octobre 2014*

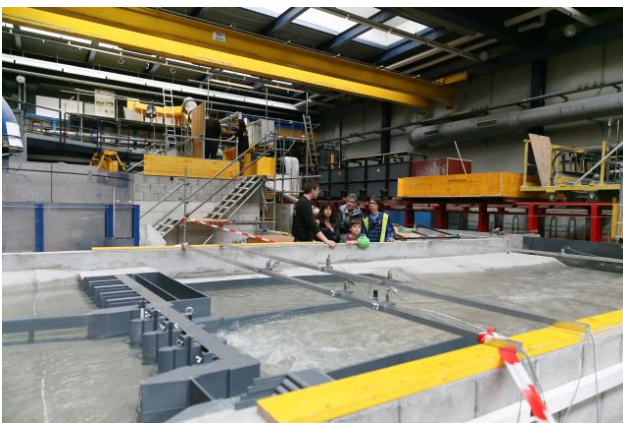
A l'occasion de la sortie annuelle de la Société des Forces Motrices de Chancy-Pougny (SFMCP), deux visites au Laboratoire de Constructions Hydrauliques ont été organisées le 3 et le 10 octobre 2014. Chacune débuta avec une présentation du laboratoire ainsi que de la maquette du barrage de Chancy-Pougny, suivi par la visite du modèle physique à la halle du LCH, où les visiteurs ont eu la chance de voir leur barrage de plus près et de poser les mains à la sortie des vannes qu'ils ont l'habitude de manipuler d'un peu plus loin.



*Les visiteurs à la découverte de la maquette avec Davide Wüthrich et Sabine Chamoun*

#### 4.4.8 *Le LCH dans le FIFEL, 11 octobre 2014*

Dans le cadre du Festival International du Film sur l'Energie de Lausanne (FIFEL), le Laboratoire de Constructions Hydrauliques a ouvert ses portes au grand public le 11 octobre 2014. Ce fut l'occasion pour des gens impliqués dans différents domaines de découvrir le travail du LCH et ses contributions. L'équipe LCH était au rendez-vous pour offrir un petit tour à la halle et fournir toutes les explications sur les modèles exposés, dont le modèle du barrage de Chancy-Pougny et de la chambre d'équilibre de Gondo. De même, les membres du LCH ont pu profiter d'échanges de connaissance et d'expériences avec d'autres laboratoires de l'EPFL.



*Un groupe de visiteurs recevant les explications de Fränz sur la maquette de Chancy-Pougny*



*Prof. Schleiss avec Mona Jafarnejad, Fränz Zeimetz, et Jessica Zordan au laboratoire WIRE*



#### **4.4.9 Sortie LCH au Luxembourg, 23-25 octobre 2014**

Une vingtaine de collaborateurs et doctorants du LCH ont visité le Luxembourg avec Prof. Schleiss du 23 au 25 octobre 2014. Suite à l'arrivée à Luxembourg ville, une visite guidée de la ville a été assurée par Fränz Zeimetz, organisateur du voyage. Le soir, un plat traditionnel, appelé «*Kniddelen* », a enchanté les gourmands du LCH avant de sortir en ville.

Le lendemain, la visite des «*Kasematten* », ancien réseau de tunnels sous la Ville datant du 17<sup>ème</sup> siècle, a pu dévoiler les secrets de l'ancienne forteresse appelée «*Gibraltar du Nord* ». Puis les voyageurs se sont rendus dans la région de la «*Petite Suisse* » où ils ont pris le repas de midi en plein air, suivi d'une balade en forêt, marqué par le massif de grès le plus épais d'Europe. Suite à cette découverte, les LCHiens ont passé la soirée à Echternach, plus ancienne ville du pays.



*Le LCH à la table*

Au troisième et dernier jour du voyage, le groupe est monté au nord du Luxembourg pour visiter l'aménagement pompage-turbinage de Vianden avant d'engager la route pour le retour en Suisse.



*Le LCH devant les groupes de la centrale Vianden.*

#### **4.4.10 Visite des collaborateurs de JPF Constructions, 28 novembre 2014**

Le 28 novembre 2014, les collaborateurs de JPF constructions ont été accueillis au LCH par Fränz Zeimetz pour leur faire visiter la halle expérimentale. L'intérêt des participants, séparés en deux groupes de 12 personnes, était grand et les questions nombreuses. Ils garderont un bon souvenir de leur passage au LCH.

#### **4.4.11 *Visite des gymnasiens de Suisse alémanique et de Suisse italienne, 3 décembre 2014***

Mercredi 3 décembre a eu lieu la visite des gymnasiens de Suisse alémanique et Suisse italienne intéressés par les études de Génie Civil à l'EPFL. Ce ne sont pas moins d'une cinquantaine d'étudiants qui ont été accueillis par deux étudiants en Master de Génie Civil ayant fait le choix de quitter leur région linguistique respective pour venir étudier à l'EPFL.

Après une présentation sur les études de Génie Civil qu'offre l'EPFL, les gymnasiens ont eu l'occasion de visiter les halles d'essais en structures (en métal, en béton et en bois) et la halle hydraulique. Le LCH s'est donc proposé pour présenter les modèles en cours d'étude. Davide et Mélanie ont donc expliqué aux gymnasiens les différents aspects étudiés au LCH tout en répondant à leurs questions souvent très pertinentes.

#### **4.4.12 *Souper de Noël LCH, Echandens, 5 décembre 2014***

Le repas de Noël a eu lieu cette année au restaurant du bowling « Miami » d'Echandens, le vendredi 5 décembre. La soirée commença par un tournoi de bowling arrosé par un apéritif. C'est ensuite autour d'une belle table que Prof. Schleiss a donné son traditionnel discours de fin d'année, vantant les mérites de l'activité du laboratoire ainsi que la première place de son équipe dans le tournoi de bowling. Le message positif et encourageant concernant les résultats atteint par l'équipe du LCH, était accompagné d'un jeu de calcul mental. La soirée finissait tranquillement autour d'un verre qui se prolongea à Lausanne pour les plus téméraires.



## **5 Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / Participation in commissions, professional and academic associations**

### **Schleiss Anton**

---

Société pour les techniques de l'énergie d'Electrosuisse (membre du bureau) / *Power Engineering Society of Electrosuisse (member of the board)*

Société Hydrotechnique de France (SHF) (membre bureau du comité scientifique et technique)

*Swiss Tunneling Society (FGU-STG) (Member of the board)*

*Transhelvetica SA pour une voie navigable transhelvétique (membre du conseil)*

Commission Internationale des Grands Barrages (CIGB) – Vice-président et membre comité technique Hydraulique de barrages / *Int. Commission on Large Dams (ICOLD) – Vice president and member of Dam Hydraulics Technical Committee*

Association Suisse pour l'Aménagement des Eaux - SWV (Membre du comité) / *Swiss Institution of Water Management (member of the board)*

Commission de la protection contre les crues (KOHS) de l'Association Suisse pour l'Aménagement des Eaux - SWV (membre, président de 1998 à 2009) / *Committee of Flood Protection (member, chairman from 1998 to 2009)*

Comité Suisse des Barrages - CSB (Président 2006-2012, membre honoraire de la commission technique/ *Swiss Committee on Dams (Chairman 2006-2012, honorary member of the Technical Committee)*

Fonds National de la Recherche Scientifique de Belgique - FNRS (président de la commission Sciences exactes et Naturelles SEN-3 et de la commission Foresight) / *National Research Foundation of Belgium (chairman of the commission Exact and Natural Sciences SEN-3 and of the commission Foresight)*

*International Hydropower Association (IHA), (member of the technical committee for organization of conferences)*

Association Suisse des Professionnels de la Protection des Eaux - VSA, (membre) / *Swiss Society of Professionals of Water Protection (member)*

Association internationale d'ingénierie et de recherches hydrauliques - AIHR, (membre du conseil) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR (council member)*

Division Européen de l'AIHR (président) / *Europe Division of IAHR (chairman)*

Fondation des registres suisses des ingénieurs, des architectes et des techniciens (membre du conseil de fondation) / *Foundation of Swiss Register of Engineers, Architects and Technicians (member of the Foundation Council)*

Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes - SIA (membre) / *Swiss Association of Engineers and Architects (member)*

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (Member) / *Association allemande pour l'aménagement des eaux (membre)*

Verein Bielerseeschutz VBS - Société pour la protection des rives du lac de Biene (membre) / *Association for the protection of Lake Biene (member)*

Association des professeurs de l'EPFL (membre) / *Society of EPFL Professors (member)*

Commission académique de la section de génie civil de l'EPFL (membre du conseil) / *Academic Commission of Civil Engineering Department of EPFL (council member)*

Fondation Orlando Lauti de l'EPFL (membre du conseil) / *Orlando Lauti Foundation (member of the council)*

### **De Cesare Giovanni**

---

Association suisse pour le génie biologique - VIB (président) / *Swiss Association of Soil Bioengineering (president)*

Scientific committee of the 9<sup>th</sup> International Symposium on Ultrasonic Doppler Method for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, Mechanics and Fluid Engineering, Strasbourg, France, August 27-29, 2014 (member)

Conférence du corps enseignant (CCE) de l'EPFL / *Council of EPFL lecturers*

### **Pfister Michael**

---

International Association for Hydraulic Research (IAHR) (member 2007)

IAHR Committee on Hydraulic Structures, Member of Leadership Team (since 2011)

Swiss Committee on Large Dams (STK), Arbeitsgruppe Schwemmholz, Member (since 2013)

VSA Section Suisse Romande, Membre du Comité (since 2012)

Commission d'Enseignement GC, EPFL, Membre (since 2010)

### **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).

Specialized Commission on Fluvial Hydraulics of the Portuguese Association of Water Resources, Member and founder (since 2009).

Co-opted member of the leadership team of the Committee on Fluvial Hydraulics of the IAHR - International Association of Hydro-Environment Engineering and Research

### **Schaefli Bettina**

---

Commission Suisse Hydrologique (CHy), committee member

Société Suisse d'hydrologie et de limnologie (SSH), member

International Association of Hydrological Sciences (IAHS), member

European Geosciences Union, member and conference convener

American Geophysical Union, member

### **Manso Pedro**

---

International Association of Hydro-Environment Engineering and Research, member

Portuguese Association of Engineers (OE), member

Portuguese Association of Water Resources (APRH), member of the Water & Energy Committee (2014-2016)

Comité Suisse des Barrages, membre

## **6 Conférences données par les collaborateurs du LCH / Conferences presented by LCH staff**

### **6.1 Invités / Invited**

#### **Schleiss Anton**

---

*Research activities of the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) at the Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)*

Department of Civil Engineering, UBC, Vancouver, Canada, 4 Avril 2014

*Hydropower challenges in Switzerland and SCCER-SoE, 10 years R&D roadmap  
SCCER-SoE Annual Conference 2014, ETH Zürich, Suisse, 30 septembre 2014*

*Ports flottants pour réduire les pressions sur les rives lacustres*

Conférence LATLAS – Gestion des rives lacustres, Lausanne, Suisse, 1 octobre 2014

*Beitrag der Wasserkraft and die heutige und künftige Stromversorgung in der Schweiz  
(Contribution de la force hydraulique à l'approvisionnement d'électricité actuel et futur en Suisse)*

Verein der pensionierten Präsidenten, Generaldirektoren und Direktionsmitglieder der SBG/UBS.  
Uetliberg, Zurich, 16 octobre 2014

*Erfolg von Mehrzweckprojekten in der Wasserkraft dank gesamtheitlichem Projektierungsansatz  
R+R Kolloquium « Projektstrukturen und –gestaltung », Baden, Suisse, 6 novembre 2014*

*Worldwide role of Hydropower in sustainable multipurpose development, on-going research  
initiatives in Switzerland*

Basel Conference on IWRM for Participants of Central Asian Countries, Basel, Suisse, du 24 au 26  
novembre 2014

#### **De Cesare Giovanni**

---

*Potential, limits and perspectives of physical and numerical modelling (Keynote lecture)*

3rd International Conference SimHydro 2014 "New trends in simulation", Nice Polytech Sophia  
Antipolis, France, 11 juin 2014

#### **Pfister Michael**

---

*Sensitivity of PKWs concerning driftwood blockage*

Workshop STK Taskforce driftwood. Lausanne, Suisse, 4 juillet 2014

*Sewer conduit design*

Invited Lecture for Bachelor students, Seconda Università degli studi di Napoli, DICDEA, Italie, 21  
octobre 2014

*Enhancement of spillway capacity for existing structures*

Gestione e mitigazione del Rischio Idraulico: Il contributo della ricerca e l'esperienza delle  
Istituzioni. Seconda Università degli studi di Napoli, DICDEA, Italie, 23 octobre 2014

*Driftwood and Piano Key weirs: ongoing research.*

Colloque PKW. Samognat, France, 3 décembre 2014.

#### **Schaefli Bettina**

---

*Hydrology and Energy : The Turn-Around*

Research seminar at the Water Resources Section, TU Delft, Pays Bas, 2 septembre 2014

*Spatially-explicit modeling in high Alpine environments*

Research seminar at University of Lausanne, Suisse, 16 octobre 2014

---

**Franca Mário**

---

*Density and turbidity currents, Introduction to granular flows and sediment transport*  
SEDITRANS winter school at UCL, Université Catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, 13 mars 2014

*Mechanics of sediment transport*

Workshop on Contaminated Site Management in Europe (CSME-2014) and Sustainable Approaches to Remediation of Contaminated Land in Europe (SARCLE-2014), Bruxelles, 20-22 octobre 2014

*Laboratory of Hydraulic Constructions – EPFL: Research on fluvial hydraulics*  
Northwestern University, Evanston (IL), 24 octobre 2014

---

**Pachoud Alexandre Jean**

---

*Influence of fissures in the welds on the design of steel liners of pressure tunnels and shafts considering rock anisotropy*

River Research Institute, Department of Hydraulic Engineering, Tsinghua University, State Key Laboratory of Hydro-science and Engineering, Beijing, Chine, 20 novembre 2014

## **6.2 Autres conférences / Other conferences**

---

**Schleiss Anton**

---

*Hydraulische Bemessung des Klaviertastenwehrrs*

Internationales Symposium 2014, Wasser- und Flussbau im Alpenraum, ETH Zürich, Suisse, du 25 au 27 juin 2014

*NELAK: rapport de recherché, cartes et simulations sur la formation de nouveau lacs en haute montagne*

Dialogue entre recherche, administration et terrain – Présentation et discussion des outils d'aide à la décision et de mise en oeuvre du PNR 61 « Gestion durable de l'eau », Soleure, Suisse, 5 novembre 2014

---

**De Cesare Giovanni**

---

*Les causes de l'accident au réservoir de Punt dal Gall et connaissances acquises pour les opérateurs, Commission Hydrosuisse*

Journée d'étude Force hydraulique 2014, Olten, Suisse, 19 novembre, 2014

*Génie biologique et protection des rives*

Conférence LATLAS – Gestion des rives lacustres, Lausanne, Suisse, 1 octobre 2014

*Flow field UVP measurements of a Y-shape outlet structure*

9th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering ISUD, ENGEES, Strasbourg, France, 27 août 2014

---

**Pfister Michael**

---

*Air concentration distribution in deflector-jets*

5<sup>th</sup> IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Brisbane, Australie, 25 juin 2014

---

**Franca Mário**

---

*Detection and reconstruction of large scale flow structures in a river by means of empirical mode decomposition combined with Hilbert transform*

European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Autriche, du 27 avril au 2 mai 2014

*Bedload fluctuations in a steep macro-rough channel*

European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Autriche, du 27 avril au 2 mai 2014



---

**Schaefli Bettina**

---

*Understanding the relative role of hillslope processes and geomorphology in Alpine catchments*  
European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Autriche, du 27 avril au 2 mai 2014

---

**Matos José Pedro**

---

*Hazard cascades et dams*

Protection of critical infrastructures against natural hazards and cascading effect: STREST approach and synergies between FP7 projects", Ispra, Italie, 30 octobre 2014

*Large dams in Switzerland*

Protection of critical infrastructures against natural hazards and cascading effect: STREST approach and synergies between FP7 projects", Ispra, Italie, 31 octobre 2014

---

**Guillén Sebastián**

---

*Bed topography evolution in a discordant bed channel confluence*

3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, Porto, Portugal, du 14 au 16 avril 2014

*Morphodynamic differences induced by different confluence angles in widen confluences*

RiverFlow 2014 - International Conference on Fluvial Hydraulics, Lausanne, Suisse; du 3 au 5 september 2014

---

**Ferràs David**

---

*Stress-strain analysis of a coiled copeer pipe for inner pressure loads*

3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, Porto, Portugal, du 14 au 16 avril 2014

---

**Ostad Mohammad**

---

*Review on pressure distribution on stepped spillways*

3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, Porto, Portugal, du 14 au 16 avril 2014

---

**Jafarnejad Mona**

---

*Effect of compressed riprap thickness on the stability of river banks*

RiverFlow 2014 - International Conference on Fluvial Hydraulics, Lausanne, Suisse; du 3 au 5 September 2014

---

**Pachoud Alexandre Jean**

---

*Steel-lined pressure tunnels and shafts in anisotropic rock*

3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, Porto, Portugal, du 14 au 16 avril 2014

---

**Zeimetz Fränz**

---

*A comparison of statistical and deterministic methods for predicting extreme floods in an alpine catchment*

3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, Porto, Portugal, du 14 au 16 April 2014

*The influence of spatial and temporal rainfall structure on the PMF for small alpine catchments*

European Geosciences Union General Assembly, Vienna, Autriche, du 27 avril au 2 mai 2014

---

**Wüthrich Davide**

---

*Air entrainment and energy dissipation on Gabion stepped weirs*

5th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, Brisbane, Australie, 25 juin 2014

*Dam Break Analysis for Serra degli Ulivi Dam*

Hydro 2014, Cernobbio, Italie, 14 octobre 2014

## **7 Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / Participation in congresses and visits of research institutes**

*SEDITRANS winter school at UCL, Université Catholique de Louvain, Louvain-La-Neuve, 13 mars 2014. Mário Franca, Sabine Chamoun et Jessica Zordan*

*3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress, du 14 au 16 avril 2014, Porto, Portugal. Anton Schleiss, Mario Franca, Alexandre Jean Pachoud, Fränz Zeimetz, Sebastián Guillén, David Ferras et Mohammad Ostad*

*European Geosciences Union General Assembly, du 27 avril au 2 mai 2014, Vienna, Autriche. Bettina Schaefli, Mário Franca, Mona Jafarnejad, Fränz Zeimetz et Ramona Receanu*

*82<sup>nd</sup> Annual Meeting of international Commission of Large Dams (ICOLD), Bali, Indonésie, du 1 au 6 juin 2014. Anton Schleiss*

*5th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, du 25 au 27 juin 2014, Brisbane, Australie. Michael Pfister et Davide Wüthrich*

*Internationales Symposium 2014, Wasser und Flussbau im Alpenraum, ETH Zürich, Zürich, du 25 au 27 juin 2014. Anton Schleiss*

*9th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (9<sup>th</sup> ISUD), du 27 au 29 août 2014, Strasbourg, France. Giovanni De Cesare*

*5<sup>th</sup> Workshop IJREWHS, Université de Liège, Belgique, du 28 au 30 août 2014. Mohammadjavad Ostad Mirza et Nicolas Adam*

*River Flow 2014, du 6 au 8 septembre 2014, Lausanne, Suisse. Anton Schleiss, Giovanni De Cesare, Mário Franca, Michael Pfister, José Pedro Matos, Nicolas Adam, Mikolaj Adamczyk, Irene Samora, Mélanie Baehler, Elena Battisacco, Sabine Chamoun, Reyhaneh Ghazanfari, Tamara Ghilardi, Sebastián Guillén, Mona Jafarnejad, Alexandre Pachoud, Sebastian Schwindt, Davide Wüthrich, Fränz Zeimetz et Jessica Zordan*

*Symposium et 103<sup>ème</sup> assemblée générale de l'ASAE «Aménagement des eaux entre étiage et crues », du 11 au 12 septembre 2014, Veytaux (VD). Anton Schleiss et Giovanni De Cesare*

*SCCER-SoE Annual Conference 2014 “Challenges for hydropower and deep geothermal electricity production”, 30 septembre 2014, ETH Zürich, Suisse. Anton Schleiss*

*Evolutions morphologiques des systèmes fluviaux, côtiers et estuariens, du 6 au 7 octobre 2014, Nantes, France. Elena Battisacco*

*Hydro 2014, du 13 au 15 octobre 2014, Cernobbio, Italie. Davide Wüthrich*

*Contaminated Site Management in Europe (CSME – 2014), du 20 au 22 octobre 2014, Brussels, Belgique. Mário Franca*

*Protection of critical infrastructures against natural hazards and cascading effect: STREST approach and synergies between FP7 projects”, du 29 au 31 Octobre 2014, Ispra, Italie. Anton Schleiss et José Pedro Matos*

*Dialogue entre recherche, administration et terrain – Présentation et discussion des outils d'aide à la décision et de mise en oeuvre du PNR 61 « Gestion durable de l'eau », 5 novembre 2014, Soleure, Suisse. Anton Schleiss*

*R+R Kolloquium « Projektstrukturen und gestaltung », 6 Novembre 2014, Baden. Anton Schleiss*

*Journée d'étude Force hydraulique 2014, 19 novembre 2014, Olten, Suisse. Giovanni De Cesare*

*Basel Conference on IWRM for Participants of Central Asian Countries, du 24 au 26 November 2014, Basel, Suisse. Anton Schleiss, Giovanni De Cesare*

*Colloque PK-Weir, le 3 décembre 2014, Samognat, France. Michael Pfister*

*Fall Meeting of the American Geophysical Union 2014, du 15 au 19 decembre 2014, San Francisco, USA. Mário Franca.*

## 8 Participation au jury de thèses de doctorat / *Participation in doctoral thesis jury*

### **Schleiss Anton**

---

*Fatigue behaviour of UHPFRC and R-UHPFRC-RC composite members*

Doctorant: Tohru Makita, EPFL No 6068, président de jury, 17.01.2014

*Influence of air concentration on rock scour development and block stability in plunge pools*

Doctorant: Rafael Xavier Meriade Duarte, EPFL No 6195, directeur de these, 30.04.2014

*Hydraulic-hydrologic model for the Zambezi River using satellite data and artificial intelligence techniques*

Doctorant: José Pedro Gamito de Saldanha Calado Matos, EPFL No 6225, directeur de these, 16.05.2014

*Einfluss von Speichergeometrie und Speichergrosse auf die Flutwelle beim Dammerosionsbruch durch Überströmen*

Doctorant: Simon Wallner, TU Wien, 16.07.2014

### **Michael Pfister**

---

*Air-water flow in bottom outlets for dams.*

Doctorante: Ting Liu, Hydraulic Department, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, Sweden, Opponent, 28.02.2014.

### **Franca Mário**

---

*Caracterização experimental de correntes de densidade variáveis desenvolvendo-se sobre leitos lisos e rugosos*

Doctorante: Helena I.S. Nogueira, Universidade de Coimbra, Portugal, directeur de thèse, 02.10.2014

*Estudio en modelo físico de un meandro en el río Mero (a Coruña). Caracterización hidrodinámica de cauce y llanura para diferentes niveles de inundación*

Doctorante : Inés Mera Rico, Universidade da Coruña, Spain, rapporteur, 29.01.2014

### **Bettina Schaefli**

---

*A new view on the hydrological cycle over continents*

Doctorant: Rudi Johannes van der Ent, TU Delft, The Netherlands, membre du jury, 02.09.2014

*Apports et voies d'amélioration de la représentation des glaciers et de leur évolution au sein d'un modèle hydrologique.*

Doctorant: Pierre-Stéphane Gsell, Université Pierre et Marie Curie, France, membre du jury et rapporteur. 28.11.2014

## **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 (IAHR)
- Ocean Engineering
- Journal of Multiphase Flow
- Water Management
- Arabian Journal of Geosciences
- Aquatic Sciences
- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Journal of Zhejiang University – Science A
- Earth Surface Progress and Landforms
- Advances in Water Ressources
- Structural Engineering International
- Tunneling and Underground Space
- Journal of Hydrology
- Hydro 2014
- Wasserbausymposium 2014, VAW-ETH Zürich (CH)
- 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics (River Flow 2014), EPFL Lausanne (CH), Member of Scientific Committee
- Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada (CRSNG)
- Fonds National de la Recherche Scientifique de Belgique (FNRS)

### **De Cesare Giovanni**

---

- Chemical Engineering and Processing: Process Intensification (ELSEVIER)
- Flow Measurement and Instrumentation (ELSEVIER)
- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Water Resources Research (AGU)
- Progress in Computational Fluid Dynamics, An International Journal (Inderscience Publishers)
- 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics (River Flow 2014), EPFL Lausanne (CH), Member of Scientific Committee

### **Pfister Michael**

---

- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)
- Proceedings of the Institution of Civil Engineers (ICE), Water Management Journal
- Journal of Hydrodynamics, Ser. B, Elsevier



- Journal of Computational Environmental Sciences, Hindawi Publishing Corporation
- 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics (River Flow 2014), EPFL Lausanne (CH), Member of Scientific Committee
- 5th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures, 2014, Brisbane (Au), Reviewer
- 5th International Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures, 2014, Liege (B), Member of Scientific Committee
- 36th IAHR World Congress, 2015, The Hague (NL), Reviewer
- 2nd International Workshop on Hydraulic Structures: Data Validation, 2015, Coimbra (P), Member of Scientific Committee

### **Franca Mário**

---

- Journal of Hydraulic Research (IAHR – International Association of Hydro-Environment Engineering and Research)
- Environmental Fluid Mechanics
- Physics of Fluids
- Catena Journal
- Experimental Thermal and Fluid Science
- Series Hydraulic Model Report, The University of Queensland, Australia
- 7<sup>th</sup> International Conference on Fluvial Hydraulics (River Flow 2014), EPFL Lausanne (CH), Member of Scientific Committee

### **Schaepli Bettina**

---

- Water Resources Research (journal of the American Geophysical Union)
- Hydrology and Earth System Sciences (journal of the European Geosciences Union) Editeur
- Geoscience Model Development (journal of the European Geosciences Union)
- Advances in Water Resources
- Hydrological Processes

### **Manso Pedro**

---

- Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)

### **Jafarnejad Mona**

---

- Indian Society for Hydraulics (ISH)

## 10 Publications

### 10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

#### 10.1.1 *Référés / Refereed*

Choufi, L., Kettab, A., Schleiss, A., "Effet de la rugosité du fond d'un réservoir rectangulaire à faible profondeur sur le champ d'écoulement", **La Houille Blanche** (69), 5 (2014), pp. 83-92, DOI: 10.1051/lhb/2014054

Cohen Liechti, T., Matos, J., Ferràs, D., Boillat, J.-L., Schleiss, A., « Hydrological modelling of the Zambezi River Basin taking into account floodplain behaviour by a modified reservoir approach », **International Journal of River Basin Management**, DOI 10.1080/15715124.2014.880707, Vol. 12, No 1, 2014, pp. 29-41

Cohen Liechti, T., Matos, J.P., Boillat, J.-L., Portela, M.M., Schleiss, A.J., "Hydraulic–hydrologic model for water resources management of the Zambezi basin", **Journal of Applied Water Engineering and Research**, 2014, pp. 107-117, Vol. 2, No. 2, DOI: 10.1080/23249676.2014.958581

De Cesare, G., Bieri, M., Terrier, S., Candolfi, S., Wickenhäuser, M., Micoulet, G., « Optimization of a Shared Tailrace Channel of Two Pumped-Storage Plants by Physical and Numerical Modeling», **Advances in Hydroinformatics**, 2014, Springer Science+Business Media, Singapore, DOI: 10.1007/978-981-4451-42-0\_25, pp. 291-305

De Cesare, G., Münch-Aligné, C., Daneshvari, M., Schwindt, S., Biaggi, F., « Psamathe – Alternatives Konzept der Entsanderspülung», **Wasserwirtschaft**, Jahrgang 104, Volume 4, 2014, pp. 44-49

Duarte, R., Schleiss, A., Pinheiro, A., "Discussion on "CFD analysis of the effect of nozzle stand-off distance on turbulent impinging jets", **Canadian Journal of Civil Engineering**, Volume 41 (3), 2014, DOI : 10.1139/cjce-2013-0540, pp. 270-271

Dugué, V., Blanckaert, K., Chen, Q., Schleiss, A., "Influencing Flow Patterns and Bed Morphology in Open Channels and Rivers by Means of an Air-Bubble Screen", **Journal of Hydraulic Engineering**, 2014, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000946, pp. 1-13

Epely Chauvin, G., De Cesare, G., Schwindt, S., "Modelling of plunge pool scour evolution in non-cohesive sediments", **Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics**, Vol. 8, No. 4, 2014, pp. 477–487

Ferràs, D., Covas, D.I.C., Schleiss, A.J., "Stress–strain analysis of a toric pipe for inner pressure loads", **Journal of Fluids and Structures**, 2014, ISSN 0889-9746, DOI: 10.1016/j.jfluidstructs.2014.07.015 pp. 68-84

Franca, M.J., Lemmin, U., "Detection and reconstruction of large-scale coherent flow structures in gravel-bed rivers", **Earth Surface Process and Landforms**, 2014, DOI: 10.1002/esp.3626 pp. 93-104

Gabl, R., Gems, B., De Cesare, G., Aufleger, M., « Anregungen zur Qualitätssicherung in der 3-D-numerischen Modellierung mit FLOW-3D», **Wasserwirtschaft**, Jahrgang 104, Volume 3, 2014, pp. 15-20

Ghilardi, T., Franca, M., Schleiss, A., "Bed load fluctuations in a steep channel", **Water Resources Research**, , 2014, doi: 10.1002/2013WR014449, online, pp. 1-48

Ghilardi, T., Franca, M., Schleiss, A., "Bulk velocity measurements by video analysis of dye tracer in a macro-rough channel", **Measurement Science & Technology**, 2014, vol. 25, No. 3, doi:10.1088/0957-0233/25/3/035003, pp. 1-11

Ghilardi, T., Franca, M., Schleiss, A., "Period and amplitude of bedload pulses in a macro-rough channel", **Geomorphology**, Volume 221, 2014, doi: 10.1016/j.geomorph.2014.06.006, pp. 95-103

- Marchi, A., Salomons, E., Ostfeld, A., Kapelan Z., Simpson A. R. et al., "Battle of the Water Networks II", **Journal of Water Resources Planning and Management**, Vol. 140, No. 7, **2014**, DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000378
- Matos, J., Cohen Liechti, T., Portela, M., Schleiss, A., "Pattern-oriented memory interpolation of sparse historical rainfall", **Journal of Hydrology**, **2014**, DOI :10.1016/j.jhydrol.2014.01.003, vol. 510, pp. 493-503
- Mera Rico, I., Franca, M. J., Anta, J., Peña, E., "Turbulence anisotropy in a compound meandering channel with different submergence conditions", **Advances in Water Resources**, **2014**, DOI: 10.1016/j.advwatres.2014.10.012
- Müller, M., De Cesare, G., Schleiss, A., « Continuous Long-Term Observation of Suspended Sediment Transport between Two Pumped-Storage Reservoirs», **Journal of Hydraulic Engineering**, (**2014**), doi : 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000866
- Nogueira, H. I., Adduce, C., Alves, E., Franca, M. J., "Analysis of lock-exchange gravity currents over smooth and rough beds", **Journal of Hydraulic Research**, Vol. 51(4), **2013**, pp. 417-431, DOI: 10.1080/00221686.2013.798363
- Person, E., Bieri, M., Peter, A., Schleiss, A., "Mitigation measures for fish habitat improvement in Alpine rivers affected by hydropower operations", **Ecohydrology**, **2014**, DOI: 10.1002/eco.1380, Vol.7, No. 2, pp. 580-599
- Pfister, M., Boes., R. M., Discussion of "Skimming, Nonaerated Flow on Stepped Spillways over Roller Compacted Concrete Dams" by Ines Meireles, Floriana Renna, Jorge Matos, and Fabian Bombardelli, in **Journal of Hydraulic Engineering**, **2014**, Vol. 140, No. 10, **2014**, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000591
- Pfister, M., Chanson, H., "Two-phase air-water flows: Scale effects in physical modelling", **Journal of Hydrodynamics**, **2014**, Vol. 26, No. 2, DOI : 10.1016/S1001-6058(14)60032-9, pp. 291-298
- Pfister, M., Gissoni, C., "Head losses in junction manholes for free surface flows in circular conduits", **Journal of Hydraulic Engineering**, Vol. 140, No. 9, **2014**, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000895, pp. 1-6
- Pfister, M., Hager, W., "History and significance of the Morton number in hydraulic engineering", **Journal of Hydraulic Engineering**, **2014**, Vol. 140, No. 5, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000870, online, pp. 1-6
- Pfister, M., Hager, W.H. (2014). "Erratum for History and significance of the Morton number in hydraulic engineering", **Journal of Hydraulic Engineering**, **2014**, Vol. 140, No. 7, DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000870.
- Pfister, M., Hager, W., Boes, R., "Trajectories and air flow features of ski jump-generated jets", **Journal of Hydraulic Research**, Volume 52 (3), **2014**, DOI: 10.1080/00221686.2013.875072, pp. 336-346
- Ribi, J.-M., Boillat, J.-L., Peter, A., Schleiss, A., "Attractiveness of a lateral shelter in a channel as a refuge for juvenile brown trout during hydropeaking", **Aquatic Sciences**, **2014**, doi: DOI 10.1007/s00027-014-0351-x, online, pp. 1-17
- Ricardo, A., Koll, K., Franca, M., Schleiss, A.J., Ferreira, R., "The terms of turbulent kinetic energy budget within random arrays of emergent cylinders", **Water Resources Research**, DOI: 10.1002/2013WR014596, **2014**, Vol. 50, No. 5, pp. 4131-4148
- Schaefli, B., Nicótina, L., Imfeld, C., Da Ronco, P., Bertuzzo, E., and Rinaldo, A.: SEHR-ECHO v1.0: a Spatially-Explicit Hydrologic Response model for ecohydrologic applications, **Geosci. Model Dev.**, 7, 2733-2746, 10.5194/gmd-7-2733-2014, **2014**.
- Schleiss, M., Chamoun, S., Berne, A., "Stochastic simulation of intermittent rainfall using the concept of "dry drift", **Water Resources Research**, ISSN: 0043-1397, **2014**, Vol. 50, No. 3, doi: 10.1002/2013WR014641, pp. 2329–2349

Schneider, D., Huggel, C., Cochachin, A., Guillén, S., García, J., “Mapping hazards from glacier lake outburst floods based on modelling of process cascades at Lake 513, Carhuaz, Peru”, **Advances in Geosciences**, Vol. 35, **2014**. doi:10.5194/adgeo-35-145-2014, pp. 145-155

Simanjuntak, T., Marence, M., Mynett, A., Schleiss, A., «Pressure tunnels in non-uniform in situ stress conditions», **Journal of Tunnelling und Underground Space Technology**, Volume 42, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tust.2014.03.006>, **2014**, pp. 227-236

Terrier, S., Bieri, M., De Cesare, G., Schleiss, A., «Surge Wave Propagation in a Common Tailrace Channel for Two Large Pumped-Storage Plants», **Journal of Hydraulic Engineering**, Volume 140(2), **2014**, [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)HY.1943-7900.0000809](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000809), pp. 218–225

Turberg, P., Zeimetz, F., Grondin, Y., Elandoy, C., Buttler, A., “Characterization of structural disturbances in peats by X-ray CT-based density determinations”, **European Journal of Soil Science**, **2014**, doi: 10.1111/ejss.12148, pp.1-12

Wüthrich, D. Chanson, H., “Aeration performances of a gabion stepped weir with and without capping”, **Environmental Fluid Mechanics**, **2014**, ISSN 1573-1510, doi: 10.1007/s10652-014-9377-9, pp. 1-20

Wüthrich, D., Chanson, H., “Hydraulics, Air Entrainment, and Energy Dissipation on a Gabion Stepped Weir”, **Journal of Hydraulic Engineering**, 140(9), **2014**, ISSN 0733-9429/04014046(10), DOI: 10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000919

### 10.1.2 *Autres / Others*

Franca, M. J., Santos, B. O., Antico, F., Ferreira, R. M. L., “Quadrant Analysis of Shear Events in Open Channel Flows Over Mobile and Immobile Hydraulically Rough Beds”, in **ERCOFTAC Bulletin**, Vol. 100, **2014**, p. 29-36

Scheidegger, C., Weber, C., Schleiss, A.J., Vetsch, D., Boes, R.M., Brodersen, J., Döring, M., Franca, M., Nadyeina, O., Pfister, M., Robinson, C., Weitbrecht, V., Werth, S. (2014). Forschungsprogramm „**Wasserbau und Ökologie**“: Geschiebe- und Habitatsdynamik. KBNL *Inside* 1, 20-24

Schleiss, A., Boes, R., Brodersen, J., Doering, M., Franca, M., Nadyeina, O., Pfister, M., Robinson, C., Scheidegger, C., Vetsch, D., Weber, C., Weitbrecht, V., Werth, S., “Geschiebe- und Habitatsdynamik – Forschungsprogramm «Wasserbau und Ökologie»”, **Wasser Energie Luft**, Volume 106 (2), **2014**, pp.117-122

Schleiss, A., Oberrauch, F., “Flexibilisierung der Wasserkraft in der Schweiz für zukünftige Aufgaben im internationalen Strommarkt”, **Wasser Energie Luft**, Vol. 106, Heft 3, **2014**, pp. 175-178



## 10.2 Comptes rendus des congrès / *Proceedings of congresses*

### 10.2.1 *Référés / Refereed*

Altinakar M., Franca M.J., Hassan M.A. & Qu Z. Gravel particles entrainment and deposition under unsteady flow conditions, **AGU Fall meeting**, EP33C-3661, San Francisco, December.

Amini A., Heller P., De Cesare G. & Schleiss A.J. (2014). Comprehensive numerical simulations of sediment transport and flushing of a Peruvian reservoir, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Reservoir Sedimentation, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, 211-219, CRC Press/Balkema, Leiden NL., DOI: 10.1201/b17397-26

Amini A., Heller P., De Cesare G., Schleiss A.J., Kräuchi N. & Rötheli P. (2014). Reactivation of Klingnau reservoir sidearm: Numerical simulation of sediment release downstream, Proc. **River Flow 2014**, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, Paper 284, 2283-2288, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17133-304

Bianco-Riccioz M., Bianco P. & De Cesare G. (2014). Design of a bed load and driftwood filtering dam, analysis of the phenomena and hydraulic design, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Swiss Competences in River Engineering and Restoration, A.J. Schleiss, J. Speerli, R. Pfammatter, Eds. EPFL Lausanne, 129-137, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17134-17

Bieri M., Müller M., Schweizer S. & Schleiss A.J. (2014). Flow restoration in Alpine streams affected by hydropower operations—a case study for a compensation basin, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Swiss Competences in River Engineering and Restoration, A.J. Schleiss, J. Speerli, R. Pfammatter, Eds. EPFL Lausanne, EPFL Lausanne, 181-190, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17134-23

Birjukova O., Guillen S., Alegria F. & Cardoso A.H. (2014). Three dimensional flow field at confluent fixed-bed open channels, Proc. **River Flow 2014**, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, Paper 125, 1007-1014, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17133-136

Esmaeili T., Sumi T., Kantoush S.A., Schleiss A.J. & Haun S. (2014). Three-dimensional numerical modeling of flow field in rectangular shallow reservoirs, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Reservoir Sedimentation, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, 11-19, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17397-4

Ferras, D., Covas, D., Schleiss, A., “Stress-strain analysis of a coiled copper pipe for inner pressure loads”, Proc. of **3rd IAHR Europe Congress** : Water – Engineering and Research, Faculty of Engineering of University of Porto, Portugal, 14-16 April **2014**, eds, António Betâmio de Almeida, Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, António Heleno Cardoso, Jorge Matos, Luciana das Neves, Paulo Rosa Santos, Elsa Carvalho, ISBN 978-989-96479-2-3, pp. 279 (ou CD)

Franca M.J. & Lemmin U. Detection and reconstruction of large scale flow structures in a river by means of empirical mode decomposition combined with Hilbert transform, **EGU General Assembly**, Geophysical Research Abstracts, Vol. 16, EGU 2014-7740, Vienna, April.

Franca M.J. Mechanics of sediment transport, invited seminar in **Workshop on Contaminated Site Management in Europe (CSME-2014)** and **Sustainable Approaches to Remediation of Contaminated Land in Europe (SARCLE-2014)**, Brussels, October

Franca M.J., Batisacco E. & Schleiss A.J. Preliminary Experimental Results on the Technique of Artificial River Replenishment to Mitigate Sediment Loss Downstream Dams, **AGU Fall meeting**, EP33A-3626, San Francisco, December.

García Hernández J., Claude A., Paredes Arquiola J., Roquier B. & Boillat J.-L. (2014). Integrated flood forecasting and management system in a complex catchment area in the Alps—

implementation of the MINERVE project in the Canton of Valais, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Swiss Competences in River Engineering and Restoration, A.J. Schleiss, J. Speerli, R. Pfammatter, Eds. EPFL Lausanne, 87-97, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17134-12

Ghilardi T., Franca M.J. & Schleiss A.J. (2014). Sediment transport in steep channels with large roughness elements, Proc. **River Flow 2014**, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, Paper 112, 899-907, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17133-122

Ghilardi T., Franca M.J. & Schleiss A.J. Bedload fluctuations in a steep macro-rough channel, **EGU General Assembly**, Geophysical Research Abstracts, Vol. 16, EGU 2014-3300-1, Vienna, April.

Guillén Ludeña, S., Franca, M., Schleiss, A., Cardoso, A., “Bed topography evolution in a discordant bed channel confluence”, Proc. of **3rd IAHR Europe Congress** : Water – Engineering and Research, Faculty of Engineering of University of Porto, Portugal, 14-16 April **2014**, eds, António Betâmio de Almeida, Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, António Heleno Cardoso, Jorge Matos, Luciana das Neves, Paulo Rosa Santos, Elsa Carvalho, ISBN 978-989-96479-2-3, pp. 228 (ou CD)

Guillén S., Franca M.J., Schleiss A.J. & Cardoso A.H. (2014). Morphodynamic differences induced by different confluence angles in widen confluences, Proc. **River Flow 2014**, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, Paper 122, 983-988, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17133-133

Jafarnejad M., Franca M.J., Pfister M. & Schleiss A.J. (2014). Effect of compressed riprap thickness on the stability of river banks, Proc. **River Flow 2014**, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, Paper 257, 2069-2074, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17133-276

Jafarnejad M., Pfister M., Franca M.J. & Schleiss A.J. Probabilistic evaluation of riprap failure under future uncertain flood conditions: the case study of river Kleine Emme (Switzerland), **EGU General Assembly**, Geophysical Research Abstracts, Vol. 16, EGU 2014-11183, Vienna, April.

Kantoush S.A. & Schleiss A.J. (2014). Influence of geometry shape factor on trapping and flushing efficiencies, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Reservoir Sedimentation, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, 129-137, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17397-17

Leite Ribeiro M., Wampfler S. & Schleiss A.J. (2014). Morphodynamic changes in a natural river confluence due to a hydropower modified flow regime, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Swiss Competences in River Engineering and Restoration, A.J. Schleiss, J. Speerli, R. Pfammatter, Eds. EPFL Lausanne, 191-199, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17134-24

Magnollay A., De Cesare G., Sprenger R., Siffert D. & Natale P. (2014). Design of a diversion structure for the management of residual risks using physical model tests, Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Swiss Competences in River Engineering and Restoration, A.J. Schleiss, J. Speerli, R. Pfammatter, Eds. EPFL Lausanne, 139-146, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17134-18

Meile T., Bretz N.-V., Imboden B. & Boillat J.-L. (2014). Reservoir sedimentation management at Gebidem Dam (Switzerland), Proc. **River Flow 2014**, Special Session on Reservoir Sedimentation, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, 245-255, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17397-30

Ostad Mirza, M., Pfister, M., Matos, M., Schleiss, A., “Review on pressure distribution on stepped spillways”, Proc. of **3rd IAHR Europe Congress** :Water – Engineering and Research, Faculty of Engineering of University of Porto, Portugal, 14-16 April **2014**, eds, António Betâmio de Almeida, Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, António Heleno Cardoso, Jorge Matos, Luciana das Neves, Paulo Rosa Santos, Elsa Carvalho, ISBN 978-989-96479-2-3, pp. 128 (ou CD)

Pachoud, A.J. and De Cesare, G. (2014). Flow field UVP measurements of a Y-shape outlet structure, Proc. of the **9<sup>th</sup> International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering**, ed. Fischer, S. et al., 9th ISUD, ISBN: 978-2-9549783-0-7, August 27-29, 2014, Strasbourg, France, pp. 61-64

Pachoud, A.J., Schleiss, A.J., “Steel-lined pressure tunnels and shafts in anisotropic rock”, Proc. of **3<sup>rd</sup> IAHR Europe Congress** : Water – Engineering and Research, Faculty of Engineering of University of Porto, Portugal, 14-16 April **2014**, eds, António Betâmio de Almeida, Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, António Heleno Cardoso, Jorge Matos, Luciana das Neves, Paulo Rosa Santos, Elsa Carvalho, ISBN 978-989-96479-2-3, pp. 141 (ou CD)

Pfister, M., Schleiss, A., “Hydraulische Bemessung des Klaviertastenwehrs”, Proc. of **Tagungsband Internationales Symposium 2014**, Wasser- und Flussbau im Alpenraum, Mitteilung Nr. 227, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich, Zürich, 25-27 June 2014, pp. 51-61

Pfister, M., Schwindt S., “Air concentration distribution in deflector-jets”, Proc. of **5th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures**, Hydraulic Structures and Society: Engineering Challenges and Extremes, **2014**, online, ISBN 9781742721156, DOI: 10.14264/uql.2014.29, Brisbane, Australia, 25-27 Juin 2014, pp. 1-8\$

Ricardo A.M., Di Carlo S., Franca M.J., Schleiss A.J., Sanches P.M. & Ferreira R.M.L. (2014). Vortex interaction in patches of randomly placed emergent cylinders, Proc. **River Flow 2014**, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, Paper 010, 63-69, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17133-14

Ricardo, A., Martinho, M., Sanches, P., Franca, M., Ferreira, R., “Experimental characterization of drag on arrays on rough cylinders”, Proc. of **3rd IAHR Europe Congress** : Water – Engineering and Research, Faculty of Engineering of University of Porto, Portugal, 14-16 April **2014**, eds, António Betâmio de Almeida, Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, António Heleno Cardoso, Jorge Matos, Luciana das Neves, Paulo Rosa Santos, Elsa Carvalho, ISBN 978-989-96479-2-3, pp. 251 (ou CD)

Samora, I., Ramos, H., Schleiss, A., “Energy recovery for sustainable urban drainage systems (SUDS)”, Proc. of **3rd IAHR Europe Congress** : Water – Engineering and Research, Faculty of Engineering of University of Porto, Portugal, 14-16 April **2014**, eds, António Betâmio de Almeida, Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, António Heleno Cardoso, Jorge Matos, Luciana das Neves, Paulo Rosa Santos, Elsa Carvalho, ISBN 978-989-96479-2-3, pp. 169 (ou CD)

Santos B.O., Franca M.J. & Ferreira R.M.L. (2014). Coherent structures in open channel flows with bed load transport over an hydraulically rough bed, Proc. **River Flow 2014**, A.J. Schleiss, G. De Cesare, M. Franca, M. Pfister, Eds. EPFL Lausanne, Paper 110, 883-890, CRC Press/Balkema, Leiden NL, DOI: 10.1201/b17133-120

Wüthrich, D., Chanson, H., “Air entrainment and energy dissipation on Gabion stepped weirs”, in: Hubert Chanson and Luke Toombes, Hydraulic structures and society - Engineering challenges and extremes, **5th IAHR International Symposium on Hydraulic Structures**, Hydraulic Structures and Society: Engineering Challenges and Extremes, Brisbane, Australia, (1-8). 25-27 June **2014**, on-line, ISBN 9781742721156, DOI: 10.14264/uql.2014.12

Zeimetz, F., Receanu, R., Hertig, J.A., Schleiss, A., The influence of spatial and temporal rainfall structure on the PMF for small alpine catchments, **EGU General Assembly**, Geophysical Research Abstracts, Vol. 16, EGU 2014-3300-1, Vienna, April.

Zeimetz, F., Receanu, R., Schleiss, A., Fallot, J.-M., “A comparison of statistical and deterministic methods for predicting extreme floods in an alpine catchment”, Proc. of **3rd IAHR Europe Congress**: Water – Engineering and Research, Faculty of Engineering of University of Porto, Portugal, 14-16 April **2014**, eds, António Betâmio de Almeida, Fernando Veloso Gomes, Francisco Taveira Pinto, António Heleno Cardoso, Jorge Matos, Luciana das Neves, Paulo Rosa Santos, Elsa Carvalho, ISBN 978-989-96479-2-3, pp. 134 (ou CD)

## 10.2.2 *Autres / Others*

Canale, L., Wüthrich, D., "Dam Break Analysis for Serra degli Ulivi Dam", **Hydro 2014**, Cernobbio, Italy, 13-15 October **2014**

Simanjuntak, T., Marence, M., Mynett, A., Schleiss, A., "Effects of rock mass anisotropy on deformations and stresses around tunnels during excavation", Proc. of **82nd Annual Meeting of ICOLD**, Int. Symposium on Dams in Global Environmental Challenges, Bali Nusa Dua, Indonesia, 1-6 June **2014**, pp. II-129-II-136

## 10.3 *Revue de presse / Press reviews*

### Articles dans les journaux

---

#### **Schleiss Anton**

Article : Wie weiter mit den Stromkonzernen, Tages Anzeiger, 20 septembre 2014

Article : Durchaus rentabel, Neue Zürcher Zeitung am Sonntag, 21 septembre 2014

## 10.4 *Communications du LCH / LCH Communications*

N° 57 A. M. Da Costa Ricardo, " Hydrodynamics of turbulent flows within arrays of circular cylinders", Communication 57, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2014, ISSN 1661-1179

N° 58 T. Ghilardi, " Sediment transport and flow conditions in steep rivers with large immobile boulders", Communication 58, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2014, ISSN 1661-1179

N° 59 R. Duarte, " Influence of air entrainment on rock scour development and block stability in plunge pools.", Communication 59, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2014, ISSN 1661-1179

N° 60 J. P. Gamito de Saldanha Calado Matos, " Hydraulic-hydrologic model for the Zambezi River using satellite data and artificial intelligence techniques.", Communication 60, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2014, ISSN 1661-1179



## **10.5 Rapports non publiés (recherche appliquée) / *Unpublished reports (applied research)***

- No. 1 Etude Flow3D seuil du barrage Hagneck  
BKW- BIK, janvier 2014
- No. 2 Auslassorgane Ausgleichsbecken Innertkirchen  
KWO, mars 2014
- No. 3 Stausee Klingnaureaktivierung Seitenarm – Untersuchung der Sedimenteinführung in den Rhein  
Kt Aargau, avril 2014
- No. 4 Erhöhung der Dotierwasserfassung im Stausee Livigno - Auswertung der Verlandungsdaten im Bereich der Staumauer Punt dal Gall  
EKW, Zernez, mai 2014
- No. 5 Mesures de débit des bassins d'élevage de perches  
Valperca, novembre 2014
- No. 6 Rio Dam Spillway - Flood Simulation with Flow3d  
Rizzo Associates, Tarrytown, NY, USA - Allan Estivalet, mai 2014

## **11 Prix et récompenses dans la recherche / *Research prizes and awards***

*ASCE-EWRI 2014 Best Technical Note Award*

Prof. Anton Schleiss

*ASCE Outstanding Reviewer Recognition 2013*

Prof. Anton Schleiss

*Design of steel-lined pressure shafts and tunnels considering the initial gap between the steel liner and surrounding materials (Master Thesis)*

Jade Senn, Lauréate du Prix Alfred Stucky

*Monitoring of steel-lined pressure tunnels and shafts by active pressure signal analysis (Master Thesis)*

Eugenio Mazzocchi, Lauréat du Prix IM (Maggia Engineering)