

Rapport d'activité ***Activity Report*** **2006**

Préface / Foreword

Selon l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le système suisse de recherche n'est pas assez lié avec la pratique et son impact sur la politique est trop faible (rapport OCDE 2006).

Après une période de stagnation, des investissements importants sont consacrés au domaine des aménagements hydrauliques en Suisse. Plusieurs installations de pompage-turbinage ainsi que des extensions et réhabilitations d'aménagements hydroélectriques et de barrages sont en phase de planification ou déjà en cours de réalisation. Après les crues catastrophiques de 2005 en Suisse, un grand nombre de projets d'aménagement et de revitalisation des cours d'eau sont également en cours. Le LCH participe à beaucoup de ces projets par un transfert de technologie dans le cadre d'expertises et d'études sur modèles physiques, confirmé par 27 rapports effectués par des collaborateurs scientifiques en 2006.

La majorité des 11 thèses en cours répondent à la fois à la recherche fondamentale mais également aux préoccupations de la pratique. Le LCH maintient ainsi une parfaite synergie entre la recherche et le transfert de technologie vers la pratique, ce qui a pour effet de stimuler l'enseignement au travers d'exemples concrets dans les cours et les projets.

Au nom des collaboratrices et collaborateurs du LCH, je tiens à remercier vivement nos partenaires et clients pour leur soutien tout au long de l'année 2006.

According to the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), the Swiss research system is insufficiently in connection with practice and the impact on politics is not strong enough (OECD 2006 report).

After a period of standstill, important investments are dedicated to hydraulic structures and schemes in Switzerland. A number of pumped-storage schemes as well as extensions and renovations of hydropower schemes and dams are in planning or already under construction. After the terrible floods of 2005 in Switzerland, a large number of river training and revitalization projects are now also underway. The Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH in French) takes part in many of these projects by the transfer of technology in the frame of expertise and studies on physical models, this being confirmed by the 27 expertise reports which were done by scientific associates in 2006.

The majority of the 11 ongoing theses treat simultaneously fundamental research problems as well as practical preoccupations. The LCH thus maintains a perfect synergy between research and the transfer of technology to practice, resulting also in a stimulation of teaching through actual cases during courses and projects.

In the name of the members of the LCH staff, I wish to warmly thank our partners and clients for their support all along 2006.



Prof. Dr Anton Schleiss

1	RECHERCHE / RESEARCH	1
1.1	Recherche fondamentale / <i>Fundamental research</i>	1
1.1.1	Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal à lit mobile / <i>Influence of a side weir on bed-load transport in a prismatic channel with movable bed</i>	1
1.1.2	Réservoir flottant contractile pour la récupération et le stockage des nappes d'hydrocarbures / <i>Contractile floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks</i>	3
1.1.3	Méthodologie pour la conception et la gestion des aménagements hydrauliques à buts multiples par une analyse systémique / <i>Methodology for planning and management of multipurpose hydraulic schemes with a system thinking approach</i>	6
1.1.4	Modèle de gestion des crues / <i>Flood management model</i>	10
1.1.5	Influence de la géométrie de réservoirs peu profonds sur le processus de sédimentation par des matériaux solides en suspension / <i>Influence of reservoir geometry on the sedimentation process in shallow reservoirs by suspended load</i>	12
1.1.6	Effets de la rugosité et de la géométrie des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux / <i>Influence of channel bank roughness and geometry on unsteady flow and wave propagation</i>	16
1.1.7	Mesures contre la sédimentation des réservoirs – Influence d'un écoulement rotationnel ascendant sur le comportement des sédiments dans un réservoir à proximité d'une prise d'eau / <i>Measures against reservoir sedimentation - Influence of rotational and upward flow on sediment behaviour in reservoirs near intakes</i>	19
1.1.8	Etude expérimentale d'écoulement moyen, secondaire et turbulent en canaux courbes à ciel ouvert, avec attention particulière à l'interaction avec la berge extérieure / <i>An Experimental Study on Main Flow, Secondary Flow and Turbulence in Open-channel Bends with Emphasis on their Interaction with the Outer-bank Geometry</i>	21
1.1.9	Efficacité des structures souples et poreuses dans la protection des côtes contre l'érosion induite par des vagues de vent / <i>Efficiency of soft porous coastal structures in shore protection against wind-wave induced erosion</i>	23
1.1.10	Impacts de jets plongeants à haute vitesse : l'influence de la géométrie de la fosse d'érosion et de ses courants induits sur l'affouillement du massif rocheux récepteur / <i>The influence of pool geometry and induced flow patterns in rock scour by high-velocity plunging jets</i>	27
1.1.11	Restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées hydroélectriques (Réhabilitation): Etude écohydraulique de refuges à poissons aménagés dans les berges / <i>Restoration of habitat in riverbeds submitted to hydropeaking (Rehabilitation): Ecohydraulic study of fish refuges built in river banks</i>	29
1.2	Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	30
1.2.1	Réserve naturelle de la Pointe-à-la-Bise / <i>Pointe-à-la-Bise natural reserve</i>	30
1.2.2	Débarcadère de la SMGN Châteaubriand / <i>Jetty of SMGN Châteaubriand</i>	32
1.2.3	Tunnel du Prabé : Expertise hydraulique de la conduite forcée / <i>Prabé tunnel: Assessor's Hydraulic report of the pressure pipe</i>	34

1.2.4	Gestion des crues de la Sarine par l'utilisation des retenues d'accumulation / <i>Flood management by the use of accumulation reservoirs in the Sarine basin</i>	36
1.2.5	Barrage de St-Marc – Etude sur modèle des évacuateurs de crue / <i>St-Marc Dam – Model studies of spillways</i>	36
1.2.6	Marnage dû aux aménagements hydroélectriques – situation actuelle / <i>Hydropeaking due to the high head power schemes – present state</i>	39
1.2.7	Conséquences de la rupture de barrages ensablés – étude théorique, expérimentale et numérique et conseils sur les directives de sécurité / <i>Consequences of dambreak in silted-up reservoirs – theoretical, experimental and numerical study and advice on security guidelines</i>	42
1.2.8	Essais sur modèle du déversoir du barrage des Galens (France) / <i>Model tests of the Galens dam spillway (France)</i>	44
1.2.9	Gestion des sédiments de la retenue de Tourtemagne (Valais) / <i>Sediment management of the Tourtemagne reservoir (Valais)</i>	46
1.2.10	Projet hydroélectrique de Kárahnjúkar - Jokulsá valve chamber; Écoulement inversé; essais hydrauliques sur modèle réduit / <i>Kárahnjúkar hydroelectric project - Jokulsá valve chamber; Reverse flow energy dissipater; Hydraulic model tests</i>	47
1.2.11	Crue de la Sarine du 22 août 2005 / <i>Flooding of the Sarine River on 22nd August 2005</i>	49
1.2.12	Gestion des sédiments pendant les travaux du projet KWO Plus / <i>Sediment management during construction works of the KWO Plus Project / (Sedimentbewirtschaftung – Abschätzung der ausgetragenen Sedimentmenge während Seeabsenkung)</i>	51
1.2.13	Evaluation de l'efficacité de rétention des sédiments d'un obstacle à l'endroit du Chessiturm dans le lac de Grimsel / <i>Evaluation of the sediment trap efficiency of an obstacle at the location of the Chessiturm in Lake Grimsel</i>	52
1.2.14	Concept de rétention des volumes de crue dans la vallée du Rhône : construction d'un modèle de calcul / <i>Flood retention concept for the Rhone River : building a new numerical model</i>	53
1.2.15	INTERREG IIIB, projet ALPRESERV - Gestion durable des sédiments dans des réservoirs alpins tenant compte des aspects écologiques et économiques / <i>INTERREG IIIB, ALPRESERV project - Sustainable Sediment management of alpine reservoirs considering ecological and economical aspects</i>	53
1.2.16	Bassin de rétention de polluants à l'usine chimique Lonza à Viège - calcul hydrodynamique 3D / <i>Hazard pollutant retention basin in the Lonza Visp chemical plant - numerical 3D flow simulation</i>	56
1.2.17	Aperçu historique sur l'évolution des connaissances en matière de sédimentation des réservoirs et Analyse de la sédimentation du réservoir et de ses effets sur la prise d'eau usinière, le volume utile de la retenue et la sécurité face au risque d'inondation à l'amont du réservoir / <i>Outline of the historical development regarding reservoir sedimentation and assessment of the reservoir sedimentation and its effects on the power intake, the pondage, and the upstream flood safety</i>	57
1.2.18	Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage du Nant de Drance (réservoir de Vieux-Emosson) / <i>Model tests on the intakes of the pump storage scheme of Nant de Drance (Vieux-Emosson reservoir)</i>	59
1.2.19	Collecteur de concentration du réseau d'évacuation des eaux du puits de chute du "Chemin des vignes d'argent" / <i>Waste water conduit of the "Chemin des vignes d'argent" vertical shaft's sewer network</i>	61

2	Enseignement / <i>Teaching</i>	63
2.1	Formation continue / <i>Continuing education</i>	63
2.1.1	Master of Advanced Studies en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques / <i>Master of Advanced Studies in Water Resources Management and Engineering, specialisation in Hydrology or Hydraulic schemes</i>	63
2.2	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2005/2006) / <i>Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2005/2006)</i>	64
2.2.1	Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / <i>Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering</i>	64
2.2.2	Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in sciences and environmental engineering</i>	65
2.2.3	Master of Advanced Studies en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques / <i>Master of Advanced Studies in Water Resources Management and Engineering, specialisation in Hydrology or Hydraulic schemes</i>	66
2.2.4	Ecole doctorale en environnement / <i>Doctoral school in environment</i>	67
2.3	Projets et laboratoires du 2 ^{ème} cycle en génie civil – semestres d'hiver 2005/2006 et d'été 2006 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2005/2006 and summer semester 2006</i>	67
2.4	Travaux pratiques de Master 2005 – 2006 / <i>Master thesis work 2005 – 2006</i>	69
2.5	Excursions d'étudiants / <i>Student field trips</i>	69
2.6	Livres / <i>Textbooks</i>	70
2.7	Polycopiés / <i>Student course books</i>	71
3	Manifestations scientifiques / <i>Scientific events</i>	73
3.1	Symposium Erosion et protection des rives lacustres à Sutz-Lattrigen, 18 mai 2006 / <i>Erosion and lakeshore protection symposium, Sutz-Lattrigen, 18th May 2006</i>	73
3.2	Cours "Environmental Fluid Mechanics" à Karlsruhe 12 – 23 juin 2006 / <i>Environmental Fluid Mechanics course in Karlsruhe on 12th – 23rd June 2006</i>	73
3.3	Séance du Projet Interreg IIIB ALPRESERV, Lausanne, EPFL, 9 – 10 octobre 2006 / <i>Interreg IIIB ALPRESERV Project meeting, Lausanne, EPFL, 9th – 10th October 2006</i>	73
3.4	Workshop "Risk-based regulation and certification" à Macolin, 6-7 novembre 2006 / <i>Workshop "Risk-based regulation and certification", Macolin, 6th – 7th November 2006</i>	74
3.5	Workshop "Protection contre les crues et changement de climat" à Filzbach, Canton de Glaris du 12 – 14 novembre 2006	74
3.6	Conférences publiques au LCH / <i>Public conferences at the LCH</i>	74
3.7	Conférences internes données au LCH / <i>In-house conferences given at the LCH</i>	75
3.8	Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	75
4	Personnel / <i>Staff</i>	76
4.1	Organisation du LCH / <i>Organisation of the LCH</i>	76
4.2	Collaborateurs en 2006 / <i>Staff in 2006</i>	77
4.3	Professeurs invités et hôtes académiques / <i>Visiting professors and academic visitors</i>	78
4.4	Événements spéciaux / <i>Special events</i>	79
4.4.1	Nominations en 2006 / <i>Nominations in 2006</i>	79
4.4.2	Visites des gymnasiens les vendredi 17 et 24 mars 2006 / <i>High school days on 17th and 24th March 2006</i>	79
4.4.3	Visite du Cercle d'études de Lausanne le 17 mars 2006 / <i>Visit of the Lausanne Study Circle on 17th March 2006</i>	79

4.4.4	Visite INPG Grenoble le 25 avril 2006 / <i>Visit of INPG Grenoble on 25th April 2006</i>	79
4.4.5	Visite de la Fédération vaudoise des entrepreneurs (FVE) le 27 avril 2006 / <i>Visit of the Vaudoise Building contractors' Federation on 27th April 2006</i>	80
4.4.6	Prestigieuses distinctions d'honneur en hydraulique au LCH	81
4.4.7	Visite d'une délégation nord coréenne le 20 juin 2006 / <i>Visit of a North Korean delegation on 20th June 2006</i>	81
4.4.8	5th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, ETHZ, Zürich, 12 – 14 septembre 2006 / <i>5th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, ETHZ, Zürich, 12th – 14th September 2006</i>	82
4.4.9	Visite d'étudiants de l'Université Catholique de Louvain, Belgique – 2 octobre 2006 / <i>Students' visit from the Catholic University, Louvain, Belgium – 2nd Octobre 2006</i>	83
4.4.10	Sortie du LCH, 21-23 septembre 2006 / <i>LCH outing, 21st – 23rd September 2006</i>	83
4.4.11	Calendrier 2007 des barrages en Suisse / <i>2007 Calendar on Swiss dams</i>	85
4.4.12	Autre visite	86
4.5	Distinctions 2006 au LCH / <i>2006 LCH Awards</i>	86
5	Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i>	87
6	Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i>	90
6.1	Invités / <i>Invited</i>	90
6.2	Autres conférences / <i>Other conferences</i>	91
7	Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i>	93
8	Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i>	95
9	Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research funds</i>	96
10	Publications	97
10.1	Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	97
10.1.1	Référés / <i>Referred</i>	97
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	97
10.2	Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	98
10.2.1	Référés / <i>Referred</i>	98
10.2.2	Autres / <i>Others</i>	99
10.3	Thèse de doctorat / <i>PhD Thesis</i>	100
10.4	Communications du LCH / <i>LCH Communications</i>	100
10.5	Rapports non publiés / <i>Unpublished reports</i>	101

1 RECHERCHE / RESEARCH

1.1 Recherche fondamentale / *Fundamental research*

1.1.1 Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal à lit mobile / *Influence of a side weir on bed-load transport in a prismatic channel with movable bed*

Pour la protection contre les crues, une gestion efficace des processus d'écoulement le long d'un cours d'eau ou d'un canal est indispensable. Des déversoirs latéraux et des digues fusibles et submersibles représentent un dispositif adéquat et largement appliqué pour relever ce défi. Ils sont installés dans la digue ou dans le mur le long du canal principal pour détourner ou déverser l'eau par-dessus leur crête quand le niveau d'eau dans le canal dépasse une certaine hauteur.

La perte latérale d'eau est responsable de la réduction de capacité du transport solide dans le canal principal en diminuant la tension de frottement. Ceci entraîne une élévation du niveau moyen du lit et la formation locale d'un dépôt sédimentaire au niveau du déversoir. De cette manière la section mouillée est réduite. En conséquence, le niveau d'eau monte et la charge au-dessus du déversoir latéral aussi. En outre, avec la rugosité supplémentaire induite par le développement des formes de lit, le débit de dimensionnement du déversement par dessus le déversoir est également augmenté et ce de manière non contrôlée.

A l'aide d'une installation expérimentale, un modèle semi-empirique pour décrire la dimension et la forme du tronçon modifié ainsi que la position et la hauteur de l'élévation maximale du lit a été développé. La forme longitudinale est présentée de manière adéquate par une distribution statistique de type Maxwell. Les paramètres importants entrant dans l'équation de Maxwell tels que la position et la hauteur de l'élévation maximale du fond ainsi que le facteur de forme, sont exprimés par la géométrie du canal et du déversoir ainsi que des paramètres hydrauliques et du transport solide par charriage.

Dans la plupart des essais, la forme du dépôt était caractérisée par une pente aval assez raide et une pente amont plutôt faible. Les paramètres importants pour décrire le dépôt sont l'élévation maximale du fond z_{max} , la position correspondante x_{max} , le volume et la forme. Dans ce contexte, la distribution de Maxwell représente un moyen adéquat pour

Protection against natural hazards such as floods and inundations requires efficient control and management of flow processes along river courses. Side weirs and overflow dams on canalized rivers are a feasible and widely used device to cope with this challenge. They are installed in the bank along the main-channel with the purpose to divert or spill in controlled manner water over them into flood planes when the water level exceeds a certain limit.

Due to the lateral loss of water, the sediment transport capacity in the main-channel is reduced yielding to aggradation and the formation of a local sediment deposit in the downstream weir alignment. The reduced cross section generates backwater effects and additional contraction and expansion losses. As a consequence, the head over the side weir rises. Accompanied with supplementary roughness induced by the development of bed forms, the design discharge to be diverted over the weir is increased by this flow-sediment transport interaction in an unforeseen way.

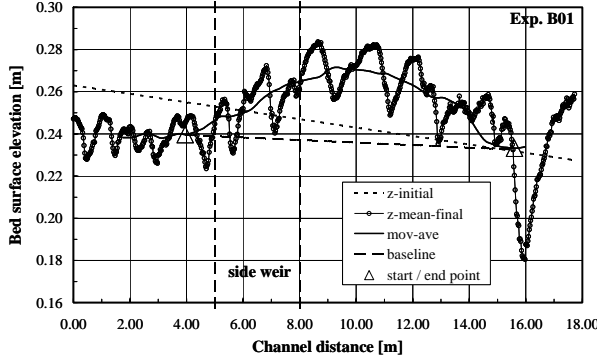
Based on an extensive flume study, a semi-empirical model to predict the extent and the shape of the aggraded channel reach as well as the position and height of the maximum bed elevation has been developed. The longitudinal shape is fairly well represented by an adapted Maxwell-type distribution function. Important input parameters of the Maxwellian distribution function such as location and height of the maximum bed surface elevation and a shape factor are expressed in terms of a geometric channel and side weir variables as well as hydraulic parameters and bed load transport relations.

In most of the experiments, the shape of the sedimentary deposit was characterized by a rather steep stoss slope and a milder lee slope. The main parameters describing the deposit are the maximum bed elevation z_{max} , the corresponding position of the maximum bed elevation x_{max} , its volume and shape. With regard to these aspects, a feasible and satisfying approach for the parameterisation of the

paramétrer le dépôt sédimentaire:

$$Z(X) = \left(X e^{1-X} \right)^n \quad (1)$$

avec $X = x / x_{\max}$, $Z = z / z_{\max}$ et n facteur de forme.



deposit is represented by the Maxwell distribution function:

$$Z(X) = \left(X e^{1-X} \right)^n \quad (1)$$

with $X = x / x_{\max}$, $Z = z / z_{\max}$ and n shape factor.

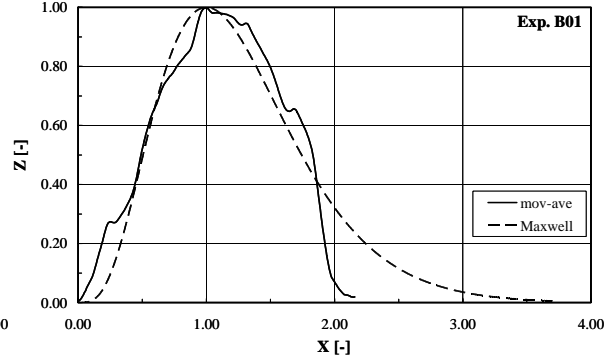


Figure 1: Gauche: Profil en long créé avec des profils en travers moyennés et moyenne mobile pour éliminer les formes du lit. Droite: Moyenne mobile normalisée et distribution de Maxwell correspondante / Left: Longitudinal cross sectional averaged bed surface profile and moving average to filter out bed forms. Right: Normalised moving average and corresponding Maxwellian distribution function

La forme du dépôt devient plus pointue lorsque n augmente. Par définition, les maxima de X et Z sont situés à 1.0 (Figure 1).

La réflexion concernant le problème de l'interaction d'un déversoir avec un lit mobile mène à la conclusion que les paramètres suivants joueront un rôle important dans ce contexte:

- géométrie du canal
- géométrie du déversoir
- facteurs hydrauliques (écoulement)
- transport solide par charriage

En appliquant la théorie de l'analyse dimensionnelle et en reliant ces paramètres entre eux, la relation suivante pour la détermination du facteur de forme n a été obtenue (Figure 2, gauche):

$$n S_0 = 11.85 \left(\frac{Q_1 \Delta\Phi^\beta}{h^{1.5} B \sqrt{g} S_0^{7/6} L_D} \frac{h_D}{L_D} \right)^{-1.0} \quad (2)$$

avec S_0 la pente du fond, Q_1 le débit introduit à l'amont, B la largeur du canal, g l'accélération gravitationnelle, L_D la longueur de la crête, h_D la charge sur le déversoir, $\Delta\Phi$ le rapport entre la capacité de transport solide par charriage à l'amont et à l'aval du déversoir et b le facteur de corrélation qui est égal à 0.175.

Une fois la forme du dépôt connu, le transfert dans le canal (par exemple pour des calculs

The shape of the deposit becomes sharper with increasing n . Furthermore, by definition, the maxima of both, X and Z , are located at 1.0 (Figure 1).

A reflection of the problem of mutual interaction of lateral overflow and bed morphology leads to the conclusion that the following four components have to be taken into account:

- geometry of the channel
- geometry of the weir
- hydraulic parameters (flow)
- sediment transport (bed-load)

Using dimensional analysis and combining these parameters, the following relation to determine the shape factor n has been obtained (Figure 2, left):

$$n S_0 = 11.85 \left(\frac{Q_1 \Delta\Phi^\beta}{h^{1.5} B \sqrt{g} S_0^{7/6} L_D} \frac{h_D}{L_D} \right)^{-1.0} \quad (2)$$

with S_0 the bottom slope, Q_1 the upstream discharge, B the channel width, g the acceleration due to gravity, L_D the crest length, h_D the side weir pressure head, $\Delta\Phi$ the ratio of the bed load transport capacity up- and downstream of the side weir and b the correlation factor which is equal to 0.175.

Once the shape of the deposit known, it has to be transferred to the channel (e. g. for numeri-

numériques) doit être fait. Le point de référence cp (point de couplage) est défini par l'élévation maximale du fond z_{max} et sa position x_{max} dans le canal. (Figure 2, droite).

cal modeling purposes). The reference point cp (cp meaning coupling point) is defined by the maximum bed elevation z_{max} and its position x_{max} in the channel (cf. Figure 2, right).

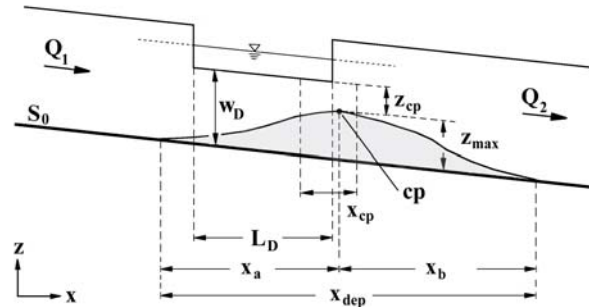
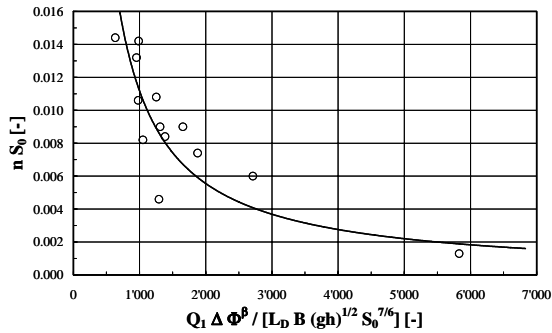


Figure 2: Gauche: Relation pour le facteur de forme n . Droite: Paramétrage pour définir le point de couplage cp ainsi que ses coordonnées z_{cp} et x_{cp} . Left: Relationship for the shape factor n . Right: Sketch illustrating the position of the coupling point cp as well as its coordinates z_{cp} and x_{cp} .

Travaux encore à accomplir

La bi-dimensionnalité du dépôt observé doit être intégrée dans le modèle et une rugosité de forme adéquate, tenant compte de l'effet des formes du lit, doit être superposée.

De plus, des résultats 1D prometteurs seront approfondis et élargis par une modélisation numérique 2D.

Recherche financée par la Commission pour la Technologie et l'Innovation (CTI) et l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV).

Doctorant: Burkhard Rosier

Upcoming work

The 2-dimensionality of the observed deposit has to be implemented in the model and an appropriate roughness function accounting for form induced bed roughness has to be superimposed.

Moreover, promising 1D-numerical simulations will be extended to 2D-numerical simulations.

Research financed by the Swiss Innovation Promotion Agency (CTI) and the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN).

Ph.D. student: Burkhard Rosier

1.1.2 Réservoir flottant contractile pour la récupération et le stockage des nappes d'hydrocarbures / Contractile floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks

La recherche sur les barrages de confinement d'hydrocarbures indique que malgré l'utilisation de réservoirs flottants depuis plusieurs années pour lutter contre les marées noires, aucune technique analytique pour les optimiser n'a été mise en œuvre comme dans d'autres domaines technologiques. Le niveau de performance des réservoirs flottants dépend du vent, des vagues et des courants, mais l'information sur ces effets n'est que rarement disponible et elle ne suffit donc pas pour le choix ou le dimensionnement de réservoirs flottants.

L'aspect le plus important de ce projet de recherche est de comprendre les phénomènes physiques impliqués, à l'aide d'essais expérimentaux, et de développer des modèles couplés d'interaction fluide-structure. Il est important d'évaluer le comportement de la

Background research on oil booms have indicated that although booms have been used for many years to enhance oil spill recovery, analytical techniques to optimise design and deployment have not been utilized such as in other engineering fields. The performance of booms is affected by wind, waves and currents, but the information on these effects has seldom been published and it does not allow a rational selection or design of booms, or scaling up from model studies to field conditions.

The most important aspect of this research project is to understand the physical phenomena involved in spill containment, with the help of experimental tests, and to develop coupled fluid-structure interaction models of oil booms. It is important to evaluate the behaviour of the flexible skirt under different wave and current

jupe souple sous différentes conditions de vagues et de courants car presque toutes les recherches existantes dans le domaine se cantonnent à des barrières rigides. Afin d'évaluer le comportement des réservoirs flottants souples, les développements se basent tant sur des essais expérimentaux que des modèles numériques.

conditions, as almost all the existing research in the field has been undertaken for rigid barriers. To assess the behaviour of flexible barriers, experimental developments should be done as well as numerical fluid-structure interaction analysis.

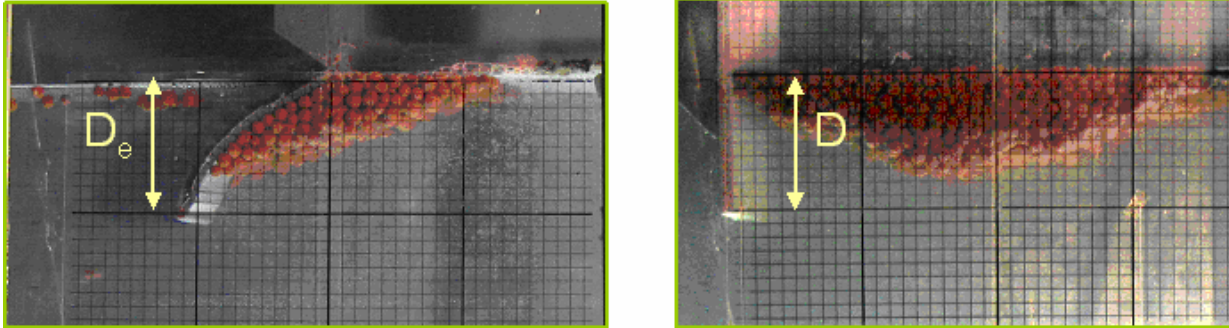


Figure 1: Essai avec LECA, vitesse d'écoulement 0.32 m/s ; à gauche : barrière souple avec une profondeur de 15 cm et profondeur efficace de 10 cm ; à droite : barrière rigide avec une profondeur de 10cm. A distance submergée égale, le volume contenu est moindre dans le cas de la barrière souple. / *Experiments with LECA at $U=0.32$ m/s; Left: flexible barrier with 15 cm draft and effective draft of 10 cm; Right: rigid barrier with 10 cm draft. Even the vertical submerged distance is equal, the contained volume is less in case of a flexible barrier*

La première série d'essais a été exécutée avec des agrégats d'argile expansée (LECA) en tant que substitut à l'huile. Des essais bidimensionnels ont été effectués avec des barrières rigides et souples dans un canal. L'analyse des résultats expérimentaux indique que l'efficacité d'une barrière peut être réduite suite à la déformation significative de sa jupe. Par conséquent, pour évaluer l'efficacité d'une barrière il est important de considérer la souplesse de sa jupe (Figure 1).

The first series of experiments were performed with Light Expanded Clay Aggregates (LECA) as substitute material for oil. Two-dimensional experiments were carried out with rigid and flexible barriers in a laboratory flume. Analysis of experimental results indicates that the efficiency of a boom can be significantly reduced due to the deformation of its skirt. Therefore, to evaluate the efficiency of a containment barrier, it is important to consider its skirt as a flexible one to achieve more realistic results (Figure 1).

La deuxième série d'essais a été réalisée avec de l'huile de colza, à nouveau avec des barrières rigides et souples. Les essais ont démontré l'échec des barrières rigides et souples pour une vitesse d'écoulement supérieure à environ 30 cm/s (Figure 2).

The second series of experiments were performed with rapeseed (colza) oil again with rigid and flexible barriers. Two-dimensional experiments have shown the failure of rigid and flexible barriers to occur at flow velocity of about 30 cm/s (Figure 2).

Le profil de vitesse dans un écoulement diphasique a également été investigué. L'instrument UVP (Ultrasonic Velocity Profiler) a été utilisé pour détecter l'interface et la distribution des vitesses dans les couches d'huile et d'eau. La localisation de l'interface huile-eau est déduite de l'intensité de l'écho ultrasonique et le profil de vitesse est déterminé dans l'huile et dans l'eau (Figure 3).

The velocity profile in a two-phase flow was also subject to some investigations. For this purpose UVP (Ultrasonic Velocity Profiler) instruments were used to detect the interface and velocity distribution in oil and water layers. The oil-water interface is derived from ultrasonic echoes intensity and the velocity profile is determined in oil and water phases (Figure 3).

Recherche financée par l'Union Pétrolière Suisse.

*Research financed by Swiss Petroleum Union.
Ph.D. Student: Azin Amini*

Doctorante: Azin Amini

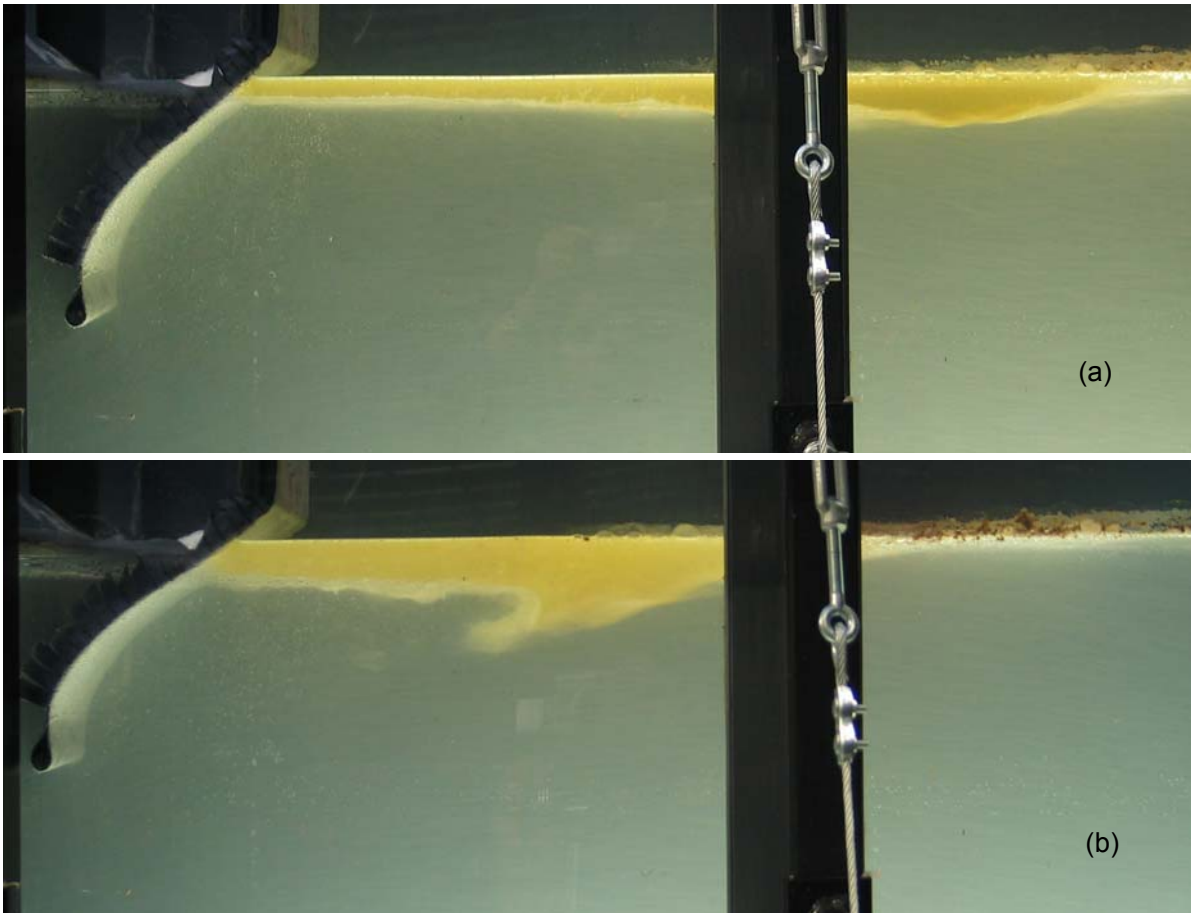


Figure 2 : Essais avec l'huile de colza, l'eau coule de droite à gauche, vitesse d'écoulement :
 a) 25 cm/s, b) 30 cm/s / Experiments with rapeseed oil, water flows from right to left at:
 a) 25 cm/s, b) 30 cm/s

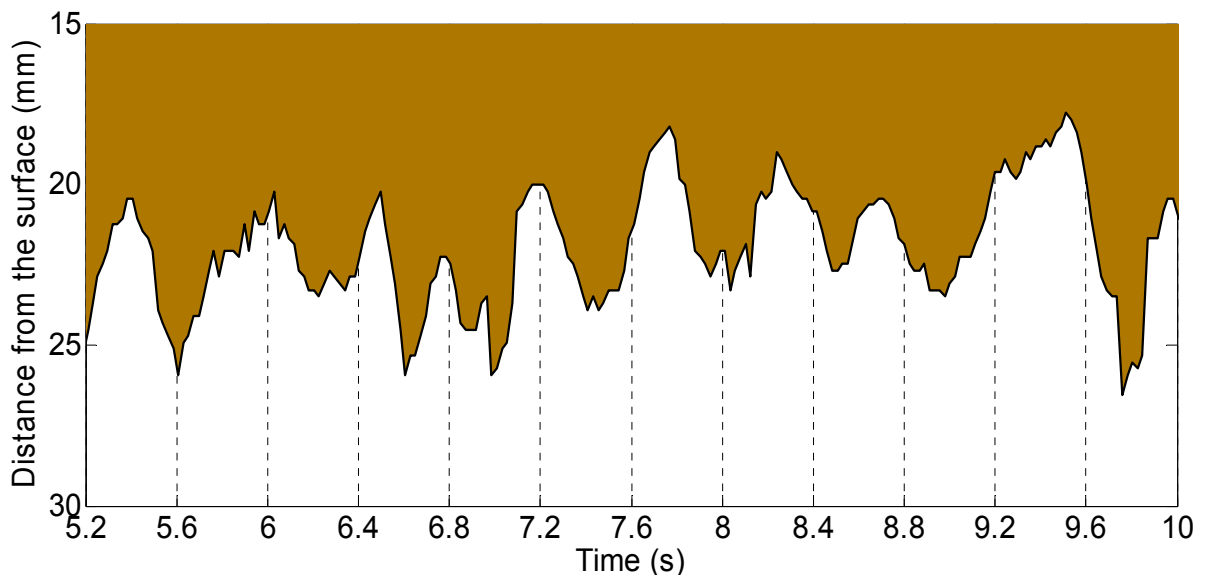


Figure 3 : Interface huile-eau dérivé de l'écho ultrasonique / Oil-water interface derived from ultrasonic echo

1.1.3 Méthodologie pour la conception et la gestion des aménagements hydrauliques à buts multiples par une analyse systémique / *Methodology for planning and management of multipurpose hydraulic schemes with a system thinking approach*

Les échecs répétés ainsi que les difficultés liées à la mise en œuvre de nouveaux ouvrages hydroélectriques dans les pays industrialisés montrent l'évolution du paradigme qui gère les rapports entre la société humaine et la nature. Les problèmes issus de ces ouvrages, souvent ignorés lors de la planification, ajoutés à la volonté populaire de restaurer un état naturel, nécessitent des analyses écologiques tant pour les nouvelles constructions que pour la restauration d'ouvrages ou encore la correction de cours d'eau. La prise en compte des aspects énergétiques et écologiques, joints aux aspects sécuritaires, financiers et socio-économiques, transforme la conception des ouvrages hydrauliques à buts multiples en un problème complexe. La conception, le dimensionnement et la gestion de tels aménagements nécessitent ainsi de nouvelles approches.

Repeated failures as well as difficulties related to the implementation of new hydroelectric powerplants in industrialized countries illustrate the paradigm evolution which manages relationship between human society and nature. Problems resulting from these plants, often ignored during planning phases, in addition to the current trend to restore a natural state, require ecological analyses for new constructions as well as for scheme restoration or river corrections. Taking into account energy and ecology, together with security, financial and socio-economical aspects, transforms the design of hydraulic schemes into complex problems. Designing, dimensioning and managing in an integrated way such multipurpose hydraulic schemes thus require new approaches.

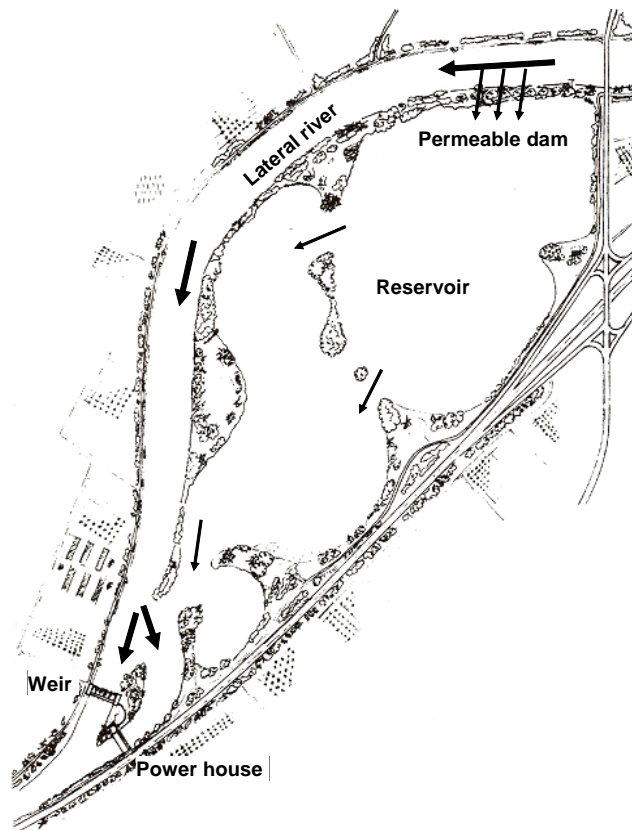


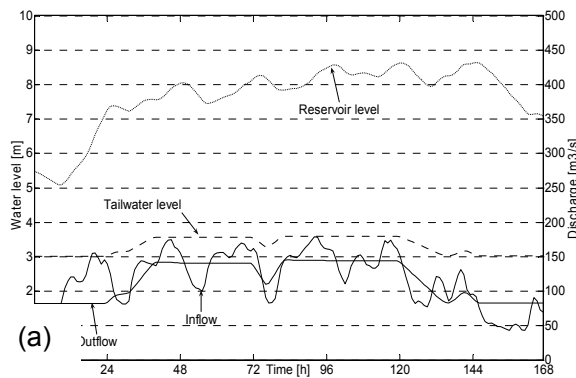
Figure 1 : Schéma d'un aménagement à buts multiples; (a) intégré in situ ;(b) représenté conceptuellement / *Layout of a multipurpose project; (a) integrated in situ ; (b) conceptually represented*

Le premier objectif de ce travail est la compréhension du système complexe formé par un aménagement hydroélectrique fluvial à

The first objective of the present work is the comprehension of the complex system formed by a multipurpose hydraulic scheme (Figure 1)

buts multiples (Figure 1) et la détermination de ses caractéristiques les plus importantes. Le second objectif vise à développer une méthodologie qui quantifie les impacts de l'aménagement sur les facteurs-clés du système. Le troisième objectif est une optimisation du système lui-même ainsi que la détermination d'une clé de répartition des coûts d'investissement du projet. La méthodologie comprend une première analyse qualitative du système permettant ensuite une modélisation quantitative. L'optimisation est effectuée sur la base de cette seconde modélisation. La clé de répartition des coûts est alors obtenue par comparaison d'optimisations partielles du système.

L'analyse qualitative est basée sur une représentation cognitive pour modéliser le comportement du système complexe et ses boucles de rétroaction entre les différents facteurs. L'analyse mathématique du réseau produit un classement de ces derniers ainsi que la mise en évidence des facteurs-clés. Dans le cas particulier de l'aménagement hydroélectrique fluvial à buts multiples, cette méthode permet de distinguer le niveau décisionnel du niveau fonctionnel. Elle souligne la variable pivot qui constitue le lien entre les deux niveaux, à savoir le débit aval. Cet aménagement a pour but de réduire le marnage, de produire de l'énergie, d'offrir un volume de rétention en cas de crue et de permettre une utilisation sociale pour les loisirs aquatiques.



and the determination of its most important characteristics. The second objective aims at developing a methodology to quantify the installation impacts on the key factors of the system. The third objective is an optimization of the system itself as well as the determination of the distribution of the cost between the various purposes. The developed methodology first includes a qualitative analysis of the system which then allows a quantitative modelling. Optimization is carried out on the basis of this second modelling. The cost distribution is finally obtained by comparison of partial optimizations of the system.

The qualitative analysis is based on a cognitive representation in order to model the complex system behaviour. This representation includes feedback loops between the various factors. The mathematical analysis of the network classifies these factors and highlights the most important ones. In the particular case of the multipurpose run-of-river hydroelectric scheme, this method distinguishes the decisional level from the functional level. It underlines the variable, namely the downstream flow, which constitutes the bond between the two levels. The purposes of this project are to reduce hydropeaking, to produce energy, to offer a retention volume for flood mitigation and to allow a social use for leisure activities.

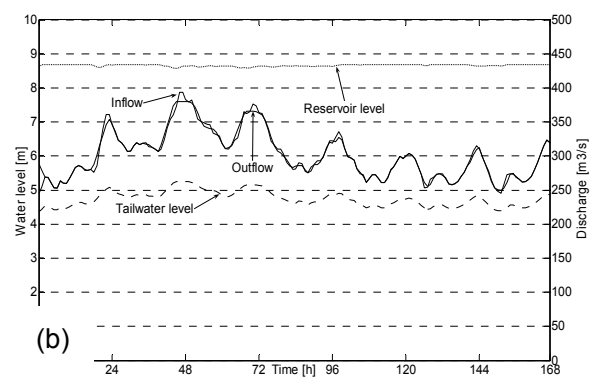


Figure 2 : Régulation du réservoir et du débit aval avec une amplitude journalière de la rivière de 30 cm; (a) semaine hivernale avec un gradient de 8 cm/h; (b) semaine estivale avec un gradient de 12 cm/h. / Reservoir and flow regulations with downstream river daily amplitude of 30 cm; (a) winter week with a gradient of 8 cm/h; (b) summer week with a gradient of 12 cm/h

La modélisation quantitative est effectuée par des modèles de simulation basés sur une gestion optimisée de l'aménagement qui détermine le débit aval. L'optimisation est effectuée par une résolution mathématique du système de contraintes à l'aide du logiciel

Quantitative modelling is carried out by simulation models, considering an optimized operation of the reservoir which determines the downstream flow. This optimization is performed by a mathematical resolution using the software AMPL. It includes the constraints

AMPL de manière à réduire les variations du débit aval tout en maximisant la production énergétique. Elle conduit également à minimiser les variations du niveau d'eau dans le réservoir (Figure 2). Les modèles de simulation calculent ensuite les différents comportements de l'aménagement (hydraulique, énergétique, thermique, écologique, social et financier). La gestion en situation de crue est traitée séparément, avec comme objectif de laminier la pointe de la crue par une vidange préventive de l'aménagement. Une comparaison financière de l'impact probable de différents aménagements sur les crues est effectuée par l'évaluation du gain financier lié à l'abaissement potentiel des digues aval. Une optimisation du dimensionnement des turbines, spécifiquement applicable dans le cas de niveaux d'eau amont et aval très variables, est également développée.

to reduce the downstream flow variations with the objective of maximizing energy production. It also results in minimal reservoir water level variations (Figure 2). The simulation models then calculates the scheme behaviours (hydraulic, energy, thermal, ecological, social and financial). The flood management is treated separately, with the objective of reducing the flood peak by preventive draining of the reservoir. A financial comparison of the probable impact of retention on peak floods is carried out by evaluating the potential of lowering downstream dams. An optimization of the turbine dimensioning, specifically applicable in case of highly variable water levels (upstream and downstream) and flow discharge is also developed.

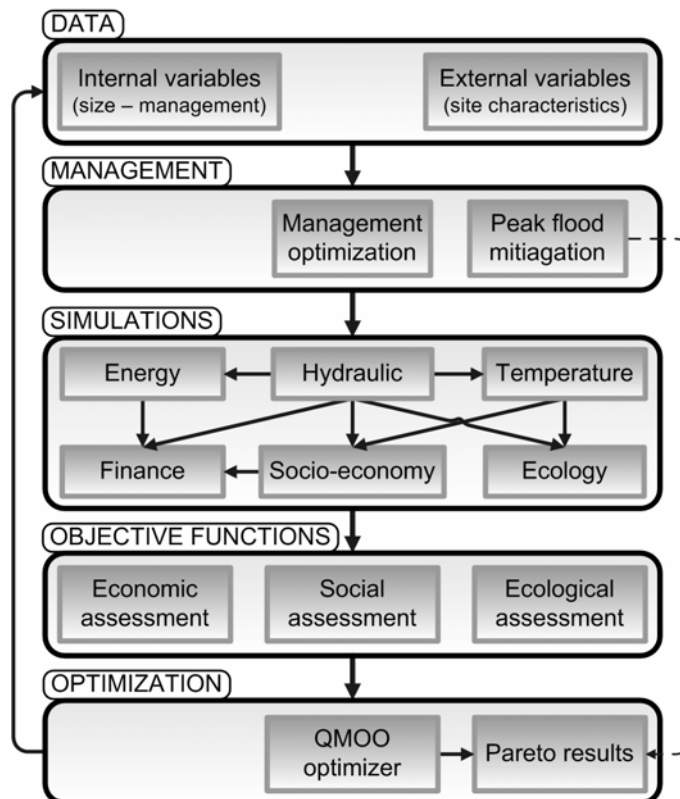


Figure 3 : Flow-chart general / Global flow-chart

L'optimisation générale du système, effectuée avec l'outil d'optimisation QMOO (développé au LENI - EPFL), porte sur les variables qui déterminent la taille de l'aménagement. Cette optimisation est effectuée en deux étapes. La première étape détermine, pour chaque but de l'aménagement (optimisation partielle), les conditions optimales de production du but visé. Cette étape permet de fixer une fonction de

The general optimization of the system, performed with the optimization tool QMOO (developed at LENI - EPFL), is related to variables which determine the size of the scheme. This optimization is carried out in two stages. The first stage determines, for each goal of the system (partial optimization), the optimum production conditions of the set goal. This stage defines a transfer function between the

transfert entre la production optimale et l'investissement minimal. La seconde étape détermine par une optimisation complète, à l'aide des fonctions de transfert, l'ensemble des solutions optimales. Ces solutions optimales sont ensuite épurées par deux filtres successifs: le filtre synergique élimine les solutions dont la mise en commun des buts ne conduit pas à une réduction de l'investissement, alors que le filtre des acteurs élimine les solutions dont les quantités produites ou l'investissement demandé pour chaque objectif sortent des limites fixées.

optimal production and the minimal investment. The second stage determines, by a complete optimization using the transfer functions, the set of optimal solutions. These optimal solutions are then filtered by two successive filters: the synergistic filter eliminates solutions which do not reduce the investment, whereas the filter of the actors eliminates solutions which produce quantities below the limit or which require investment above the fixed limit.

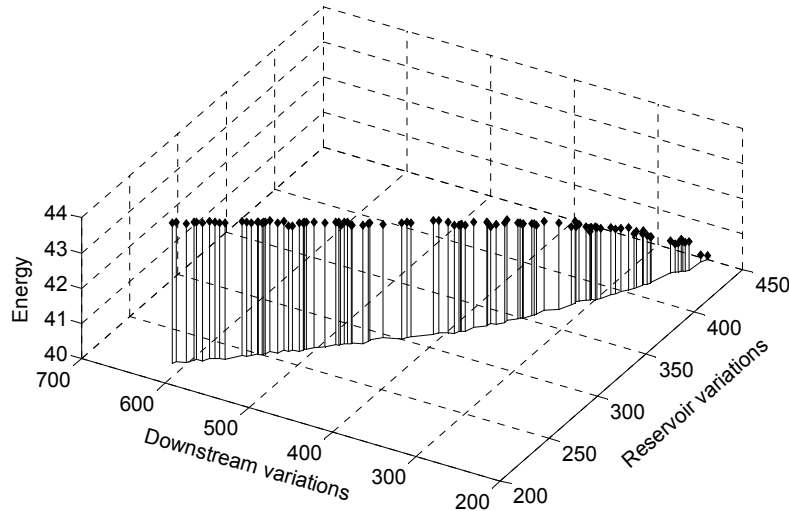


Figure 4: Front de Pareto pour une optimisation énergétique (GWh/an) selon les variations aval ($m^3/s/min/an$) et les variations dans le réservoir (m^3/an). L'axe Z commence à 40 GWh/an / Pareto optimization with energy production (GWh/year), downstream variations ($m^3/s/min/year$) and reservoir variations (m^3/an). Z axis starts at 40 GWh/year

La méthodologie complète, développée en 12 étapes depuis l'analyse qualitative jusqu'aux solutions finales, est appliquée à un cas d'étude sur le Rhône valaisan. Les solutions finales trouvées permettent de proposer un projet d'aménagement à buts multiples capable de satisfaire aux exigences des différents acteurs tout en générant une économie d'investissement supérieure à 10 %. Cette réduction, appelée gain synergique, est calculée par rapport à la somme des investissements optimaux des aménagements à but unique réalisés séparément. Les solutions trouvées nécessitent un investissement compris entre 150 et 180 Mio CHF. Elles permettent de produire 42 GWh/an d'électricité, de réduire le marnage actuel d'environ 30 % et offre une utilité sociale calculée à 55'000 visites annuelles. Le volume disponible pour la gestion des crues oscille entre 5 et 8 Mio m^3 .

Ce travail de recherche, mené au sein d'une équipe pluridisciplinaire composée d'écologues, d'architectes, d'ingénieurs civils et mécaniciens,

The complete methodology, developed in 12 steps from the qualitative analysis to the final set of solutions, is applied to a study case on the Swiss Upper Rhone River. The solutions found are able to satisfy the requirements of the various actors while generating a saving on investment higher than 10 %. This reduction, called synergistic profit, is compared to the sum of the optimal investments of a single purpose scheme carried out separately. The solutions found require an investment in the range of 150 to 180 Mio CHF. They permit to produce 42 GWh/yr of electricity, to reduce the current hydropeaking by approximately 30% and to offer a social impact calculated at 55'000 visits per year. The available volume for flood management oscillates between 5 and 8 Mio m^3 .

This research work, carried out within a team of ecologists, architects, civil and mechanical engineers, producers of hydroelectricity and public authorities, showed the relevance of the selected approach which led to the feasibility

de producteurs d'hydroélectricité et de services étatiques, a montré la pertinence de l'approche choisie qui a conduit à la faisabilité des solutions proposées. Par ailleurs, la modularité des méthodes développées (analyse qualitative, gestion du marnage, calcul probabiliste de l'impact de la rétention sur les crues, modèle de dimensionnement des turbines, optimisations partielles et complètes) offre de larges possibilités pour des utilisations partielles, pour des applications à d'autres ouvrages ou pour des développements ultérieurs.

Absorber plus de 50 % du marnage tout en ne perdant que 10 % de productivité énergétique, justifier l'impact financier de la rétention sur les crues, optimiser le dimensionnement des machines hydroélectriques dans le cas d'une double variabilité forte (débit et chute), concevoir et dimensionner de manière intégrée des solutions qui permettent, pour des aménagements à buts multiples, des économies pour chacun des objectifs sont les principaux résultats de ce travail de recherche.

Recherche financée par la Commission pour la Technologie et l'Innovation (CTI), cofinancée par l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV), les Forces Motrices Valaisannes (FMV) et l'Etat du Valais.

Doctorant: Philippe Heller

1.1.4 Modèle de gestion des crues / Flood management model

La gestion des aménagements hydroélectrique en situation de crue permet d'influencer favorablement les écoulements et éventuellement de limiter les dégâts dus aux inondations. Dans le bassin versant du Rhône à l'amont du Léman, de nombreuses retenues d'accumulation sont présentes qui peuvent apporter une contribution importante à la sécurité de la vallée lors des crues. Pour cette raison, le canton du Valais a décidé de mettre en oeuvre le projet MINERVE, dont les buts sont de prévoir les crues 72 heures en avance et d'utiliser les aménagements hydroélectriques pour limiter les débordements du Rhône dans la plaine.

Dans le cadre de ce projet piloté par le LCH, un modèle de simulation a été développé, appelé Routing System II. Exploitant les prévisions météorologiques fournies par MétéoSuisse et son modèle aLMo, il permet d'effectuer des prévisions hydrologiques à un horizon de 72 heures selon un concept de modélisation semi-distribuée (développé à l'HYDRAM-EPFL) et intégrant les aménagements hydroélectriques.

of the suggested solutions. In addition, the modularity of the developed methods (qualitative analysis, hydropeaking management, probabilistic retention impact on flood peaks, optimisation of turbine dimensioning, partial and complete optimizations) allow a wide range of possibilities for partial use, for applications to other works or for future developments.

The principal results of this research can be defined as follows: 1) an operation method is developed in order to absorb more than 50 % of the current hydropeaking while losing less than 10 % of the energy potential, 2) the financial retention impact on flood peak is justified, 3) turbine dimensions are optimized in case of strong variability on both flow and head, 4) conception and dimension of multi-purpose schemes are performed in an integrated way and lead to solutions which allow cost saving for each objective.

Research financed by the Swiss Innovation Promotion Agency (CTI), cofinanced by the the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), the Forces Motrices Valaisannes (FMV) and the Canton du Valais.

Ph.D. Student: Philippe Heller

When numerous hydropower plants with large accumulation reservoirs are present on a specific catchment area, it is possible to significantly reduce the total cost of the damages with an appropriate management of the existing hydropower plants. The Rhone river catchment area upstream of Lake Geneva is an ideal example of large potential for flood protection by preventive turbine or gate operations. For this reason, the State of Valais is developing a new flood forecast and management model.

The MINERVE project aims to provide a new flood forecast and management system for the Upper Rhone river catchment area and is achieved under the responsibility of the Laboratory of Hydraulic Constructions. By using the 72 hours lead time rainfall and temperature forecast provided by MeteoSwiss, the Routing System II simulation model performs 72 hours lead time discharge forecasts. Numerous points of the Rhone river catchment area are documented by the semi-distributed model.

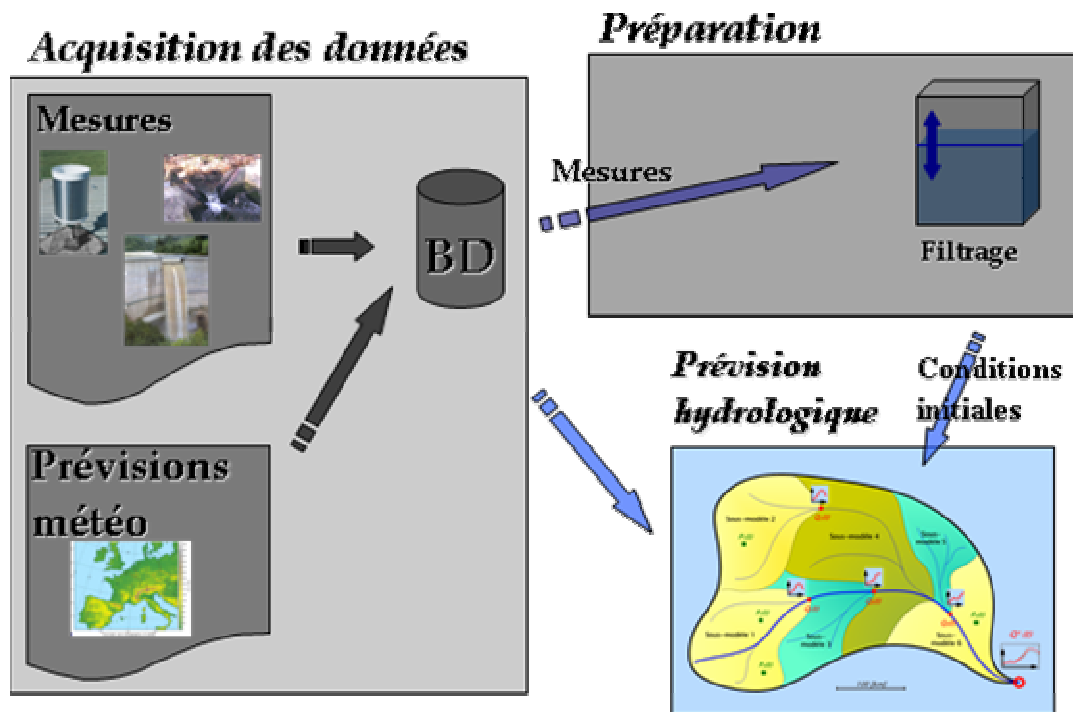


Figure 1: Fonctionnement opérationnel du système MINERVE / Operational functioning of MINERVE

Les prévisions hydrologiques ainsi obtenues permettent de déterminer les opérations optimales des aménagements hydroélectriques visant à réduire les dommages liés à la crue. Ainsi, les 10 plus importants aménagements valaisans sont considérés dans le modèle et permettent de limiter le niveau de risque dans la vallée. La performance opérationnelle de MINERVE a été évaluée sur les 4 dernières crues qui ont frappé le bassin versant du Rhône supérieur. Analysant les prévisions météorologiques issues de re-simulations du modèle aLMo, des prévisions hydrologiques ont été obtenues et les opérations optimales des aménagements virtuellement appliquées. Les résultats obtenus indiquent que si un tel système avait existé en 1987, 1993, 1994 et 2000, le débit de pointe du Rhône à son embouchure dans le Léman aurait à chaque fois pu être réduit de près de 25%, soit plus du double de la réduction de débit de pointe observée.

Enfin, MINERVE a été utilisé pour la première fois les 13-15 septembre 2006, lorsque des simulations ont été effectuées à la suite d'une alerte de MétéoSuisse annonçant de fortes précipitations sur la région du Simplon. Grâce à l'utilisation de ce système, l'information nécessaire à la gestion de crise a pu être synthétisée et exploitée par les responsables de la sécurité du canton.

These data provide sufficient information for the decision-making tool for the optimization of the preventive turbine and bottom outlet operation of the 10 major existing hydropower schemes. The performance of the system was analyzed by simulation of the last 4 flood events which occurred in 1987, 1993, 1994 and 2000. Operational rainfall and temperature forecasts were provided by re-simulations of the aLMo model at MeteoSwiss and the operating decisions were virtually taken during these calculations. The results indicated that if the system had existed during these flood events, the observed reservoir routing effect could have been doubled by optimal preventive turbine operations.

Finally, the MINERVE model was first operated in real-time in September 2006 after a warning emitted by MeteoSwiss. The system helped the decision makers to be informed on the actual meteorological and hydrological situation in the catchment area. Moreover, MINERVE was able to propose in real-time operation strategies of the hydropower schemes.

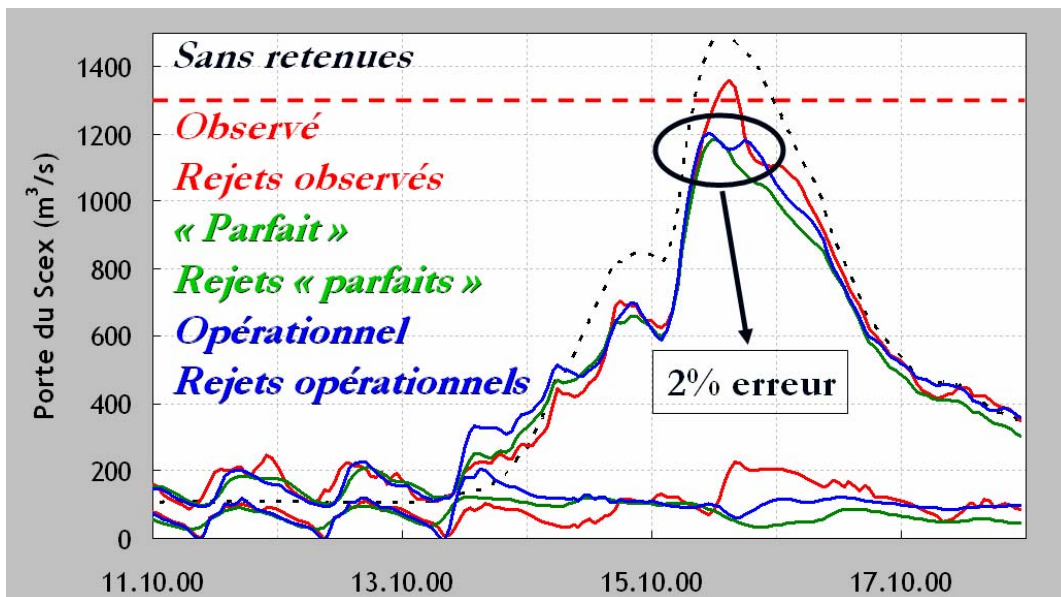


Figure 2: Comparaison entre hydrogrammes sans aménagements (pointillé), observé, avec prévisions parfaites et avec prévisions opérationnelles / Comparison between hydrograph without reservoirs, observed, with perfect forecast and with operational forecast

Recherche financée par le canton du Valais et par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

Docteurant : Frédéric Jordan

Research funded by the Canton du Valais and the Swiss Federal Office of Energie (SFOE).

Ph.D. student: Frédéric Jordan

1.1.5 Influence de la géométrie de réservoirs peu profonds sur le processus de sédimentation par des matériaux solides en suspension / Influence of reservoir geometry on the sedimentation process in shallow reservoirs by suspended load

Le comportement de déposition de sédiments fins en suspension dans les réservoirs peu profonds est un phénomène qui n'est pas encore entièrement élucidé. La capacité de rétention des sédiments joue un rôle clé dans la durée de vie opérationnelle de réservoirs. L'étude expérimentale se focalise sur la sédimentation de réservoirs peu profonds principalement par les sédiments en suspension. La hauteur d'eau dans le réservoir reste constante pour toutes les expériences. Les apports en eau et en sédiments restent également constants pendant les tests expérimentaux. Des mesures en continu de la charge en suspension sont exécutées pour contrôler les conditions d'entrée et de sortie. Ceci permet de comprendre la relation complexe entre l'écoulement, l'échange de sédiments et le transport de ceux-ci. En dépit de la configuration symétrique, l'écoulement observé et les dépositions de sédiments sont asymétriques.

The deposition behaviour of fine suspended sediments in shallow reservoirs is a phenomenon which is not yet fully understood. Sediment trap efficiency plays a key role in the effective operational life of reservoirs. The experimental study focuses on the sedimentation of shallow reservoirs mainly by suspended sediments. The water surface elevation in the reservoir is similar for all experiments. Water and sediment discharge conditions remain constant during the experimental runs. Real time measurements of suspended sediments concentrations are carried out to monitor inflow and outflow conditions. This allows understanding the complex relation between flow pattern, sediment exchange and sediment transport. In spite of the symmetric setup, an asymmetric flow and sediments pattern develops.

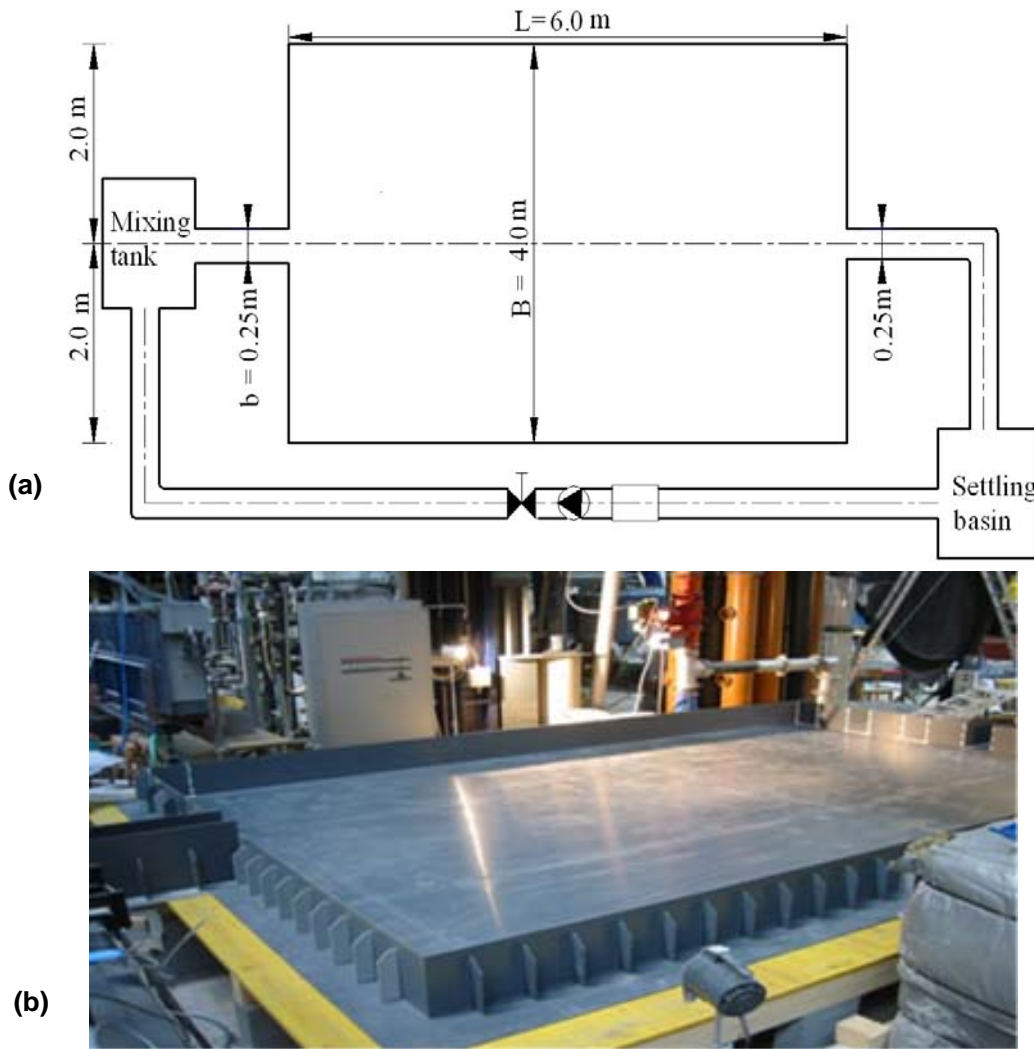


Figure 1:(a) vue du projet de l'installation expérimentale (b) photographie, vue vers l'amont /
 (a) Plan view of the experimental setup (b) photograph, looking upstream

Pour toutes les géométries testées, l'influence de sédiments en suspension sur les écoulements et les formes de lits s'avère très similaire. Au début des tests, les zones principales de dépôts de sédiment ainsi que les concentrations maximales sont observées le long du jet principal, où la vitesse est maximale. Le champ d'écoulement est initialement stable, avec un fond lisse ou une couche relativement fine de dépôts. Cependant, après quelques temps, des ondulation du lit se développent sous le jet principal, avec des amplitudes d'environ 15 % de la profondeur. Celles-ci sont à même de modifier le champ d'écoulement. Plus le facteur de forme du réservoir est élevé, plus les dépôts sur la surface totale deviennent uniformes. De plus, l'évolution temporelle des dépôts a pu être étudiée pour diverses géométries du réservoir. La capacité de rétention des sédiments par les réservoirs (TE) est calculée en utilisant

For all tested geometries, the influence of suspended sediments on both flow patterns and bed forms is found very similar. At the beginning of the tests, the highest sediment depositions and concentrations are found along the main jet flow, where the velocity is highest. The flow pattern was stable, with smooth or relatively low roughness over the entire bed. However, after some time, ripples developed underneath the main jet, with thicknesses of about 0.15 times the flow depth. These were able to change the flow pattern. The higher the shape factor of the reservoir, the more uniform are the deposits over the entire surface. Furthermore, the time evolution of deposition patterns with different reservoir geometries could be assessed. Sediment Trap Efficiency (TE) of the reservoirs is calculated by using two different approaches. The results show different correlations for trap efficiency as a function of

deux approches différentes. Les résultats montrent des corrélations différentes pour la capacité de rétention des sédiments en fonction de la largeur du réservoir rectangulaire.

La thèse se focalise sur la sédimentation de réservoirs peu profonds par les sédiments en suspension et poursuit l'objectif de faire progresser la compréhension des mécanismes physiques sous-jacents. Ceci débouchera sur l'identification d'une géométrie idéale du réservoir, permettant de minimiser les dépôts de sédiments en suspension. Les expériences visent à combler certains manques de connaissances en la matière.

rectangular width of the reservoir.

The thesis focuses on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended sediments and particularly aims at gaining insight into the governing physical processes behind. This allows defining ideal reservoir geometry, minimizing the settlement of suspended sediments. The experiments are expected to fill in part of this knowledge gap.

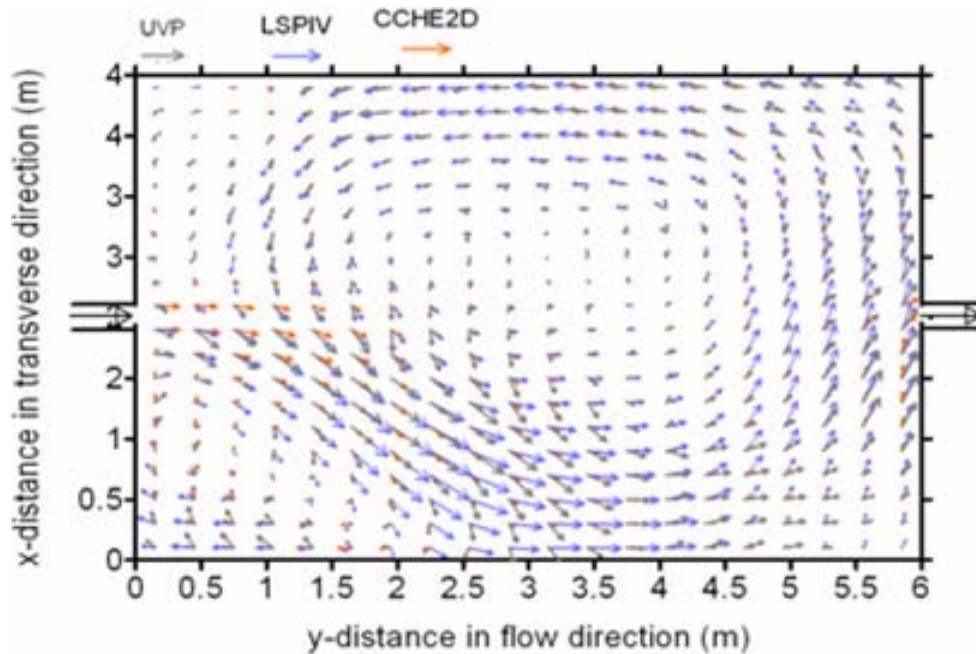


Figure 2 : Comparaison de champs de vitesses moyens mesurés par UVP et LSPIV avec les résultats de simulation numérique/ *Comparison of depth-averaged velocity magnitude recorded by UVP and LSPIV with numerically simulated velocity magnitude*

L'influence de la géométrie du réservoir peu profond a été examinée expérimentalement et numériquement. Une géométrie de réservoir de référence, avec une largeur de 4 m et une longueur de 6 m a été comparée à différentes autres configurations symétriques. L'analyse a été réalisée en deux étapes :

- 1 - modélisation physique
- 2 - modélisation numérique (WOLF 2D)

Modèles Physiques

Plusieurs expériences ont été exécutées pour étudier l'influence de la longueur et de la largeur d'un réservoir peu profond rectangulaire sur sa capacité de rétention des sédiments ainsi que sur les champs d'écoulement et de dépôts de sédiments. Des tests expérimentaux ont été réalisés, tout d'abord, dans

The influence of the shallow reservoir geometries has been achieved experimentally and numerically. A reference reservoir geometry with width $B = 4$ m and length $L = 6$ m is compared to different test symmetric configurations.. The work can be classified in two groups:

- 1- Physical modelling*
- 2- Numerical modelling (WOLF 2D)*

Physical models

Several experiments and numerical simulations have been carried out to study the influence of the length and the width of rectangular shallow reservoir on its trap efficiency, flow patterns and sediment deposits. The experimental tests have been conducted in a rectangular shallow basin 4m wide and

un bassin rectangulaire de 4 m de large et 6, 5, 4, ou 3 mètres de long. Une seconde série d'expériences s'est ensuite focalisée sur l'influence de la largeur pour des réservoirs rectangulaires de 6 m de long et 4, 3, 2, 1 ou 0,5 mètres de large (facteurs de forme : 2:1, 3:1, 6:1 et 12:1).

6, 5, 4, and 3 meters long (length to breadth ratios of 1.5:1, 1.25:1, 1:1 and 0.75:1). Second, the experiments focused on the width achieved in rectangular reservoir 6m long and 4, 3, 2, 1, 0.5 meters wide (ratios 1.5:1, 2:1, 3:1, 6:1 and 12:1).

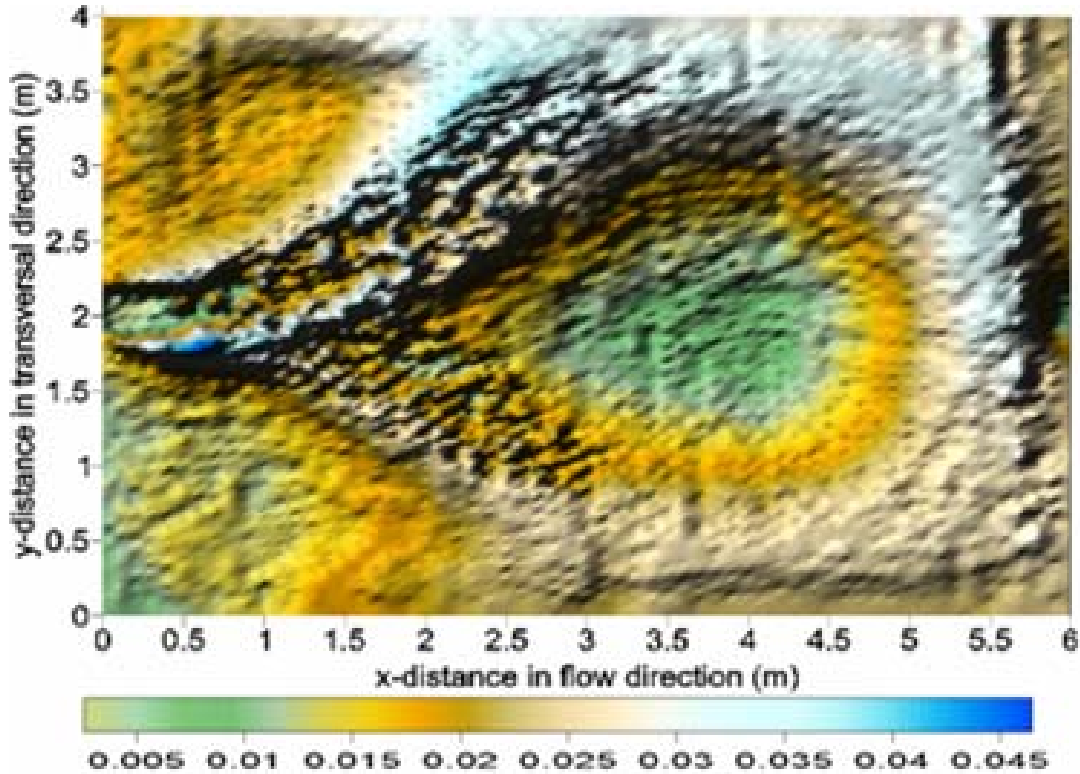


Figure 3 : Dépôts finaux après 4.5 hrs pour (Test 3) avec largeur du réservoir B=4m / Final bed thickness depositions after 4.5 hrs for (Test 3) with reservoir width B=4m

Modèles numériques

Dans le cadre d'un partenariat avec l'Unité d'Hydrodynamique Appliquée et des Constructions Hydrauliques (HACH) de l'Université de Liège, des simulations numériques ont été réalisées par Benjamin Dewals à l'aide du modèle numérique quasi-3D "WOLF", développé par la HACH et basé sur un schéma de volumes finis. Ces simulations ont permis une analyse de sensibilité sur plusieurs paramètres tels que le frottement et la géométrie du réservoir. Des comparaisons détaillées entre données expérimentales et résultats numériques démontrent une excellente concordance des résultats. En particulier, les simulations prédisent avec précision l'influence de la longueur et de la largeur du bassin sur le champ d'écoulement.

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

Doctorant. : Sameh Kantoush

Numerical models

In the frame of a partnership with the Applied Hydrodynamics and Hydraulic Constructions unit (HACH) of the University of Liège, numerical simulations have been carried out by Benjamin Dewals with the help of the quasi-3D "WOLF" numerical model developed by the HACH and based on a finite volume scheme. These simulations have let to a sensitivity analysis in relation with several parameters such as friction and the geometry of the reservoir. Detailed comparisons between experimental data and numerical results show an excellent concordance of the results. In particular, the simulations predict with precision the influence of the length and the width of the basin on the flow pattern.

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

Ph.D. student: Sameh Kantoush

1.1.6 Effets de la rugosité et de la géométrie des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux / Influence of channel bank roughness and geometry on unsteady flow and wave propagation

Les centrales hydroélectriques à accumulation de l'arc alpin influencent la majorité des rivières en aval des retenues. Les rejets des centrales, qui turbinent des débits importants pour couvrir les pointes de la demande d'électricité, provoquent des changements d'écoulement rapides, accompagnés de variations importantes du niveau de l'eau. Une étude détaillée sur les débits du Rhône a mis en évidence que les variations journalières de débit sont significativement accrues par rapport à la période avant la construction des aménagements. Pour la revitalisation des cours d'eau, la maîtrise du marnage constitue un des éléments clés.

Des mesures d'aménagement morphologiques telles que rives ou tracés irréguliers, épis, élargissements locaux et formes en tresse ont une influence sur le plan d'eau (qui est fonction de la rugosité) et la vitesse de changement des débits (qui est fonction de la rétention naturelle du cours d'eau).

Ces mesures peuvent induire une diminution des vitesses de propagation des intumescences, favoriser les interférences dues aux réfractions et réflexions des ondes de surface et augmenter l'effet de rétention du cours d'eau. D'autre part, une rugosité accrue mène à des niveaux d'eau plus importants. Les bases scientifiques permettant de quantifier les différents effets restent cependant à élaborer.

Le projet "Effets de la rugosité et de la géométrie des rives sur la propagation des intumescences dans les canaux" du Laboratoire de constructions hydrauliques s'insère dans le projet interdisciplinaire "Rhône-Thur - utilisation durable des cours d'eau".

L'objectif principal du projet de recherche au LCH est de quantifier l'impact de l'aménagement plus naturel d'un cours d'eau sur les conditions d'écoulement stationnaires et non-stationnaires (marnage) ceci dans le but de proposer des mesures (d'aménagement de la rivière ou autres) pour réduire ce phénomène.

The flow regime of many alpine rivers is characterized by hydropeaking caused by the rejections of the high head schemes, the turbines of which start quickly to cover the electricity peak demand. This kind of exploitation causes important and fast flow fluctuations, accompanied by significant water level and flow velocity variations. A detailed study on the discharge of the Rhone shows that the daily flow fluctuations are significantly increased comparing to the period before the construction of the high head schemes. Within river restoration projects, control of hydropeaking is one important point for increasing the ecological potential of the river.

Morphological measures such as banks or irregular streambed axis, groynes and local widenings or braided channels have an influence on the water levels (which are a function of the river roughness) and the flow change rates (which are function of the natural routing capacity).

The revitalization measures can induce a reduction of the propagation velocities of surge flow. They can also favorably support interferences due to refractions and reflections of surface waves and finally they increase the river retention effect. On the other side, higher roughness leads to higher flow levels. However, scientific bases need to be developed in order to make possible the quantification of these various effects.

The project "Influence of channel bank roughness and geometry on unsteady flow and wave propagation" at the Laboratory of hydraulic constructions (LCH) is part of the interdisciplinary project "Rhône-Thur - sustainable use of rivers".

The main goal of the research at the Laboratory of hydraulic constructions (LCH) is to quantify the impact of a more natural river geometry on steady and unsteady (hydropeaking) flow in order to propose measures to reduce this phenomenon.

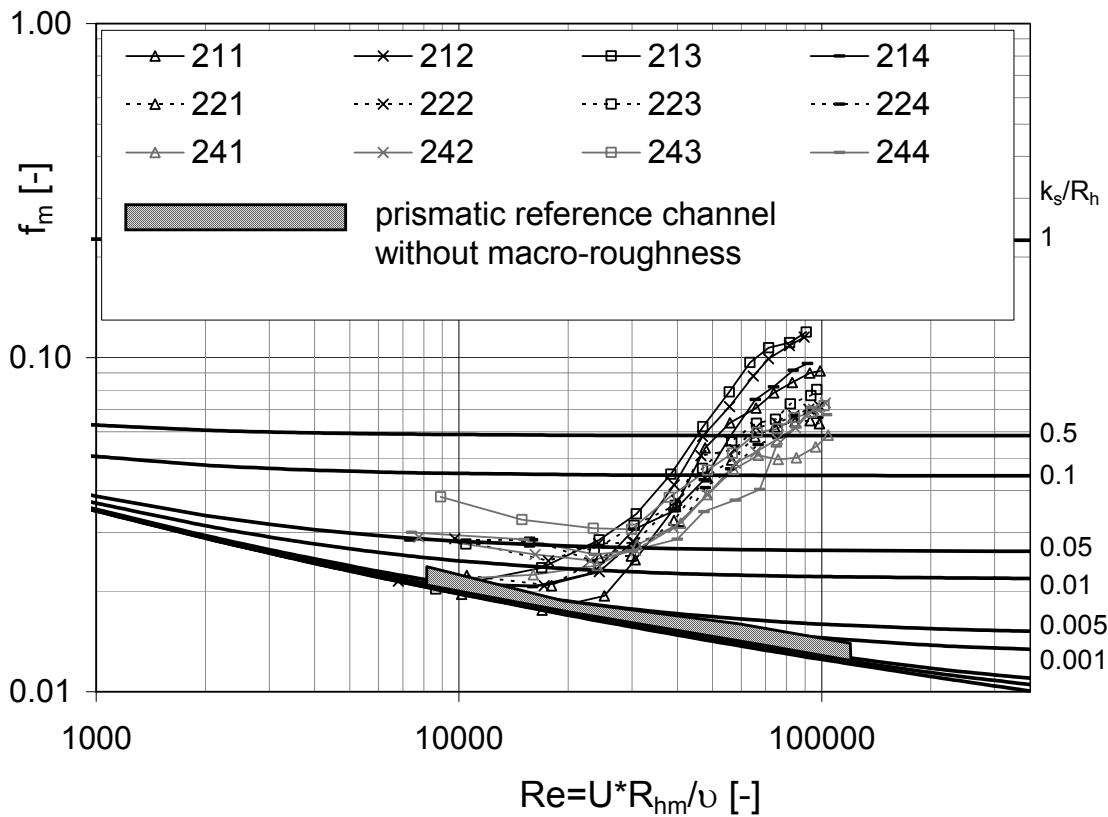


Figure 1 : Coefficients de frottements de la section composée f_m pour différentes configurations macro-rugueuses. Longueur de l'élargissement $L_b=2B=1.0$ m / Friction coefficients of the composite section f_m for different macro-rough configurations. Widening length $L_b=2B=1.0$ m

La démarche adoptée repose sur des essais systématiques sur modèle physique. Les essais sont menés dans un canal d'une longueur de 42 m dans lequel 36 différentes configurations de rives sont examinées. Les configurations des rives (élargissements rectangulaires) peuvent être considérés comme des macro-rugosités. L'installation expérimentale permet de générer des écoulements (de base) avec débit stationnaire ainsi que des ondes de translation positives et négatives.

L'analyse des essais avec débits stationnaires a montré que :

- les coefficients de frottements f sont significativement augmentés en configuration macro-rugueuse.
- en présence de macro-rugosités, les coefficients de frottement f peuvent croître avec le nombre de Reynolds indiquant un comportement du type "wake interference flow" (Figure 1) contrairement à la configuration prismatique.
- pour des nombres de Reynolds importants, les coefficients de frottement f se stabilisent généralement.

The adopted proceeding consists of systematic experimental model tests. The tests are conducted in a 42 m long flume and concern the state of the river banks. A total of 36 different bank geometry configurations are tested in the flume. These bank geometry configurations (rectangular widenings) can be considered as macro-roughness elements. The experimental setup allows producing the steady (base) flow as well as positive and negative surge waves.

The analysis of the steady flow test showed that:

- *the head-loss coefficients (f) are significantly increased in the macro-rough configurations.*
- *when macro-roughness elements are present, the head-loss coefficient (f) can increase with the Reynolds numbers indicating wake interference flow behaviour (Figure 1). This behaviour is different from the prismatic configuration.*
- *for higher Reynolds numbers, the head-loss coefficient (f) becomes generally constant again.*
- *considerable movements of the water*

- des mouvements transversaux et oscillatoires considérables de la masse d'eau contenue dans les tronçons élargis des configurations apparaissent pour des conditions hydrauliques et géométriques particulières (amplification).
- si des mouvements oscillatoires sont présents, leurs fréquences correspondent au premier mode d'une seiche.

body contained in the widened parts of the channel in the perpendicular direction to the flow can occur for specific hydraulic and geometrical conditions (amplification effect).

- *if movements of the water body perpendicular to the flow direction are observed, their frequency corresponds to the first mode of seiching.*

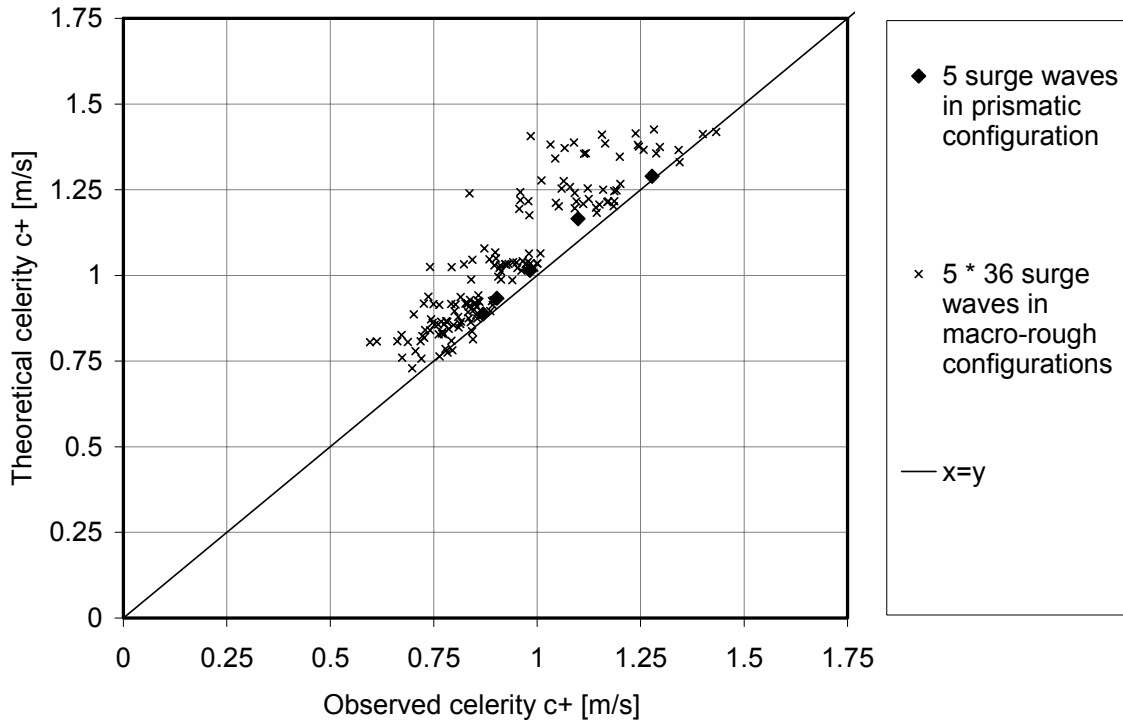


Figure 2 : Célérité théorique et observée des intumescences positives provenant de l'amont / *Observed and theoretical celerity of the positive surge waves from upstream*

Les essais non-stationnaires avec macro-rugosités ont mis en évidence une réduction de la célérité des intumescences par rapport aux essais avec configuration prismatique. Pour la configuration prismatique, les vitesses de propagation peuvent être calculées selon la formule des intumescences issue de l'équation de la quantité de mouvement pour un canal prismatique rectangulaire (Figure 2). La réduction de la célérité est le résultat du stockage d'eau dans les élargissements rectangulaires et de la rugosité accrue. Le part de ces deux effets reste à déterminer.

La finalité de ce développement est de fournir des bases scientifiques pour quantifier les pertes de charge dues aux macro-rugosités et pour la propagation des intumescences dans un cours d'eau à morphologie complexe. Les connaissances acquises doivent permettre de comparer l'efficacité de diverses possibilités

The tests with unsteady flow and macro-roughness elements showed a reduction of the wave propagation velocities comparing to a prismatic channel. For the prismatic configuration, the propagation speed of the surge waves can be calculated using the theoretical formula based on the momentum equation in a prismatic, rectangular channel (Figure 2). The reduction of the wave celerity is due to the storage of water in the rectangular widenings and the increased roughness. The contribution of these two effects needs to be quantified.

The final objective of the developments is to propose first scientific bases allowing quantifying the headloss due to macro-roughness and the propagation of waves in rivers characterized by a complex morphology. The acquired knowledge should permit to compare the effectiveness of various measures as well

d'aménagement ainsi que leur optimisation économique et écologique.

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

Doctorant : Tobias Meile

as their economic and ecological optimisation.

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

Ph.D. student: Tobias Meile

1.1.7 Mesures contre la sédimentation des réservoirs – Influence d'un écoulement rotationnel ascendant sur le comportement des sédiments dans un réservoir à proximité d'une prise d'eau / *Measures against reservoir sedimentation - Influence of rotational and upward flow on sediment behaviour in reservoirs near intakes*

L'alluvionnement est une menace sévère pour les lacs artificiels qui servent de réservoirs pour la production d'énergie hydraulique, et d'eau potable et pour la protection contre les crues. C'est un problème à long terme avec des conséquences économiques requérant une solution durable. Le concept le plus simple est d'évacuer les sédiments du réservoir de façon continue afin de maintenir les conditions naturelles d'avant la construction du barrage. Ceci est aussi possible sans perte de volume d'eau si on évacue les sédiments par les turbines. Pour faire transiter les sédiments par les turbines il faut les mettre en suspension devant la prise d'eau. Un processus d'érosion pour détacher les sédiments déposés sur le fond et un processus de resuspension par un écoulement ascendant sont requis pour élever les sédiments. La présente recherche a comme but de fournir des méthodes favorisant ces processus avec un minimum d'énergie externe et en utilisant les dérivations des bassins versants voisins. La quantité de mouvement (jets et courants de densité) et la hauteur de chute de ces dérivations peuvent être utilisées pour créer un écoulement érosif, rotationnel et ascendant, par exemple en introduisant ces adductions de manière diagonalement opposée. Cet écoulement soutenu par des bulles d'air devrait entraîner les sédiments fins jusqu'au niveau de la prise d'eau tout en contrôlant leur concentration.

Le but de la recherche est de trouver une méthode faisable, économiquement et écologiquement attractive, qui puisse facilement remobiliser et évacuer les sédiments. Le projet de recherche vise à optimiser la meilleure méthode trouvée lors des essais préliminaires.

The process of sedimentation is a severe threat to the artificial lakes serving as reservoirs for hydro power production, drinking water supply or flood protection. It is a long term problem with economical consequences calling therefore for a sustainable solution. The simplest concept is to release the sediments out of the reservoir in a continuous way in order to assimilate the natural conditions before the dam construction. This can be done even without losing precious water volume by releasing them through the turbines. To get the sediments entrained in the turbine water, they need to be in suspension right in front of the water intake. Therefore an erosion process to release the already settled sediments and a resuspension process with an upward flow are required to lift the sediments. The present research study should provide methods which allow these processes using a minimum of external energy and making use of the inflow from water transfer tunnels feeding the reservoir. The momentum fluxes (jets or plumes) and the energy head of these water transfer tunnels can be used to create an erosive and a rotational upward flow by for example introducing them by conduits in a diagonally opposite arrangement. This flow supported by an air bubble plume should entrain the sediments up to the level of the water intake in a controlled concentration.

The purpose of the research project is to find a feasible and economically and ecologically attractive method which can easily be adopted in order to evacuate the sediments. The research project will help to optimise the best method found in preliminary experiments.



Figure 1: Adduction est dans le lac de Tourtemagne. Le potentiel de telles adductions sera vérifié pour la remobilisation des sédiments des réservoirs. Voilà un débit moyen de $Q = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ et une hauteur de chute de $h = 170 \text{ m}$. / *Eastern afflux of water transfer tunnel in Lake Turtmann. The potential of such affluxes is going to be validated for the releasing process of the sediments out of the reservoir. The present mean discharge is $Q = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}$ and the head is $h = 170 \text{ m}$*

L'étude des processus physiques cités précédemment sera basée sur une approche numérique et expérimentale. De plus, une campagne de mesure est prévue sur un site existant. Le logiciel commercial ANSYS-CFX a été installé et des premiers calculs ont été effectués. Les prochaines étapes comportent l'établissement d'un domaine de calcul à maillage simple, l'introduction d'une source de quantité de mouvement et le traitement des sédiments dans le milieu liquide.

Le concept et les dimensions de l'installation expérimentale ont été définis et sa construction est en cours. Les expériences prévues sont définies ainsi que le programme d'essais. Les premières expériences sont planifiées pour le printemps/été 2007.

Une campagne de mesures est utile à la vérification des modèles physiques et numériques. Des mesures dans la nature permettent de valider l'ordre de grandeur des quantités attendues et du succès des méthodes appliquées.

The research study of the above mentioned physical processes will be based on an approach of numerical and experimental modelling. Moreover there are field measurements foreseen in an alpine reservoir.

The commercial flow solver ANSYS-CFX has been installed and some first calculi have been executed. The next steps will be the establishment of a simple grid, the introduction of a momentum source and the handling of sediments in the water medium.

Dimensions and location of the experimental installation have been defined. Construction of the modeling installation is under way. The local preparation work for the installation is done.

The necessary experiments are determined, a modeling program is defined. The first experiments are planned to be done in spring/summer 2007.

Field measurements are used to verify the physical and numerical study. Measurements in nature give an order of the magnitudes of

Les contacts établis dans le cadre du projet Européen ALPRESERV (Interreg IIIB) avec l'Institut d'ingénierie hydraulique et de gestion de ressources des eaux de l'Université Technique de Graz (TUG) sont favorables à une campagne de mesures dans le réservoir Grosssölk (Nieder Tauern, Autriche). Une possibilité de coopération existe pour la mesure des écoulements dans le lac. Même si le but des partenaires autrichiens est différent, les mesures in situ sont complémentaires. De plus le personnel local fournit l'équipement de mesure, les bateaux, les informations techniques sur le lac et sur le bassin versant et aussi de la main-d'œuvre. Les scientifiques de la TUG ont commencé les mesures en été/automne 2006. Il est planifié de recommencer une série de mesure en coopération avec une équipe de l'EPFL en été 2007.

Recherche financée par swisselectric research.

Doctorante: Jolanda Jenzer Althaus

the measured quantities and the success of the applied method.

In the European project ALPRESERV (Interreg IIIB) extended contacts with the Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management of the Graz University of Technology (TUG) are very helpful for the field measurements in the Grosssölk Reservoir (Nieder Tauern, Austria). There is the possibility and chance of cooperation in measuring flows in the lake. Even if the aim of the Austrian partners is a different one, the two flow measurements are complementary. Moreover the local people provide measurement tools, boats, technical information on the lake and its catchment area as well as manpower. The scientists of the TUG have started measurements in summer/autumn 2006. It is planned to restart a measurement series with the help of an EPFL-team in the summer of 2007.

Research financed by swisselectric research.

Ph.D. Student: Jolanda Jenzer Althaus

1.1.8 Etude expérimentale d'écoulement moyen, secondaire et turbulent en canaux courbes à ciel ouvert, avec attention particulière à l'interaction avec la berge extérieure / An Experimental Study on Main Flow, Secondary Flow and Turbulence in Open-channel Bends with Emphasis on their Interaction with the Outer-bank Geometry

L'objectif de cette thèse doctorale est d'étudier l'influence de l'inclinaison et de la rugosité de la berge extérieure sur les champs d'écoulement moyen, secondaire et turbulent dans les méandres des rivières. Neuf conditions expérimentales sont étudiées, incluant trois inclinaisons et trois rugosités différentes de la berge extérieure. Des études expérimentales précédentes, notamment à l'EPFL, se limitaient aux configurations avec des berges verticales et deux valeurs extrêmes de rugosité: des berges lisses en PVC où des berges munies de macro-rugosités.

Cette recherche expérimentale devrait améliorer notre compréhension des écoulements dans les méandres des rivières. Elle fournira des données expérimentales aux projets complémentaires conduits à l'Université Technique de Delft (Pays-Bas) qui permettront de valider et d'améliorer des codes numériques. Après validation, ces codes permettront d'élargir l'espace paramétrique considéré y compris aux configurations naturelles.

This PhD is set to investigate the effect of the inclination and roughness of the outer bank in open channel bends on the patterns of main flow, secondary flow and turbulence. Nine experiments are carried out covering three different bank inclinations and three different roughness configurations. Previous experimental studies, mainly at EPFL, were limited to vertical outer-bank configurations with two extreme types of roughness: smooth banks or macro-roughness elements.

It is expected that this experimental work advances further in the comprehension of curved open-channel flow and provides guidelines and data to the complementary research projects at Delft University of Technology (The Netherlands) that aim to improve and validate numerical models able to investigate a wider parameter space including natural river configurations.

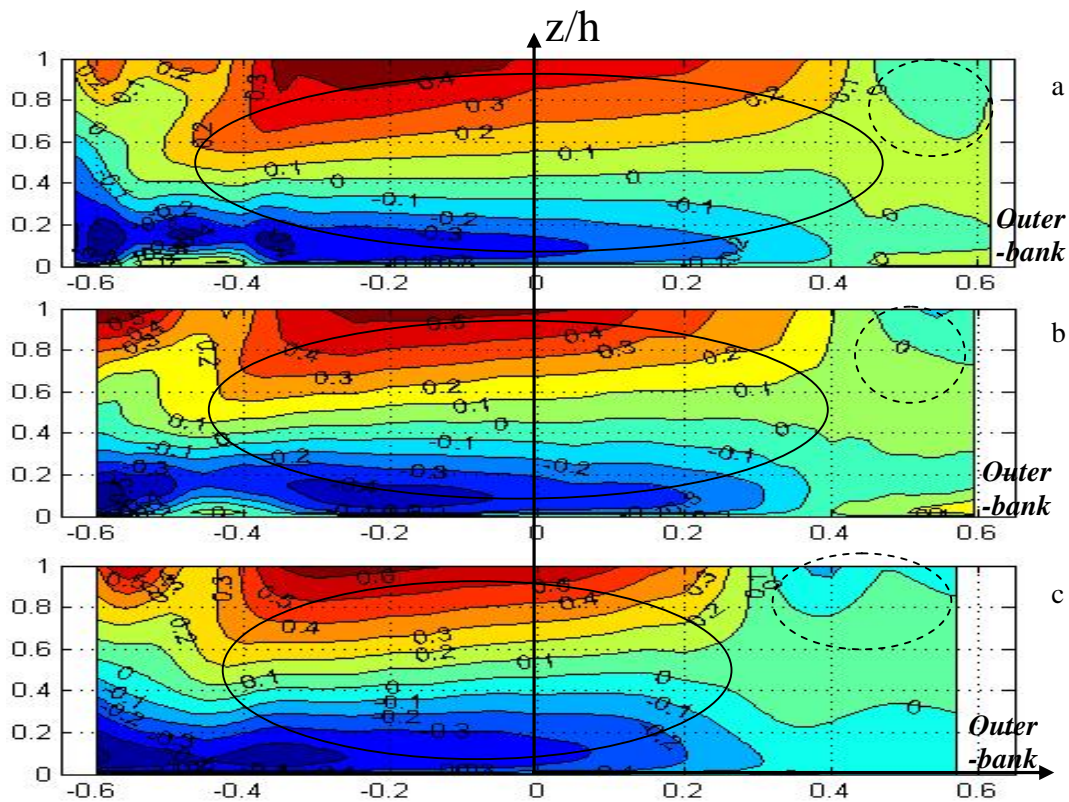


Figure 1. Profil en travers localisé a 90° dans la courbe. Isolignes de vitesse transversale normalisée v_r/U . (a) berge en PVC; (b) $k_s = 2$ mm; (c) $k_s = 15$ mm. Axe horizontal n , axe vertical z/h / Cross-section at 90° in the bend. Isolines of normalized transversal velocity, v_r/U . (a) PVC bank; (b) $k_s = 2$ mm; (c) $k_s = 15$ mm. Horizontal axis n , vertical axis z/h

Les buts de ce travail de recherche sont de :

- (i) Fournir une base de données expérimentales de grand qualité (y compris les trois composantes de la vitesse moyenne et les six tensions turbulentes selon Reynolds avec haute résolution spatiale et temporelle) sur les écoulements tridimensionnels incluant tous les processus pertinents dans l'environnement fluvial naturel;
- (ii) Documenter des caractéristiques intéressants des champs de vitesses moyen et turbulent, comme les cellules de courants secondaires où la réduction de l'activité turbulente, avec une attention particulière à leur relation avec l'inclinaison et la rugosité de la berge extérieure;
- (iii) Analyser les mécanismes provoquant ces caractéristiques;
- (iv) Appliquer les résultats dans l'ingénierie au moyen du développement et de la validation des codes numériques et en fournissant une base de données.

En 2006, les expériences à berges verticales ont été accomplies. Le principal résultat est l'élargissement et le renforcement de la cellule-de-berge avec l'augmentation de la rugosité de la berge, comme illustré dans la Figure 1. Par conséquent, la cellule-de-centre

The main goals of the research are: (i) To provide a high-quality data base (including all three mean velocity components and all six Reynolds stresses with high spatial and temporal resolution) on complex 3D flows that include all predominant phenomena occurring in a natural open-channel bend; (ii) To document interesting features of the flow field and turbulence, such as cross-stream circulation cells and reduced turbulent activity, with special attention to their relation to the bank inclination and roughness; (iii) To analyze the mechanisms underlying the observed features, (iv) To apply the acquired knowledge in an engineering sense, mainly by developing and validating numerical simulation techniques and by creating a reference data set for curved open-channel flows.

In 2006 the experiments with vertical bank were accomplished. The main result is the strengthening and widening of the outer bank cell with increasing roughness of the outer bank, as illustrated in Figure 1. As a result, the center-region cell is pushed in inward direction. The region covered by the outer bank is protected against influences from the center-

est confinée vers l'intérieur. La région occupée par la cellule-de-berge est protégée contre les effets de la cellule-de-centre. Il en suit qu'une augmentation de la rugosité de la berge extérieure provoque des effets bénéfiques sur la région adjacente.

Recherche financée par le FNRS.

Doctorant: Alexandre Duarte

1.1.9 Efficacité des structures souples et poreuses dans la protection des côtes contre l'érosion induite par des vagues de vent / *Efficiency of soft porous coastal structures in shore protection against wind-wave induced erosion*

La protection des rives lacustres contre l'érosion constitue une problématique de grande importance pour la majorité des lacs suisses. Cette érosion accrue se manifeste particulièrement dans les zones peu profondes. Elle est souvent due à plusieurs facteurs en interaction, comme la fluctuation du plan d'eau, l'impact des vagues générées par les vents extrêmes ou les constructions inadaptées aux rives des lacs. Ces dernières souvent trop rigides, amplifient de ce fait l'impact des vagues incidentes et réfléchies. Pour lutter contre cette érosion et augmenter la stabilité des rives en utilisant des structures côtières plus appropriées et durables, des mesures douces et poreuses sont proposées telles que construites au cours des trois dernières décennies. Bien qu'elles aient prouvé leur efficacité, elles soulèvent une nouvelle question pour les ingénieurs : comment construire efficacement de telles structures en se basant sur une approche scientifique qui considère les conditions limnimétriques et hydrodynamiques du site?

Sur la base d'une approche expérimentale et numérique, la performance d'une mesure typique, appelée barrage à claire-voie, est étudiée dans des conditions semblables à la réalité.

Un modèle réduit d'une échelle 1:10 (Figure 1) a été construit sur un lit fixe, et testé dans un bassin à houle d'une longueur de 10 m et d'une largeur de 6 m, soumis à des vagues incidentes perpendiculaires et régulières. La réponse du barrage à claire-voie est mesurée par son coefficient de transmission. Les variables de cette étude sont la porosité et la hauteur de la structure ainsi que la profondeur d'eau et la période de vague incidente. L'analyse de plusieurs variables adimensionnelles a permis l'établissement d'une relation empirique pour le calcul du coefficient de transmission (Figure 2).

region cell. Hence, a rougher outer bank seems to be beneficial for the region near the outer bank.

Research financed by the SNSF.

Ph.D. student: Alexandre Duarte

Shore protection in confined water bodies is of major importance in Switzerland where many lakes suffer severe shore erosion. It occurs mainly in shallow zones due to several reasons such as: the fluctuations of the water level, the wind-wave impact during major wind events and the increasing effect of incident waves due to solid reinforcement by non-adapted protection measures. In order to mitigate this increased erosion and enhance the shore stability by sustainable coastal structures, pioneer and soft measures have been built during the past decades. Although such solutions proved their efficiency, they raised a new challenge for engineers: how to build soft and porous media that take into consideration the hydraulic and hydrodynamic conditions of the project site, and enhance its efficiency in sand trapping and shoreline accretion.

By means of experimental and numerical modelling, the performance of a typical soft measure, called brushwood fence, was investigated in hydrodynamic conditions similar to those found in reality.

A downscaled model of 1:10 (Figure 1) was built on a fixed bed, and then tested in a wave tank of 10 m length and 6 m width under incoming perpendicular and regular waves. The response of the structure regarding the transmission coefficient has been analyzed for five dimensionless variables: the relative freeboard of the structure, its relative height, the relative wave number, the wave steepness, and the porosity of the structure. The analysis of their effect on the performance of the protection structure allowed the establishment of an empirical relationship for the transmission coefficient (Figure 2).

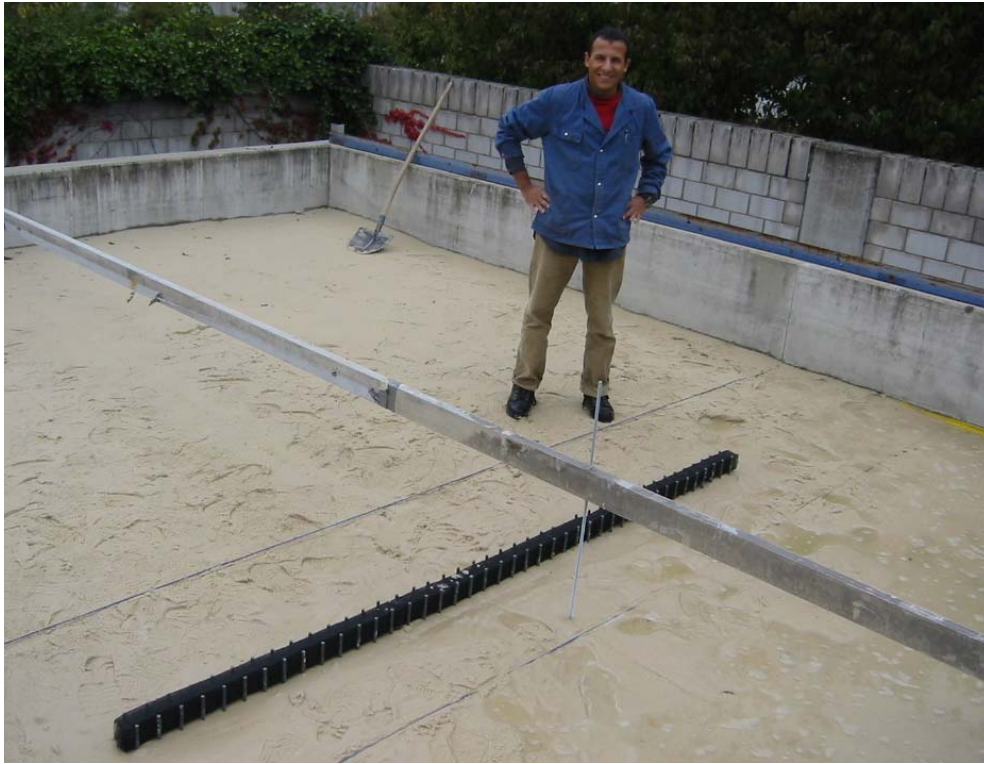


Figure 1: Modèle réduit de barrage à claire-voie dans le bassin à houle du LCH pendant les essais à lit mobile / *Physical model of the brushwood fences in the wave tank of the LCH during tests with mobile bed*

Elle considère les caractéristiques géométriques de la structure ainsi que les conditions hydrodynamiques locales. L'effet du barrage à claire-voie construit sur un lit mobile a également été examiné. Ce dernier est constitué d'un sable fin granulaire de diamètre $d_{50}=0.18$ mm. L'évolution de la ligne de rive (Figure 3) et du coefficient de transmission de la structure sont déterminés sur la base d'une première série d'essais. Une seconde série a permis d'établir, d'une part, l'effet de la distance de la structure sur l'évolution de la ligne de rive et, d'autre part, les volumes de sable déposés et érodés dans la partie protégée par la structure. Ces volumes ont également été évalués pendant une troisième série d'essais avec la présence d'une simple ouverture dans les barrages à claire-voie. L'effet de la largeur de l'ouverture sur ces volumes a aussi été examiné.

It takes into account the geometrical characteristics of the structure as well as the local hydrodynamic conditions. The response of the structure has to be treated separately in relation to its immersion condition. When the structure is submerged, every dimensionless variable has a differentiated effect on the transmission coefficient in comparison to the condition when the structure is emerging. The relative freeboard, wave steepness and the porosity are the three key variables in the response of the structure regarding wave damping.

The efficiency of detached brushwood fences built on a movable bed was tested under the action of waves with fixed characteristics. The bed material was made of a granular, fine sand with a diameter $d_{50}=0.18$ mm. The evolution of the shoreline (Figure 3) and the transmission coefficient of the structure were determined using a first series of tests. It was demonstrated that time has negative impact on wave damping, at least during the period where the bed in the vicinity of the structure evolves to its equilibrium state.

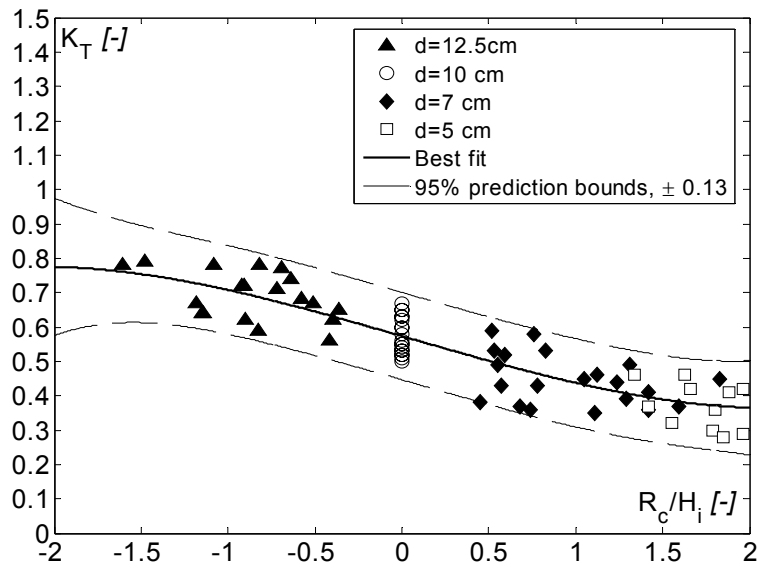


Figure 2 : Coefficient de transmission des barrages à claire-voie de très faible porosité mesuré pour différentes profondeurs d'eau / *Transmission coefficient of brushwood fences with very low porosity measured for different water depths*

Avec le logiciel Mike 21 (solveur elliptic mild slope equation), le champ de vagues dans une zone limitée par la structure poreuse a été étudié numériquement. Basé sur les résultats expérimentaux, le calage des principales variables du modèle numérique tels que les paramètres liés au déferlement des vagues et à la rugosité du fond, a démontré la pertinence du modèle numérique.

Using the solver of the elliptic mild slope equation developed under Mike 21, the wave field in an enclosed area surrounded by a porous structure was numerically investigated. The calibration of some major variables in the numerical model such as wave breaking and bottom friction parameters, based on the experimental results, proved the adequacy of the selected numerical scheme.

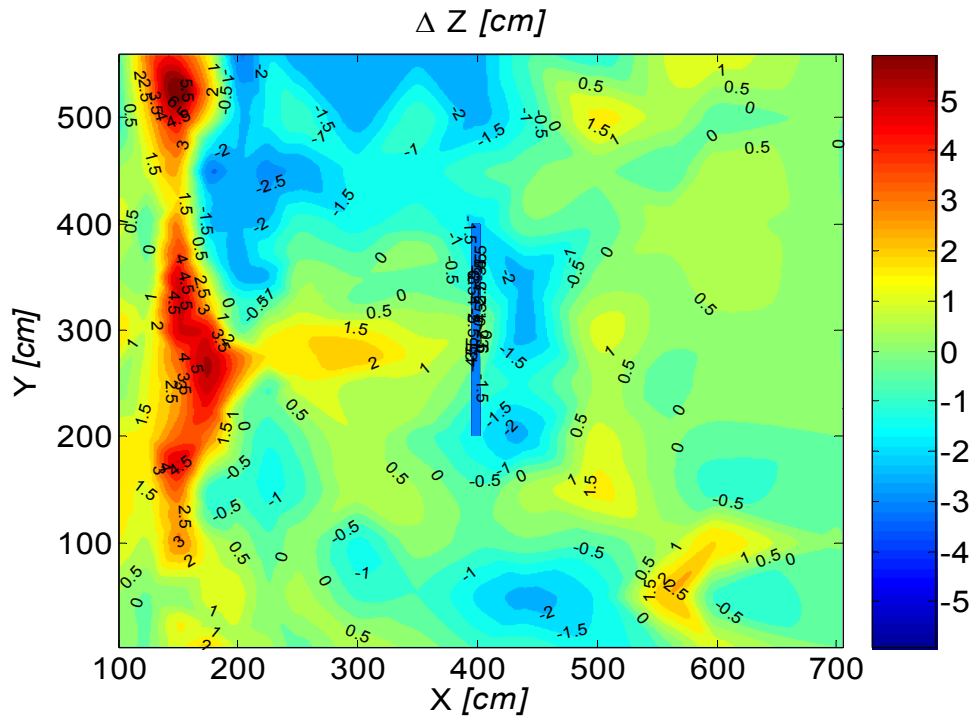


Figure 3: Effet d'un barrage à claire-voie détaché de la rive sur l'accumulation des matériaux solides / *Effect of a single detached brushwood fence on sediment trapping*

L'effet de l'ouverture (simple ou double) dans des structures poreuses infinies et linéaires est aussi évalué (Figure 4), permettant l'établissement de diagrammes de diffraction. Les effets de la période des vagues et la perte de leur énergie incidente due à la présence des ouvertures sont également évalués. Des recommandations liées à la construction sont élaborées, qui concernent la largeur d'une simple ouverture et l'espacement entre deux ouvertures consécutives. Finalement, la modélisation numérique constitue l'approche adéquate pour le traitement de cas similaires.

The effect of a single and double gap (Figure 4) in a linear infinite porous media was afterwards evaluated and diffraction diagrams were built for the enclosed wave field. A rule was proposed to use a relative gap width less than. The wave field for two gaps is different and significantly influenced by the spacing between the gaps. For low spacing values, waves in the middle of the protected area are high along the structure and very low close to the shore. For high spacing values, the wave field is also significantly deformed. However, values comprised between 3 and 4 seem to be most appropriate.

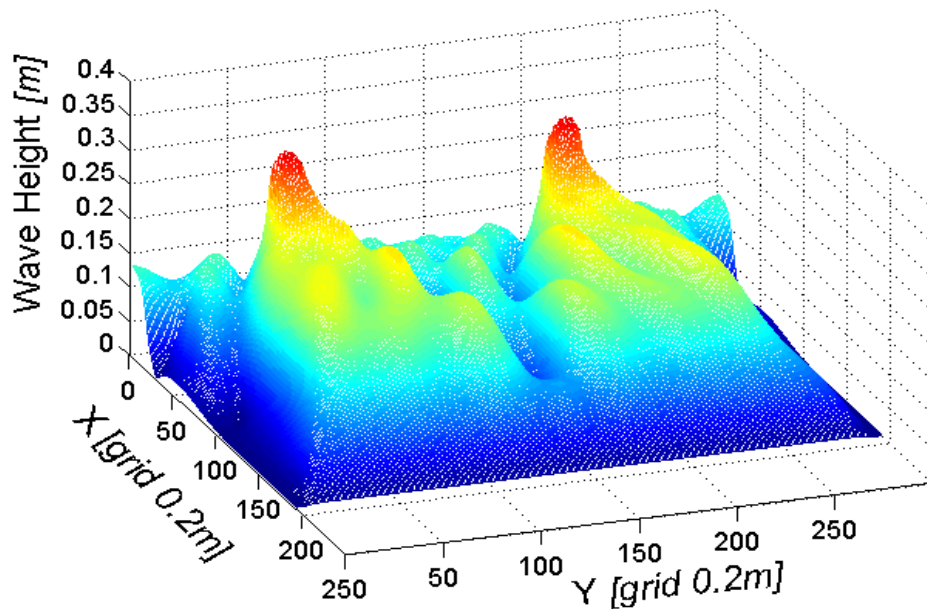


Figure 4 : Transmission des vagues calculée par le modèle numérique pour un barrage à claire-voie avec deux ouvertures / *Wave transmission calculated with the numerical model of a brushwood fence with two gaps*

Les observations expérimentales et les résultats numériques sont utilisés dans une dernière étape pour calculer numériquement le champ de vagues derrière les barrages à claire-voie à Mörigen dans le lac de Bienne. Cette étude de cas, basée sur des mesures in situ de vents et de vagues, a démontré l'importance de l'utilisation de la modélisation numérique pour des cas réels où plusieurs régimes de vagues de vent ainsi qu'un niveau d'eau variable peuvent modifier de manière importante l'efficacité des structures de protection.

The two gaps configuration does not significantly increase the residual total energy behind the structure. It is relatively constant with spacing variations between two gaps and increased slowly with the increase of a single gap width. The experimental observations and the numerical results were successfully applied in Mörigen bordering Lake Biel. The wave fields were calculated numerically behind a series of segmented brushwood fences. Several wind-wave regimes and varying water levels were analyzed to optimize the performance of the porous protection structures.

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

Research financed by the Swiss Innovation Promotion Agency (CTI).

Thèse de doctorat : Dr Selim Sayah

Ph.D. thesis : Dr Selim Sayah

1.1.10 Impacts de jets plongeants à haute vitesse : l'influence de la géométrie de la fosse d'érosion et de ses courants induits sur l'affouillement du massif rocheux récepteur / *The influence of pool geometry and induced flow patterns in rock scour by high-velocity plunging jets*

Dans le cadre du dimensionnement d'évacuateurs de crue par jets plongeants, il est courant d'assurer la dissipation de l'énergie liée à la chute par un impact non protégé sur le massif rocheux de la rivière en aval. Cette solution économique permet en effet d'éviter la construction d'ouvrages de dissipation d'énergie en béton armé. Elle devient avantageuse si l'étendue de la fosse d'érosion ne met pas en danger l'ouvrage pendant sa durée de vie.

Afin d'approcher les conditions rencontrées en pratique, des fosses d'érosion non-plates ainsi que des jets biphasiques turbulents sont étudiés dans cette recherche. Ce travail porte d'abord sur l'analyse expérimentale du comportement de jets plongeants ayant un champ de vitesses et un processus d'entraînement d'air à des conditions quasi-prototype. L'effet d'un confinement latéral de la diffusion du jet dans la fosse d'érosion sur les sollicitations transmises au rocher est mis en évidence. Le degré de confinement dépend de la géométrie de la fosse celle-ci étant fonction de la géologie locale (Figure1).

The dissipation of energy of flood discharges from water releasing structures of dams is often done by plunging jets diffusing in water and impacting on the riverbed downstream. The construction of expensive concrete structures for energy dissipation can be dismissed if the scour growth rate and shape do not endanger dam safety.

This research focus on the influence of the scour geometry on the dynamic loadings acting on the rock interface and inside rock joints. The main emphasis of the text is on the analysis and the description of physical processes.

To approach the conditions found in practice, non-flat plunge pools and turbulent two-phase jets are investigated. Different pool geometries typical of prototype conditions are tested and compared with a reference pool with flat bottom (Figure1).

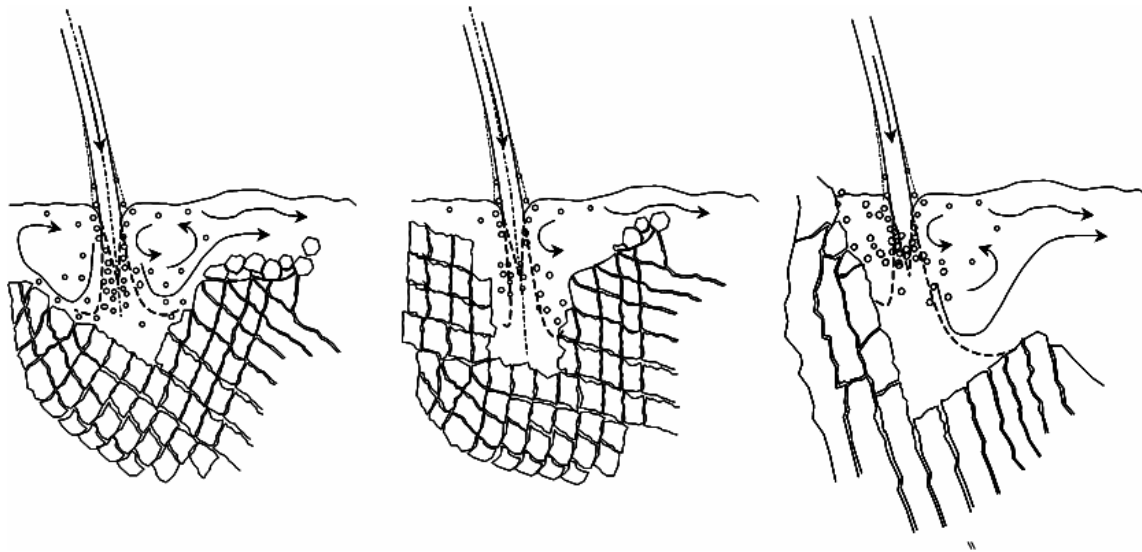


Figure 1 : Différentes géométries de fosses d'affouillement selon la géologie du lit / *Different types of pool geometries according to riverbed geology*

Les pressions dynamiques sont mesurées à l'intérieur du jet lui-même, au fond de la fosse ainsi qu'à l'intérieur de fissures unifilaires à bout fermé. Ces mesures sont utilisés pour analyser le comportement turbulent de l'écoulement dans la fosse et des régimes

Pressure measurements at the jet outlet, at the pool bottom and inside a closed-end fissure are presented. The experimental results show that mean impact pressures at the pool bottom are lower in laterally confined pools than in equivalent pools with flat bottom.

transitoires dans les fissures du rocher. Les résultats expérimentaux montrent que pour les fosses confinées latéralement (i.e. non plates), les pressions moyennes à l'impact sont plus faibles que celles mesurées dans les fosses à fond plat. Les courants créés par la déviation du jet plongeant par les parois latérales du confinement peuvent interférer dans le développement du jet; de la dissipation additionnelle sera générée et la pénétration de bulles d'air en profondeur sera rendue plus difficile. Le rôle des courants ascendants et des structures tourbillonnaires sont commentés en regard de leur participation au processus dissipatif, selon le degré de confinement, la vitesse du jet et la profondeur de la fosse. Plus proches elles sont du jet et plus de dissipation sera produite dans la colonne d'eau avant l'impact. Les courants de re-circulation peuvent aussi contribuer au développement du jet en forçant les courants ascendants vers le jet lui-même (Figure 2).

Les mesures de pression effectuées à l'intérieur de fissures montrent que les régimes transitoires de l'écoulement dans les fissures du rocher varient selon les caractéristiques turbulentes des pressions dynamiques à l'impact. L'importance des dimensions de l'entrée de la fissure pour le transfert de pression est mise en évidence.

The flow currents created by deflection of the jet on the lateral boundaries of the pool interfere with the development of the jet, generate additional dissipation in the water column and hinder the propagation in depth of air bubbles in the pool. The most relevant flow features in laterally confined pools are identified using direct observations of flow patterns and in-depth analysis of the characteristics of turbulent pressures at impact. Large-scale pool flow features like surface oscillations, shear eddies and air-water ejections are described (Figure 2).

It is shown that the dimensions of the entry of the fissure play an important role in filtering turbulent pressure fluctuations in the transition from the pool into the fissure: the larger the dimensions, the lower are the frequencies filtered out. Amplification of pressure peaks is observed inside a closed-end fissure for both shallow and deep pools; it depends of the degree of jet development, i.e. of relative pool depth, pool geometry and jet turbulent characteristics (and, indirectly, of the amount of entrained air reaching the bottom of the pool). It may lead to column separation.

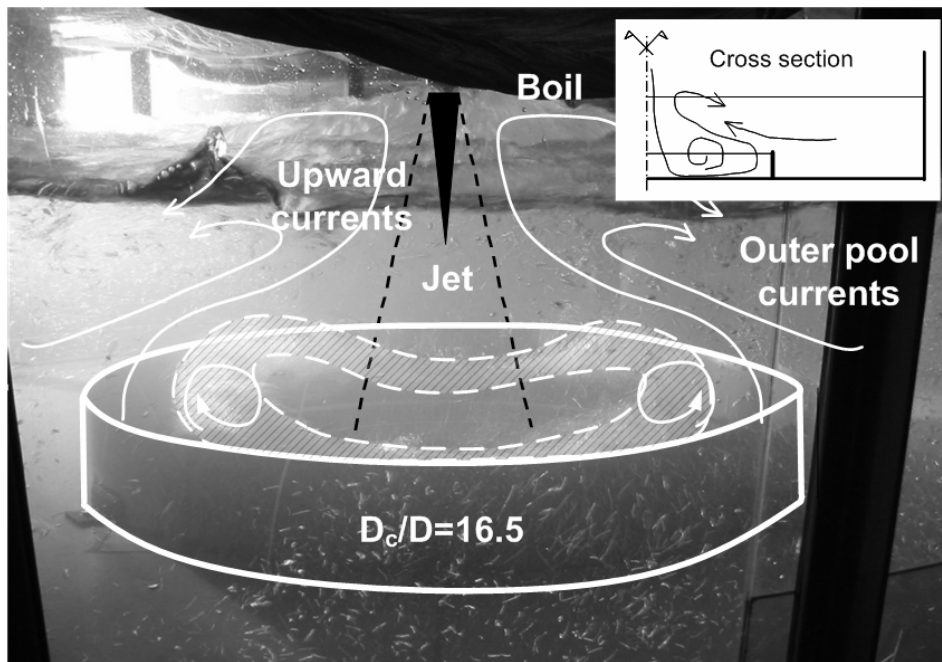


Figure 2 : Structures principales de l'écoulement dans un bassin latéralement confiné. Des bulles d'air piégées sont visibles dans le vortex annulaire entre le jet plongeant et les courants ascendants / *Typical flow features inside a laterally confined pool. Entrapped air bubbles can be seen in the ring vortex between the plunging jet and the upward currents*

En conclusion, ce travail expérimental démontre l'importance fondamentale de la description de la structure de l'écoulement dans la fosse d'érosion pour l'estimation des sollicitations dynamiques à l'impact et à l'intérieur des fissures du massif rocheux. Elle propose une documentation détaillée de processus hydrodynamiques existants lors de l'affouillement de lits de rivières rocheux par des impacts de jets. Elle apporte aussi plusieurs contributions pour la pratique, en termes des conditions de sortie du jet, équations empiriques pour les pressions dynamiques à l'impact et recommandations pour le dimensionnement de pré-excavations. L'intégration des résultats dans des modèles existants pour l'estimation de la profondeur d'affouillement est discutée.

Recherche financée par l'ancien Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG) et la Fondation pour la Science et la Technologie (FCT, Portugal)

Thèse de doctorat : Dr Pedro Manso

The experimental investigation of jet diffusion in pools with flat bottom and laterally confined pools shows the importance of pool flow patterns in the definition of impact pressures and transient pressures inside rock fissures. It provides detailed information on hydrodynamic processes involved in rock scour, as well as several contributions to engineering practice, in terms of jet issuance conditions, empirical relationships for impact pressures and recommendations for the design of pre-excavated pools. The integration of the findings in existing scour estimation models is discussed.

Research financed by the former Swiss Federal Office for Water and Geology (FOWG) and by the Foundation for Science and Technology (FCT, Portugal).

Ph.D. thesis: Dr. Pedro Manso

1.1.11 Restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées hydroélectriques (Réhabilité): Etude écohydraulique de refuges à poissons aménagés dans les berges / Restoration of habitat in riverbeds submitted to hydropeaking (Rehabilité): Ecohydraulic study of fish refuges built in river banks

L'un des impacts des éclusées hydroélectriques est le déclin piscicole observé le long des tronçons de rivières affectés par la restitution des eaux turbinées. Cette conséquence résulte entre autre, de l'atteinte alternée de vitesses d'écoulement trop élevées, elles-mêmes destructives des habitats dans le lit. Afin de remédier à cette dégradation du milieu, des mesures de revitalisation des cours d'eau sont à l'étude, à grande échelle. C'est pourquoi, de nouvelles connaissances scientifiques sont requises.

Dans le but de contribuer à la restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées, le présent projet de recherche porte sur l'étude de refuges à poissons aménagés dans les berges. Il s'agit de générer dès l'apparition de l'écluse, des courants attractifs vers l'abri latéral dont la configuration favorisera le développement de conditions sécurisantes et viables pour une espèce caractéristique (truite fario ou ombre commun). Le domaine scientifique concerné est donc à l'interface entre l'hydrodynamique fluviale et l'étude du comportement du poisson, l'ensemble appelé

Piscicultural decline along river sections affected by restitution of turbinated water is one of the observed hydropeaking impacts. This outcome is the consequence, amongst other reasons, of alternately excessive flow velocities, which are themselves responsible for the destruction of habitats in the river bed. In order to remediate to this problem, river rehabilitation dispositions are being studied on a large scale. New scientific knowledge is therefore necessary.

According to this, the present research project focuses on the actual fish refuges built in the river banks. The intention is to generate, as soon as hydropeaking occurs, attractive currents towards the side shelter, whose configuration will favour development of safe and viable circumstances for fish. A characteristic species is considered: trout fario or grayling. Ecohydraulics can therefore be placed on the edge separating river hydrodynamics from fish behaviour study.

The attractiveness of the side shelters will be arisen from bibliography. The project will then begin with the hydraulic design of the refuge.

Ecohydraulique.

L'attractivité des abris latéraux ressortant de la bibliographie, le projet débutera par une étude de conception hydraulique du refuge et de son entrée. Cette phase préliminaire qui sera menée à l'aide d'un modèle numérique 2D ou 3D, permettra de dégager les formes propices. Sur cette base, les configurations retenues seront reproduites et élaborées dans un canal alimenté en eau fraîche, où seront introduits des poissons. Les essais permettront d'explorer les champs de vitesses et de suivre la trajectoire des poissons pénétrant dans le refuge, en conditions d'écluse. Une validation de la configuration préférable sera par la suite effectuée, en rivière.

Recherche financée par l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg.

Docteurant : Jean-Marc Ribí

This preliminary phase will be carried out using a digital model 2D or 3D in order to release good shapes. The selected configurations will then be reproduced and worked out in a channel supplied with fresh water, into which the fishes will be added. The intended tests should let us investigate the velocity fields as well as follow the trajectory of fish entering the refuge under hydropeaking circumstances. A validation of the favoured configuration will thereafter be carried out in a river.

Research financed by the university of applied sciences in engineering and architecture of Fribourg.

PhD student: Jean-Marc Ribí

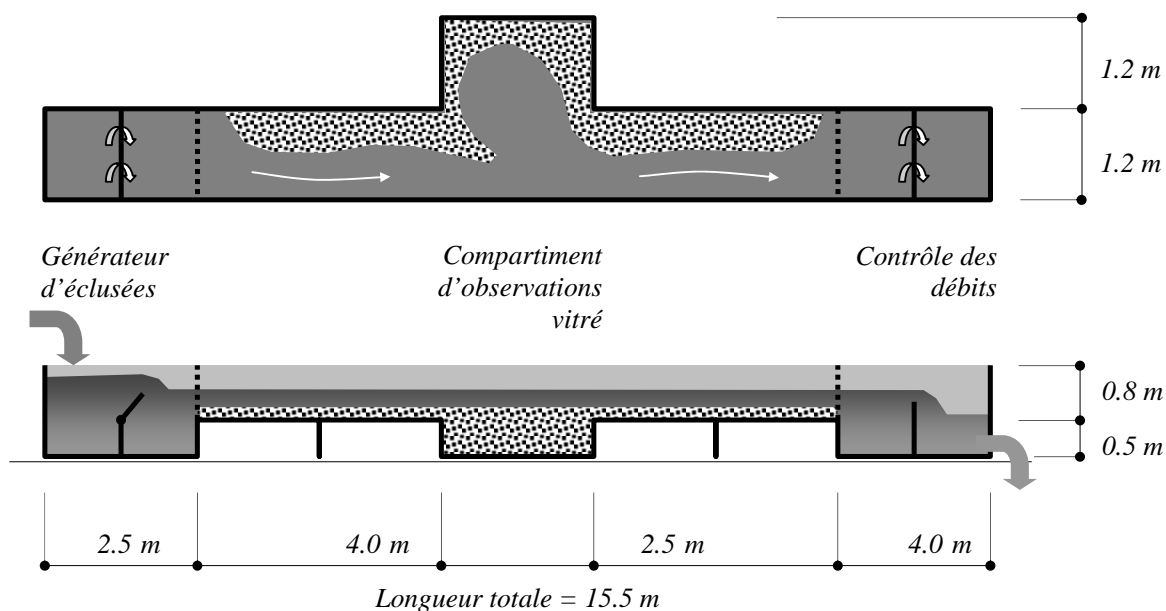


Schéma du canal d'essais (vue et profil) / Diagram of the test canal (view and profile)

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

1.2.1 Réserve naturelle de la Pointe-à-la-Bise / Pointe-à-la-Bise natural reserve

La Pointe-à-la-Bise est située en rive est du Petit Lac sur le Léman (cf. Figure1). Cette dernière roselière lacustre du canton de Genève, est particulièrement importante comme refuge et zone de repos pour les oiseaux tout au long de l'année. L'étude est destinée à examiner la possibilité de créer une ou plusieurs îles artificielles dans la région de la Pointe-à-la-Bise. Elle a pour objectif de décrire les vagues et les courants dans la

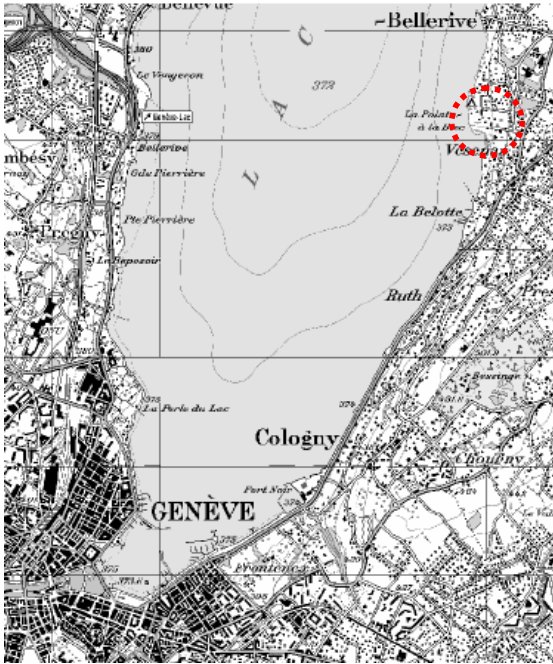
The region of Point-à-la-Bise is located on the east bank of the part called "petit lac" (small lake) of Lake Geneva (Figure1). This last lakeside reed bed of the canton of Geneva is particularly important as refuge and rest area for the birds during the year. This study is intended to examine the possibility of creating one or more artificial islands in the area of Pointe-à-la-Bise. It aims at describing the waves and the currents in the area where

zone interdite à la navigation et à mesurer l'impact à long terme de la dynamique lacustre sur les îles à créer.

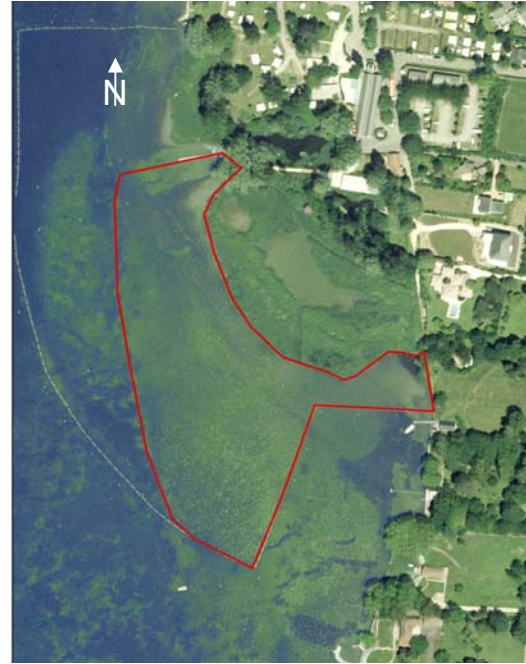
L'approche du problème repose sur une combinaison d'analyse physique et de modélisation numérique qui passe par deux étapes successives :

navigation is forbidden and to measure the long-term impact of lake hydrodynamics on the created islands.

The study is based on two different approaches: namely physical in-situ analysis, and numerical modelling, undertaking in two phases:



(a)



(b)

Figure 1 : (a) La zone du Petit Lac, en traitillés : la Pointe-à-la-Bise ; (b) détail de la Pointe-à-la-Bise, ligne clair : zone interdite à la navigation, ligne foncée: zone de projet / (a) Project zone in the part "petit lac" of Lake Geneva, dotted line: Pointe-à-la-Bise; (b) Pointe-à-la Bise in detail, white line: the zone forbidden to navigation, dark line: project zone

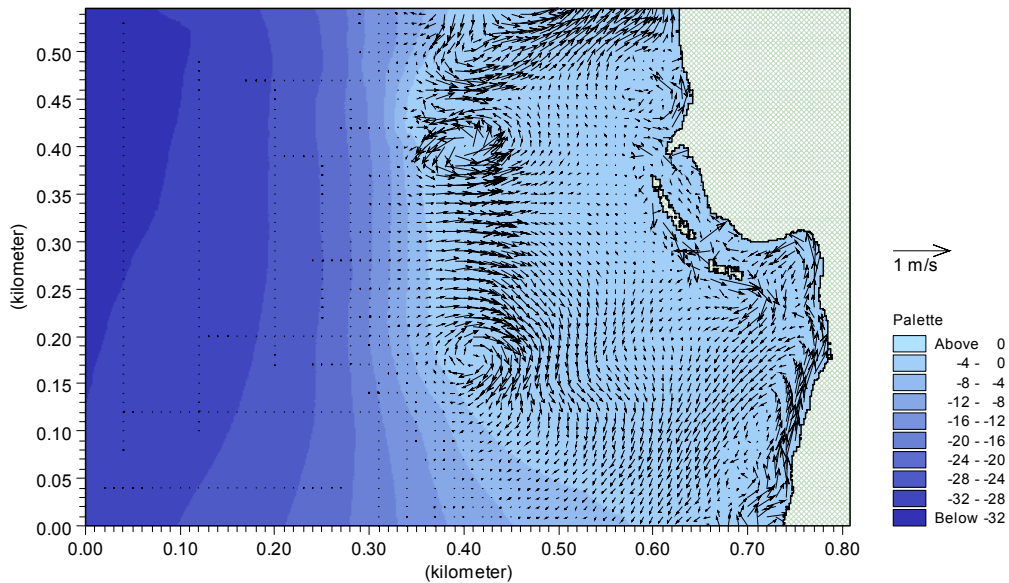


Figure 2. Vecteurs vitesse des courants littoraux dans la zone côtière de la Pointe-à-la-Bise, Variante final, période de retour de 20 ans / Velocity vectors of littoral currents in the coastal area of Pointe-à-la-Bise, selected alternative, return period: 20 years

L'étape 1 concerne particulièrement l'analyse et la modélisation numérique de la situation actuelle. Elle a permis de décrire les courants littoraux qui se propagent parallèlement à la rive du nord vers le sud par régime de Bise.

L'étape 2, dédié à l'optimisation du projet, passe en revue cinq variantes d'aménagement selon un processus d'amélioration progressive d'implantation. La variante finale est caractérisée par deux îlots de tailles différentes et d'une jetée partant de la rive à l'extrémité nord du site (Figure 2).

La dernière simulation inclut la formation de dépôts, attendue à moyen terme, dans le but d'évaluer les modifications courantologiques qui en résulteront.

Etude confiée par ECOTEC Environnement SA, Genève

Ingénieure de projet: Azin Amini

Phase 1 concerns particularly in-situ analysis and numerical modelling of the current situation. It shows that in the presence of the winds from Northeast, called "Bise", the littoral currents propagate parallel to the bank from North to South.

Phase 2, is dedicated to the optimization of the project, by reviewing five alternatives of island configurations according to a process of progressive improvement. The selected alternative is characterized by two small islands of different sizes and a protection dyke on the north of the project site (Figure 2).

At the end, an analysis representing the formation of deposit, foreseen in the medium term, was carried out.

Study entrusted by ECOTEC Environnement SA, Geneva

Project engineer: Azin Amini

1.2.2 Débarcadère de la SMGN Châteaubriand / Jetty of SMGN Châteaubriand

Dans le cadre du concept de mobilité combinée des transports publics de la ville de Genève, il est prévu de construire un débarcadère flottant destiné à faciliter l'embarquement des passagers sur les "Mouettes genevoises" (Figure 1).

L'emplacement projeté est entièrement ouvert aux vagues en régime de Bise, raison pour laquelle une digue de protection devrait être construite à l'amont du débarcadère.

To enhance public transport from one side of Lake Geneva to the other, a floating jetty will be constructed on the right bank of the lake in Geneva (Figure 1). It will be utilized for the embarkation of the passengers on the boats called "Mouettes genevoises".

The project site is entirely open to the blowing winds from the Northeast called "Bise". That's why a protection dyke will be constructed upwind of the floating jetty.

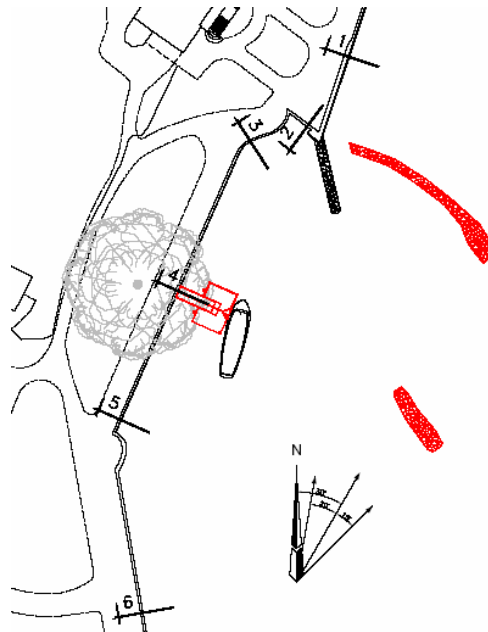


Figure 1 : Vue générale de la rive modélisée / General view of the project zone

Le but de l'étude est de vérifier l'efficacité du projet de construction d'une digue et d'un îlot brise-lame à l'amont du débarcadère et d'optimiser son implantation et ses dimensions en regard de la protection de la zone d'accostage des bateaux. Concrètement il s'agit d'étudier le comportement hydrodynamique local pour différentes conditions anémométriques et géométriques de l'aménagement.

Les essais sur modèle physique et les simulations numériques réalisées dans le cadre du présent projet ont permis d'évaluer l'efficacité des mesures proposées (Figure 2). Les résultats obtenus confirment la nécessité de réaliser une digue de protection assortie d'un îlot pour tranquilliser la zone d'approche et d'amarrage du débarcadère. Les essais réalisés à l'échelle du modèle physique (1/30) avec une maquette des Mouettes genevoises montrent que l'espace de sortie est suffisant pour pouvoir affronter les champs de vagues en dehors de la zone protégée.

The purpose of the project is to verify the efficiency of the construction of a protection dyke and a small break-water in the area of the jetty. The location and dimensions of the dyke and break-water can be optimized later to achieve a calm harbor zone for boats. For this purpose, the local hydrodynamic behaviour for various wind and geometric conditions of the installation has to be studied.

To evaluate the efficiency of the proposed solutions, physical modeling and numerical simulations have been carried out (Figure 2). The obtained results confirm the necessity of constructing a protection dyke and break-water to provide a calm region for the approaching boats and stabilizing the floating jetty. The physical experiments with a boat which is scaled down with the same scaling factor as model the (1/30) have illustrated that the boat has sufficient space to go out of the protected zone and face the wave field outside this area.

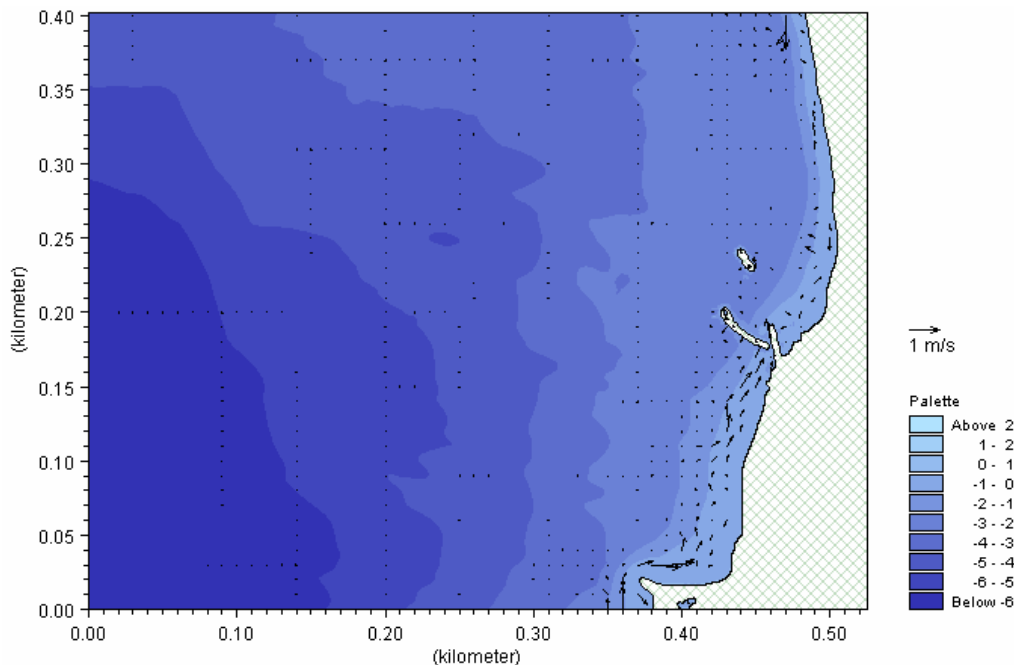


Figure 2 : Vecteurs vitesse des courants littoraux dans la zone d'étude, pour la configuration finale, période de retour de 20 ans. Le dégradé de nuances concerne la bathymétrie (en m) / Velocity vectors for lateral currents in the project zone for the final configuration, return period of 20 years. The shade scale shows the bathymetry (in m)

Etude confiée par le Département du territoire, Service de l'écologie de l'eau, Canton de Genève

Ingénieure de projet: Azin Amini

Study entrusted by the Territory Department, Service of the ecology of water, Canton of Geneva

Project engineer: Azin Amini

1.2.3 Tunnel du Prabé : Expertise hydraulique de la conduite forcée / Prabé tunnel: Assessor's Hydraulic report of the pressure pipe

Dans le cadre de la promotion des énergies renouvelables, la commune de Savièse (VS-CH) a mis en place trois unités de turbinage sur son réseau d'adduction d'eau potable. Le second palier qui relie la chambre de Dilogne à celle de la Zour offre une chute de 217 m pour un débit équipé de 300 l/s. Sa longueur totale est de 4'165 m. Cette longueur est principalement due à la traversée du tunnel du Prabé (environ 3'600 m). Située juste à l'amont de la centrale de la Zour, avec une pente très faible (2.5 ‰) et sans cheminée d'équilibre à l'aval, la conduite, en polyester dans le tunnel, subit ainsi une pression proche du maximum sur son intégralité. Après six mois de fonctionnement régulier, une inspection de la conduite a décelé deux fuites singulières, toutes deux situées à un emboîtement de la conduite.

A ce jour, les deux emboîtements sont réparés et l'intégralité de la conduite ne présente plus de problème. Toutefois, un doute subsiste quant à la cause des fuites observées. D'autre part, aucun calcul dynamique n'a jamais été effectué.

Within the framework of the promotion of renewable energies, the commune of Savièse (VS-CH) has set up three Pelton turbine units on its adduction water pipe network. The second level offers a head of 217 m for an equipped flow of 300 l/s. Its overall length is of 4'165 m. This length is mainly due to the passing through of the Prabé tunnel (approximately 3'600 m). Located just upstream of the power station of La Zour, with a very weak slope (2.5 ‰) and without surge tank, the pressure pipe, made of polyester in the tunnel, has a pressure constantly close to the maximum. After six months of regular operation, an inspection detected two strange leakages.

To date, the two leakages are repaired and the pressure pipe does not present any more problems. However, a doubt remains as for the reason of this observed problem. In addition no dynamic calculation has ever been carried out.

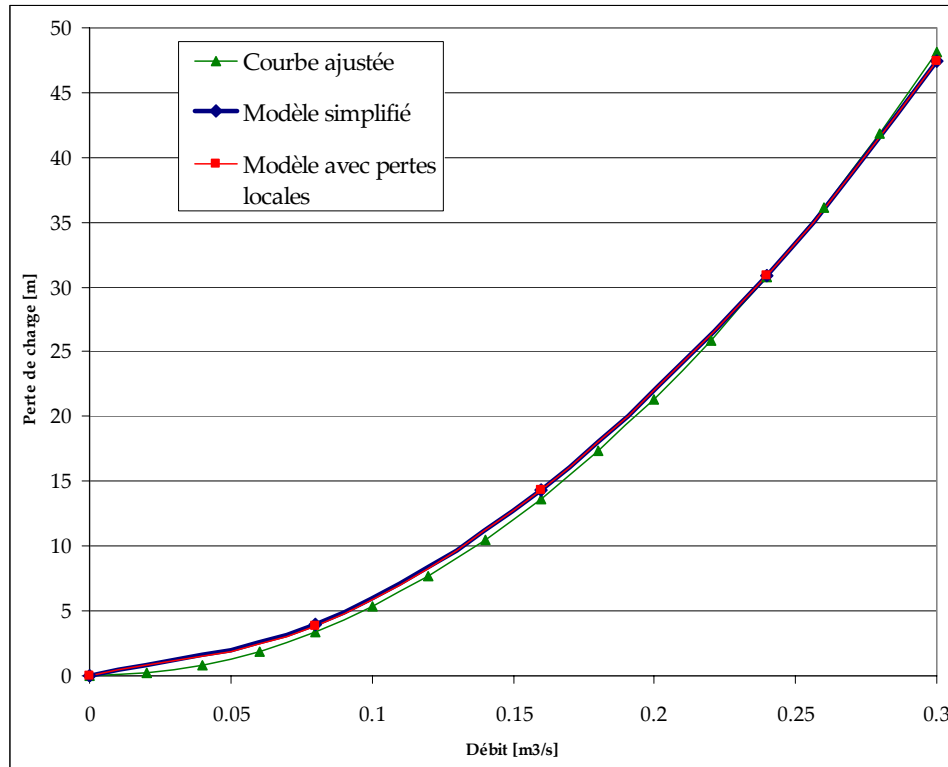


Figure 1: Evolution de la perte de charge avec le débit / Pressure loss evolution with flow increase in the pipe

Cette étude, par le biais d'une modélisation numérique avec le logiciel Hydraulic System, étudie le comportement de la conduite en cas de sollicitation dynamique de la charge hydraulique. Le calage du modèle numérique est effectué selon les mesures de perte de charge effectuées in situ par MHyLab. Le champ de pression est ensuite analysé à l'extrémité aval de la conduite (turbine).

Deux modélisations du système sont effectuées. La première, simplifiée, est constituée des pertes de charge linéaires sur la conduite. La seconde considère également les pertes de charge locales. Les résultats issus de ces deux modélisations sont comparés aux mesures de charge effectuées in situ. La figure 1 illustre les pertes de charge mesurées et celles calculées avec les deux modèles numériques. La parfaite superposition des courbes montre la bonne corrélation entre les mesures et les modèles.

La conduite en polyester a été dimensionnée par le constructeur pour une pression de projet de 250 m c.e. Le constructeur tient également compte d'une pression externe de projet de 0.02 Kg/cm², soit 0.2 m c.e. Le facteur de sécurité total pour le dimensionnement vaut 5.

En admettant que les pressions qui s'exercent à l'extrémité aval de la conduite en polyester sont comparables à celles de la turbine (15 mètres linéaires de différence pour une altitude équivalente), la comparaison avec la pression admissible (Tableau 1) montre une réserve de résistance faible même pour des opérations selon consignes (10 m c.e.).

This study, by the means of numerical modeling by using the software Hydraulic System, presents the pipe behaviour under a dynamic hydraulic load. The model is fitted according to pressure measurements made in situ by MHyLab. The pressures are then analyzed at the downstream end of the pipe (turbine).

Two numerical models of the system are built. The first, simplified, consists only of the linear pressure losses in the pipe. The second also considers the local pressure loss. The results from these two models are compared with the measurements made in situ. Figure 1 illustrates the pressure loss obtained by measurements and those obtained with the two models. The correlation between the two models and the measurements is illustrated with the perfect superposition of the three curves.

The polyester pipe was dimensioned by the manufacturer for a project pressure of 250 mwc. The manufacturer also considered an external pressure of 0.2 mwc. The global safety factor for dimensioning is 5.

Table 1 presents the numerical results and compares them to the acceptable pipe pressure values. Even in the case of standard closure operations, the total pressure pipe resistance is nearly reached (10mwc).

Cas	P _{max} calculé	P _{admissible}	Vérification	P _{min} calculé	Vérification
Enclenchement selon consignes	216.72	250	√	156.46	√
Arrêt selon consignes	236.90	250	√	169.24	√
Arrêt instantané	485.00	250	KO	-9.85	~
Enclenchement – arrêt selon consignes	240.00	250	√	156.46	√
Enclenchement – arrêt instantané	493.00	250	KO	-9.65	~

Tableau 1 : Comparaison des pressions calculées aux pressions admissibles à l'extrémité aval de la conduite en polyester / Comparison of pressures at the downstream end of the pressure pipe

Les résultats des calculs numériques réalisés pour simuler la réponse hydrodynamique du réseau hydraulique de l'aménagement de la Zour permettent de conclure que :

- Les valeurs stationnaires calculées sont comparables à celles mesurées in situ et les écarts sont inférieurs à $\pm 1\%$.
- Pour les manœuvres effectuées selon consignes, les valeurs maximales de pression atteintes dans la conduite restent inférieures aux pressions admissibles mais sans réserve ($\sim + 4\%$).
- Pour les manœuvres instantanées (fermeture), les valeurs maximales de pression dépassent les valeurs admissibles. Ces manœuvres conduisent également à des pressions négatives d'environ 10 m c.e. à la turbine.

Etude confiée par CETP Ingénieurs-Conseils SA, Paudex

Ingénieur de projet : Philippe Heller

1.2.4 Gestion des crues de la Sarine par l'utilisation des retenues d'accumulation / Flood management by the use of accumulation reservoirs in the Sarine basin

Dans le cadre d'une information au conseil d'Etat fribourgeois, une étude sur la possibilité de contrôler les crues de la Sarine par l'utilisation des retenues hydroélectriques situées le long du cours d'eau a été réalisée.

Une analyse des dernières crues observées ainsi que des simulations avec le logiciel Routing System II ont montré que les retenues hydroélectriques présentent un potentiel intéressant pour le laminage des crues et pour la protection des populations situées dans les régions aval.

Etude confiée par l'Etat de Fribourg, Service des Ponts et Chaussées

Ingénieur de projet: Frédéric Jordan

The simulations of the hydrodynamic pipe pressure network of the installation of Zour (commune of Savièse) allow concluding that:

- *The two numerical models are comparable with measured pressures. The variations are lower than 1%.*
- *For standard operations, the maximum pressure values in the pipe remain slightly lower than the acceptable pressures ($\sim + 4\%$).*
- *For instantaneous operations (closing), the maximum pressure values exceed the acceptable values. These operations also lead to negative pressure values of approximately 10 mwc*

Study entrusted by CETP Consulting Engineers, Paudex

Project engineer: Philippe Heller

In the context of an information to the executives of the State of Fribourg, a survey of the flood protection potential due to accumulation reservoirs of the Sarine basin was achieved.

An analysis of the meteorological and hydrological situation during the last flood events as well as a Routing System II simulation have shown that the accumulation reservoirs could help to reduce the discharge in the river and to protect the population located downstream of the dams.

Study entrusted by State of Fribourg, Highways Department

Project engineer: Frédéric Jordan

1.2.5 Barrage de St-Marc – Etude sur modèle des évacuateurs de crue / St-Marc Dam – Model studies of spillways

Saint-Marc est un barrage poids rectiligne en béton construit entre 1926 et 1930, qui appartient à EDF France. Il se trouve sur la rivière Taurion près de Limoges (France) et possède actuellement deux déversoirs, l'un avec un pertuis de 7.50 m en rive droite et l'autre avec deux pertuis de 10.00 m de largeur au centre du barrage. Le seuil des trois pertuis est positionné à 278.50 m NGF (Figure 1 a).

The Saint-Marc dam, owned by EDF-France is a concrete gravity dam built between 1926 and 1930. It is located near Limoges (France) on the River Taurion and has currently two spillways, one 7.50 m wide on the right bank and the other with two passes of 10.00 m wide on the centre of the dam. The crest of the spillways is located at the elevation 278.50 m NGF (Figure 1 a).



Figure 1a: Vue depuis l'aval du barrage de St-Marc / *Downstream view of the St-Marc Dam*



Figure 1b: Vue du modèle réduit construit au LCH / *Experimental model constructed at LCH*

D'après les estimations de CIH-EDF, le barrage de Saint-Marc présente un déficit d'évacuation de crue. Pour pallier cette insuffisance, la réalisation d'une nouvelle passe située entre les deux évacuateurs existants est proposée. Cet ouvrage est constitué d'un

According to estimations by CIH-EDF, the St-Marc dam presents a deficit of capacity. To provide additional discharge to the existing spillways, a new type of labyrinth spillway called Piano Key Weir (PK-Weir) was considered between the two existing spillways.

déversoir labyrinthe de type "touches de piano" (Piano Key Weir ou PK-Weir en anglais).

Le modèle physique du barrage de St-Marc réalisé à l'échelle 1/30 (Figure 1b), a permis la validation des calculs théoriques réalisés précédemment. Il a également apporté des informations essentielles pour l'aménagement, qui sont résumées ci-dessous :

- Détermination de la capacité maximale d'évacuation des organes existants ainsi que définition des relations niveau - débit des différents ouvrages, y compris avec opération des vannes. Les résultats expérimentaux montrent que la capacité maximale actuelle au niveau de retenue à 283.50 m NGF, niveau PHE est de 623 m³/s. Ce débit étant inférieur au débit de 750 m³/s correspondant à la pointe de la crue millénaire, la mise en place d'un évacuateur supplémentaire est indispensable pour la sécurité de l'aménagement.
- L'étude sur modèle physique menée au LCH a permis d'optimiser le projet de PK-Weir élaboré par CIH-EDF. La capacité maximale à PHE de 134 m³/s ainsi que la relation niveau - débit de cette structure ont été établies par les essais sur modèle.
- La capacité maximale de l'aménagement projeté sera ainsi de 757 m³/s, soit supérieure aux 750 m³/s requis pour le transit de la crue millénaire.
- En ce qui concerne la dissipation d'énergie de l'écoulement provenant du PK-Weir, plusieurs alternatives ont été proposées et analysées sur modèle. La solution adoptée consiste en une gouttière inclinée placée sur la ligne de contact entre le parement aval du barrage et le merlon. Cette variante est caractérisée par un profil cylindrique à rayon constant, installé selon un axe incliné avec une partie horizontale sur le tronçon final. Cette gouttière a pour but de diriger l'écoulement provenant du PK-Weir directement sur le bassin amortisseur de l'évacuateur gauche. La protection du merlon existant est aussi requise afin d'assurer la stabilité des ouvrages annexes.
- Pour cette solution, des mesures de pression dans l'alvéole amont du PK-Weir, sur le parement aval du barrage, dans la gouttière, sur le mur bajoyer droit

The St-Marc physical model at scale 1/30 (Figure 1b), constructed and tested at LCH has permitted the validation of the theoretical estimation. It has also given essential information about this hydraulic scheme which can be resumed as follow:

- *Determination of the maximum evacuation capacity of the existing spillways and definition of the rating curves, including with different gate operations. Experimental results show that the maximum capacity of the existing spillways at the elevation 283.50 m NGF (PHE) is 623 m³/s. As this discharge is smaller than the design flood of 750 m³/s, corresponding to a 1'000 years return period, improving the discharge capacity of the existing spillways is required for the dam security.*
- *The model study carried out at LCH has allowed the optimization of the initial design by CIH-EDF. The maximum capacity of 134 m³/s at PHE and the rating curve of the PK-Weir were established after the model experiments.*
- *The maximum capacity of the future scheme is 757 m³/s, therefore higher than the 750 m³/s required for the transit of the 1'000 years return period flood.*
- *Concerning the energy dissipation from the PK-Weir, different solutions have been proposed and analysed in the model. The adopted alternative is a leaned gutter placed at the contact line between the downstream face of the dam and the natural rock. This variant consists in a cylindrical profile with a constant radius placed after an inclined axe with a horizontal reach at the end part of the structure. The aim of this solution is to guide the flow from the PK-Weir to the stilling basin of the left spillway. The protection of the existing rock is also required in order to ensure the stability of the existing structures.*
- *For this solution, pressure measurements in the inlet of the PK-Weir, in the downstream face of the dam, in the gutter, in the right guide wall of the left spillway and in the stilling basin of the left spillway have been performed. The given results do not highlight major problems concerning the operation of the entire evacuation system of the St-Marc dam. They allow the design of the inclined flagstone in the downstream face of the*

de l'évacuateur gauche et dans le bassin amortisseur de l'évacuateur gauche ont été effectuées. Les résultats obtenus ne font pas apparaître de difficulté majeure concernant le fonctionnement de l'ensemble des évacuateurs du barrage de St- Marc. Ils permettent de dimensionner le radier incliné du parement aval et la gouttière d'évacuation.

- Des essais de transit de bois flottants ainsi que l'analyse du champ des vitesses d'approche ont été réalisés pour différentes conditions de fonctionnement des organes, sans et avec le PK-Weir. De manière générale, aucun problème particulier n'a été détecté.
- Des mesures de vitesse ont également été effectuées sur le merlon et à la sortie du bassin amortisseur de l'évacuateur gauche. Ces mesures permettent le dimensionnement des ouvrages de protection du lit de la rivière à l'aval de l'ouvrage.
- Concernant l'évacuateur de rive droite existant, une insuffisance de capacité du chenal a été détectée pour les débits supérieurs à la condition normale d'exploitation de la retenue, soit à partir de 282.00 m NGF. Les variantes d'amélioration testées n'ont pas permis de résoudre entièrement ce problème. Une étude plus détaillée de cet évacuateur est en cours.

Etude confiée par EDF, France

Ingénieur de projet : Marcelo Leite Ribeiro

1.2.6 Marnage dû aux aménagements hydroélectriques – situation actuelle / *Hydropeaking due to the high head power schemes – present state*

Les centrales hydroélectriques à accumulation de l'arc alpin influencent de nombreuses rivières en aval des retenues. Les rejets des centrales, qui turbinent séquentiellement pour couvrir les pointes de la demande d'électricité, provoquent des changements d'écoulement rapides, accompagnés de variations du niveau d'eau (marnage), qui peuvent perturber les conditions de vie dans et le long de la rivière. La rapidité de changement du débit peut dépasser l'ordre de grandeur d'une variation naturelle durant une crue par exemple.

Afin d'avoir des connaissances plus approfondies sur le marnage dans les rivières principales des Alpes et Préalpes suisses, le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) était chargé, conjointement avec ea "Versuch-

dam and the evacuation gutter.

- *Measurements of floating wood transit and analysis of approaching field velocities have been realised for different spillway operations with and without PK-Weir. In a general way, no problems were detected.*
- *Velocity measurements have also been performed in the natural rock between the two existing spillways and at the end of the stilling basin of the left spillway. These measurements allow the design of the bed river protection downstream of the dam.*
- *Concerning the existing right spillway, a lack of capacity of the channel has been detected for discharges higher than those corresponding to the normal operation of the reservoir (elevation 282.00 m NGF). Tested solutions did not lead to solve this problem completely. A detailed study of this spillway is under way.*

Study entrusted by EDF, France

Project engineer: Marcelo Leite Ribeiro

The flow regimes of many Alpine rivers in Switzerland are characterized by hydropeaking caused by the rejections of high head schemes, which start their turbines rapidly to satisfy the electricity peak demand. This kind of exploitation causes important and fast flow fluctuations (hydropeaking), accompanied by significant water level variations. The flow change rates can exceed those of a natural change as they occur during floods. Such flow characteristics disturb the life conditions in and along the river.

In order to obtain solid knowledge about hydropeaking in the main Alpine and Pre-alpine rivers of Switzerland, the Laboratory of Hydraulic Constructions (Lausanne), together with the Laboratory of Hydraulics, Hydrology

sanstalt für Wasserbau" (VAW) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich, d'étudier les questions suivantes:

- quels sont des paramètres permettant de quantifier le marnage dans des rivières?
- quelles sont les valeurs des paramètres pour différentes rivières suisses ?
- quels sont les effets du marnage sur la faune et la flore aquatique et terrestre dans et le long des rivières?
- comment les valeurs des paramètres (indicateurs) ont changé depuis que des données de débit sont disponibles?
- et notamment quels seraient les volumes et les coûts engendrés par des mesures de réduction de marnage?

and Glaciology (Zurich) was in charge of studying the following questions:

- which parameters allow the quantification of hydropeaking in rivers?
- which are, for the actual flow regime of different rivers in Switzerland, the values of these parameters?
- what are the effects of hydropeaking on fauna and flora in and along the river?
- what is the evolution of these values (indicators) since flow data measurements are available?
- and in particular, what are the volumes and costs of measures to reduce or eliminate hydropeaking?

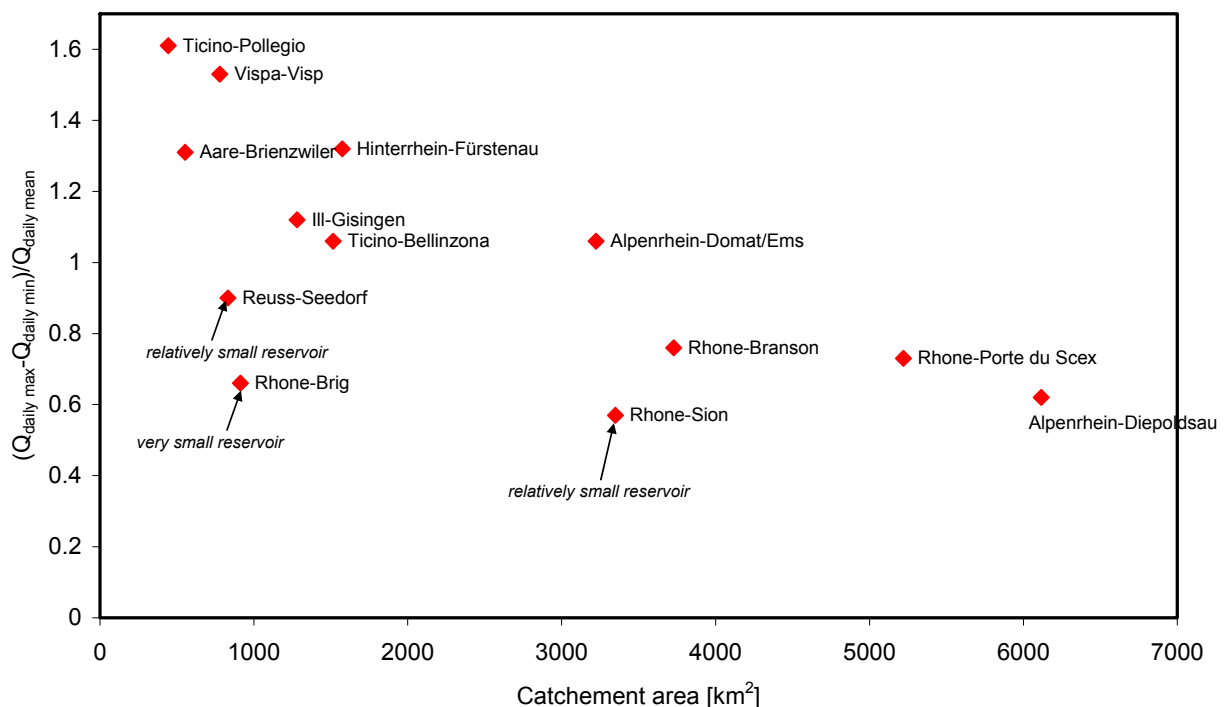


Figure 1: Valeurs d'un indicateur de marnage choisi pour différentes rivières et stations / Values of a chosen hydropeaking indicator for different rivers and gauging stations

Les conclusions générales suivantes découlent de l'étude:

- le marnage est un paramètre parmi d'autres, comme la qualité de l'eau, le régime d'écoulement ou la morphologie, influençant les conditions de vie dans une rivière.
- les valeurs des indicateurs de marnage choisis montrent que les rivières suisses comme le Rhin, le Rhône, le Tessin, l'Aare et la Reuss sont touchées par ce phénomène en amont des premiers grands lacs. Il se trouve que les valeurs décroissent avec l'accroissement de la

The following general conclusions of the study can be drawn:

- hydropeaking influences the quality of a river as one of several parameters such as water quality, flow regime and river-morphology.
- the values of the chosen indicators for hydropeaking show that the Swiss rivers like the Rhine, Rhone, Ticino, Aare and Reuss rivers are more or less influenced by the phenomenon. It can be shown that generally the values decrease with an increasing catchment area due to higher base-flow and time shifted superposition

taille des bassins versants dû à un débit de base augmenté et à la superposition non simultanée des eaux turbinées par plusieurs centrales (Figure 1).

- les différents paramètres de marnage étudiés n'ont guère évolué depuis 1970 dans les cours d'eau analysés. Ils peuvent néanmoins varier fortement d'une année à l'autre et d'un cours d'eau à l'autre. Les exceptions par rapport à ces constats généraux sont principalement dues aux modifications et transformations des aménagements hydroélectriques.
- des bassins de rétention offrent une mesure possible de réduction du marnage. Soit une compensation journalière (remplissage pendant les heures à fort débit de turbinage, vidange pendant les heures creuses), soit une compensation hebdomadaire (remplissage principalement durant la semaine, vidange pendant le week-end) sont imaginables. L'avantage du deuxième mode consiste au maintien d'un certain débit pendant les jours du week-end.
- les volumes de rétention augmentent linéairement ou d'une manière polynomiale avec la sévérité des conditions imposées et selon le régime hydrologique de la rivière. Une compensation hebdomadaire nécessite des volumes de stockage qui sont généralement un ordre de grandeur plus important que celles de la compensation journalière.
- des restrictions d'exploitation des centrales permettent également de réduire le marnage. Une étude récente sur le Rhin alpin a montré que les pertes économiques liées à de telles mesures sont 3.5 à 4 fois plus importantes. Des mesures d'aménagement morphologiques (épaves, rives irrégulières, élargissement, ...) pourraient finalement réduire les effets du marnage en offrant une plus grande diversité structurelle.

Etude confiée par l'association Suisse pour l'aménagement des eaux (Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband : SWV).

Ingénieur de projet: Tobias Meile

of the turbinated water of several powerhouses (Figure 1).

- *the values of the different studied indicators show that generally no significant evolution can be observed since 1970 within the analyzed rivers. Nevertheless, the indicators can vary considerable from one year to the other and between the different rivers. Exceptions from these general comments are mainly due to modifications and transformations of the existing power schemes.*
- *constructive measures for the hydropeaking reduction could be retention basins. Either a daily management (filling during periods with a lot of turbinated water, emptying during low turbine activities) or a weekly management (filling mainly during weekdays, emptying during the weekend) of the storage volume can be imagined. The advantage of the second mode is maintaining a certain discharge during the weekends.*
- *the necessary retention volume increases linearly or in a polynomial manner with the severity of the requirements and depends on the hydrology of the rivers. The weekly management needs storage volumes which are generally about one order of magnitude higher than the daily management of the storage volume.*
- *operational restrictions of the powerhouses are other possible measures for the hydropeaking reduction. A recent study shows, that for the alpine Rhine River, such measures would be 3.5 to 4 times more expensive. Finally, morphological measures such as irregular banks, groynes, local widenings and braided channels may reduce the effects of hydropeaking by the creation of more structural diversity.*

Study entrusted by the Swiss Association for Water Resources Management (Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband : SWV).

Project engineer: Tobias Meile

1.2.7 Conséquences de la rupture de barrages ensablés – étude théorique, expérimentale et numérique et conseils sur les directives de sécurité / *Consequences of dambreak in silted-up reservoirs – theoretical, experimental and numerical study and advice on security guidelines*

L'alluvionnement des réservoirs est un des problèmes chroniques dont souffrent les aménagements à accumulation. Une solution techniquement réalisable et définitive n'a pourtant jamais été trouvée. Actuellement, plusieurs réservoirs de barrages en Suisse sont partiellement ou complètement ensablés. Les directives publiées par l'ancien Office fédéral des eaux et de la géologie (OFEG), actuellement Office fédéral de l'énergie (OFEN), organe qui représente la Confédération suisse pour ce qui concerne la haute surveillance des ouvrages d'accumulation, ne tiennent pas compte expressément du phénomène d'alluvionnement de ces réservoirs.

Sedimentation in reservoirs is one of the chronic problems in dam engineering. A technically feasible and definite solution has never been found. Currently, several reservoirs in Switzerland are partially or completely silted-up.

The directives published by the former Federal office of water and geology (FOWG), currently Swiss federal office of energy (SFOE), institution which represents the Swiss Confederation concerning the high monitoring of dams, do not take into account expressly the phenomenon of sedimentation in those reservoirs.



Figure 1 : Essai préliminaire d'onde simple de rupture de barrage / *Preliminary test on simple dam break wave*

Selon ces directives, il est supposé que les sédiments accumulés n'exercent aucune influence sur le mode de rupture et sur la propagation d'onde vers l'aval. Actuellement, deux paramètres caractérisent l'importance du danger résultant de la vague de crue à l'aval du barrage: la hauteur d'eau (h), et l'intensité de submersion, définie comme le produit de la hauteur et de la vitesse d'écoulement (v_n).

Le présent projet a pour objectifs la détermination de l'impact des sédiments accumulés dans la retenue sur l'hydrogramme de rupture d'un barrage, la définition de l'influence des sédiments sur la propagation aval du front de rupture et la description de l'évolution temporelle des sédiments dans la retenue.

Une revue de littérature a permis de synthétiser les connaissances actuelles dans le domaine de rupture des barrages. La problématique de l'alluvionnement des petites retenues, les mécanismes de rupture, ainsi que

According to these directives, in the case of dam break in a silted-up reservoir, it is supposed that the sediments do not exert any influence on the mode of rupture and the propagation of the wave downstream. Currently, two parameters characterize the importance of the danger of a dam break wave on an unspecified localization downstream of the dam: the water height (h), as well as the product between the height and the flow velocity (v_n), parameter called intensity of immersion.

This project aims to determine the impact of the sediments accumulated in the reservoir on the dam break hydrogram, the description of the influence of the sediments on the propagation downstream of the wave front and the description of the temporal evolution of the sediments in the reservoir.

Literature review was made to synthesize current knowledge in the field of dam break.

les développements théoriques et expérimentaux sur les fronts d'onde ont été décrits. Quelques exemples de barrages ensablés en Suisse ont été documentés.

Une installation expérimentale a été conçue en fonction des objectifs de l'étude. Il s'agit d'un canal prismatique de 5.5m de longueur à section rectangulaire de 400mm de largeur et 400mm de hauteur. Les parois latérales sont en PVC transparent et le fond en PVC gris. Un poids tombant en chute libre déclenche l'ouverture de la vanne, qui représente le barrage, à l'aide d'un système de poulies. L'instrumentation est composée de 11 capteurs placés sur le fond du canal, d'une caméra vidéo pour la visualisation de l'écoulement par la méthode PIV et d'une balance électronique pour le pesage des sédiments sortant du canal.



Figure 2 : Essai préliminaire de rupture de barrage – cas ensablé / Preliminary dam break test – silted-up case

"Onde simple de rupture" est le terme utilisé pour l'écoulement résultant d'une rupture instantanée de barrage en canal prismatique rectangulaire de pente nulle et de frottement négligeable en lit fixe et sec à l'aval (Figure 1). Une telle situation reproduit les conditions de la formulation classique de Ritter. Cette configuration permet de tester l'installation et les équipements de mesure en profitant des résultats théoriques et expérimentaux de la littérature. Ces résultats seront comparés avec ceux résultant d'un réservoir ensablé pour déterminer l'influence des sédiments lors de la rupture.

Des essais préliminaires ont été effectués pour les situations sans (Figure 1) et avec sédiments (Figure 2). La prochaine étape est consacrée à l'optimisation de la technique de mesure.

Etude confiée par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Ingénieur de projet: Rafael Duarte

The problem of small reservoirs' sedimentation, the mechanisms of rupture, as well as the theoretical and experimental developments on the wave fronts were described. Some examples of silted-up reservoirs in Switzerland were shown.

An experimental installation was designed according to the study's objectives. It consists of a prismatic channel 5,5m long with a rectangular section 400mm wide and 400mm high. The side walls are in transparent PVC and the bottom in gray PVC. A free-falling weight causes the opening of the gate which represents the dam using a system of pulleys. The instrumentation is composed of 11 sensors placed on the bottom of the channel, video recording of the flow for treatment by the PIV method and an electronic balance for weighing sediments leaving the channel.

"Simple Dambreak Wave" is the term used for the flow resulting from a sudden dam break in a rectangular prismatic channel with smooth and flat fixed-bed, with negligible roughness and dry downstream (Figure 1). Such a situation reproduces the conditions of Ritter's classical formulation. This configuration allows testing the installation and the measurement equipment while benefiting from the theoretical and experimental results in literature. These results will be compared with those resulting from a silted-up reservoir to determine the influence of the sediments after the failure.

Preliminary tests were carried out for the situations without (Figure 1) and with sediments (Figure 2). The next stage is devoted to the optimization of the measurement technique.

Study entrusted by the Swiss federal office of energy (SFOE)

Project engineer: Rafael Duarte

1.2.8 Essais sur modèle du déversoir du barrage des Galens (France) / *Model tests of the Galens dam spillway (France)*

Le barrage voûte des Galens (France) est équipé d'un déversoir de 62.5 m de longueur en crête dont la capacité n'est pas connue précisément. Le but de l'étude est d'analyser la géométrie du déversoir puis de déterminer sa capacité à partir d'essais sur modèle. Quelques points de mesures topographiques relevés sur le déversoir montrent que la géométrie est proche d'un déversoir standard, de charge de dimensionnement $H_d=1.05$ m.

The Galens arch dam (France) is equipped with a 62.5 m length spillway whose capacity is unknown. The purpose of the study is to analyze the geometry of the spillway and then to determine its capacity using physical model tests. Some topographic measurements raised on the spillway of Galens dam show that the geometry is close to that of a standard spillway with a designed head of $H_d=1.05$ m.

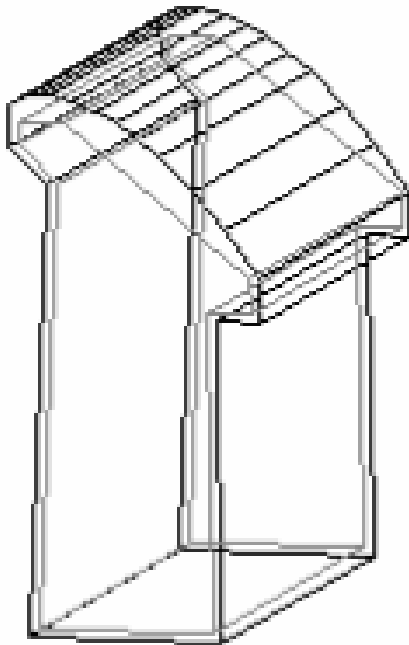


Figure 1 : Maquette du déversoir implantée dans le canal d'essai / *Spillway model established in the measuring flume*

Des essais sur modèle physique ont été réalisés pour déterminer précisément la capacité du déversoir. Pour ceci, une maquette a été construite à l'échelle 1:10 et implantée dans un canal d'essai de 50 cm de largeur (fig. 1).

Tests on the physical model were carried out to determine precisely the capacity of the spillway. For this, a model was built on a 1:10 scale and installed in a measuring flume of 50 cm width (fig. 1).

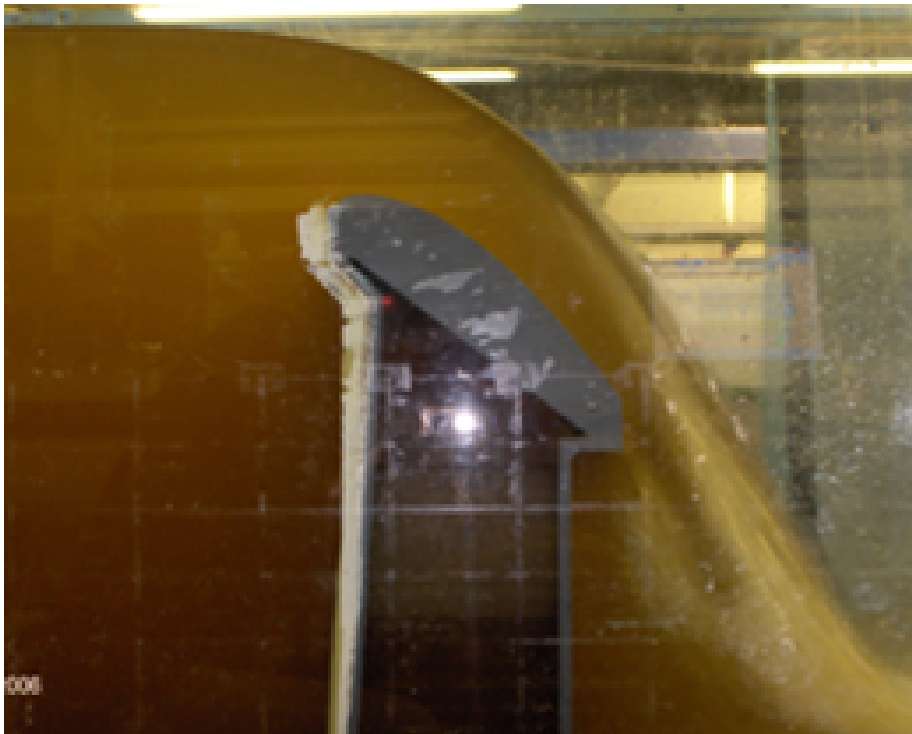


Figure 2 : Ecoulement sur le déversoir pour la charge maximale $H=H_{\max}=1.5$ m / *Flow on the spillway for the maximum head $H=H_{\max}=1.5$ m*

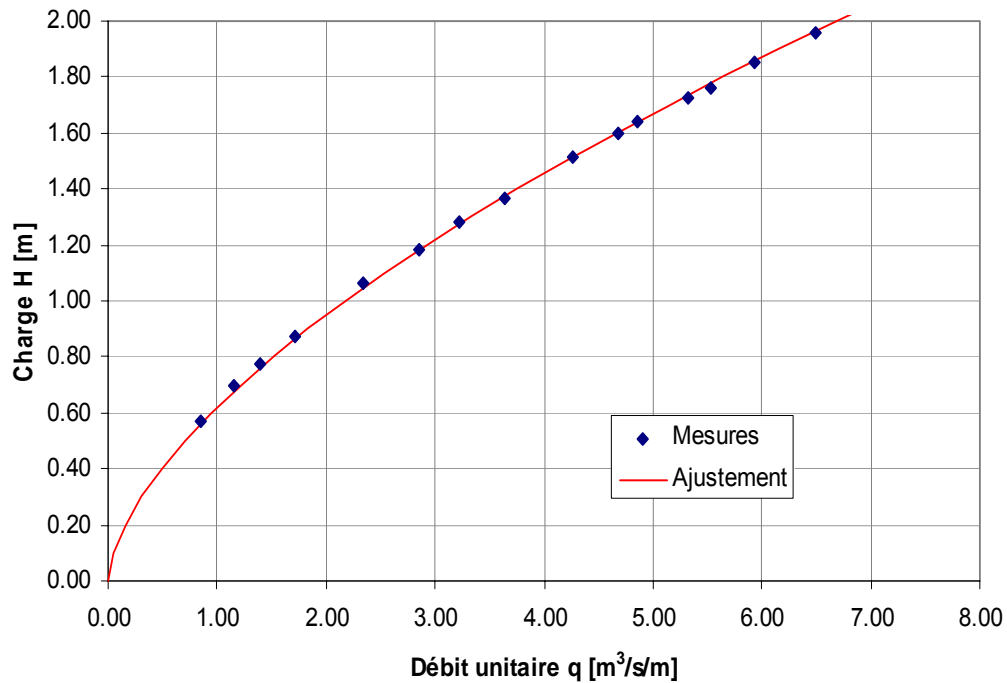


Figure 3 : Relation "charge/débit unitaire" : mesures et ajustement analytique / *"Head/unit discharge" relationship: measurements and analytical fitting*

Les essais ont conduit à la définition d'une relation entre le débit évacué sur le déversoir par mètre linéaire et la charge sur celui-ci. L'analyse de ces mesures montre une excellente corrélation avec la capacité théorique

The tests led to a relation between the flow per linear meter over the spillway and the hydraulic head. The analysis of these measurements shows an excellent correlation with the theoretical capacity of a standard spillway

d'un déversoir standard ayant comme charge de dimensionnement $H_d=1.05$ m (figure 3).

La charge maximale attendue sur le déversoir du barrage des Galens est de 1.5 m. Dans ces conditions (figure 2), même si le rapport $H_{max}/H_d=1.4$ devient élevé, il n'y a pas de risque de cavitation sur le déversoir car la charge absolue $H_{max}=1.5$ m reste faible (Sinniger et Hager, 1989).

Etude confiée par la Société Hydroélectrique du Midi (SHEM)

Ingénieur de projet : Rémi Martinerie

having a designed head of $H_d=1.05$ m (figure 3).

The maximum head awaited on the spillway of Galens dam is 1.5 m. Under these conditions (figure 2), even if the ratio $H_{max}/H_d=1.4$ becomes high, there is no risk of cavitation on the spillway because the absolute head $H_{max}=1.5$ m remains weak (Sinniger and Hager, 1989).

Study entrusted by the Société Hydroélectrique du Midi (SHEM)

Project engineer: Rémi Martinerie

1.2.9 Gestion des sédiments de la retenue de Tourtemagne (Valais) / Sediment management of the Tourtemagne reservoir (Valais)

La retenue de Tourtemagne exploitée depuis les années 1960 est sujette à une importante sédimentation. Le bassin de décantation qui la protégeait jusqu'à présent est complètement rempli, et il est nécessaire de mettre en œuvre un nouveau système pour gérer les apports solides arrivant à la retenue (Figure 1). Le but de cette étude est de d'analyser différentes variantes de gestion sédimentaire dans la perspective d'une exploitation durable de l'aménagement. Cette analyse est basée sur les critères suivants : efficacité d'évacuation des sédiments, durabilité, environnement et économie.

The reservoir of Tourtemagne exploited since the sixties is prone to an important sedimentation. The sediment trap which protected it until now is completely full, and it is thus necessary to implement a new system to manage the sediment yield arriving in the reservoir (Figure 1). The purpose of this study is to analyze various alternatives of sediment management from the point of view of a sustainable exploitation of the scheme. This analysis is based on the following criteria: effectiveness of sediment evacuation, sustainability, environment and economy.



Figure 1 : Vue générale du bassin de décantation (au premier plan) et de la retenue de Tourtemagne (au fond) / General view of the sediment trap (foreground) and of the Tourtemagne reservoir (background)

Les principales variantes étudiées peuvent être classées selon trois groupes :

1. Mise en décharge de tous les sédiments du bassin de décantation. Ces variantes ne sont efficaces et économiques qu'à court terme.
2. Mise en décharge des sédiments grossiers et évacuation des particules fines par purge et curage ou turbinage. Ces variantes sont envisageables sur une plus longue période. Néanmoins, l'évacuation par purge et curage intensif entraîne des impacts importants pour l'environnement. L'évacuation par turbinage est limitée aux particules les plus fines (<150 µm).
3. Evacuation des sédiments fins et grossiers à l'aval du barrage avec prise d'eau, dessableur et canal de dérivation (crues et purges du dessableur).

L'analyse multicritère montre que cette dernière variante permet une gestion des sédiments à long terme en limitant les impacts sur l'environnement (rejet et transit des sédiments s'approchant de l'état naturel). D'un point de vue économique, elle nécessite un investissement initial important mais devient compétitive sur le long terme.

Etude confiée par les Forces Motrices de la Gougra (FMG, Valais)

Ingénieurs de projet : Rémi Martinerie, Giovanni De Cesare

The principal alternatives studied can be classified according to three groups:

- 1. Removal and nearby disposal of the deposited sediments in the trap. These alternatives are effective and economic only for the short term.*
- 2. Removal of the deposited coarse sediments and evacuation of the fine particles by washing out and flushing or directly by the penstock. These alternatives are possible over a longer period. Nevertheless, the evacuation by sluicing and flushing involve important impacts for the environment. The evacuation through the turbine is limited to the finest particles (<150 µm).*
- 3. Evacuation of the fine and coarse sediments to the downstream of the dam with water intake, sand trap and diversion canal (for floods and flushing of the sand trap).*

The multicriterion analysis shows that this last alternative allows a sustainable management of the sediments by limiting the environmental impacts (sediment outflow and bypass approaching the natural state). From an economic point of view, it requires an important initial investment but becomes competitive on the long term.

Study entrusted by the Forces Motrices de la Gougra (FMG, Valais)

Project engineers: Rémi Martinerie, Giovanni De Cesare

1.2.10 Projet hydroélectrique de Kárahnjúkar - Jokulsá valve chamber; Écoulement inversé; essais hydrauliques sur model réduit / Kárahnjúkar hydroelectric project - Jokulsá valve chamber; Reverse flow energy dissipater; Hydraulic model tests

L'aménagement hydroélectrique de Kárahnjúkar est en cours de construction en Islande sur le fleuve Jokulsá à Dal. L'objectif de la présente étude est d'analyser et au besoin d'optimiser le design de la chambre de vanne Jokulsá à Kárahnjúkar. Les essais sur modèle hydraulique visent à obtenir toutes les informations utiles au dimensionnement optimal des composantes hydrauliques du dissipateur d'énergie installé à cet endroit.

La chambre de vanne Jokulsá est située 100 m en amont de la connexion avec la conduite forcée. L'analyse des écoulements transitoires dans le réseau en charge montre que le débit des écoulements de retour est trop élevé (presque 170 m³/s) en cas d'arrêt du turbi-

The Kárahnjúkar Hydroelectric Project is under construction to harness the river Jokulsá at Dal. The aim of this study is to analyze and propose technical solutions for the Jokulsá valve chamber located in Jokulsá tunnel, at Kárahnjúkar, Iceland. The purpose of the hydraulic model tests is to obtain all information needed for the determination of an optimum design of the hydraulic components of the energy dissipating structure.

The Jokulsá valve chamber is located in Jokulsá tunnel about 100 m before it connects with the headrace tunnel (perpendicular tunnel). From analysis of transients in the waterway system it became clear that unacceptable discharges of reverse flow (up to 170

nage.

Pour résoudre ce problème, une structure particulière a été conçue de manière à provoquer une dissipation d'énergie importante en écoulement inverse et faible en écoulement normal, en direction de la centrale.

m^3/s) could occur through the valve at total shutdown of the power station.

In order to solve this problem, the construction of a sudden enlargement energy dissipater is foreseen in connection with the steel lining upstream of the valve to introduce a damping effect from local head losses for reverse flow into the Jokulsá tunnel. However, in normal flow conditions the structure geometry has to cause a low head loss level.



Figure 1 : Éléments du modèle et emplacements des prises de pression / Model joints and pressure measurements locations

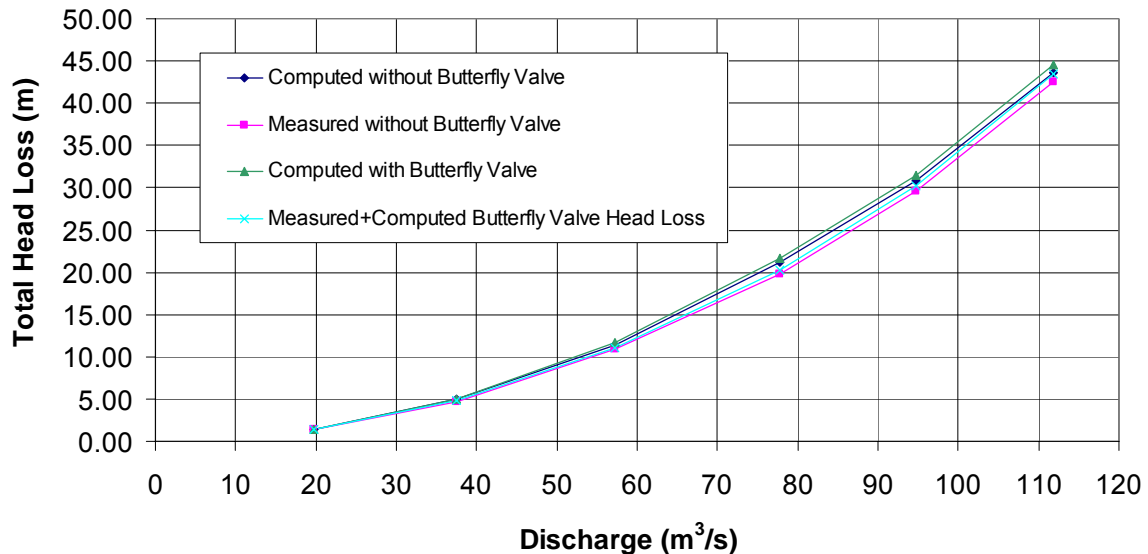


Figure 2: Perte de charge totale du dissipateur d'énergie, calculée et mesurée pour différents débits en écoulement inverse / Total head loss of the energy dissipater, computed and measured, for different discharges under reverse flow conditions

Les étapes du projet, peuvent se résumer comme suit :

- Construction de la géométrie détaillée du

The project stages can be summarized as follows:

- Model construction with detailed geome-

modèle (dimensions et forme) avec les prises de pression aux emplacements idoines (Figure 1).

- Mesures de perte de charge en écoulements normal et inverse (Figure 2).
- Vérification du potentiel de cavitation et contrôle du risque de cavitation.
- Etude particulière du jet et de la formation de tourbillons dans la zone d'expansion brusque en écoulement inverse.

Etude confiée par: Landsvirkjun (Compagnie nationale d'énergie d'Islande)

Ingénieur de projet: Alexandre Duarte

try (dimensions and form) and pressure taps at suitable locations, (Figure 1).

- *Pressure measurements under normal and reverse flows (Figure 2).*
- *Verification of cavitation potential and demonstration that cavitation risks are within acceptable limits.*
- *Study of the jet and of the intense eddy formation in the sudden enlargement zone.*

Study entrusted by: Landsvirkjun (The National Power Company of Iceland)

Project engineer: Alexandre Duarte

1.2.11 Crue de la Sarine du 22 août 2005 / Flooding of the Sarine River on 22nd August 2005

Les fortes pluies qui se sont abattues sur la Suisse entre le 19 et 23 août 2005 ont causé d'énormes dégâts. Cette crue revêt un caractère statistiquement exceptionnel sur la Sarine à Fribourg. En effet, l'OFEV attribue à cet événement une période de retour d'environ 200 ans, ce qui correspond à un débit de pointe d'environ 660 m³/s. Ainsi, à Fribourg, la rive droite de la Sarine à l'aval du barrage de la Maigrauge a été fortement érodée et le radier en béton, construit en face de l'évacuateur de crue principal, a été partiellement détruit. La passerelle de la Maigrauge a aussi été détruite sur sa partie en rive droite. Le but de cette étude est de reconstituer le déroulement des événements et d'expliquer les causes de rupture du radier de protection.

Les résultats d'analyse suggèrent qu'à partir d'un débit de 600 m³/s, une brèche s'est ouverte dans la berge, vraisemblablement à l'extrémité aval du radier en béton où l'interface avec les enrochements introduit un point vulnérable. Dès cet instant, l'eau accumulée dans la zone inondée en rive droite à l'aval du barrage a pu être évacuée par cette brèche, provoquant un ravinement de la partie arrière des ouvrages de protection de rive. Cette érosion s'est accentuée en phase de décrue sous l'effet de l'abaissement du niveau d'eau dans la Sarine, vidant les matériaux de remblayage sur lesquels le radier en béton reposait et conduisant à sa ruine. Il est aussi possible qu'une partie du radier en béton ait été préalablement détruite sous l'effet de l'érosion régressive provoquée par le jet issu de l'évacuateur de crue.

Le scénario décrit ci-dessus ne représente

The huge amount of precipitation that occurred in Switzerland between 19th and 23rd August 2005 caused important damages. This flooding had a statistically exceptional repercussion on the Sarine River near the city of Fribourg. Indeed, the "OFEV" attributed to this event a period of return of approximately 200 years, which corresponds to a maximum flow of about 660 m³/s. Thus, in Fribourg, the right bank of the Sarine River, downstream of the Maigrauge dam, was seriously eroded and the concrete sill built opposite the main spillway was partially destroyed. The footbridge of the Maigrauge was also destroyed on its right bank side. The aim of this study is to determine the course of the events and explain the causes that led to the breaking of the protection sill.

The results of this analysis tend to suggest that from a flow of 600 m³/s onwards, a breach was opened on the bank, presumably at the downstream extremity of the concrete sill, where the interface with the rocks constitutes a vulnerable point. As from this moment, the water accumulated in the flooded area, located on the right side downstream from the dam, was evacuated through this breach, resulting in a process of gully erosion of the rear side of the bank protection works. This erosion process was accelerated during the fall, due to the lowering of the water level in the Sarine River, causing the clearing out of the filling materials on which the concrete sill lay and, thus, leading to its destruction. It is also possible that a part of the concrete sill might have been previously destroyed due to backward erosion caused by the stream

pas une surprise. Les études réalisées à l'occasion des travaux de réhabilitation du barrage de la Maigrauge avaient clairement mis en évidence les limites des aménagements endommagés. Le fait que le débit admis pour le dimensionnement d'une fosse de dissipation d'énergie dans la Sarine ait été fixé à 600 m³/s confirme que le risque résiduel était accepté.

coming from the spillway.

The scenario described above is not really surprising. The studies carried out at the time of the rehabilitation works of the Maigrauge dam had clearly highlighted the limits of the damaged works. The fact that the flow considered for the dimensioning of an energy dissipation pit in the Sarine River was set to 600 m³/s confirms that the residual risk was accepted.



Figure 1 : Vue du radier en rive droite de la Sarine en face de l'évacuateur de rive gauche. Photo prise durant la matinée du 24 août 2005 / *General view of the sill located on the right bank of the Sarine River and opposite the spillway located on the left bank. Picture taken on the morning of 24th August 2005*

Face à la nécessité de réparer les dégâts causés par la crue, il est important de confirmer ou de modifier les bases de dimensionnement des ouvrages de protection de berge sur la rive droite endommagée. Il s'agit ensuite d'évaluer le risque résiduel de la solution proposée. Dans la liste des interventions possibles pour arriver à une solution, il convient de citer : la fosse de dissipation dans la Sarine, l'élargissement du lit en rive droite, la protection de la partie arrière de la digue en face de l'évacuateur, la surélévation de la route d'accès au barrage, etc. Cet inventaire peut être mis à profit afin de trouver la solution optimale, tant sur les plans sécuritaire et économique que des points de vue récréatif et

Given the need to repair the damages caused by the flood, it is important to confirm or modify the dimensioning basis of the bank protection works located on the right bank of the river. Then, it is necessary to estimate the residual risk of the proposed solution. The possibilities to reach a solution to this problem include: an energy dissipation pit in the Sarine River, the enlargement of the river bed on its right bank, the protection of the rear side of the levee opposite the spillway, the elevation of the dam access road, etc. We can take advantage of this inventory to find the optimal solution whether from the security and economic point of view or from the recreational and environmental one. It is also essen-

environnemental. Une réflexion s'impose également sur les possibilités d'utilisation des retenues existantes sur la Sarine pour le laminage des crues.

Etude confiée par le Service des ponts et chaussées du canton de Fribourg – Section des lacs et cours d'eau

Ingénieurs de projet : Rémi Martinerie, Lilian Reyes

tial to reflect on the possibilities of using the existing reservoirs located on the Sarine River for flood routing.

Study entrusted by the "Service des ponts et chaussées du canton de Fribourg – Section des lacs et cours d'eau"

Project engineers: Rémi Martinerie, Lilian Reyes

1.2.12 Gestion des sédiments pendant les travaux du projet KWO Plus / *Sediment management during construction works of the KWO Plus Project / (Sedimentbewirtschaftung – Abschätzung der ausgetragenen Sedimentmenge während Seeabsenkung)*

Dans le cadre des travaux du projet KWO Plus il est prévu d'abaisser le niveau du lac de Grimsel pendant quelques mois afin de rehausser les barrages. Pendant cette période les sédiments déposés au fond du lac seront purgés dans l'Aare d'où ils seront transportés vers le Räterichsbodensee. Une estimation de la quantité de sédiments s'échappant des organes de contrôle ouverts en fonction du temps, soutenu par un modèle physique qualitatif, a donné la base de calcul pour l'évaluation de la meilleure méthode de gestion des sédiments.

In the framework of the constructions of KWO Plus it is planned to lower the water in Lake Grimsel for some months in order to heighten the Grimsel Reservoir dam. During this period the deposited sediments on the bottom of the lake will be flushed downstream into the River Aare where they are transported in the direction of the Räterichsbodensee. An estimation of the flushed sediment quantity in function of time sustained by experimental qualitative modelling provided a computation base for the best sediment management method evaluation.



photo KWO AG

Figure 1 : Grimselsee à niveau d'eau abaissé en juin 2006 / *Grimselsee when lowering the water level in June 2006*

Les variantes d'un abaissement complet et partiel du Räterichsbodensee et celle du transit d'un courant de turbidité (venting) provo-

The options of complete or partial water level lowering in the Räterichsbodensee and the one of venting, all of them resulting in a

quant le passage des sédiments à travers le Räterichsbodensee et sortant de celui-ci par la vidange de fond ont été les sujets de l'étude. La variante avec un barrage à l'entrée du Räterichsbodensee avec le but de retenir les sédiments de manière contrôlée et de les déposer a également été étudiée. Sous les conditions présentes la variante du venting s'est avérée la plus appropriée.

Etude confiée par KWO AG, Innertkirchen
Ingénieurs de projet: Jolanda Jenzer Althaus,
Rémi Martinerie, Javier Neves da Silva

passage of the sediments through the Räterichsbodensee and an outflow through its bottom outlet, were studied as well as the option of a temporal dam at the entry of the Räterichsbodensee with the purpose of retaining the sediments and to deposit them somewhere else. Under the given conditions the venting option turned out to be the most convenient one.

Study entrusted by: KWO AG, Innertkirchen
Project engineers: Jolanda Jenzer Althaus,
Rémi Martinerie, Javier Neves da Silva

1.2.13 Evaluation de l'efficacité de rétention des sédiments d'un obstacle à l'endroit du Chessiturm dans le lac de Grimsel / Evaluation of the sediment trap efficiency of an obstacle at the location of the Chessiturm in Lake Grimsel

Basé sur une étude précédente en 2001 des estimations supplémentaires concernant l'efficacité, la durabilité, la sécurité et l'écologie du barrage de rétention des sédiments ont été faites. La nouvelle étude a confirmé l'aptitude de l'obstacle de retenir des courants de turbidité transportant des sédiments.

Based on a previous study in 2001, further estimations concerning the efficiency, durability, safety and ecology of a sediment trap close to the Chessiturm in Lake Grimsel were done. This study confirmed the capacity of the obstacle to retain sediment carrying turbidity currents.

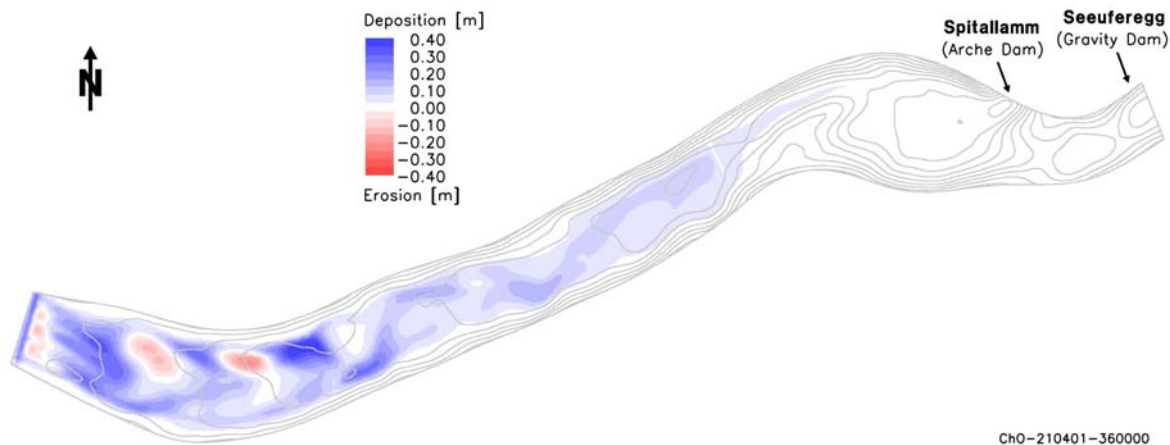


Figure 1: Dépôts de sédiments à l'amont de l'obstacle au Chessiturm après un événement de crue / Sediment deposits upstream of the obstacle at Chessiturmafter a flood event

En admettant une diminution linéaire de l'efficacité du barrage par mètre d'hauteur restante en dessus de la couche de sédiments, il a été constaté qu'après 100 ans d'apport moyen en sédiments encore deux tiers des sédiments arrivant par courant de turbidité seront captés derrière l'obstacle d'une hauteur originale de 15 m. Ceci signifie que grâce à l'obstacle la fonctionnalité de la vidange de fond et donc aussi la préservation du réservoir peuvent toujours être garanties après 100 ans. L'aspect écologique a aussi été consenti. La seule

Assuming that the trap efficiency drops linearly with the obstacle height, it can be shown that after 100 years of average sediment inflow, still two thirds of the incoming sediments are held back by the dam of originally a height of 15 m. This means that thanks to the obstacle, after 100 years the functionality of the bottom outlets and the preservation of the reservoir may be guaranteed. The ecological aspect has been approved as well. The only additional recommendation which turned out from the study is to construct the dam without

recommandation qui s'ajoute après cette étude est de construire le barrage sans brèche.

Etude confiée par KWO AG, Innertkirchen
Ingénieurs de projet: Jolanda Jenzer Althaus,
Giovanni De Cesare

a breach.

Study entrusted by: KWO AG, Innertkirchen
Project engineers: Jolanda Jenzer Althaus,
Giovanni De Cesare

1.2.14 Concept de rétention des volumes de crue dans la vallée du Rhône : construction d'un modèle de calcul / Flood retention concept for the Rhone River : building a new numerical model

Dans le cadre de la 3e Correction du Rhône en Valais, l'analyse de la pertinence de volumes de rétention devait être effectuée. Pour ce faire, un modèle de calcul Routing System II a été construit et transmis au groupement d'ingénieurs pour les travaux de master planning.

Etude confiée par l'Etat du Valais et le bureau Bonnard et Gardel Ingénieurs Conseils SA
Ingénieur de projet: Frédéric Jordan

In the framework of the 3rd Rhone River training works, the analysis of the retention in the Rhone valley was to be studied. In this context, a new Routing System II model was built and transmitted to the engineers to develop the master planning of the river.

*Study entrusted by the State of Valais and Bonnard et Gardel Consulting Engineers Ltd..
Project engineer: Frédéric Jordan*

1.2.15 INTERREG IIIB, projet ALPRESERV - Gestion durable des sédiments dans des réservoirs alpins tenant compte des aspects écologiques et économiques / INTERREG IIIB, ALPRESERV project - Sustainable Sediment management of alpine reservoirs considering ecological and economical aspects



Dans le cadre du programme INTERREG IIIB sur l'arc alpin, la Suisse participe au projet ALPRESERV de l'UE. Dix-sept partenaires de l'arc alpin collaborent dans le but de trouver des solutions durables pour la gestion des sédiments dans les réservoirs alpins. Le projet est divisé en neuf thèmes, dont celui consacré à l'alluvionnement des retenues est coordonné par le groupe Suisse.

Le projet ALPRESERV traite du sujet de la gestion durable des sédiments dans les réservoirs alpins tenant compte des aspects écologiques et économiques. Il s'étend sur trois ans de 2004 à mars 2007. Un groupe de coordination avec participation du LCH assure l'organisation et la gestion du projet.

Sous la direction de l'Institut des ressources en eau de l'Université des Forces Armées Allemandes, 17 partenaires en provenance

Switzerland is participating in the transeuro-pean INTERREG IIIB Alpine Space cooperation project ALPRESERV. 17 partners situated in the alpine region have agreed to work together building strategies on sustainable sediment management in alpine reservoirs. The project is divided into nine topics; the one dedicated on reservoir sedimentation being under the responsibility of the LCH.

The project, called ALPRESERV, works on sustainable management of ALPine RESER-Voirs considering ecological and economical aspects, and takes place between 2004 and March 2007. A coordinating group with the participation of the LCH is responsible for the organisation and administration of the project.

Under the guidance of the Institute for Hydro-science of the German Armed Forces Univer-sity, 17 partners from Germany (3 partners),

d'Allemagne (3 partenaires), d'Autriche (5), d'Italie (4), de Suisse (4) et de Slovénie (1) sont réunis dans le projet commun ALPRESERV pour élaborer des stratégies transnationales de gestion des sédiments dans des réservoirs alpins. Le partenariat est composé d'administrations publiques, d'exploitants ou propriétaires d'aménagements hydroélectriques, d'institutions de recherche et d'organisations non gouvernementales (ONG). Ce groupement, constitué d'administrations, d'entreprises privées, de scientifiques et autres parties prenantes, garantit un réseau d'excellence et une intégration de toute une variété d'aspects, d'opinions et de savoir concernant la gestion des sédiments.

Les partenaires Suisses sont les suivants :

- Le laboratoire de constructions hydrauliques de l'EPFL, LCH
- L'association Suisse pour l'aménagement des eaux, SWV
- Le service des forces hydrauliques du canton du Valais, SFH
- Les forces motrices de la Gougra SA, FMG

Austria (5), Italy (4), Switzerland (4) and Slovenia (1) work together in the common project ALPRESERV to work on trans-national strategies of sediment management in alpine reservoirs. The partnership consists of state authorities, hydro power companies, research institutions and Non-Governmental Organisations (NGOs). The composition of administrations, companies, scientists and stakeholders guarantees an excellent networking as well as the integration of a whole variety of aspects, opinions and knowledge concerning sediment management issues.

The Swiss partners are the following:

- *The Laboratory of Hydraulic Constructions of the EPFL, LCH*
- *The Gougra Hydropower SA, FMG*
- *The Swiss Association for Water Resources Management, SWV*
- *The Service of Hydropower Exploitation, SFH*

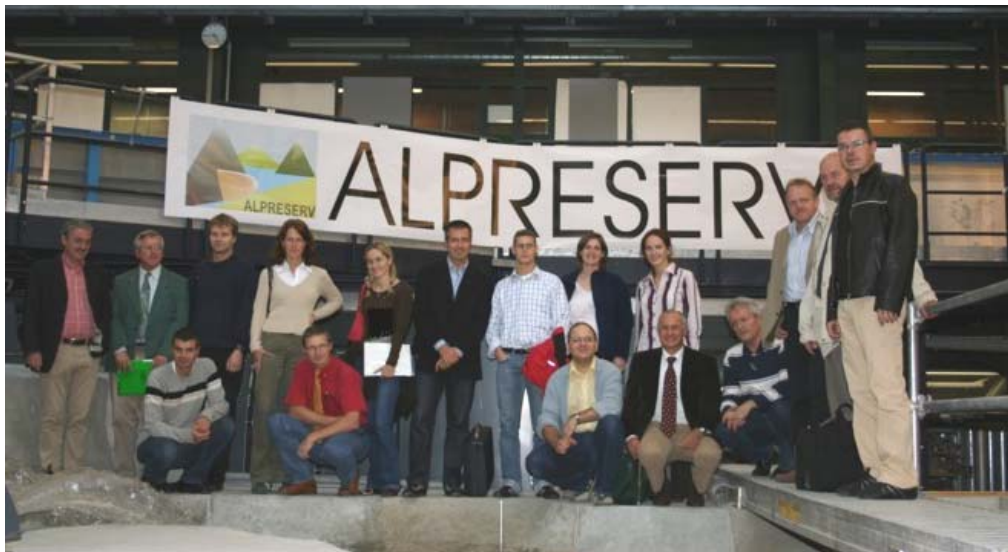


Figure 1 : Photo de groupe lors de la séance de coordination à l'EPFL le 9 octobre 2006 / Group photograph taken during the coordination group meeting at EPFL on October 9th, 2006

Le projet vise principalement au transfert de connaissances, la recherche en commun des meilleures solutions pratiques pour réduire l'alluvionnement des réservoirs alpins ou même diminuer la quantité de matériel déjà déposée. Outre une vue d'ensemble de la connaissance transnationale qui sera communiquée dans une série de publications, divers concepts de gestion seront examinés sur 7 sites de projets pilotes accompagnés d'investigations

The project mainly aims at the transfer of knowledge, the common search for best practice solutions to reduce the sedimentation of alpine reservoirs or even to reduce the amount of already deposited material. Beside comprehensive conclusions of trans-national knowledge in a publication series, different management concepts will be tested at 7 pilot project sites accompanied by extensive investigations to be able to judge the effectiveness

tigations étendues pour pouvoir juger de l'efficacité et les impacts sur les écosystèmes.

Le projet est divisé en 9 thèmes (Work Packages) comme suit:

- Work Package 1: Préparation du projet au niveau international
- Work Package 2 et 3: Gestion de projet
- Work Package 4: Activité de communication au public
- Work Package 5: Sources des sédiments et processus de transport
- Work Package 6: Sédimentation dans les retenues
- Work Package 7: Gestion de la sédimentation, aspects techniques et légaux
- Work Package 8: Projets pilotes et base de données
- Work Package 9: Analyse des mesures prises et recommandations

Projets pilotes

Le choix des actions pilotes s'est fait avec l'idée de représenter les différents types d'aménagements dans l'espace alpin. A part les petits réservoirs de haute altitude (Margaritze (A), Tourtemagne (CH) et Forni (I)), des réservoirs plus grands de la région préalpine (Sylvenstein (D), Barcis (I) et Pieve di Cadore (I)) ainsi que l'aménagement au fil de l'eau de Bodendorf (A) ont été sélectionnés. Les mesures prévues sur la durée du projet de trois ans visent la minimisation de l'apport en sédiment, l'utilisation de galerie de dérivation pour faire transiter les sédiments, les opérations de purge, la relocalisation ainsi que la réutilisation alternative des sédiments fins.

Dans le cadre du projet, une base de données a été mise au point avec des données relatives à l'alluvionnement des réservoirs.

Séance de coordination à l'EPFL

Dans le cadre du projet ALPRESERV, une réunion du groupe de coordination a eu lieu les 9 et 10 octobre 2006 à l'EPFL (Figure 1).

Le projet est financé par l'Office fédéral du développement territorial (ARE), l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) division force hydraulique et barrages, et les partenaires suisses.

Responsables de projet: Dr. Giovanni De Cesare, Jolanda Jenzer Althaus

Site WEB du projet: <http://www.alpreserv.eu>

and the impacts on the ecosystems.

The project is divided into 9 Work Packages dealing with the following topics:

- *Work Package 1: International Project Preparation Activities*
- *Work Package 2 and 3: Project Management*
- *Work Package 4: Information and Publicity Activities*
- *Work Package 5: Sediment Sources and Transport Processes*
- *Work Package 6: Reservoir Sedimentation*
- *Work Package 7: Sedimentation Management, technical and legal aspects*
- *Work Package 8: Pilot Actions and data base*
- *Work Package 9: Impact Analysis / Recommendations*

Pilot Actions

The choice of the pilot actions was governed by the idea to represent the different types of installations in the alpine area. Beside high-ranged small reservoirs (Margaritze (A), Tourtemagne (CH) and Forni (I)) bigger reservoirs of the pre-alpine region (Sylvenstein (D), Barcis (I) and Pieve di Cadore (I)) as well as the Bodendorf run-of-river power plant (A) were chosen. The measures foreseen within the three year project duration are targeted on the minimization of sediment input, the use of derivation galleries for bypassing sediments, flushing operations, relocation as well as alternative reuse of fine sediment.

Within the framework of the project, a database has been created containing information in relation with reservoir sedimentation.

Steering committee meeting in Lausanne

Within the frame of the ALPRESERV project a steering and coordination committee meeting took place at the EPFL October 9 to 10, 2006 (Figure 1).

The project is financed by the Federal Office for Spatial Development (ARE), the Federal Office of Energy, Hydropower and Dam Safety Division (SFOE) and the Swiss partners.

Responsible persons of the project: Dr. Giovanni De Cesare, Jolanda Jenzer Althaus

WEB site of the project:

<http://www.alpreserv.eu>

1.2.16 Bassin de rétention de polluants à l'usine chimique Lonza à Viège - calcul hydrodynamique 3D / Hazard pollutant retention basin in the Lonza Visp chemical plant - numerical 3D flow simulation

La production chimique à l'échelle industrielle avec ses processus complexes et l'utilisation de substances dangereuses présente un risque pour l'homme et l'environnement. Dans l'usine chimique Lonza à Viège, située dans le Valais, une série de mesures ont été mises en place pour réduire ce risque au minimum, accompagnées d'une gestion professionnelle de crise. Si, malgré tous les efforts de réduction du risque, un accident avec perte de substances chimiques par le système d'évacuation de l'usine se produit, l'entreprise a l'obligation légale de disposer d'un bassin de rétention des polluants afin d'empêcher la contamination de l'environnement.

Industrial large-scale chemical production with its complex processes and hazardous substances represents a risk for man and the environment. At the Lonza Visp chemical plant, located in Valais, a series of systems designed to reduce the risk to a minimum exists together with a professional crisis management. If, despite all the efforts to minimize the risk, an incidence with loss of chemical substances through the regular evacuation system of the plant does occur, the company has the legal obligation to provide a hazard pollutant retention basin to prevent releasing contaminants to the environment.

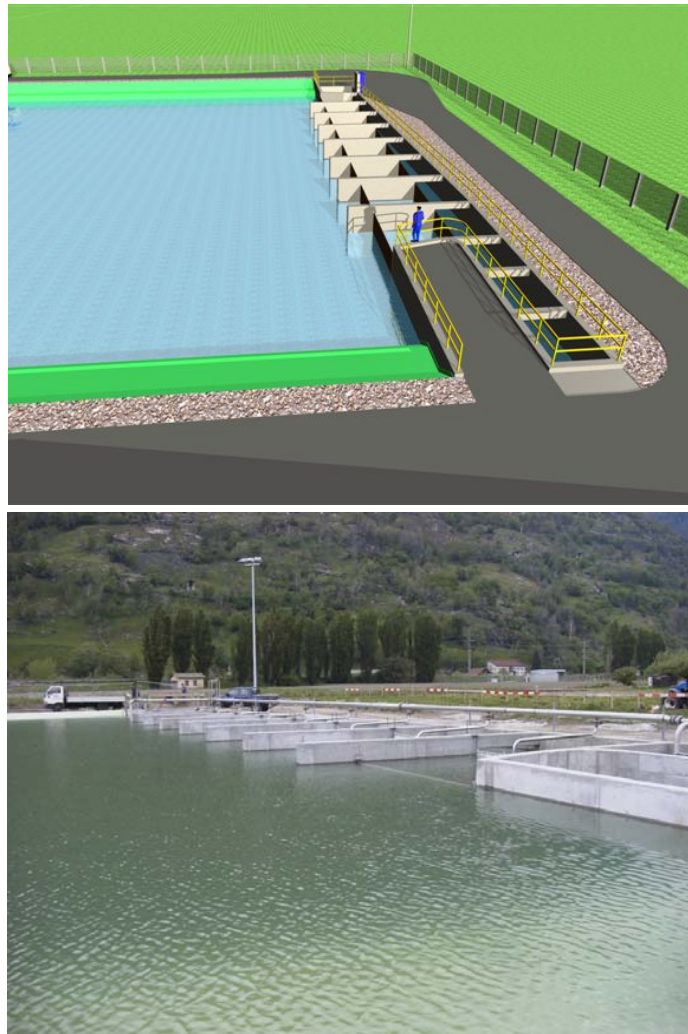


Figure 1 : Image synthétique de l'ouvrage d'entrée à passes multiples à niveau normale (en haut) et photo de l'ouvrage d'entrée à niveau maximale lors de la première mise en eau mai 2006 (en bas) / 3D view of the inlet work with multiple passages at normal water level (top) and picture of the inlet work at maximum water level during commissioning in Mai 2006 (bottom)

Le LCH a contribué à la conception d'un bassin de rétention afin de garantir la durée de rétention des contaminants pour une charge de pointe de polluant pendant une certaine durée. En cas d'accident, les eaux polluées de l'usine seront dérivées dans le bassin de rétention de polluants afin d'empêcher la contamination du Rhône à l'aval. Le bassin rectangulaire a un volume d'environ 14'500 m³ en exploitation normale.

L'écoulement de l'eau à travers l'ouvrage et le bassin avec une pollution sous forme d'une grandeur scalaire passive a été simulé numériquement avec le code FLOW-3D®.

L'ouvrage d'entrée à passes multiples permet une distribution quasi-uniforme de l'écoulement sur la largeur du bassin. A densité égale, une distribution optimale de la contamination permet d'obtenir la durée de rétention requise.

La construction du bassin est terminée, il a été mis en eau en mai 2006, suivie d'une phase de tests qui a montré un effet de rétention insuffisant pour certaines configurations liées à la différence de densité entre les eaux d'apport et celles du bassin. Une étude complémentaire est en cours afin de combler le déficit de durée de rétention par des moyens constructifs.

Etude confiée par Lonza Walliser Werke AG, Viège.

Ingénieur de projet: Dr Giovanni De Cesare

The LCH has contributed to the design of this new basin in order to guarantee the necessary retention time of a contaminant inflow for a pollutant peak load during normal operation for a certain time lap. In the case of an accident, the contaminated waters of the plant will be diverted into the pollutant retention basin, preventing the downstream Rhone River from being spoiled. The rectangular basin has a volume of some 14'500 m³ at normal water level.

The flow behaviour with a contaminant assumed to be a passive scalar has been numerically simulated with the computational fluid dynamics solver FLOW-3D®.

The inlet work with multiple passages allows a quasi uniform flow distribution over the whole width of the basin. At the same density, the desired pollutant retention time and distribution in the basin could be reached.

The construction of the basin is finished; it has been commissioned in Mai 2006, followed by a test phase that showed insufficient retention efficiency for several configurations related to density differences between the inflow and the basin. A complementary study is under way in order to reduce the lack of retention efficiency by constructive measures.

Study entrusted by Lonza Valais Works Ltd, Visp.

Project engineer: Dr. Giovanni De Cesare

1.2.17 Aperçu historique sur l'évolution des connaissances en matière de sédimentation des réservoirs et Analyse de la sédimentation du réservoir et de ses effets sur la prise d'eau usinière, le volume utile de la retenue et la sécurité face au risque d'inondation à l'amont du réservoir / *Outline of the historical development regarding reservoir sedimentation and assessment of the reservoir sedimentation and its effects on the power intake, the pondage, and the upstream flood safety*

Dans le cadre du traitement du différend entre l'Inde et le Pakistan concernant l'aménagement hydroélectrique de Baglihar au Cachemire, il est apparu nécessaire de faire le point sur l'état des connaissances en matière de sédimentation des réservoirs, en 1960, date à laquelle a été signé le Traité des eaux de l'Indus. Ce traité, élaboré sous l'égide de la Banque Mondiale, gère la répartition, entre les deux pays, des eaux de l'Indus et de ses affluents, dont la mise en valeur est indispensable au développement du niveau de vie des populations concernées (hydroélectricité, irrigation, eau de consommation).

La conclusion de la recherche bibliographique

Within the frame of the process of assessing the differences between India and Pakistan concerning the Baglihar Hydropower Project in Cashmere, it appeared to be necessary to evaluate the state of the art regarding reservoir sedimentation in 1960, date of the signature of the Indus Waters Treaty. This treaty, elaborated under the auspices of the World Bank, divide the river systems of the Indus and its tributaries between the two countries. The use of these resources is essential for the development of the standard of living of the local population (hydropower, irrigation, drinking water).

Considering the evolution of publications on

approfondie, de l'analyse des questions traitées, depuis 1928, par les 22 congrès de la Commission Internationale des Grands Barrages et des leçons tirées de la construction de 33'000 grands barrages dans le monde est la suivante:

- Avant 1960, les aspects théoriques des transports de sédiments dans les cours d'eau étaient généralement connus, à l'exception des courants de turbidité. Les procédés d'évacuation des sédiments déposés dans les réservoirs au moyen de chasses ou de dragages, ainsi que leur transit par des lâchures ou l'évacuation des courants de densité étaient aussi connus et appliqués occasionnellement. Ce n'est qu'après 1970 que ces procédés se sont généralisés.
- En 1960 l'importance du phénomène sédimentation des réservoirs n'était pas reconnue dans le monde. Ce n'est que vingt ans plus tard, que le concept de la gestion intégrée de la sédimentation des réservoirs a commencé à être clair et cohérent. Le principe, très simple en avait été annoncé par les ingénieurs chinois en 1976: "retenir l'eau claire et évacuer les sédiments".

L'évacuateur de crues du barrage de Baglihar, (ouvrage poids de 144 m de hauteur sur fondation), comporte trois vannes de surface, évacuant 5'700 m³/s et cinq vannes de fonds, d'un débit de 10'800 m³/s. La Partie Pakistanaise a contesté la présence des vannes ainsi que leur niveau et leurs dimensions, qu'elle estime contraire au Traité de l'Indus; ce point de vue n'a pas été partagé par l'Expert Neutre, car c'est l'importance des sédiments transportés dans la rivière Chenab, affluent de l'Indus, qui impose la présence de grandes vannes d'évacuateur de fond, ce qui n'est pas une solution écartée par le traité.

La question posée au LCH concerne la conception des vannes de fond et plus précisément, le projet indien est-il compatible avec:

- la durabilité du volume utile de la retenue, compte tenu des transports solides dans la rivière?
- la protection de la prise d'eau usinière contre l'engrèvement et des turbines contre l'entraînement des sédiments en suspension?
- la protection contre les inondations de la ville de Pul Doda située à l'amont de la retenue?

L'étude a permis de confirmer la dimension

reservoir sedimentation through an extensive literature search, the analysis, since 1928, of the treated topics in 22 ICOLD Congresses and the lessons learned from the construction of some 33'000 large dams in the world appears as follows:

- *Before 1960, the theoretical aspects of sediment transport were generally known, with the exception of the turbidity currents. The removal processes of deposited sediment by flushing and dredging, and the routing by sluicing and venting were also known and applied, but only in some cases. This is after 1970 that these processes of flushing, sluicing of venting became more generally developed.*
- *In 1960 the phenomenon of reservoir sedimentation was not recognized everywhere to its full degree of significance. Moreover it was only 20 years later that the concept of an integrated reservoir sedimentation management began to be clear and coherent. This simple principle was announced succinctly in 1976 by Chinese engineers: "Store the clear water and discharge the muddy water".*

The spillway of the Baglihar Dam (a 144 m high gravity dam) is a combination of three surface gates with a capacity of 5'700 m³/s and five sluice gates with a discharge capacity of 10'800 m³/s. Pakistan estimates that the presence of a gated spillway with its dimensions as well as the pondage level does not conform to the Indus Water Treaty. This point of view is not shared by the Neutral Expert, since the importance of the sediment transported by the Chenab River, tributary of the Indus, requires the presence of large bottom sluice gates, solution that is not prohibited by the treaty.

The question asked to the LCH concerns the conception of the bottom sluice gates and in particular whether the Indian design is compatible with:

- *the sustainability of the live storage volume (pondage) taking into account the sediment transport in the river?*
- *the protection of the power intake against bed load deposition and of the turbines from entrained or suspended sediments into the power tunnel?*
- *the protection of the town of Pul Doda, located upstream of the reservoir, from flooding?*

des vannes et leur niveau, en précisant bien que les manoeuvres de lâchures et de chasses, imposent d'abaisser le plan d'eau de la retenue au dessous du niveau minimum du volume utile. Il s'agit d'opérations, non pas d'exploitation de la centrale hydroélectrique (de production d'énergie), mais d'entretien, permettant d'assurer la pérennité de l'aménagement.

Rappelons enfin que les délégations de l'Inde et du Pakistan avaient été reçues en 2005 au LCH.

Précisons aussi que le rapport final de l'Expert Neutre a rencontré, en février 2007, l'approbation des deux Parties.

Etude confiée par le Prof. Raymond Lafitte, Expert Neutre nommé par les gouvernements du Pakistan et de l'Inde.

Ingénieur de projet: Dr Giovanni De Cesare

The study allows confirming the size and level of the gates, specifying that release of water for sluicing and flushing operations requires a lowering of the reservoir water level below the pondage level. These operations are considered as reservoir maintenance operations for the long term preservation of the hydropower scheme and not as hydropower exploitation for energy production.

It can be mentioned that in 2005 the LCH had received delegations from India and Pakistan.

Moreover it can be stated here, that the final report of the Neutral Expert has been approved by the two parties in February 2007.

Study entrusted by Prof. Raymond Lafitte, Neutral Expert appointed by the Governments of Pakistan and India.

Project engineer: Dr Giovanni De Cesare

1.2.18 Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage du Nant de Drance (réservoir de Vieux-Emosson) / Model tests on the intakes of the pump storage scheme of Nant de Drance (Vieux-Emosson reservoir)

Le projet d'aménagement du Nant de Drance consiste en l'installation d'une centrale souterraine de pompage-turbinage entre les réservoirs existants d'Emosson (1930 m s.m) et de Vieux-Emosson (2205 m s.m). La centrale comportant quatre unités de production d'une puissance totale de 600 MW est alimentée par deux conduites de 6.5 m de diamètre.

Dans le cadre de cette étude, il s'agit à partir d'essais sur modèle physique (échelle 1/42) de vérifier et d'optimiser le comportement hydraulique des prises d'eau et d'analyser leur interaction avec les réservoirs.

The Nant de Drance scheme consists of the installation of an underground pump-turbine plant between the existing reservoirs of Emosson (1930 m a.s.l) and Vieux-Emosson (2205 m a.s.l). The power station is composed of four production units with a total power of 600 MW and is fed by two conduits of 6.5 m in diameter.

Using a physical model (scale 1/42), the aim of this study is to check and optimize the hydraulic behaviour of the intakes and their interaction with the reservoirs.

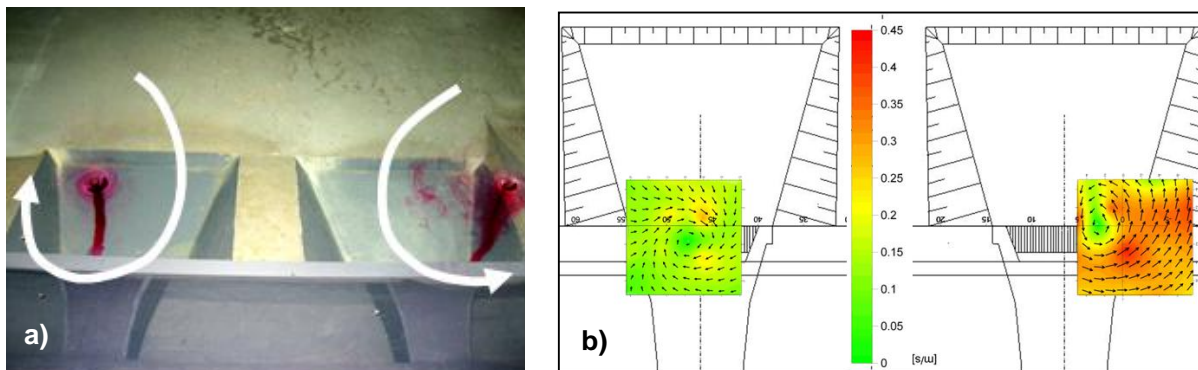


Figure 1 : Formation des vortex en mode turbinage: a) observations ; b) vitesses mesurées / Vortex formation in turbine mode: a) observations; b) measured velocities

En mode turbinage, les écoulements secondaires et la formation de vortex au-

In turbine mode, secondary flows and vortex formations above the intakes were observed

dessus des prises d'eau ont été étudiés, qualitativement en fonction du niveau d'eau et du débit turbiné et quantitativement par mesure de vitesses à l'aide de sondes à ultrasons (figure 1). La géométrie des ouvrages a ainsi été optimisée afin que la limite critique d'entraînement d'air ne soit pas atteinte.

Les prises d'eau étant implantées au niveau du fond du réservoir, une attention particulière a également été apportée à l'interaction des prises d'eau avec les alluvions du réservoir. Sur le modèle, les sédiments ont été modélisés par de la poudre d'amandes concassées ($\rho=1'380 \text{ kg/m}^3$ et $d_m=50 \mu\text{m}$). Une différence de comportement a ainsi été mise en évidence entre les deux modes d'exploitation (figure 2). En mode turbinage, l'écoulement uniformément réparti tout autour des prises d'eau limite le transport de sédiments aux alentours immédiats des ouvrages. En mode pompage par contre, l'écoulement sort des prises d'eau sous la forme d'un jet concentré, capable de remobiliser les sédiments jusqu'à une centaine de mètres devant les prises d'eau.

and studied qualitatively according to the exploitation conditions (discharge and water level in the reservoir). Swirling velocities were also measured using ultrasonic velocity profilers (figure 1). The geometry of the works was thus optimized not to reach the critical limit of air entrainment.

The intakes being established at the reservoir bottom level, a detailed attention was given to their interaction with the reservoir alluvium. On the physical model, the sediments were simulated by crushed almond powder ($\rho=1'380 \text{ kg/m}^3$ and $d_m=50 \mu\text{m}$). A difference in behaviour between the two exploitation modes was thus highlighted. In turbine mode, the flow uniformly distributed all around the intakes, limits the sediment transport to the immediate neighbourhood of the works. In pumping mode on the other hand, the flow leaves the intakes like a concentrated jet, able to transport sediments up to a hundred meters in front of the intakes.



Figure 2 : Comportement des sédiments devant les prises d'eau en fonction du mode d'exploitation / Sediments behaviour in front of the intakes according to the exploitation mode

Enfin, le comportement hydrodynamique sous l'effet d'une couche de glace a été étudié sur le modèle en simulant les plaques de glace à l'aide de paraffine. Les mesures de vitesses ont également mis en évidence le risque d'entraînement de cristaux de frazil pouvant conduire au colmatage de la grille.

Etude confiée par Atel (Aare Tessin AG für Elektrizität)

Ingénieur de projet : Rémi Martinerie

Finally, the hydrodynamic behaviour under the effect of an ice layer was studied on the model by simulating the ice plates with paraffin. The velocity measurements also highlighted the risk of frazil crystal entrainment which could lead to the filling of the intake grid.

Study entrusted by Atel (Aare Tessin AG für Elektrizität)

Project engineer: Rémi Martinerie

1.2.19 Collecteur de concentration du réseau d'évacuation des eaux du puits de chute du "Chemin des vignes d'argent" / Waste water conduit of the "Chemin des vignes d'argent" vertical shaft's sewer network

Le réseau unitaire d'évacuation des eaux de la zone urbanisée située à l'amont du puits de chute du chemin des Vignes d'argent, en Ville de Lausanne, Suisse, est l'objet de cette étude. L'objectif est d'analyser la capacité hydraulique du collecteur de concentration de du bassin versant, et d'éventuels tronçons sous-dimensionnés. Les résultats obtenus pour l'état actuel ont conduit à examiner des solutions susceptibles de résoudre le problème de l'insuffisance de capacité du collecteur et du puits de chute des Vignes d'argent.

L'analyse hydrologique du système a été faite à l'aide de la méthode rationnelle. Pour l'application, le bassin versant a été divisé en 42 sous-bassins. Le collecteur principal a ainsi été subdivisé en 67 tronçons. Une comparaison a été faite entre la capacité hydraulique du collecteur, à section pleine, et les débits correspondant à différents temps de retour.

La capacité du puits de chute a aussi été introduite dans la comparaison. Cette capacité a été étudiée expérimentalement au LCH. Ce travail montre que la capacité actuelle du puits de chute, localisé à l'extrémité aval du collecteur, est de $4.15 \text{ m}^3/\text{s}$. Une modification du diamètre de l'orifice à l'extrémité aval du puits permet un débit de $4.56 \text{ m}^3/\text{s}$.

The combined sewer network of the urbanized area located upstream the vertical shaft of "chemin des Vignes d'argent", City of Lausanne, Switzerland, is the theme of this study. The objective is to analyze the hydraulic capacity of the waste water conduit of the corresponding watershed, and possible underdimensioned sections. The results obtained for the current state made it possible to examine solutions likely to solve the problem of capacity insufficiency of the collector as well as of the shaft.

The hydrological analysis of the system was made using the rational method. For the application, the catchment area was divided into 42 subbasins. The sewer was thus subdivided in 67 sections. A comparison was made between the hydraulic capacity of the collector, with full section, and the flow corresponding to various return periods.

The capacity of the shaft was also added into the comparison. This capacity was determined in experimental study in the LCH. This work shows that the shaft, placed at the downstream end of the collector, has a current capacity of $4.15 \text{ m}^3/\text{s}$. A change in the diameter of the opening at the downstream end of the shaft allows a flow of $4.56 \text{ m}^3/\text{s}$.

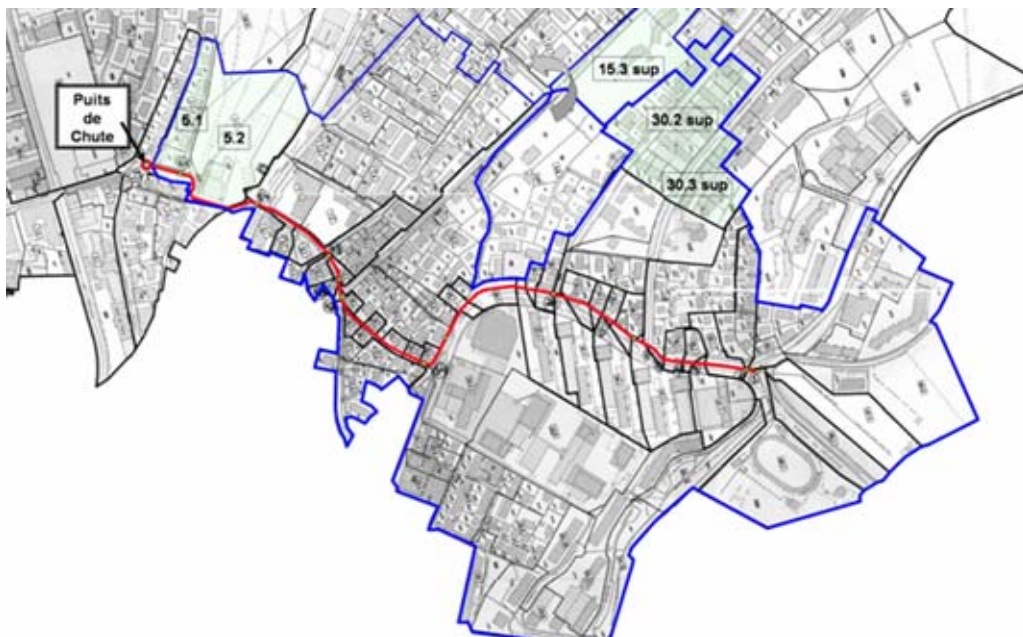


Figure 1: Plan du système de collecte des eaux - modifications de raccordement étudiées / Map of the waste water drainage system - studied connection modifications

Pour la configuration actuelle, le collecteur principal, à l'exception d'un tronçon critique, accepte facilement un débit de temps de retour de 2.33 ans. Le puits de chute a une capacité inférieure au débit de temps de retour de 2.33 ans. L'augmentation de l'orifice de sortie du puits ne suffit pas à modifier cet état de fait.

Les variantes examinées (Figure 1) reposent sur une réduction de la surface du bassin versant concerné. Il s'agit d'évaluer un raccordement direct entre les sous-bassins des Chemins de Noirmont et Risoux (bassins 5.1 et 5.2) à l'aval du puits de chute, et également la dérivation d'une partie du sous-bassin 15.3 (évaluée à 50% de sa surface) par raccordement de la partie supérieure de l'avenue de Vallombreuse sur le chemin Steinlen. Cette modification ne suffit pas à résoudre le problème de l'insuffisance de capacité du puits et son effet sur le tronçon concerné n'est pas utile

Une modification supplémentaire est évaluée, en considérant que 60% de la surface des bassins 30.2 et 30.3 peut être raccordé au chemin Steinlen, ce qui a un effet au point le plus critique du collecteur de concentration. La réduction de débit sur le tronçon à l'aval immédiat permet de satisfaire à une période de retour de 5 ans. Il restera cependant une région critique entre les points de contribution des sous-bassins versants 37 et 30 (distance 125 – 265m). Au puits de chute, cette modification ne permet pas d'atteindre une capacité de 2.33 ans.

Etude confiée par le service d'assainissement de la Ville de Lausanne

Ingénieur de projet: Rafael Duarte

For the current configuration, the waste water conduit, except for a critical section, easily accepts a flow of 2.33 years return period. The shaft has a capacity lower than the flow of 2.33 years return period. The increase in the diameter of the shaft outlet is not enough to modify this situation.

The examined alternatives (Figure 1) are based on reductions of the catchment surface. It is a question of evaluating the direct connection from the subbasins of Noirmont and Risoux streets (basins 5.1 and 5.2) to downstream of the shaft, and also the derivation of part of the subbasin 15.3 (estimated as 50% of its surface) by connection of the higher part of the Vallombreuse avenue to the Steinlen street. This change is not enough to solve the problem of capacity insufficiency of the shaft and its effect on the collector is not useful.

An additional modification is evaluated, by considering that 60% of the surface of basins 30.2 and 30.3 can be connected to the Steinlen street. This modification has an effect at the most critical point of the collector. The discharge reduction on the section immediately downstream satisfies a 5 years return period flow. There will remain however a critical area between the points of contribution of the subbasins 37 and 30 (distance 125 - 265m). At the shaft, this modification does not enable to reach a 2.33 years capacity.

Study entrusted by Sanitation Service of Lausanne

Project engineer: Rafael Duarte

2 Enseignement / Teaching

2.1 Formation continue / Continuing education

2.1.1 Master of Advanced Studies en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques / *Master of Advanced Studies in Water Resources Management and Engineering, specialisation in Hydrology or Hydraulic schemes*

Objectif

L'objectif principal de ce programme de MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau est de former des spécialistes en hydrologie ou en aménagements hydrauliques pour les secteurs public et privé, capables de répondre aux besoins actuels et futurs de notre société en matière de gestion des ressources en eau.

Objective

This new MAS in Water Resources Management and Engineering aims primarily at training specialists in hydrology or in hydraulic schemes for the public and private sectors, capable of answering today and tomorrow's needs in water resources management for our societies.



Photo à l'usine de Riddes prise lors de l'excursion au Barrage de Mauvoisin / *Photograph taken during the excursion to the Mauvoisin dam at the Riddes powerplant*

Le MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau offre deux spécialisations:

1) Hydrologie

Cette spécialisation met principalement l'accent sur les méthodes actuelles d'estimation,

The MAS in Water Resources Management and Engineering offers two specialisations:

1) Hydrology

This specialisation mainly focuses on the current methods of assessment, forecasting

de prévision et de modélisation des crues et des étiages résultant des précipitations, de la fonte des neiges et des glaciers. Les principaux sujets abordés sont la modélisation déterministe et stochastique, les méthodes statistiques en hydrologie, la prévision et les risques hydrologiques, et l'hydrologie nivale et glaciaire.

II) Aménagements hydrauliques

Cette spécialisation est orientée vers la maîtrise du cycle de l'eau au travers de l'ingénierie des aménagements hydrauliques dans un souci de développement durable et de respect de l'environnement. Les principaux sujets sont la conception intégrée et l'impact des aménagements hydrauliques, le dimensionnement et la réalisation des aménagements hydrauliques, les aménagements hydroélectriques et les barrages.

Des cours communs complètent la formation de chaque spécialisation. Ils traitent, entre autres, de la gestion intégrée des eaux de surface, les aménagements de cours d'eau, la maîtrise des crues, et les systèmes hydrauliques urbains. Les participants sont également initiés aux mesures et au traitement des données, aux bases de données hydrométéorologiques, aux systèmes d'information géographiques (SIG) et à l'usage de logiciels statistiques adéquats.

and modelling for floods and low-flow resulting from rainfall, snow and glacier melting processes. The main topics will concern deterministic and stochastic modelling, statistical methods in hydrology, forecasting and hydrological risks, nival and glacier hydrology.

II) Hydraulic Schemes

This specialisation is oriented towards the management of the water cycle by the engineering of hydraulic schemes in a perspective of sustainable development taking into account environmental issues. The main topics will concern integrated design and impact of hydraulic schemes and structures, measurement and structure of hydraulic schemes, hydroelectric schemes and dams.

Joint course modules complete the training programme of each specialisation and concern, amongst others, surface water management, waterways schemes, flood management, hydraulic urban systems, etc. Lectures on measurements, data acquisition and handling, hydro-meteorological data, geographical information systems (GIS) and use of adequate statistical software will also be given.

2.2 Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2005/2006) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2005/2006)

2.2.1 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

Cours ENAC III – Infrastructures dans le territoire <i>ENAC III course – Infrastructures in the territory</i>	8 heures, Bachelor 3 ^{ème} semestre
Cours ENAC IV – Infrastructures dans le territoire <i>ENAC IV course – Infrastructures in the territory</i>	8 heures, Bachelor 4 ^{ème} semestre
Semaine ENAC – Aménagement et renaturation des cours d'eau et des plaines alluviales <i>ENAC week – Development and revitalization of rivers and alluvial plains</i>	42 heures, 4 ^{ème} semestre avec Dr. C. Guenat, Th. de Pourtalès, Dr. J.-L. Boillat, Prof. Dr. R. Schlaepfer, M. Pellaud
Unité d'enseignement ENAC - intégration paysagère des aménagements a buts multiples dans le cadre de la 3 ^{ème} correction du Rhône <i>Teaching unit ENAC – Landscape integration of multi-purpose hydropower schemes in the framework of the 3rd Rhone river training works</i>	56 heures, Bachelor 4 ^{ème} semestre

Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i>	28 heures, Bachelor 4 ^{ème} semestre avec Dr J.-L. Boillat
Aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i>	42 heures, Bachelor 5 ^{ème} semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Barrages et ouvrages hydrauliques annexes <i>Dams and appurtenant hydraulic structures</i>	42 heures, Master 1 ^{er} semestre
Organisation, économie et droit de la construction I / <i>Organisation, economics, construction law I</i>	28 heures, Master 1 ^{er} semestre avec Prof. Dr J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargé de cours
Organisation, économie et droit de la construction II / <i>Organisation, economics construction law II</i>	28 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec le Prof. Dr J.B. Zufferey et L. Mouvet, chargé de cours
Hydraulique fluviale et aménagements des cours d'eau / <i>Fluvial hydraulics and river training works</i>	42 heures, Master 1 ^{er} semestre avec Dr K. Blanckaert
Boillat Jean-Louis , Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / <i>Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer</i>	

Systèmes hydrauliques urbains <i>Urban hydraulic systems</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Réseaux hydrauliques et énergétiques <i>Hydraulic and energy networks</i>	42 heures, Master 3 ^{ème} semestre avec P.-A. Haldi, chargé de cours
Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i>	28 heures, Bachelor 4 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Semaine ENAC – Aménagement et renaturation des cours d'eau et des plaines alluviales <i>ENAC week – Development and revitalization of rivers and alluvial plains</i>	42 heures, 4 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss, Dr. C. Guenat, Th. de Pourtalès, Prof. Dr. R. Schlaepfer, I. Iorgulescu
Projet ENAC B	35 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet GC	42 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet de construction B	35 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet de systèmes civils B	35 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet interdisciplinaire à option B	28 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Laboratoire GC	70 heures, Master 2 ^{ème} semestre

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

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / *Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer*

Eco-morphologie fluviale <i>Fluvial eco-morphology</i>	28 heures, Master 3 ^{ème} semestre
Hydrologie et systèmes hydrauliques des milieux urbanisés II / <i>Hydrology and hydraulic systems in urban areas II</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre

2.2.3 Master of Advanced Studies en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques / *Master of Advanced Studies in Water Resources Management and Engineering, specialisation in Hydrology or Hydraulic schemes*

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

- Module C1.1.1/2 Aménagements hydrauliques - facteur clé de la prospérité économique et du développement durable / *Hydraulic schemes - key factor for the economic prosperity and sustainable development et/and Demande en eau - développement durable / Water demand - sustainable management*
4 heures
- Module C1.1.3 Aménagements à but unique, buts multiples et complexes / *Simple-, multi-purpose and complex schemes*
4 heures
- Module C1.2.6 Approche globale et stratégie / *Global approach and strategy*
6 heures
- Module C2.3.1 Conception et fonctions des adductions d'eau / *Layout and functions of waterway systems*
4 heures
- Module C2.3.3 Dimensionnement des galeries et puits en charge / *Design of pressure tunnels and shafts*
8 heures
- Module C2.3.5 Chambres de mise en charge et d'équilibre / *Surge chambers and surge tanks*
4 heures
- Module C3.1.1 Classification et éléments essentiels des aménagements hydroélectriques / *Classification and main elements of hydropower plants*
4 heures
- Module C3.1.2/3 Basse chute - aménagements au fil de l'eau / *Low head - run-of-river plants*
Moyenne et haute chute - aménagements à accumulation - pompage-turbinage / *Medium and high head - storage schemes - pumped storage*
4 heures
- Module C3.1.4 Systèmes complexes et combinés des aménagements hydroélectrique / *Complex and combined hydropower schemes*
journée
- Module D2.3.2 Concepts généraux d'aménagements de cours d'eau / *General concepts of river training works, Protection des berges / Bank protection*
6 heures

Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer

- Module D2.3.6 Stabilisation du lit, ouvrages transversaux, points fixes / *Riverbed stabilisation, Transverse structures, fixpoints*
4 heures
- Module D2.3.9 Autres ouvrages / *Other training works*
4 heures
- Module D3.1.4 Planification de l'évacuation des eaux / *Water drainage planning*
4 heures
- Module D3.3.1 Fondements théoriques et dimensionnement des réseaux en charge / *Fundamentals and design of water supply networks, pressure flow*
4 heures

- Module D3.3.2 Dimensionnement et modélisation numérique des réseaux d'eau potable / *Design and numerical modelling of water supply networks*
4 heures
- Module D3.3.3 Dimensionnement et modélisation numérique des réseaux d'évacuation des eaux / *Design and numerical modelling of sewer networks*
4 heures
- Module D3.3.4 Exercice: réseaux en nappe libre / *Exercise of sewer systems, free surface flow*
4 heures

Bollaert Erik, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / *Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer*

- Module C2.4.4 Erosion locale, affouillements / *Local erosion, scouring*
4 heures
- Module C2.3.6 Exercice : "Hydraulic system" / *Exercise: "Hydraulic system"*
4 heures

De Cesare Giovanni, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / *Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer*

- Module C3.3.2 Ouvrages d'accumulation: Alluvionnement des retenues et purge / *Storage structures: Reservoir sedimentation and flushing*
4 heures

Lafitte Raymond, Professeur retraité / *Retired professor*

- Module C3.2.1 Conception générale - types de centrales / *General layout - types of powerplants*
4 heures
- Module C3.2.5 Architecture industrielle / *Industrial architecture*
4 heures

2.2.4 Ecole doctorale en environnement / *Doctoral school in environment*

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

Hydropower and dams – benefits and concerns
14 heures

2.3 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en génie civil – semestres d'hiver 2005/2006 et d'été 2006 / *Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering – winter semester 2005/2006 and summer semester 2006*

Projet de construction / *Construction project*

Projet du barrage voûte Karun IV en Iran, avec ses ouvrages annexes

Etudiants : Matteo FEDERSPIEL et Kamal HIMDI – 9^{ème} semestre

Protection contre les crues du Rhône à Viège

Etudiants : Damien MARCLAY et Cédric THEVENAZ – 9^{ème} semestre

Aménagement hydroélectrique sur le Talent, Limite de faisabilité d'une mini centrale

Etudiant : Armand LUGRIN – 7^{ème} semestre

Faisabilité technique et économique du pompage multi usages du lac Léman au lac de Bret

Etudiant : Nicolas CRETENAND – 9^{ème} semestre

Projet de mini centrale hydroélectrique sur la Venoge

Etudiants : Cathie HANSMANN et Fabio BLASI – 8^{ème} semestre

Turbinage de l'eau potable de la commune de Randogne (VS)

Etudiant : Roman NAEGELI – 8^{ème} semestre

Barrage Karun IV

Etudiant : Kamal HIMDI – 8^{ème} semestre

Laboratoires / Laboratories

Comportement hydraulique du barrage Shahryar en cas de crues

Etudiant : Jérôme FILLIEZ – 9^{ème} semestre

Mesures in situ (pluies, débit) sur le bassin versant de la Venoge

Etudiant : Cédric THEVENAZ – 9^{ème} semestre

Etude d'un système d'irrigation pour le Burkina Faso

Etudiants : Karim GANOUR et Claire SAUTHIER – 7^{ème} semestre

Projet de systèmes civils / Civil system project

Projet d'irrigation pilote du centre agronomique de Guinkouma (Burkina Faso)

Etudiants : Nicolas CRETENAND – 9^{ème} semestre ainsi que Martino AVILES et Fabio BLASI – 7^{ème} semestre

Génération des vagues dues au vent dans un milieu confiné

Etudiant : Yanik TROKAY – 7^{ème} semestre

Modélisation des écoulements naturels des bassins versants du Seyon et de la Serrière

Etudiant : Jonatan FAURIEL – 9^{ème} semestre

Bassin de compensation pour la centrale hydroélectrique Innertkirchen 3

Etudiants : Martine BIERI et Patrick RYCHEN – 8^{ème} semestre

Concept de gestion, entretien et adaptation évolutif du système d'évacuation intercommunal des eaux du Haut-Val-de-Ruz

Etudiant : Flavius FOGARASI-SZABO – 8^{ème} semestre

Projet ENAC / ENAC project

Développement d'un modèle de prévision de crue

Etudiante : Anne Lise MEYERHOFER – 9^{ème} semestre

Interactions hydrauliques et morphologiques entre le Rhône et ses affluents à l'amont du Léman

Etudiante : Marion BOURGEOIS – 9^{ème} semestre

Production d'électricité par turbinage d'eau potable

Etudiant : Matthias RÜETSCHI – 9^{ème} semestre

Evaluation comportementale d'un réseau d'adduction et de distribution d'eau

Etudiant : David SIMONNIN – 9^{ème} semestre

Le Rhône à l'aval de Viège

Etudiant : Ancieta Marcelo OROPEZA – 8^{ème} semestre

Projet GC / Civil engineering project

Projet d'irrigation Guinkouma (Burkina Faso)

Etudiant : Ronny MOSER – 6^{ème} semestre

Projet de mini centrale hydroélectrique sur la Venoge

Etudiants : John EICHENBERGER, Mohammed Karim KHALDOUN, Giovanni ACCARDO – 6^{ème} semestre

Le Rhône à l'aval de Viège

Etudiants : Simon WAMPFLER, Karim LARIBI, Anas AKRY – 6^{ème} semestre

Projet interdisciplinaire / Interdisciplinary project

Le risque de guerre de l'eau au Proche Orient

Etudiant : Ancieta Marcelo OROPEZA – 8^{ème} semestre

Facteur de gain des aménagements de production d'électricité

Etudiant : Adriano BARTOLOMEI – 9^{ème} semestre

2.4 Travaux pratiques de Master 2005 – 2006 / *Master thesis work 2005 – 2006*

Accroissement de la valeur naturelle de la vallée du Rhône par un raccordement optimal des affluents du Rhône

Diplômante SIE : Marion BOURGEOIS

Développement d'un modèle de prévision des crues pour le bassin versant du Rhône à l'amont du lac Léman

Diplômante SIE : Annelise MEYENHOFER

Gestion des eaux à l'échelle d'un bassin versant. Application aux Dranses en Valais

Diplômant SIE : Julien BAUD

Amélioration conceptuelle du réseau d'assainissement de Lausanne-Centre et Ouchy

Diplômante SIE : Caroline SCHMIT

Production d'électricité par turbinage d'eau potable. Méthode d'évaluation du potentiel à grande échelle

Diplômant SIE : Matthias RÜETSCHI (lauréat du prix "construction et développement durable")

Barrage et aménagement hydroélectrique de Sazbon en Iran

Diplômant GC : Matteo FEDERSPIEL (lauréat du prix "Stucky")

Création d'une mini-centrale hydroélectrique sur la Venoge

Diplômant GC : Cédric THÉVENAZ

Propagation d'intumescences dans une rivière à morphologie naturelle des rives

Diplômant GC : Frédéric LOUP

Etude de faisabilité d'un barrage sur le Rhône

Diplômant GC : Jérôme FILLIEZ (lauréat du prix "Maggia")

Analyse technique et économique d'une mini-centrale hydroélectrique au Canton de Berne près de Saanen. Recommandations générales pour le développement du Mini Hydro dans un contexte international

Diplômant GC : Nicolas CRETENAND (lauréat du prix "Maggia")

Expertise du barrage à voûtes multiples de Meffrouch

Diplômant GC : Johathan FAURIEL

Déversoir latéral pour le laminage des crues

Diplômant GC : Damien MARCLAY

Exploitation des prévisions météorologiques pour la prévision hydrologique opérationnelle du bassin versant du Rhône

Diplômant : Javier GARCIA HERNANDEZ (Erasmus)

Analyse de l'ouverture accidentelle de brèches dans les digues latérales et les conséquences sur l'inondation des plaines

Diplômant GC : Javier NEVES DA SILVA

Réhabilitation et actualisation du réseau d'eau potable de la ville de Erdenet en Mongolie

Diplômant SIE : David SIMONNIN

Dimensionnement d'un réseau d'évacuation des eaux pluviales en zone urbaine. Application à la ville de Marseille

Diplômant SIE : François-Xavier MILLIET

2.5 Excursions d'étudiants / *Student field trips*

Barrage-voûte de Rossens (FR) et Barrage-poids incurvé de la Maigrauge à Fribourg (FR), 26 étudiants du 7^{ème} semestre en génie civil (31 janvier 2006)

Visite des installations au fil de l'eau des SIG - Usines de Verbois et du Seujet, 20 étudiants de la 1^{ère} édition du MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques (10 mars 2006)

Visite du barrage de la Grande Dixence / Centrale de Bieudron, 20 étudiants de la 1^{ère} édition du MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques (21 juin 2006)

Visite à Mauvoisin II, 18 étudiants de la 1^{ère} édition du MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques (30 juin 2006)

Visite de la zone alluviale de l'Aubonne, 25 étudiants de la 1^{ère} édition du MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques (12 octobre 2006)

Visite des installations d'eauservice (alimentation en eau potable) et du service d'assainissement de Lausanne, 24 étudiants de la 1^{ère} édition du MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques (16 novembre 2006)



Barrage de Rossens (31 janvier 2006) / *Rossens dam (31st January 2006)*

Visite de 3 jours: chantier du barrage mobile de Rheinfelden et de l'aménagement d'Augst-Wyhlen, projet de revitalisation de la Thur et protection et gestion des crues du lac Majeur à Locarno, 24 étudiants de la 1^{ère} édition du MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou Aménagements hydrauliques (29 novembre au 1^{er} décembre 2006)

2.6 Livres / *Textbooks*

De Cesare G.

Third International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering (3rd ISUD), PSI Proceedings 02-01, 2002, 156 pages, ISSN 1019-6447, Villigen PSI, Switzerland, available on-line at: <http://lchwww.epfl.ch/3rd-isud/>

Lafitte R. et Hauenstein W.

IHA – CME, First International Summit on Sustainable Use of Water for Energy, Chapter on Switzerland, Country Reports, 2003, 146 pages, IHA Central Office, 123 Westmead Road, Sutton, Surrey, SM1 4JH, UK

Lafitte R., Schleiss A. et autres

Quelles énergies pour demain. Fédération Romande pour l'Energie - FRE, 2005, 73 pages, Editions Frenergie, www.frenergie.ch

Schleiss A. et Bollaert E.

Rock Scour due to falling high velocity jets, AA-Balkema Publishers, 2002, 263 pages, ISBN 90 5809 5185, disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch

Schleiss A. (member of DWA-working group)

Entlandung von Stauräumen, DWA-Themen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef 2006, 270 pages, ISBN-13:978-3-937758-33-6

Sinniger R. et Hager W.H.

Constructions hydrauliques. Ecoulements stationnaires (Hydraulic Constructions. Steady Flows), Vol. 15 du Traité de génie civil, Presses Polytechniques Romandes, 1989, 439 pages, ISBN 2 88074 163 7, disponible à la Librairie polytechnique, <http://www.livres.ch/bookshop@epfl.ch>

Wolf John P.

Foundation Vibration Analysis: A Strength-of-Materials Approach, 2004, Elsevier, 224 pages, ISBN 075066164X

co-author: A. J. Deeks.

Boundary Element Methods for Soil-Structure Interaction, Chapter 3, The semi-analytical fundamental-solution-less Scaled Boundary Finite-Element Method to model Unbounded Soil, W. S. Hall and G. Oliveto, 2003, 410 pages, ISBN 1-4020-1300-0

co-author: Ch. Song.

The Scaled Boundary Finite Element Method, 2003, John Wiley and Sons, 361 pages, ISBN 0 471 486825.

Finite-Element Modelling of Unbounded Media, 1996, John Wiley and Sons, reprinted 1997, 1999 et 2000, 331 pages, ISBN 0 471961345

co-author: Ch. Song.

Foundation Vibration Analysis Using Simple Physical Models, 1994, Prentice-Hall, 423 pages, ISBN 0 13 0010711 5.

Soil-Structure-Interaction Analysis in Time Domain, 1988, Prentice-Hall, 446 pages, ISBN 0 13 822974 0.

Dynamic Soil-Structure Interaction, 1985, Prentice-Hall, 446 pages, ISBN 0 13 221 565 9.

2.7 Polycopiés / Student course books

Schleiss Anton

Aménagements hydrauliques, 482 pages, septembre 2004
disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch.

Barrages, 254 pages, octobre 2004
disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch

Aménagements de cours d'eau, 114 pages, novembre 2005
disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch

Aménagements hydroélectriques, 66 pages, 2004
disponible au LCH <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch

Systèmes d'adduction d'eau, 86 pages, 2003
disponible au LCH <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch

Boillat Jean-Louis

Systèmes hydrauliques urbains, 126 pages, mars 2001
disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch

Réseaux hydrauliques, 140 pages, octobre 2000
disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch

Bio-ingénierie des cours d'eau et des systèmes naturels, 232 pages, décembre 2004
Partie I: Comportements morphologiques et dynamiques des cours d'eau naturels et entreprises de corrections,
disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch

Mouvet Laurent et Schleiss Anton

Réalisations de génie civil et droit de la construction, vol. I, 105 pages, octobre 2006
disponible à la Librairie polytechnique, vente des cours: <http://www.livres.ch/> bookshop@epfl.ch

Réalisations de génie civil et droit de la construction, vol. II, 120 pages, 2000,
disponible au LCH: <http://lchwww.epfl.ch/> secretariat.lch@epfl.ch

3 Manifestations scientifiques / Scientific events

3.1 Symposium Erosion et protection des rives lacustres à Sutz-Lattrigen, 18 mai 2006 / Erosion and lakeshore protection symposium, Sutz-Lattrigen, 18th May 2006

Le Symposium Erosion et protection des rives lacustres a eu lieu à Sutz-Lattrigen situé à quelques kilomètres au sud de la ville de Bienne le jeudi 18 mai 2006. Il concernait les bases de dimensionnement des mesures de protection des rives lacustres. Ce symposium s'inscrit dans le cadre du projet Erosee pour lequel une thèse de doctorat a été réalisée au sein du LCH (Selim Sayah). Le symposium a attiré 75 participants venant des secteurs privés et publics. Les 16 conférenciers ont couverts tous les secteurs en relation avec les protections des rives lacustres, notamment les aspects environnementaux, paysagers, organisationnels, légaux, historiques, techniques et modélisation numérique, etc. L'organisation a été assurée Par Messieurs Jean-Louis Boillat, Selim Sayah et Professeur Anton Schleiss.

3.2 Cours "Environmental Fluid Mechanics" à Karlsruhe 12 – 23 juin 2006 / Environmental Fluid Mechanics course in Karlsruhe on 12th – 23rd June 2006

Jolanda Jenzer Althaus a participé pendant deux semaines à un cours du type summer school avec le titre "Environmental Fluid Mechanics" qui a eu lieu à l'Université de Karlsruhe (TH). Les cours étaient donnés par des professeurs renommés de partout dans le monde, parmi lesquels Gerhard Jirka, Peter Davies, Paul Linden, Heidi Nepf, Gary Parker, Johnny Wüest, Janos Jozsa. Les sujets traités étaient les suivants: turbulent diffusing and mixing, stratified flows, rotating effects (Coriolis), vegetated flows, river mechanics, lakes and reservoirs, lake dynamics, jets and plumes, bubble plumes, etc.

Les participants du cours venaient de tous les continents, ce qui rendait et les cours et la vie sociale des soirées très intéressants. Les soirées étaient surtout marquées par les matchs de football puisque le cours tombait pendant la période des présélections de la coupe mondiale 2006 en Allemagne. Jolanda Jenzer Althaus a d'une part pu profiter de participer à des discussions stimulantes avec les professeurs présents et d'autres participants et d'autres part de créer des contacts avec les participants travaillant et cherchant dans des domaines proches de sa propre thèse.

Jolanda Jenzer Althaus participated during two weeks to a summer school course entitled "Environmental Fluid Mechanics" which took place at Karlsruhe University (TH). The lectures were given by renowned professors from all around the world like Gerhard Jirka, Peter Davies, Paul Linden, Heidi Nepf, Gary Parker, Johnny Wüest, Janos Jozsa. The subjects treated were the following: turbulent diffusing and mixing, stratified flows, rotating effects (Coriolis), vegetated flows, river mechanics, lakes and reservoirs, lake dynamics, jets and plumes, bubble plumes, etc.

Course participants came from all the continents, which made the course and the social life of the evenings very interesting. The evenings were essentially marked by football matches because the course was held during the preselection period of the 2006 World cup in Germany. Jolanda Jenzer Althaus took advantage of the situation by taking part in stimulating discussions with the professors present as well as with other participants and to make new contacts with participants working and searching in fields close to domains of her own thesis.

3.3 Séance du Projet Interreg IIIB ALPRESERV, Lausanne, EPFL, 9 – 10 octobre 2006 / Interreg IIIB ALPRESERV Project meeting, Lausanne, EPFL, 9th – 10th October 2006

De lundi à mardi 9-10 octobre 2006 a eu lieu la dernière réunion du groupe de coordination du projet Interreg IIIB ALPRESERV à l'EPFL, organisée par le LCH. Le projet se terminera officielle-

ment le 31 décembre 2006.

A part les discussions autour de la gestion et les finances du projet, les projets pilotes de Forni et de Centro Cadore (Italie) ont été présentés lors de la réunion. De plus, les documents finaux des 3 Workpackages ci-dessous ont été montrés pour approbation:

- Workpackage 5: "Sediment Sources and Transport Processes"
- Workpackage 6: "Reservoir Sedimentation"
- Workpackage 7: "Sedimentation Management Methods and legal Aspects"

Après les séances de lundi après-midi, les 21 personnes présentes on eu l'occasion de visiter le laboratoire d'hydraulique avec la présentations de modèles physiques en exploitation pour la recherche et les mandats. Lundi soir, une fondue au Chalet Suisse a clôturé la première journée.

3.4 Workshop "Risk-based regulation and certification" à Macolin, 6-7 novembre 2006 / Workshop "Risk-based regulation and certification", Macolin, 6th – 7th November 2006

Dans le cadre du workshop à Macolin, M. Schleiss a été invité à donner une conférence avec le titre "Safety concept of dams in Switzerland". Ce workshop a été organisé par l'Ecole de la formation continue (Prof. M. Finger) de l'EPFL dans le cadre de la réunion annuelle des experts en sécurité dans le domaine de l'aviation (env. 40 participants de la Suisse (Skyguide, Office fédéral de l'aviation) et de l'étranger).

3.5 Workshop "Protection contre les crues et changement de climat" à Filzbach, Canton de Glaris du 12 – 14 novembre 2006

Ce workshop, organisé par la Commission pour la protection contre les crues (KOHS), sous la présidence de M. Schleiss, a réuni une vingtaine de spécialistes dans le but de formuler des recommandations pour la pratique, c'est-à-dire définir de quelle manière on devrait tenir compte de l'effet du changement climatique dans des projets de protection contre les crues.

3.6 Conférences publiques au LCH / Public conferences at the LCH

Simulation d'ondes de rupture de petites retenues

Dr Jérôme DUBOIS

HydroCosmos SA, Vernayaz, Suisse (06.04.2006)

Estimating low probability floods by a "multi-method" approach – an old concept in a new perspective

Prof. Dr. Dieter GUTKNECHT

Institute for Hydraulic and Water Resources Engineering, Vienna University of Technology, Vienna, Austria (03.05.2006)

Risk Assessment for Dams in Germany

Prof. Dr. Jürgen KÖNGETER

Institute of Hydraulic Engineering and Water Resources Management, Aachen University, Aachen, Germany (01.06.2006)

Analyse des phénomènes de réaction alkali – granulats sur les barrages et moyens d'intervention

Dr Roger BREMEN

Lombardi SA, Engineering Limited, Minusio, Switzerland (26.10.2006)

Barrage de Bakhtiari en Iran, le plus haut barrage-voûte du monde ?

Laurent MOUVET

Stucky SA, Renens, Suisse (23.11.2006)

Aménagement pompage – turbinage Nant de Dranse

Dr Eric WUILLLOUD

Atel, Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten, Suisse (14.12.2006)

3.7 Conférences internes données au LCH / *In-house conferences given at the LCH*

Philippe Heller "**Synergie**" (27.01.2006)

Frédéric Jordan "**Projet MINERVE: modèle de gestion des crues**" (24.02.2006)

Tobias Meile "**Influence of macro-roughness on wave propagation**" (17.03.2006)

Burkhard Rosier "**Déversement latéral sur lit mobile**" (07.06.2006)

Sameh Kantoush "**Influence of reservoir geometry on the process of sedimentation in shallow reservoirs by suspended load**" (08.06.2006)

Azin Amini "**Flexible floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks**" (07.07.2006)

Jean-Marc Ribl "**Restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées (Rehabilité)**" (28.07.2006)

Alexandre Duarte "**Secondary flow and turbulence in open channel bends**" (08.12.2006)

3.8 Participation aux comités d'organisation / *Member of organising committees*

Commission Internationale des Grands Barrages CIGB, Réunion du Comité de la Présidence et du Comité de la Gouvernance des projets de barrages, Barcelone, juin 2006

R. Lafitte

Fédération Romande pour l'Energie – FRE

R. Lafitte, Président du Conseil Scientifique

Symposium KOHS: Protection contre les crues – Une opportunité pour une gestion intégrée des eaux et du territoire – Commission de la protection contre les crues (KOHS), Bienne, 20 janvier 2006

A. Schleiss, Président du comité d'organisation

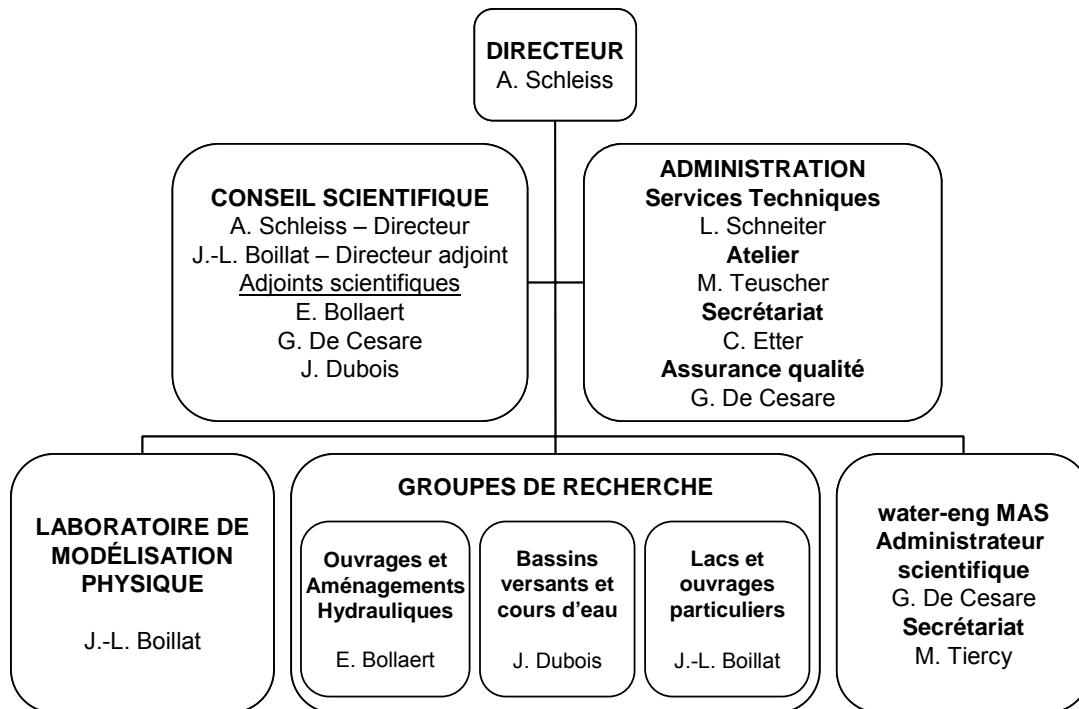
Symposium EROSION et protection des rives lacustres: Bases de dimensionnement des mesures de protection des rives lacustres, Sutz-Lattrigen.

Jean-Louis Boillat, Selim Sayah, Anton Schleiss, Comité d'organisation

4 Personnel / Staff

4.1 Organisation du LCH / Organisation of the LCH

Laboratoire de constructions hydrauliques / Laboratory of Hydraulic Constructions



Carte de vœux 2006 du LCH / Season's Greetings card 2006 of the LCH

Master of Advanced Studies (MAS) en Gestion et Ingénierie des ressources en eau
Master of Advanced Studies (MAS) in Water Resources Management and Engineering

Prof. Dr Anton Schleiss, Prof. Dr André Mermoud
Direction à l'EPFL du MAS / *Directors of MAS at EPFL*

Dr Giovanni De Cesare, Dominique Guex
Administrateurs du MAS / *Administrators of MAS at EPFL*

Martine Tiercy, Corinne Gérard-Bron
Secrétaires du MAS / *Secretaries of MAS at EPFL*

4.2 Collaborateurs en 2006 / Staff in 2006

Directeur / Director

Prof. Dr Anton J. Schleiss depuis / since 01.01.1997

Adjointes scientifiques / Senior Lecturers

Dr Jean-Louis Boillat depuis / since 01.04.1989

Dr Erik Bollaert (temps partiel) depuis / since 01.02.2003

Dr Jérôme Dubois (temps partiel) depuis / since 01.02.2003

Dr Koen Blanckaert (temps partiel) depuis / since 01.10.2004

Administrateur du MAS / Administrator of MAS

Dr Giovanni De Cesare depuis / since 09.03.1992

Collaborateurs scientifiques et ingénieurs de recherche / Scientific staff and research engineers

Thierry de Pourtalès (temps partiel) 01.06.2004 – 31.12.2006

Rémi Martinerie depuis / since 01.05.2005

Javier Neves da Silva depuis / since 01.05.2006

Doctorants (inscrits) / Ph.D. students (registered)

Selim Sayah 01.10.2000 – 31.05.2006

Pedro Filipe De Almeida Manso 01.10.2000 – 31.07.2006

Frédéric Jordan depuis / since 01.04.2001

Tobias Meile depuis / since 01.04.2002

Philippe Heller depuis / since 01.09.2002

Azin Amini depuis / since 24.05.2003

Burkhard Rosier depuis / since 01.05.2003

Sameh Kantoush depuis / since 01.11.2003

Alexandre Duarte depuis / since 02.09.2005

Jolanda Jenzer depuis / since 01.01.2005

Matteo Federspiel depuis / since 01.09.2006

Marcelo Leite Ribeiro depuis / since 01.06.2006

Jean-Marc Ribí depuis / since 10.11.2005

Post-doc / Post-doc

Benjamin Dewals 01.10.2006 – 31-03.2007

Stagiaires / Trainees (étudiants MAS / MAS students)

Mohammadreza Andaroodi 01.10.2003 – 30.04.2006

Sabrina Carvalho depuis / since 14.10.2005

Rafael Duarte depuis / since 14.10.2005

Ramesh Khanal depuis / since 21.10.2005

Hanane Moukhliiss depuis / since 01.11.2005

Lilian Reyes Carbajal 07.10.2005 – 31.07.2006

Stagiaire / Trainee (étudiant Master / Master student)

Javier Garcia Hernández 01.10.2005 - 31.12.2006

Services techniques / Technical Staff

Louis Schneiter depuis / since 25.10.1971

Marc-Eric Pantillon (temps partiel) depuis / since 01.07.1998

Michel Teuscher depuis / since 01.07.2004

Virgile Cavin (apprenti) depuis / since 02.08.2005

Secrétariat du LCH / LCH Secretariat

Caroline Etter (temps partiel) depuis / since 01.04.2002

Christelle Matthey (apprentie) depuis / since 02.08.2005

Secrétariat du MAS / MAS secretariat

Martine Tiercy (temps partiel) depuis / since 01.08.2004

Professeur titulaire retraité rattaché au LCH / Retired Titular Professor associated to the LCH

Prof. Raymond Lafitte

4.3 Professeurs invités et hôtes académiques / Visiting professors and academic visitors

Prof. Wim UIJTTEWAAL, Université de Delft, Les Pays-Bas

Hôte académique de la section génie civil dans le cadre du projet de recherche "Influence of reservoir geometry on the process of sedimentation in shallow reservoirs by suspended load" 18.01.06 – 25.01.06

Prof. Yves ZECH, Université catholique de Louvain, Belgique

Hôte académique de la section génie civil dans le cadre des projets de recherche "Influence of reservoir geometry on the process of sedimentation in shallow reservoirs by suspended load ", "Influence of side weirs on bed-load transport in a prismatic channel with movable bed" et "Effets de la rugosité et de la forme des rives sur la propagation d'intumescence dans les canaux" 29.05.06 – 02.06.06

Prof. J. KOENGETER, RWTH Aachen, Institute of Hydr. Eng. and Water Res., Allemagne

Hôte académique dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC / ERCOFTAC exchange programme invited professor 01.06.06 – 02.06.06

Prof. Dieter GUTKNECHT, Technische Universität Wien, Autriche

Hôte académique de la section génie civil dans le cadre du projet de recherche "Modèle de prévision et de gestion des crues – Optimisation des opérations des aménagements hydroélectriques à accumulation pour la réduction des débits de crue" 01.05.06 – 05.05.06

Membre du jury de thèse, member of doctorate thesis jury

30.11.06 – 01.12.06

Prof. Yves SOUCHON, CEMAGREF, Lyon, France

Hôte académique dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC et intervenant dans le cadre de l'école doctorale en environnement / ERCOFTAC exchange programme invited professor 26.09.06

Prof. Nicolas LAMOUREUX, CEMAGREF, Lyon, France

Hôte académique dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC et intervenant dans le cadre de l'école doctorale en environnement / ERCOFTAC exchange programme invited professor 11.09.06 - 12.09.06

Dr. Hervé CAPRA, CEMAGREF, Lyon, France

Hôte académique dans le cadre du programme d'échange ERCOFTAC et intervenant dans le cadre de l'école doctorale en environnement / ERCOFTAC exchange programme invited professor 25.09.06

Dr. Armin PETER, EAWAG, Suisse
Intervenant dans le cadre de l'école doctorale en environnement
18.09.06 – 19.09.06

4.4 Événements spéciaux / Special events

4.4.1 Nominations en 2006 / Nominations in 2006

Prof. Dr Anton Schleiss a été nommé Directeur de la section de génie civil de l'EPFL pour la période allant du 1^{er} avril 2006 jusqu'au 31 mars 2010. Il a également été élu "membre du comité européen de l'IAHR" et "président du Comité suisse des barrages" (CSB)

Prof. Dr. Anton Schleiss has been nominated Director of the School of Civil Engineering at EPFL for a period going from 1st April 2006 to 31st March 2010. He has also been nominated "member of the European committee of the IAHR" and "Chairman of the Swiss Committee on Dams"

4.4.2 Visites des gymnasiens les vendredi 17 et 24 mars 2006 / High school days on 17th and 24th March 2006

Les vendredi 17 et 24 mars 2006, des gymnasiens ont cette année à nouveau visité la section de Génie Civil de l'EPFL et notamment le LCH. Une présentation des activités en hydraulique a été assurée par des collaborateurs du LCH.

On Friday 17th and Friday 24th March 2006, high school students once again visited the Civil Engineering section of the EPFL and notably the LCH. A presentation of the hydraulic activities was given by collaborators of the LCH.

4.4.3 Visite du Cercle d'études de Lausanne le 17 mars 2006 / Visit of the Lausanne Study Circle on 17th March 2006

Une dizaine de personnes du Cercle d'études de Lausanne ont visité la halle hydraulique et ont bénéficié des explications sur les modèles physiques données par MM Boillat, Martinerie et Meile.

About ten people from the Lausanne Study Circle visited the hydraulic lab and benefited from explications given by Messrs Boillat, Martinerie and Meile.

4.4.4 Visite INPG Grenoble le 25 avril 2006 / Visit of INPG Grenoble on 25th April 2006

Le mardi 25 avril 2006, 51 étudiants de 2^{ème} année de l'Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique et de Mécanique de l'Institut National Polytechnique de Grenoble ainsi que 3 accompagnateurs ont visité nos installations. Cinq groupes ont été formés guidés par MM A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. DeCesare, S. Sayah et F. Jordan. Les modèles de la halle hydraulique ont été mis en service avec les explications par les collaborateurs du LCH.

On Tuesday 25th April 2006, 51 students in their 2nd year of studies and 3 accompanying professors visited our installations. Five groups were formed under the guidance of Messrs A. Schleiss, J.-L. Boillat, G. DeCesare, S. Sayah and F. Jordan. The models of the hydraulic laboratory were put into operation by the collaborators of the LCH.



Tous les modèles de la halle hydraulique mis en service / *All the models of the hydraulic lab put into operation*

4.4.5 Visite de la Fédération vaudoise des entrepreneurs (FVE) le 27 avril 2006 / *Visit of the Vaudoise Building contractors' Federation on 27th April 2006*

En date du 27 avril 2006, environ 25 personnes de la Fédération vaudoise des entrepreneurs ont visité notre halle hydraulique. Cette visite a eu lieu dans le cadre de leur assemblée générale 2006 dans une salle située directement au dessus de la halle

On 27th April, 2006, about 25 people from the Vaudoise Federation of building contractors came to visit our hydraulic lab. This visit took place in the frame of their 2006 General Assembly situated very conveniently directly above the hall.



Explications données par Dr J.-L. Boillat (de dos) / *Explanations given by Dr. J.-L. Boillat*

4.4.6 Prestigieuses distinctions d'honneur en hydraulique au LCH

Le 25 mai dernier, le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'EPFL a reçu deux distinctions d'honneur lors de la conférence internationale de l'Environmental Water Resources Institute (EWRI) à Omaha aux Etats-Unis. L'EWRI représente la branche hydraulique de la plus grande et prestigieuse association mondiale d'ingénieurs civils, l'American Society of Civil Engineers (ASCE).

Ainsi, le "Karl Emil Hilgard Prize 2006" a été attribué au Dr E. Bollaert et au Prof. Dr A. Schleiss pour leur article scientifique intitulé "Physically Based Model for Evaluation of Rock Scour due to High-Velocity Jet Impact", article publié en mars 2005 dans le Journal of Hydraulic Engineering de l'ASCE.

Cette prestigieuse distinction a été inaugurée en 1939 en tant que dotation laissée à l'ASCE par le biais de Karl Emil Hilgard, ingénieur hydraulicien suisse. Elle est accordée chaque année à l'auteur ou les auteurs d'un travail scientifique jugé de mérite supérieur et traitant d'un problème dans le domaine des écoulements, en théorie ou en pratique. Depuis son apparition en 1939, c'est la deuxième fois que ce prix revient à des ingénieurs hydrauliciens en suisse. L'article traite du sujet de thèse du Dr E. Bollaert et présente un nouveau modèle physiquement basé permettant d'estimer l'évolution temporelle de l'érosion de massifs rocheux sous l'impact de jets d'eau provenant des barrages.

De plus, le "Stevens Award 2006" a été accordé à P. Manso, V. Fiorotto, E. Bollaert et A. Schleiss pour leur discussion de l'article de S. Canepa et W. Hager intitulé "Effect of Jet Air Content on Plunge Pool Scour", publié en Novembre 2004 dans le même Journal of Hydraulic Engineering.



Remise du prestigieux Prix Karl Emil Hilgard au Dr E. Bollaert par le Dr Cliff Pugh, Directeur du US Bureau of Reclamation à Denver aux Etats-Unis

4.4.7 Visite d'une délégation nord coréenne le 20 juin 2006 / Visit of a North Korean delegation on 20th June 2006

Mardi 20 juin 2006 une délégation d'ingénieurs Nord-coréens sous l'égide de la Direction du développement et de la coopération Suisse (DDC) et le bureau ITECO a visité le LCH. Cette visite se déroulait dans le cadre du

On Tuesday 20th June, 2006, a delegation of North Korean engineers under the care of the Management of the Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) and ITECO Engineering Limited came to visit the LCH.

projet de réhabilitation des ressources hydro-électriques dans ce pays. Antoine Fromentin des Relations Internationales de l'EPFL a accueilli le groupe et présenté brièvement l'EPFL dans un cadre international. Giovanni De Cesare a fait un exposé des activités du LCH et montré quelques projets en cours. Par la suite, le groupe a pu visiter la halle d'hydraulique avec Azin Amini, Sameh Kantoush et Giovanni De Cesare comme guides.

This visit took place in the frame of the Hydro-electric resources rehabilitation project of that country. Greetings were given by Antoine Fromentin, from the International Affairs of the EPFL who briefly presented the School in an international frame. Giovanni De Cesare presented the activities of the LCH and showed a number of current projects. Then the group was invited to visit the hydraulic lab under the guidance of Azin Amini, Sameh Kantoush and Giovanni De Cesare.



Explications sur le modèle de St Marc données par G. DeCesare / Explanations given by G. DeCesare on the St-Marc model

4.4.8 5th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, ETHZ, Zürich, 12 – 14 septembre 2006 / 5th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, ETHZ, Zürich, 12th – 14th September 2006

Dans la série de conférences ISUD, quatre personnes du LCH ont participé et présenté des articles. Une édition spéciale du journal référencé "Flow Measurement and Instrumentation" de Elsevier sera dédiée aux publications de l'ISUD. Au total 16 articles ont été retenus pour être soumis, dont ceux de Sameh Kantoush et de Tobias Meile du LCH. Il y avait à nouveau trois lauréats du *ISUD - Asahi Ryunetsu Student Paper Award*. Tobias Meile et Sameh Kantoush ont partagé le prix avec Yuto Inoue du "Research Laboratory for Nuclear Reactors" du "Tokyo Institute of Technology".



Les trois lauréats du "ISUD - Asahi Ryunetsu Student Paper Award", Yuto Inoue, Sameh Kantoush et Tobias Meile lors de la remise du prix par Greg King de l'Université de Warwick

4.4.9 Visite d'étudiants de l'Université Catholique de Louvain, Belgique – 2 octobre 2006 / Students' visit from the Catholic University, Louvain, Belgium – 2nd Octobre 2006

Une vingtaine d'étudiants en génie civil de dernière année de l'université catholique de Louvain sont passés à l'EPFL dans le cadre d'un voyage d'études. A cette occasion, ils ont visité le LCH ; dans une première étape, ils ont été accueillis dans une salle de l'EPFL pour une présentation par le Prof. Schleiss de l'EPFL, l'ENAC et le LCH et ensuite M. Boillat a présenté les activités de recherches et de mandats du LCH. Suite à cette introduction, les étudiants ont été répartis en 4 groupes pour la visite de la halle où MM. Schleiss, Boillat, De Cesare et Jordan leur ont présenté les modèles en service avec les explications des collaborateurs du LCH. La visite s'est terminée par une petite pause café autour de laquelle des contacts individuels ont pu être établis. Les étudiants de Louvain ont poursuivi leur visite en passant par la halle des structures et à la halle fosse. Tous les participants se sont retrouvés au Parmentier pour le repas de midi avant que leur voyage ne se poursuive en direction du Valais pour la visite de Mauvoisin.

4.4.10 Sortie du LCH, 21-23 septembre 2006 / LCH outing, 21st – 23rd September 2006

Sortie du LCH sur le sujet "back to the roots" de Prof. Schleiss...

L'heure du départ approche, et voilà qu'il nous manque déjà une personne à l'appel. Après, avoir parcouru tout l'EPFL, pour trouver notre personne manquante, nous embarquons dans trois bus pour parcourir une bonne partie de notre belle Suisse.

Après le col de la Furka, nous continuons notre chemin sur une route peu connue du globe jusqu'à Göscheneralp (endroit si petit qu'on le devine à peine sur la carte), voilà le dernier itinéraire de la

journée. Après avoir copieusement mangé et bu un verre ou deux pour nous désaltérer, nous nous retrouvons, lampes frontale en prime, pour regarder les étoiles sur la plus grande digue d'Europe Göscheneralpsee.



Les collaborateurs du LCH au Glacier du Rhône / *LCH collaborators at the Rhone River Glacier*

S'ensuit une bonne nuit de sommeil, puis retour de jour sur la digue pour une marche matinale avec une vue magnifique. Nous rejoignons nos bus pour redescendre en direction de Göschenen, accompagnés par un troupeau de vaches (désalpe).

Nous y sommes, la troupe du LCH quitte Lausanne pour deux jours et demi. Après un bon café et une petite pâtisserie pour les gourmands, nous faisons notre premier arrêt officiel à Viège, où nous visitons le modèle de Viège dans les serres. En passant BRAVO aux collègues. Trois kilomètres plus loin, Baltschieder, un magnifique petit village ancien est notre deuxième destination, ici nous avons vu le dépotoir de Viège. Troisième étapes, Bellevue, où nous avons pris une bouffée d'air frais au glacier du Rhône (Rhonegletscher). Arrivés quelque instants plus tard à la gare, nous nous équipons d'un casque et d'un vélo et nous voilà repartis avec notre guide (M. Schleiss), pour suivre la Reuss en vélo en passant un peu partout (cailloux, herbe, sentiers, chemins et routes). Premier arrêt avec les vélos, Pfaffensprung où nous retrouvons M. Amacher qui sera notre guide pour visiter une grotte de cristaux. Après les explications du maître nous avons pu faire un tour dans la grotte, où les habits blancs et les maux de dos n'étaient pas les bienvenus.



Nous revoilà sur nos vélos, où nous faisons plusieurs petits arrêts au bord de la Reuss (bassin de compensation, anecdotes sur la Reuss, pause café, etc.) et merci à Martine pour le copieux pique-nique. Attention les vélos, nous nous arrêtons ensuite à Amsteg, où nous avons la chance non pas de visiter la caserne d'Alibaba mais la collection des cristaux de notre guide M. Amacher. Un grand merci !



Après de nombreux tours de pédales, au bord de la Reuss, nous voici arrivés à Flüelen où nous goûtons enfin au repos en quittant définitivement les vélos ! Réembarcation dans les bus, via Lucerne qui est notre dernière destination du jour ! A peine eu le temps de poser nos affaires à l'auberge et de se pouponner un peu, nous voilà en marche pour une visite de Lucerne guidée par M. Schleiss, suivie d'un bon repas, et d'une folle soirée (et nuit !)..

Réveil difficile pour certains et certaines, dû au sport de la journée précédente, va-t-on dire. Une fois toute la troupe levée, les yeux semi-ouverts et après un bon petit déjeuner pour reprendre dernière journée en groupe! Nous voilà au port de

des forces, nous reprenons les bus, pour notre Lucerne, pour un tour en bateau sur le lac des Quatre-Cantons. Descente à Alpnachstad, où nous prenons un funiculaire qui nous emmène jusqu'en haut du Pilatus. Gare au vertige, la troupe du LCH a pris de la hauteur. Nous sommes accueillis par les traditionnels Cor des Alpes et nous nous délectons d'une magnifique vue de tous les cotés. Après un bon repas typiquement suisse, nous descendons en téléphérique à l'arrêt intermédiaire où nous avons pu faire un petit retour en enfance en faisant des descentes en bob ! Reprenons les télécabines pour terminer notre périple à Lucerne. Nous retrouvons nos trois bus et départ pour Berne où nous mangeons en compagnie de Jolanda qui nous a rejoint ! Dernière destination Lausanne EPFL où s'achève notre week-end. Merci à nos extraordinaires chauffeurs de bus et surtout un Grand MERCI à M. Schleiss et à Tobias, sans qui ces trois jours superbes n'auraient pas eu lieu !



Texte rédigé par Christelle Matthey, apprentie 2^{ème} année au LCH

4.4.11 Calendrier 2007 des barrages en Suisse / 2007 Calendar on Swiss dams

Pour la troisième fois, le comité suisse des barrages a édité un calendrier de barrages suisses (CSB). Le comité d'édition a été présidé par Prof. Dr. A. Schleiss et l'assemblage des informations a été fait au LCH. Le calendrier illustre 13 grands barrages suisses avec de magnifiques photos et des informations techniques au verso. Ce calendrier a de nouveau été un grand succès. Les 4500 exemplaires imprimés ont très rapidement été commandés et il semble que ce calendrier deviendra une pièce de collection précieuse. Pour tous ceux qui s'intéressent au calendrier 2008, ils peuvent déjà s'inscrire auprès du CSB (www.swissdams.ch).

For the third time, the Swiss Committee on Dams has edited a calendar on Swiss dams. The editing committee was chaired by Prof. Dr A. Schleiss and the collection of the information was done at the LCH. The calendar illustrates 13 large Swiss dams with splendid photographs and technical information on the reverse page. This calendar was again a great success. The 4500 copies printed were rapidly ordered and it seems that this calendar will become a precious piece of collection. For all those interested in the 2008 calendar, they can register by the Swiss Committee on Dams

(www.swissdams.ch).

4.4.12 Autre visite

Visite d'une délégation du Ministère de l'Energie et de l'Eau du Liban le 11 mai 2006

4.5 Distinctions 2006 au LCH / 2006 LCH Awards

- 1 P. Manso, E. Bollaert et A. Schleiss : Prix "J.C. Stevens Awards 2006" for the discussion "Effect of Jet Air Content on Plunge Pool Scour" in Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, November 2004
- 2 E. Bollaert et A. Schleiss : Prix "Karl Emil Hilgard Hydraulic Prize 2006" for the paper "Physically Based Model for Evaluation of Rock Scour due to High-Velocity Jet Impact" in Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, March 2005.
- 3 T. Meile et S. Kantoush : 5th ISUD - "Asahi Ryunetsu Student Paper Award"
- 4 Ph. Heller : Best Poster Award - Research Day 2006 awarded by the Doctoral Program in Environnement at EPFL

5 Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / *Participation in commissions, professional and academic associations*

Schleiss Anton

Association suisse pour l'aménagement des eaux – SWV (Membre du comité, membre de la commission "Force hydraulique") / *Swiss Institution of Water Management (member of the board, member of the Hydropower Commission)*

Commission de la protection contre les crues (KOHS) de l'Association suisse pour l'aménagement des eaux – SWV (Président) / *Committee of Flood Protection (President)*

Comité suisse des barrages – CSB (Président et membre du bureau de la Commission technique; Président du Groupe de travail "Relations publiques") / *Swiss Committee on Dams (Chairman and member of the board and of the Technical Committee; Chairman of the working Group "Public Relations")*

International Hydropower Association (IHA), (member of the permanent committee on Research & Education and member of the technical committee for organisation 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) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR (member)*

Comité Européen de l'AIHR (membre) / *European committee of IAHR (member)*

Directeur de la section de génie civil (depuis avril 2006) / *Head of the School of Civil Engineering (since April 2006)*

Commission d'enseignement de la section de génie civil (membre du bureau) / *Teaching Commission of the School of Civil Engineering (member of the Board)*

Commission de la recherche de la section de génie civil et de la Faculté de l'environnement naturel architectural et construit (ENAC) (jusqu'en mai 2006) / *Research Commission of the School of Civil Engineering and Faculty ENAC (until May 2006)*

Commission de recherche EPFL (membre) / *EPFL Research Commission (member)*

Commission de la promotion académique de la Faculté de l'environnement naturel, architecture et construit (ENAC) jusqu'en mai 2006, (membre) / *Tenure Track Commission of the Faculty ENAC (member) until May 2006*

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)*

Commission fédérale de recours en matière d'encouragement de la recherche (membre) / *Federal Appeal Commission for Research Encouragement (member)*

Fédération Romande pour l'Energie – FRE (membre du conseil scientifique)

Société suisse des ingénieurs et des architectes – SIA (membre) / *Swiss Association of Engineers and Architects (member)*

Verein Bielerseeschutz VBS, Société pour la protection des rives du lac de Biemme (membre) / *Association for the protection of Lake Biemme (member)*

Europäischer Fachverband der Strom- und Wärmeerzeuger (VGB) (Mitglied des wissenschaftlichen Beirates)

Lafitte Raymond

Association internationale pour l'hydroélectricité – AIH (membre d'honneur) / *International Hydropower Association IHA (honorary member)*

Comité suisse des barrages – CSB (membre d'honneur) / *Swiss Committee on Dams (Honorary member)*

Commission internationale des grands barrages – CIGB (Président du Comité sur la Gouvernance projets de barrages; membre du Comité de la Présidence) / *International Commission on Large*

Dams – ICOLD (Chairman of the Committee on Governance of Dam Projects; member of the Advisory Committee of the President)

Société suisse des ingénieurs et architectes – SIA (membre)

Société suisse des ingénieurs nucléaires – SOSIN (membre)

Fédération Romande pour l'Energie – FRE (Président du Conseil scientifique)

Jean-Louis Boillat

Association suisse pour le génie biologique (membre) / *Swiss Association for biological engineering (member)*

Association internationale d'ingénierie et de recherches hydrauliques – AIHR, (membre) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR (member)*

Comité suisse des barrages – CSB (membre individuel) / *Swiss Committee on Dams (individual member)*

Association suisse des professionnels de la protection des eaux – VSA (membre du comité) / *Swiss society of Professionals of Water Protection (member of committee)*

Commission d'enseignement de la section de génie civil (membre) / *Teaching Commission of the School of Civil Engineering (member)*

Verein Bielerseeschutz VBS, Société pour la protection des rives du lac de Biemme (membre) / *Association for the protection of Lake Biemme (member)*

Association internationale des professionnels en aménagements hydrauliques – IAPHS (membre) / *International Association of Professionals on Hydraulic Schemes – EPFL Alumni – IAPHS (member)*

Manso Pedro

Ordre des ingénieurs - OE/Portugal (membre) / *Association of Engineers - OE/Portugal (member)*

Association portugaise des ressources en eau APRH (membre) / *Portuguese Association of Water Resources APRH (member)*

Association internationale des professionnels en aménagements hydrauliques - IAPHS (président du comité) / *International Association of Professionals on Hydraulic Schemes -EPFL Alumni - IAPHS (president of the committee)*

Association Internationale de l'ingénierie et des recherches hydrauliques - AIHR (membre) / *International Association of Hydraulic Engineering and Research - IAHR (member)*

Rosier Burkhard

American Society of Civil Engineers - ASCE (student member)

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV) (Member) / *Association Suisse pour l'aménagement des eaux (membre)*

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (Member) / *Association allemande pour l'aménagement des eaux (membre)*

Sayah Selim

Ordre des Ingénieurs et Architectes OIA/Liban (membre) / *Lebanese Association of Engineers and Architects (member)*

American Society of Civil Engineers – ASCE (member)

Verein Bielerseeschutz VBS, Société pour la protection des rives du lac de Biemme (membre) / *Association for the protection of Lake Biemme (member)*

Consortium d'experts pour un développement respectueux de l'environnement (CEDRE) (collaborateur)

De Cesare Giovanni

International Hydropower Association (IHA) member of the permanent committee on Research & Education

Association suisse pour le génie biologique – VIB (membre adjoint du comité directeur) / Swiss Association of Biological Engineering (member of the directorial board)

Association internationale des professionnels en aménagements hydrauliques - IAPHS (membre) / International Association of Professionals on Hydraulic Schemes -EPFL Alumni - IAPHS (member)

Conseil de la faculté de l'environnement naturel architectural et construit (ENAC) membre suppléant, représentant le groupe du corps intermédiaire / Council of the faculty ENAC supply member

Kantoush Sameh

American Society of Civil Engineers – ASCE (student member)

Japan Society of Civil Engineers – JSCE (student member)

Amini Azin

American Society of Civil Engineers – ASCE (student member)

Iranian Committee on Large Dams (IRCOLD)

Meile Tobias

Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband (SWV) (Member) / Association Suisse pour l'aménagement des eaux (membre)

6 Conférences données par les collaborateurs du LCH / Conferences presented by LCH staff

6.1 Invités / Invited

Schleiss Anton

Gewässerdynamik und Hochwasserschutz: ein Widerspruch? Journée d'information de l'EAWAG (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Projet Rhône-Thur, Zürich, 8 mars 2006

Angewandte Forschung im Rahmen der 3. Rhonekorrektioin in der Schweiz - Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet des Hochwasserschutzes

Österreichische Gesellschaft für Hydrologie, TU Wien, Autriche, 6 avril 2006

Forecast and management of floods in the Rhone River considering dams and hydropower plants
22nd Congress of ICOLD, Barcelona, Spain, 18th – 23rd June, 2006

Influence of dams and reservoirs on the flow regime of the Upper Rhone River

22nd Congress of ICOLD, Barcelona, Spain, 18th – 23rd June, 2006

Weltweiter Ausbau der Wasserkraft im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie: Welche Potenziale und Chancen hat die Wasserkraft als zurzeit noch bedeutende erneuerbare Energie?
FORUM VERA Globale Weltwirtschaft und Energiepolitik: Quo Vadis ?

Paul Scherrer Institut (PSI), Villigen, Switzerland, 15-16 septembre 2006

Safety concept of dams in Switzerland

Workshop on Risk-Based Regulation and Certification – Implication for the aviation sector, Macolin, Switzerland, 6 November, 2006

Boillat Jean-Louis

Approche méthodologique pour l'établissement d'un projet de protection de rives lacustres

Symposium Erosion et protection des rives lacustres, Sutz-Lattrigen, Suisse, 18 mai 2006

Mesure du débit des fluides

Séminaire de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux, Techniques de mesures en hydraulique urbaine, Bulle, Suisse, 7 juin 2006

Mesures prioritaires de Viège. Essais sur modèle physique

Groupe de spécialistes R3, Sion, Suisse, 22 mai 2006

Introduction au modèle MINERVE

Workshop II de Transfert de connaissances et formation au système MINERVE, Sion, Suisse, 30 août 2006

Réserve Naturelle de la Pointe-à-la-Bise. Courants et vagues

Pro Natura, Genève, 5 décembre 2006

Lafitte Raymond

The role of dams in the XXI Century to achieve a sustainable development target

ICOLD 29th Congress,
Barcelona, Spain, 18th June 2006

De Cesare Giovanni

Gestione dei sedimenti nei serbatoi - il caso pilota di Tourtemagne, Il progetto europeo ALPRESERV

Workshop "Ricerca ed esperienze applicative nella gestione sostenibile dei sedimenti nei serbatoi"
CESIRICERCA, Milano, Italia, 12 dicembre 2006

Meile Tobias

Schwall und Sunk in Fliessgewässern

Journée d'information de l'EAWAG (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Projet Rhône-Thur, Zürich, 8 mars 2006

Frédéric Jordan

Modell zur Hochwasservorhersage und Hochwassermanagement der Rhone, Hochwasservorhersage - Erfahrungen, Entwicklungen & Realität, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien, 19th - 20th October, 2006

Pedro Manso

New developments relevant for rock scour assessment in plunge pools
IAHR Int. Symposium of Hydraulic Structures, Venezuela, October 9-14, 2006

Selim Sayah

Mesures de protection détachées et intégrées à la rive

Symposium Erosion et protection des rives lacustres, 18 mai 2006

Protection de rive contre l'érosion : étude de cas à Mörigen sur le lac de Bienne et à Préverenges sur le Léman

Symposium Erosion et protection des rives lacustres, 18 mai 2006

6.2 Autres conférences / Other conferences

Schleiss Anton

Forschungsprojekt EROSEE : Resultate und Umfeld

Symposium Erosion et protection des rives lacustres, 18 mai 2006

Rosier Burkhard

Interaktion einer seitlichen Notentlastung mit dem Geschiebetransport, 15th Workshop of the German-Sino Unsteady Sediment Transport Group – Gesinus, VAW, Zürich, 27th – 28th July 2006

Modell zur Berücksichtigung der Sohlenentwicklung bei einer seitlichen Notentlastung, 8ème rencontre des jeunes chercheurs des universités de langue allemande, Karlsruhe, 2 – 5 août 2006

Semi-empirical model to predict mobile bed evolution in presence of a side overflow - 3rd International Conference on Fluvial Hydraulics (RiverFlow) - Lisbon - Portugal, September, 6 - 8, 2006

Kantoush Sameh

Experimental study of suspended sediment transport and deposition in a rectangular shallow reservoir

3rd International Conference on Fluvial Hydraulics (RiverFlow) - Lisbon - Portugal, September, 6 - 8, 2006

Flow Investigation in a Rectangular Shallow Reservoir Using UVP, LSPIV and Numerical model.

Fifth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, Zurich September 12-14, 2006

Sayah Selim

Experimental Investigation of Oil Spill Containment by Granules Contained Behind a Flexible Barrier,

CoastLab 06, Porto, Portugal, 8 – 10 mai 2006

Experimental Modeling of Shoreline Evolution in the Vicinity of Detached Porous Structures

CoastLab 06, Porto, Portugal, 8 – 10 mai 2006

Manso Pedro

L'innovation dans les aménagements hydrauliques et barrages: nouvelles solutions pour l'évacuation de crues extrêmes

Cycle de Conférences par des Universitaires Portugais en Suisse Romande organisé par le Consulat Général du Portugal à Genève, Musée Olympique, Lausanne, 10 mai 2006

Large-scale motion induced by turbulent plunging jets in pools created by scouring of the riverbed
3rd International Conference on Fluvial Hydraulics (RiverFlow) - Lisbon - Portugal, September, 6 - 8, 2006

Meile Tobias

Experimental study on steady flow in a channel with macro-roughness at the side walls

3rd International Conference on Fluvial Hydraulics (RiverFlow) - Lisbon - Portugal, September, 6 - 8, 2006

Improving acoustic Doppler velocimetry in steady and unsteady flow by means of seeding with hydrogen bubbles

Fifth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, Zurich September 12-14, 2006

Jean-Louis Boillat

Migration of a dredging pit in the Rhone River

3rd International Conference on Fluvial Hydraulics (RiverFlow), Lisbon, Portugal, September, 6–8, 2006

Frédéric Jordan

Flood Prediction and Optimization Model for Real-Time Management of the Upper Rhone River Basin

3rd International Symposium on Integrated Water Resources Management, Ruhr-University Bochum, 26th - 28th September, 2006

Giovanni De Cesare

Flow velocity measurements using ultrasound Doppler method - 10 years experience in hydraulic modeling

Fifth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, ETH Zurich, Switzerland, 12-14 September 2006

Verlandungsmechanismen und Lösungsansätze zum Sedimenttransfer im Speicher Gübsensee (Schweiz)

Symposium Graz 2006 "Stauhaltungen und Speicher - Von der Tradition zur Moderne", TU Graz, Österreich, 28 September 2006

Azin Amini

Interface tracking and velocity profile in an oil-water two-phase flow,

ISUD 5, Zurich, Switzerland, 12 - 14 September 2006

Alexandre Duarte

PIV Measurements in Water-pump Intakes,

International Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures, Montemor-o-Novo, Portugal, 2 – 4 september 2006

Hanane Moukhli

Et si les crues de l'Arve rejoignaient le Léman?

Premier congrès du Rhône, Genève, 15 et 16 juin 2006

7 Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / *Participation in congresses and visits of research institutes*

Symposium KOHS: Protection contre les crues – Une opportunité pour une gestion intégrée des eaux et du territoire, Bienne, Suisse

20 janvier 2006

Anton Schleiss (Président KOHS), Jean-Louis Boillat, Fred Jordan, Philippe Heller, Jolanda Jenzer, Burkhard Rosier, Tobias Meile

Séance Projet Interreg IIIB ALPRESERV – Réunion du groupe de coordination, Nova Gorica, Slovénie

19 – 21 février 2006

Giovanni De Cesare

Séance Projet Interreg IIIB ALPRESERV – Réunion du groupe rédactionnel, Université de Stuttgart, Allemagne

6 mars 2006

Giovanni De Cesare

Université de Liège (ULg), Institut de Génie Civil et de Mécanique

22 mars 2006

Anton Schleiss

Université Technique de Vienne (TU Wien), Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft, Autriche

6 – 7 avril 2006

Anton Schleiss

CoastLab 06, Porto, Portugal

8 – 10 mai 2006

Selim Sayah

Symposium Erosion et protection des rives lacustres: Bases de dimensionnement des mesures de protection des rives lacustres, Sutz-Lattrigen, Suisse

18 mai 2006

Selim Sayah

ICOLD 74th Annual Meeting, Sitges, Spain

15th – 17th June 2006

Anton Schleiss, Raymond Lafitte

Congrès du Rhône, Genève

15-16 juin 2006

Rémi Martinerie, Giovanni De Cesare, Hanane Moukhliiss, Sabrina Carvalho

Int. Symposium on Dams in the societies of the 21st century, ICOLD – SPANCOLD, Barcelona, Spain

18th June, 2006

Anton Schleiss, Raymond Lafitte

22nd Congress of ICOLD, Barcelona, Spain

18th – 23rd June 2006

Anton Schleiss, Raymond Lafitte

Workshop of the German-Sino Unsteady Sediment Transport Group (Gesinus) - Zurich – Switzerland

July, 27 - 28, 2006

Burkhard Rosier

8. Treffen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler deutschsprachiger Wasserbauinstitute (JuWi) - Karlsruhe – Germany

August, 02 - 05, 2006

Burkhard Rosier

Int. Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures, Montemor, Portugal
3 – 4 September 2006
Alexandre Duarte

SwissElectric Research, Berne
5 septembre 2006
Jolanda Jenzer

Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal
6-8 September 2006

Anton Schleiss, Jean-Louis Boillat, Koen Blanckaert, Alexandre Duarte, Sameh Kantoush, Burkhard Rosier, Tobias Meile, Erik Bollaert

5th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering – 5th ISUD

12 – 14 septembre 2006

Azin Amini, Jean-Louis Boillat, Giovanni De Cesare, Sameh Kantoush, Tobias Meile

3rd International Symposium on Integrated Water Resources Management, Bochum, Allemagne
26 – 28 septembre 2006

Frédéric Jordan

Wasserbau-Symposium Graz, Autriche

27 – 30 septembre 2006

Anton Schleiss, Giovanni De Cesare

Hochwasservorhersage – Erfahrungen, Entwicklungen & Realität, Vienne, Autriche

19 – 20 octobre 2006

Frédéric Jordan

Workshop "Risk-based regulation and certification", Macolin

6 – 7 novembre 2006

Anton Schleiss

1st MAP D-PHASE meeting , Vienne Autriche

6 – 8 novembre 2006

Frédéric Jordan

Workshop "Protection contre les crues et changement de climat, Filzbach, Canton de Glaris

12 – 14 novembre 2006

Anton Schleiss, président

Il progetto europeo ALPRESERV, Workshop "Ricerca ed esperienze applicative nella gestione sostenibile dei sedimenti nei serbatoi", CESIRICERCA, Milano, Italia

12 décembre 2006

Giovanni De Cesare

8 Participation au jury de thèses de doctorat / *Participation in doctoral thesis jury*

Schleiss Anton (Directeur de thèse)

Modèle de prévision et de gestion des crues – Optimisation des opérations des aménagements hydroélectriques à accumulation pour la réduction des débits de crue

Doctorant: Frédéric Jordan (EPFL)

Schleiss Anton (Membre du jury de thèse)

Une approche unifiée pour la modélisation d'écoulement à surface libre, de leur effet érosif sur une structure et de leur interaction avec divers constituants

Doctorant: Benjamin J. Dewals (ULg Université de Liège)

Streambank Erosion Hazard Mapping. Concepts, Methodology and Application on the Venoge River (Switzerland)

Doctorant: John R. Beck (EPFL)

Investigations on the Free Surface Flow in Pelton Turbine Buckets

Doctorant: Alexandre Perrig (EPFL)

Schleiss Anton (President du jury de thèse)

Fracture Strength of Structural Glass Elements – Analytical and Numerical Modelling, Testing and Design

Doctorant: Matthias Haldimann (EPFL)

9 Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / *Participation in review committees of journals and research funds*

Archives des Sciences	A. Schleiss
Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures	A. Schleiss
Journal of Hydraulic Research	A. Schleiss
Water Research	A. Schleiss
Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)	A. Schleiss
Dam Engineering	A. Schleiss
Journal of Environmental Engineering (ASCE)	A. Schleiss
Commission of the Sciences of Environmental Engineering, Lithuania	A. Schleiss
FNRS, Belgique	A. Schleiss
Flow Measurement and Instrumentation (ELSEVIER)	G. De Cesare
Journal of Fluids Engineering (ASME)	G. De Cesare
Hydro Review and HRW	G. De Cesare

10 Publications

10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

10.1.1 Référés / *Referred*

Blanckaert K., Lemmin U.; "*Moyens de réduction de bruit des mesures acoustiques de la turbulence - Means of noise reduction in acoustic turbulence measurements*" Journal of Hydraulic Research and Engineering, vol. 44, No. 1, pp. 3-17, 2006

Emani S., Schleiss A.; "*Design of erosion protection at diversion tunnel outlets with concrete prisms*" NRC-CNRC Canadian Journal of Civil Engineering, vol. 33, No 1, pp. 81-92, January 2006

De Cesare, G., Boillat, J.-L., and Schleiss A. J.; "*Circulation in stratified lakes due to flood-induced turbidity currents*", ASCE Journal of Environmental Engineering, Volume 132, Issue 11, ISSN 0733-9372, pp. 1508-1517, 2006

Manso P., Bollaert E., Schleiss A.; "*Impact pressures of turbulent high-velocity jets plunging in pools with flat bottom*", Experiments in Fluids – Engineering and Physics and Astronomy, Exp. Fluids (2007 42:49-60), décembre, published online 8th November, pp. 49-60, 2006

10.1.2 Autres / *Others*

Schleiss A.; "*Mögliche Synergien zwischen Hochwasserschutz, Flussrevitalisierung und Wasserkraft dank innovativer Mehrzweckprojekte*" Wasser Energie Luft, 98. Jahrgang, Baden, Heft 1, pp. 3-9, 2006

Heller Ph.; "*Analyse et objectifs de gestion d'un aménagement hydraulique fluvial à buts multiples*" Wasser Energie Luft, 98. Jahrgang, Baden, Heft 1, pp. 10-15, 2006

Pellaud M., **De Pourtalès T., Iorgulescu I., Schlaepfer R.;** "*Objectifs environnementaux et paysagers d'un aménagement hydraulique au fil de l'eau*" Wasser Energie Luft, 98. Jahrgang, Baden, Heft 1, pp. 16-22, 2006

Schleiss A.; "*Gewässerdynamik und Hochwasserschutz: ein Widerspruch?*" Eawag News 61d, Hochwasserschutz und Revitalisierung – Neue Wege für unsere Flüsse, pp. 18-20, 2006

Meile T.; "*Schwall und Sunk in Fliessgewässern*" Eawag News 61d, Hochwasserschutz und Revitalisierung – Neue Wege für unsere Flüsse, pp. 28-29, 2006

Schleiss A.; "*La force hydraulique n'a pas tout donné*" Les cahiers de l'énergie, numéro 63, pp. 6-10, juin 2006

Peter A., **Meile T.;** Reichert P., Truffer B.;"*Alles im Fluss aber bitte nachhaltig*" EAWAG aquatic research, Jahresbericht 2005, pp. 7-11, 2005

Jenzer J., De Cesare G.; "*Möglichkeiten und Anwendung einer Datenbank bezüglich der Stauraumverlandung von alpinen Speichern*" Wasser Energie Luft, 98. Jahrgang, Baden, Heft 3, pp. 202-206, 2006

De Cesare G., Schleiss A., Zuglian R.; "*Speicher Gübsensee, "der bauingenieur" das Schweizer Fachmagazin für das Ingenieurwesen*", Springer Science+Business Media Schweiz AG, ISSN 1661-7037, Nr. 6/2006, pp. 20-27, 2006

Jordan F., Boillat J.-L., Dubois J., Hingray B, Schleiss A.; "*Modell zur Hochwasservorhersage und Hochwassermanagement der Rhone*", Wiener Mitteilungen – Wasser, Abwasser, Gewässer – Hochwasservorhersage; Erfahrungen, Entwicklungen & Realität, Wien, Band 199, 2006

Schleiss A.; "*Konstruktiver Hochwasserschutz – in Widerspruch zur Gewässerdynamik?*", gwa Gas Wasser Abwasser, n° 12, décembre, pp. 969-974, 2006

Boillat J.-L., Sayah S., Schleiss A.; "*Approche méthodologique pour l'établissement d'un projet de protection de rives lacustres*", Wasser Energie Luft, Heft n° 4, décembre, pp. 304-312, 2006

Ch. Iseli, **Schleiss A.;** "*Erosionsprozesse und Uferstabilität an Seeufern – Resultate und Umfeld des Forschungsprojekts EROSEE*", Wasser Energie Luft, Heft n° 4, décembre, pp. 299-303, 2006

Heller Ph., Bollaert E., Pellaud M., Schlaepfer R., Schleiss A.; "*Mehrzweckprojekt an Flüssen: Synergien zwischen Ökologie und Energieerzeugung*", Wasser Energie Luft, Heft n° 4, décembre, pp. 329-336, 2006

Meile T.; *"Le marnage dans les cours d'eau / Hydropeaking on Watercourses"*, Eawag News : L'Institut de Recherche de l'Eau du Domaine des EPF – Protection contre les crues et revitalisation : de nouvelles voies pour nos rivières, novembre, pp. 18-20, 2006 (en français et en anglais)

Schleiss A.; *"Dynamique fluviale et protection contre les crues : une incompatibilité réelle / River Dynamics and Flood Protection : a Contradiction in Terms"*, Eawag News : L'Institut de Recherche de l'Eau du Domaine des EPF – Protection contre les crues et revitalisation : de nouvelles voies pour nos rivières, novembre, pp. 28-29, 2006 (en français et en anglais)

10.2 Comptes rendus des congrès / Proceedings of congresses

10.2.1 Référés / Referred

André S., Boillat J.-L., Schleiss A.; *"Blocks on stepped overlay: A promising measure to protect the downstream slope and the base of an overtopped embankment dam"* Commission Internationale des Grands Barrages - Vingt Deuxième Congrès des Grands Barrages, CIGB-ICOLD, Barcelone, Q. 86 – R. 74, pp. 1225-1238, 2006

Jordan F., Dubois J., Boillat J.-L., Schleiss A.; *"Prévision et gestion des crues par opérations preventives sur les retenues alpines"* Commission Internationale des Grands Barrages - Vingt Deuxième Congrès des Grands Barrages, CIGB-ICOLD, Barcelone, Q. 87 – R. 34, pp. 497-510, 2006

Meile T., Boillat J.-L., Schleiss A.; *"Influence of dams and reservoirs on the flow regime of the Upper-Rhone-River"* Commission Internationale des Grands Barrages - Vingt Deuxième Congrès des Grands Barrages, CIGB-ICOLD, Barcelone, Q. 85 – R. 28, pp. 449-465, 2006

Emami S., Schleiss A.; *"Performance of large concrete prisms as erosion protection at Seymareh diversion tunnel outlets during a large flood"* Commission Internationale des Grands Barrages - Vingt Deuxième Congrès des Grands Barrages, CIGB-ICOLD, Barcelone, C. 12, pp. 799-813, 2006

Kantoush S., Bollaert E., De Cesare G., Boillat J.-L., Schleiss A.; *"Flow field investigation in a rectangular shallow reservoir using UVP, LSPIV and numerical model"* Proceedings of the Fifth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 5th ISUD, 12-14 September 2006, ETH Zurich, Switzerland, ISBN: 3-905609-29-0, pp. 129-134, 2006

Amini A., De Cesare G., Schleiss A.; *"Interface tracking and velocity profile in an oil-water two-phase flow"* Proceedings of the Fifth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 5th ISUD, 12-14 September 2006, ETH Zurich, Switzerland, ISBN: 3-905609-29-0, pp. 125-128, 2006

De Cesare G., Boillat J.-L.; *"Flow velocity measurements using ultrasound Doppler method - 10 years experience in hydraulic modeling"* Proceedings of the Fifth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 5th ISUD, 12-14 September 2006, ETH Zurich, Switzerland, ISBN: 3-905609-29-0, pp. 113-116, 2006

Meile T., De Cesare G., Blanckaert K., Schleiss A.; *"Improving acoustic Doppler velocimetry in steady and unsteady flow by means of seeding with hydrogen bubbles"* Proceedings of the Fifth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 5th ISUD, 12-14 September 2006, ETH Zurich, Switzerland, ISBN: 3-905609-29-0, pp. 97-100, 2006

Manso P., Boillat J.-L., Bollaert E., Schleiss A.; *"Large-scale motion induced by turbulent plunging jets in pools created by scouring of the riverbed"* Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 657-666, 2006

Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.; *"Semi-empirical model to predict mobile bed evolution in presence of a side overflow"* Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 985-995, 2006

Meile T., Boillat J.-L., Dubois J., Schleiss A.; "*Experimental study on steady flow in a channel with macro-roughness at the side walls*" Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 1059-1068, 2006

Boillat J.-L., Dubois J., Nilipour N.; "*Migration of a dredging pit in the Rhone River*" Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 1193-1202, 2006

Bühler J., Oehy Ch., Schleiss A.; "*Jets opposing flow on inclines*" Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 1617-1622, 2006

Kantoush S., Uijtewaal W., Boillat J.-L., Bollaert E., Schleiss A.; "*Experimental study of suspended sediment transport and deposition in a rectangular shallow reservoir*" Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 1623-1631, 2006

Pellaud M., Schlaepfer R., Heller Ph., Boillat J.-L., Bollaert E., Schleiss A.; "*Multi-purpose shallow reservoir: Synergies between ecology and energy production*" Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 2027-2035, 2006

Roca M., Martin-Vide J., Blanckaert K.; "*Bend scour reduction and flow pattern modification by an outer bank footing*" Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 1793-1799, 2006

Wijbenga J., Schielen R., Buschmann K., Blanckaert K.; "*Secondary flow and velocity redistribution by bubble screens in open channel bends*" Proceedings of the Int. Conference on Fluvial Hydraulics, River Flow 2006, Portugal, 6-8 September 2006, ISBN: 0-415-40815-6, pp. 173-180, 2006

Lazaro Ph., De Cesare G., Madau A., Bussaloi S.; "*Heightening of the Maccheronis dam in Sardinia (Italy) - Surélévation du barrage de Maccheronis en Sardaigne (Italy)*", Commission Internationale des Grands Barrages - Vingt Deuxième Congrès des Grands Barrages, CIGB-ICOLD, Q.87 - R.35, pp. 1-9, 2006

Manso P., Bollaert E., Schleiss A.; "*New developments relevant for rock scour assessment in plunge pools*", International Symposium on Hydraulic Structures Ciudad, Guayana, Venezuela, IAHR, October, pp. 443-453, 2006

Manso P., Matos J., Bollaert E., Schleiss A.; "*Experimental investigation on plunging jets: the behaviour of entrained air bubbler in the vicinity of a flat pool bottom*", International Symposium on Hydraulic Structures Ciudad, Guayana, Venezuela, IAHR, October, pp. 370-379, 2006

10.2.2 Autres / Others

Nilipour N., Wohnlich A., Schleiss A.; "*Thermo-mechanical comparison of RC method and conventional method of construction of arch dams*" Proc. of the Int. Symp. on Dams and Reservoirs, Societies and Environment in the 21st Century, ICOLD-SPANCOLD, 18 June 2006, Barcelona, Volume 1, Ed. Berga et al., pp. 881-887, 2006

Andaroodi M., Boillat J.-L., Schleiss A.; "*Standardization of civil engineering works of small hydropower plants and development of an optimization tool*", Hydroenergia 2006 – Small Hydropower International Conference, 7-9 June 2006, Crieff, Scotland, UK, 2006

Heller Ph., Pellaud M., Bollaert E., Schleiss A.; "*Flussmehrzweckprojekt : Synergien zwischen Ökologie und Energieproduktion*", Proc. Symposium Graz 2006 "Stauhaltungen und Speicher - Von der Tradition zur Moderne", 27-30 September 2006, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, ISBN 3-902465-50-6, 46/1, pp.27-42, 2006

De Cesare G., Awad I. M., Schleiss A., Zuglian R.; "*Verlandungsmechanismen und Lösungsansätze zum Sedimenttransfer im Speicher Gübsensee (Schweiz)*", Proc. Symposium Graz 2006 "Stauhaltungen und Speicher - Von der Tradition zur Moderne", 27-30 September 2006, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, ISBN 3-902465-50-6, 46/1, pp. 210-221, 2006

Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.; "*Ansatz zur Bestimmung der Sohlenentwicklung unter Berücksichtigung einer seitlichen Notentlastung*", Proc. Symposium Graz 2006 "Stauhaltungen und

Speicher - Von der Tradition zur Moderne", 27-30 September 2006, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, ISBN 3-902465-50-6, 46/2, pp. 16-30, 2006

Kantoush S., Bollaert E., Boillat J.-L., Schleiss A.; "*Experimentelle Studie von Schwebstofftransport und -absetzung in einem rechteckigen Flachwasserbecken*", Proc. Symposium Graz 2006 "Stauhaltungen und Speicher - Von der Tradition zur Moderne", 27-30 September 2006, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, ISBN 3-902465-50-6, 46/2, pp. 136-150, 2006

Jordan F., Boillat J.-L., Dubois J., Schleiss A., Hingray B.; "*Modell zur Hochwasservorhersage und zum Hochwassermanagement der Rhone*", Proc. Symposium Graz 2006 "Stauhaltungen und Speicher - Von der Tradition zur Moderne", 27-30 September 2006, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, ISBN 3-902465-50-6, 46/2, pp. 218-232, 2006

De Cesare G., Leite Ribeiro M., Schleiss A., Kirchen G. F.; "*Technische Massnahmen zu Verringerung von Ablagerungen durch Trübestrome im Stausee Livigno (Schweiz)*", Proc. Symposium Graz 2006 "Stauhaltungen und Speicher - Von der Tradition zur Moderne", 27-30 September 2006, Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz, ISBN 3-902465-50-6, 46/2, pp. 416-430, 2006

Baumann A., Arefi F., **Schleiss A.;** "*Design of two stepped spillways for a pumped storage scheme in Iran*", Proc. of Int. Conf. Hydro 2006 -Maximising the Benefits of Hydropower, Porto Carras, Greece, 25-27 September 2006 (CD-ROM), 2006

Kantoush S., Bollaert E., Boillat J.-L., Schleiss A.; "*Physical Processes of Suspended Sediment Deposition and Transport in Shallow Reservoirs*", 17th International Sedimentological Congress, Fukuoka Japan (2006), pp. 180,(+ presentation), 2006

Kantoush S., Bollaert E., Boillat J.-L., Schleiss A.; "*Sedimentation processes in shallow reservoirs comparison of numerical and experimental simulations*", The 7th Int. Conf. On Hydroscience and Engineering (ICHE-2006), Septembre, Philadelphia, USA, pp. 1-35, 2006

Moukhli H., De Cesare G., Kantoush S. et Schleiss A. (2006). "*Et si les crues de l'Arve rejoignaient le Léman?*", Proceedings Premier Congrès du Rhône, 15 et 16 juin 2006, Genève, Suisse, pp. 47-50

De Cesare G., Moukhli H., Randall K. et Schleiss A. (2006) "*Capter l'énergie hydrolienne du Rhône*", Proceedings Premier Congrès du Rhône, 15 et 16 juin 2006, Genève, Suisse, pp. 98 – 99.

Boillat J.-L., "*Mesure du débit des fluides*" Comptes rendus du Séminaire de l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux, Techniques de mesures en hydraulique urbaine, Bulle, Suisse, 7 juin 2006

10.3 Thèse de doctorat / PhD Thesis

Frédéric Jordan "Modèle de prévision et de gestion des crues – Optimisation des opérations des aménagements hydroélectriques à accumulation pour la réduction des débits de crue", Thèse N° 3711, EPFL

10.4 Communications du LCH / LCH Communications

N° 24 S. Sayah, "Efficiency of brushwood fences in shore protection against wind-wave induced erosion", Communication 24, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2006

N° 25 P. Manso "The influence of pool geometry and induced flow patterns in rock scour by high-velocity plunging jets" Communication 25, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2006

N° 26 M. Andaroodi "Standardization of civil engineering works of small high-head hydropower plants and development of an optimization tool" Communication 26, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2006

N° 27 Symposium érosion et protection des rives lacustres, Bases de dimensionnement des mesures de protection des rives lacustres, Communication 27, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2006

10.5 Rapports non publiés / *Unpublished reports*

- N° 1 TABLIEH Construction Company
 SHAHRYAR (OSTOUR) Dam Project in Iran, Hydraulic model tests for spillway
 Janvier 2006
- N° 2 Ville de lausanne, Service d'assainissement
 Collecteur ce concentration du réseau d'évacuation des eaux a l'amont du puits de chute
 du "chemin de Vignes d'argent", Capacité hydraulique - étude de variantes
 Janvier 2006
- N° 3 CTI
 Rapport Synergie CTI 2005
 Janvier 2006
- N° 4 Etat du Valais
 Rapport intermédiaire MINERVE n°4
 Février 2006
- N° 5 SWV
 Schwall und Sunk, eine Standortbestimmung, Schlussbericht
 Février 2006
- N° 6 Groupe de travail spécialistes R3
 Interconnexions des processus actifs dans l'emprise du fleuve
 Février 2006
- N° 7 SHEM, Société HydroElectrique du Midi
 Barrage de Galens, rapport
 avril 2006
- N° 8 Prof. Lafitte, Neutral Expert appointed by the World Bank
 "Outline of the historical development regarding reservoir sedimentation"
 mai 2006
- N° 9 CETP Ingénieurs-Conseils SA
 Aménagement hydroélectrique de la Zour, Tunnel du Prabé
 mai 2006
- N° 10 EDF
 Barrage de Saint-Marc, Evacuateurs de crue rapport final
 juin 2006
- N° 11 Forces Motrices de la Gouggra SA (FMG)
 Gestion globale des sédiments de la retenue de Tourtemagne, expertise pour l'analyse
 des variantes
 juillet 2006
- N° 12 SAK - St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG
 Modélisation numérique des mesures contre la sédimentation dans le Gùbsensee
 juillet 2006
- N° 13 Section lacs et cours d'eau, Fribourg
 Crue du 22 août 2005 de la Sarine à la Maigrauge (Fribourg)
 juillet 2006
- N° 14 KWO AG, Innertkirchen
 Sedimentbewirtschaftung - Abschätzung der Sedimentmenge
 juillet 2006
- N° 15 KWO AG, Innertkirchen
 Sedimentbewirtschaftung - Evaluierung des Sedimentrückhaldedamms auf der Höhe des
 Chessiturms
 juillet 2006
- N° 16 Ecotec Genève Réserve Naturelle de la Pointe-à-la-Bise, Etude des courants et des
 vagues - Etape 1: Analyse et modélisation de la situation actuelle
 juillet 2006

- N° 17 KWO AG, Innertkirchen
Sedimentbewirtschaftung während Seeabsenkung - Bericht zur Abschätzung der
ausgetragenen Sedimentmenge
juillet 2006
- N° 18 BG Ingenieurs Conseils
Concept de rétention dans le vallée du Rhône - Préparation d'un modèle numérique
Routing System
2 août 2006
- N° 19 Prof. Lafitte, Neutral Expert appointed by the World Bank
Expertise Baglihar Sedimentation
août 2006
- N° 20 ATEL Hydro AG
Expertise Durchflusskapazitätsrechnungen Stauwehr Winznau
août 2006
- N° 21 Lonza Walliser Werke AG, Visp
Strömungsverhalten Rückhaltebecken, numerische Simulationsberechnungen
septembre 2006
- N° 22 Canton de Genève, Dept du territoire, service de l'écologie de l'eau
Débarcadère de la SMGN Châteaubriand - Concept de protection du débarcadère
d'accostage des bateaux de transport public genevois
septembre 2006
- N° 23 KWO AG, Innertkirchen
Sedimentbewirtschaftung während Seeabsenkung - Bericht zur Abschätzung der
ausgetragenen Sedimentmengen mit Präzisierungen und Ergänzungen zu den Fragen
des Ventings, vollständiger Seetleerung und Beibehalten eines Restvolumens im
Räterichsbodensee
octobre 2006
- N° 24 Etat de Fribourg
Gestion des crues de la Sarine par l'utilisation des retenues d'accumulation - analyse du
potentiel de protection par rétention dans les réservoirs lors des crues
novembre 2006
- N° 25 Aare Tessin AG für Elektrizität (Atel)
Aménagement de pompage - turbinage Nant de Drance - Essais sur modèle hydraulique
des prises d'eau
novembre 2006
- N° 26 Confédération Suisse, OFEN
Conséquences de la rupture de barrages ensablés - Rapport intermédiaire 1
novembre 2006
- N° 27 Cêtre, Kocher & Nussbaumer Ingénieurs civils
Le Port Gitana à Bellevue - Genève, aménagement d'une plage et extension du port
décembre 2006

Edition finale Martine Tiercy
© LCH 2007