

Rapport d'activité ***Activity Report*** **2007**

Préface / Foreword

Les **changements climatiques** et le **développement durable** sont des mots-clefs bien ancrés dans la conscience collective et dans les discussions grand public en Suisse et dans le monde entier. Le prix du pétrole ne cesse d'augmenter. Le risque imputable aux dangers naturels, en particulier aux intempéries, s'est fortement accru dans de nombreuses régions.

Les énergies renouvelables gagnent à nouveau du terrain. Par ses activités de recherche, d'enseignement et de services, le LCH répond à ces préoccupations actuelles et futures.

En 2007, cinq thèses ont été terminées au LCH, dont deux sont liées aux aspects des dangers naturels, deux aux énergies renouvelables et une au risque du transport d'hydrocarbures sur les océans. Dans le même temps, le LCH a contribué, par ses services de modélisation physique et numérique à 9 projets de protection contre les dangers naturels (crues) et à 9 projets pour le développement d'énergie renouvelable (énergie hydraulique). Finalement, 7 travaux de master ont été réalisés au LCH dont 2 ont un lien direct avec les dangers naturels et 5 avec les énergies renouvelables.

Dans le cadre de sa mission de recherche, d'enseignement et de services, le LCH est fier de contribuer directement aux réponses concernant les préoccupations actuelles et futures de notre société.

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 2007.

Climate changes and sustainable development are keywords well anchored in the collective consciousness and in general public discussions in Switzerland as well as in the rest of the world. The price of fuel keeps on rising. The risk of natural hazards, particularly extreme precipitation events, has significantly increased in numerous regions.

Renewable energy is gaining ground once again. Through research activities, teaching and services, the LCH finds answers to these present and future preoccupations.

In 2007 five theses were brought to an end at the LCH, of which two have a link with the aspect of natural hazards, two with renewable energy and one with the risk of oil transport on the oceans. At the same time, the LCH contributed by physical and numerical modelling services to 9 projects in the frame of protection against natural hazards (floods) and to 9 projects for the development of sustainable energy (water power). Finally, 7 Master works were realized at the LCH of which 2 have a direct link with natural hazards and 5 with renewable energy.

In the frame of research, teaching and service missions, the LCH is proud to contribute to answer questions immediately concerning the present and future preoccupations of our society.

In the name of the LCH staff, I wish to sincerely thank our partners and clients for their support all along the year 2007.



Prof. Dr Anton Schleiss

1	RECHERCHE / RESEARCH	1
1.1	Recherche fondamentale / <i>Fundamental research</i>	1
1.1.1	Interaction d'un déversoir latéral avec le transport solide par charriage et la morphologie du lit dans un canal / <i>Interaction of side weir overflow with bed-load transport and bed morphology in a channel</i>	1
1.1.2	Modèle de prévision et de gestion des crues / <i>Flood forecast and management model</i>	5
1.1.3	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>	8
1.1.4	Mesures contre la sédimentation des réservoirs – Influence d'un écoulement rotationnel et ascendant sur le comportement des sédiments dans un réservoir proche d'une prise d'eau / <i>Measures against reservoir sedimentation - Influence of rotational and upward flow on sediment behaviour in reservoirs near intakes</i>	12
1.1.5	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>	13
1.1.6	Interaction fluide-mécanique entre un écoulement à haute vitesse et le massif rocheux dans une fosse d'érosion: prédiction de l'évolution de la fosse d'érosion / <i>Fluid-mechanical interaction between high-velocity transient flow and rock blocks in plunge pools for scour assessment</i>	18
1.1.7	Influence de la macro-rugosité des rives sur l'écoulement permanent et fortement non permanent / <i>Influence of macro-roughness of walls on steady and unsteady flow in a channel</i>	23
1.1.8	Restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées hydroélectriques (Rehabilité): Etude écohydraulique de refuges à poissons aménagés dans les berges / <i>Restoration of habitat in riverbeds under hydropeaking (Rehabilité): Ecohydraulic study of riverbank built-in fish refuges</i>	26
1.1.9	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>	29
1.1.10	Développement morphologique d'une confluence en fonction de l'espace disponible / <i>Influence of the available space of river confluences on its morphology</i>	31
1.1.11	Influence de la géométrie des réservoirs peu profonds sur la vitesse du courant et sur le processus d'alluvionnement par sédiments fins en suspension / <i>Influence of the geometry of shallow reservoirs on flow pattern and sedimentation processes by suspended sediments</i>	34
1.2	Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	38
1.2.1	Transport solide et phénomène de déposition dans le cours d'eau de Milibach entre Reuti et Meiringen - étude sur modèle physique / <i>Sediments transport and sedimentation process of the Milibach river between Reuti and Meiringen – physical model based study</i>	38
1.2.2	Barrage de Clusanfe – Etude sur modèle de la gestion de l'alluvionnement / <i>Physical modeling study of the sedimentation management of Clusanfe reservoir</i>	41
1.2.3	Gestion des sédiments pendant les travaux du projet KWO Plus – 2007 / <i>KWO Plus: Sediment management during water level lowering - 2007</i>	44

1.2.4	Modélisation numérique du réseau d'assainissement de la ville de Lausanne / <i>Numerical modelling of the sewer system of Lausanne city</i>	46
1.2.5	Aménagement hydroélectrique de Kárahnjúkar – Chambre de vanne de Jokulsá. Essais hydrauliques sur modèle réduit d'un dissipateur d'énergie / <i>Kárahnjúkar hydroelectric project - Jokulsá valve chamber. Hydraulic model tests of an energy dissipating structure</i>	49
1.2.6	Influence du nouveau pont CFF sur la Vispa à Viège lors des hautes eaux / <i>Influence of the new CFF bridge on the Vispa river in the city of Viège during floods</i>	51
1.2.7	Barrage de St-Marc: Etude sur modèle physique des évacuateurs de crue - Etude complémentaire de l'évacuateur droit / <i>St-Marc Dam: Model study of spillways - Complementary study of the right bank spillway</i>	53
1.2.8	Concept de protection contre les crues de la ville de Viège / <i>Flood protection concept of the city of Viège</i>	56
1.2.9	Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage de Linth-Limmern (réservoir supérieur de Muttsee) / <i>Model tests on the intakes of the pump storage scheme of Linth-Limmern (Muttsee upper reservoir)</i>	59
1.2.10	Cheminée d'équilibre de l'usine de Vernayaz - Etude numérique de coup de bélier et d'oscillation en masse / <i>The surge tank of "Vernayaz" hydropower plant - Numerical study of water mass oscillations</i>	60
1.2.11	UEK projet pilote suisse, étude de faisabilité - phase 1 / <i>UEK Swiss Pilot Project, Feasibility study – Phase I</i>	64
1.2.12	Pont en bois sur la Muota, étude sur modèle physique du danger d'obstruction de la rivière / <i>Wooden bridge over the Muota, physical model study to assess the risk of blockage of the river</i>	65
1.2.13	Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage du Nant de Drance (réservoir d'Emosson) / <i>Model tests on the intakes of the pumped storage scheme of Nant de Drance (Emosson reservoir)</i>	66
1.2.14	Agrandissement du port de la Nautique à Genève. Etude numérique / <i>Enlargement of the harbour La Nautique in Geneva. Numerical study</i>	67
2	Enseignement / <i>Teaching</i>	70
2.1	Formation continue / <i>Continuing education</i>	70
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>	70
2.2	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2006/2007) / <i>Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2006/2007)</i>	71
2.2.1	Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / <i>Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering</i>	71
2.2.2	Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in sciences and environmental engineering</i>	73
2.2.3	Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering / <i>32 registered students</i>	73
2.2.4	Ecole doctorale en environnement / <i>Doctoral school in environment</i>	74
2.3	Projets et laboratoires du 2 ^{ème} cycle en section génie civil – semestres d'hiver 2006/2007 et d'été 2007 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2006/2007 and summer semester 2007</i>	74
2.4	Projets et laboratoires du 2 ^{ème} cycle en Section SIE – semestres d'hiver 2006/2007 et d'été 2007 / <i>Graduate student projects and laboratory work in</i>	

	<i>Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2006/2007 and summer semester 2007</i>	75
2.5	Travaux pratiques de Master 2006 – 2007 / <i>Master thesis work 2006– 2007</i>	76
2.6	Excursions d'étudiants / <i>Student field trips</i>	77
2.7	Livres / <i>Textbooks</i>	78
2.8	Polycopiés / <i>Student course books</i>	79
3	Manifestations scientifiques / <i>Scientific events</i>	80
3.1	Séance du Projet Interreg IIIB ALPRESERV, Kloster Seeon, Bavière, Allemagne, 6 mars 2007 / <i>Interreg IIIB ALPRESERV Project meeting, Kloster Seeon, Bararia, Germany, 6th March 2007</i>	80
3.2	Workshop IST - EPFL, 23 juillet 2007, EPFL Lausanne	80
3.3	Workshop <i>Routing System II</i> , 13 septembre 2007, LCH – EPFL, Lausanne	80
3.4	Symposium Rhône – Thur, 7 novembre 2007, Lausanne	80
3.5	Conférences publiques au LCH / <i>Public conferences at the LCH</i>	80
3.6	Conférences internes données au LCH / <i>In-house conferences given at the LCH</i>	81
3.7	Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	82
4	Personnel / <i>Staff</i>	83
4.1	Organisation du LCH / <i>Organisation of the LCH</i>	83
4.2	Collaborateurs en 2007 / <i>Staff in 2007</i>	84
4.3	Professeurs invités et hôtes académiques / <i>Visiting professors and academic visitors</i>	85
4.4	Événements spéciaux / <i>Special events</i>	85
4.4.1	Visite des gymnasiens 16 et 23 mars 2007	85
4.4.2	Visite WORLDMUN (World Model United Nations) – 29 mars 2007	86
4.4.3	Visite de l'école de Gordola au Tessin – 10 mai 2007	86
4.4.4	Visite d'une délégation chilienne – 10 mai 2007	86
4.4.5	Réception des professeurs Honoraires - 28 mai 2007	87
4.4.6	Visite des classes de 4 ^{ème} à 6 ^{ème} primaire – 26 juin 2007	87
4.4.7	Calendrier 2008 des barrages en Suisse / <i>2008 Calendar on Swiss dams</i>	88
4.5	Nouvelle entreprise créée par des collaborateurs du LCH / <i>Start-up created by LCH staff</i>	88
4.6	Distinctions 2007 au LCH / <i>2007 LCH Awards</i>	88
4.7	Diplômés du Master of Advanced Studies (MAS) en gestion et ingénierie des ressources en eau 2005 – 2007	89
4.8	Cérémonie d'ouverture du MAS in Hydraulic Engineering	90
5	Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i>	91
6	Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i>	94
6.1	Invités / <i>Invited</i>	94
6.2	Autres conférences / <i>Other conferences</i>	95
7	Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i>	98
8	Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i>	99
9	Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research funds</i>	99
10	Publications	101
10.1	Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	101

10.1.1	Référés / <i>Refered</i>	101
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	101
10.2	Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	101
10.2.1	Référés / <i>Refered</i>	101
10.2.2	Autres / <i>Others</i>	103
10.3	Thèse de doctorat / <i>PhD Thesis</i>	104
10.4	Communications du LCH / <i>LCH Communications</i>	104
10.5	Rapports non publiés / <i>Unpublished reports</i>	104

1 RECHERCHE / RESEARCH

1.1 Recherche fondamentale / *Fundamental research*

1.1.1 Interaction d'un déversoir latéral avec le transport solide par charriage et la morphologie du lit dans un canal / *Interaction of side weir overflow with bed-load transport and bed morphology in a channel*

Les déversoirs latéraux et les digues submersibles sont des dispositifs couramment utilisés pour régler le niveau d'eau d'une rivière ou d'un canal pour en dévier une partie du débit. Ils sont habituellement placés dans la digue latérale. Ils déchargent une partie du débit du cours principal quand la surface d'eau dans ce dernier atteint le niveau de leur crête (Figure 1).

Side weirs, also known as lateral weirs, and overflow dams are free overflow regulation and diversion devices commonly encountered in hydraulic engineering. They are set into the side of a channel or river allowing to spill a part of the discharge over their crest when the surface of the flow in the main-channel exceeds a certain level (Fig. 1).



Figure 1: Déversoir latéral sur la rivière Erlengraben près de Karlsruhe, sud de l'Allemagne / *Side overflow dam on the river Erlengraben, Karlsruhe, South of Germany*

La réduction du débit dans le canal principal conduit à une diminution de la capacité de transport solide (charriage) de ce dernier. Il se forme une surélévation du lit par un dépôt sédimentaire local situé à l'extrémité aval du déversoir (Figure 2). La section transversale réduite produit des effets de remous et des pertes locales d'énergie liées à des effets de contraction et d'expansion. En conséquence, la charge augmente sur le déversoir latéral. Le débit de dimensionnement est majoré par cette interaction avec le transport solide.

The lateral loss of water reduces the sediment transport capacity in the main-channel yielding to aggradation and the formation of a local sediment deposit in the downstream weir alignment (Fig. 2). The reduced cross section generates backwater effects and additional contraction and expansion losses. As a consequence, the head over the side weir rises and the side overflow discharge as well. The design discharge to be diverted over the weir is increased by this flow-sediment transport interaction.

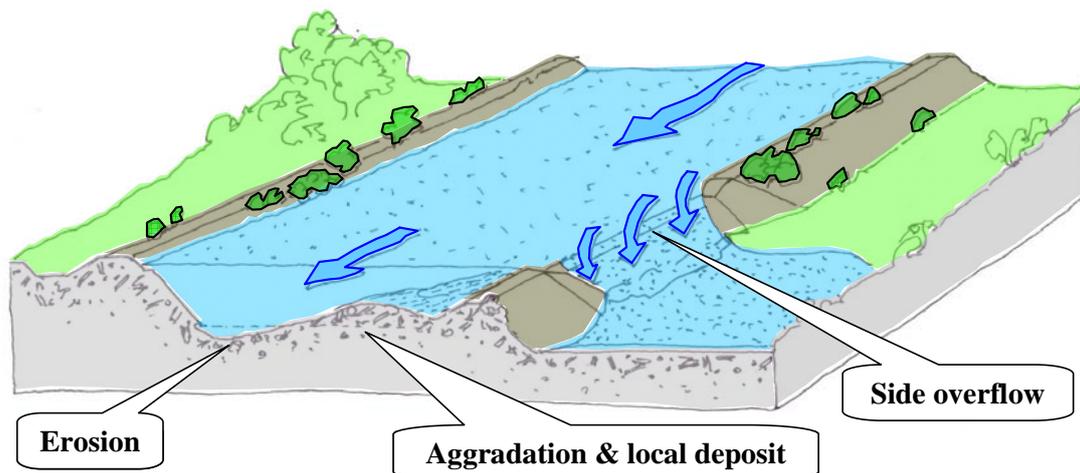


Figure 2: Processus principaux dans le canal principal à l'endroit d'un déversoir latéral / *basic processes taking place in the main-channel near a side overflow*

L'effet entre le déversement latéral, le transport solide par charriage et la morphologie du lit dans un canal n'a jamais été étudié jusqu'ici. Des essais systématiques sont donc réalisés pour quantifier cette interaction.

Since the interaction of side overflow with bed-load and bed morphology in a channel has not been studied so far, systematic tests have been performed.

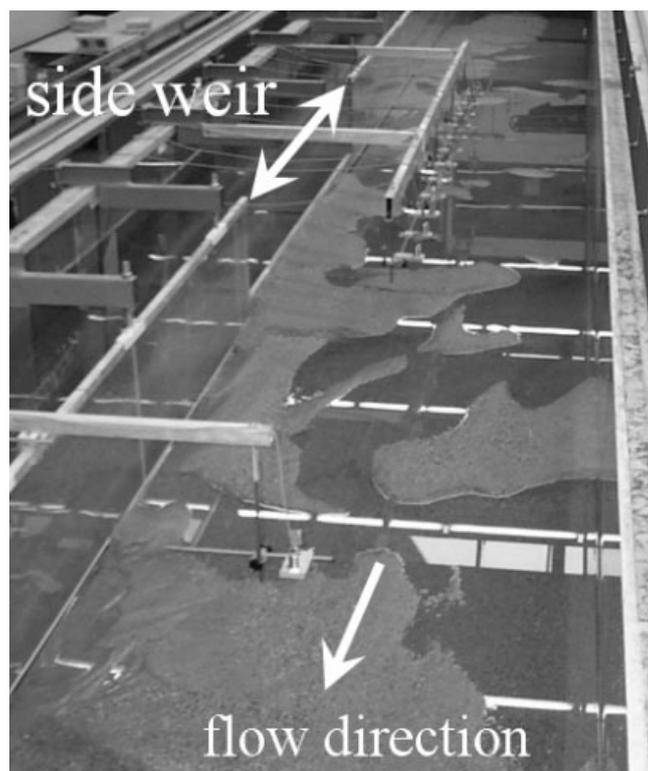


Figure 3: Installation expérimentale avec canal principal et lit mobile, déversoir latéral et canal de fuite / *Laboratory setup with main-channel and mobile bed, side weir and evacuation channel*

Trois séries d'essais, dont une de référence sans déversoir latéral, ont été effectuées dans un canal rectangulaire d'une longueur de 20.00 m, d'une largeur de 1.50 m et d'une hauteur de 1.20 m (Figure 3). La première série porte sur un déversoir latéral de 3.00 m de long et la seconde série sur un déversoir

Three test series and one reference experiment without side weir have been carried out in a 20.00 m long, 1.50 m wide and 1.20 m high rectangular flume (Fig. 3). The first test series consisted of a 3.00 m long side weir, the second one had a 6.00 m long weir and the third series was characterised by two

de 6.00 m. La troisième série étudie une géométrie caractérisée par deux déversoirs d'une longueur de 2.50 m chacun. Le débit d'approche varie entre $0.098 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q1 \leq 0.222 \text{ m}^3/\text{s}$. Le régime global d'écoulement est fluvial. La pente initiale moyenne vaut 0.21 %. Le lit mobile est caractérisé par une granulométrie $d_{50} = 0.72 \text{ mm}$. Les résultats enregistrent le niveau d'eau, le champ de vitesse 2D, le débit latéral déversé et l'apport des sédiments. La morphologie finale du lit est mesurée par photogrammétrie digitale (Figure 4).

weirs of 2.50 m length each. The approach discharge varied between $0.098 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q1 \leq 0.222 \text{ m}^3/\text{s}$. The overall flow regime has been subcritical. The average initial bottom slope was 0.21 %. The mobile bed was characterized by a median particle size of $d_{50} = 0.72 \text{ mm}$. During the experiments the water surface, the 2D-velocity field, the side overflow discharge and sediment supply were measured. The final bed morphology has been recorded by means of digital photogrammetry (Fig. 4).

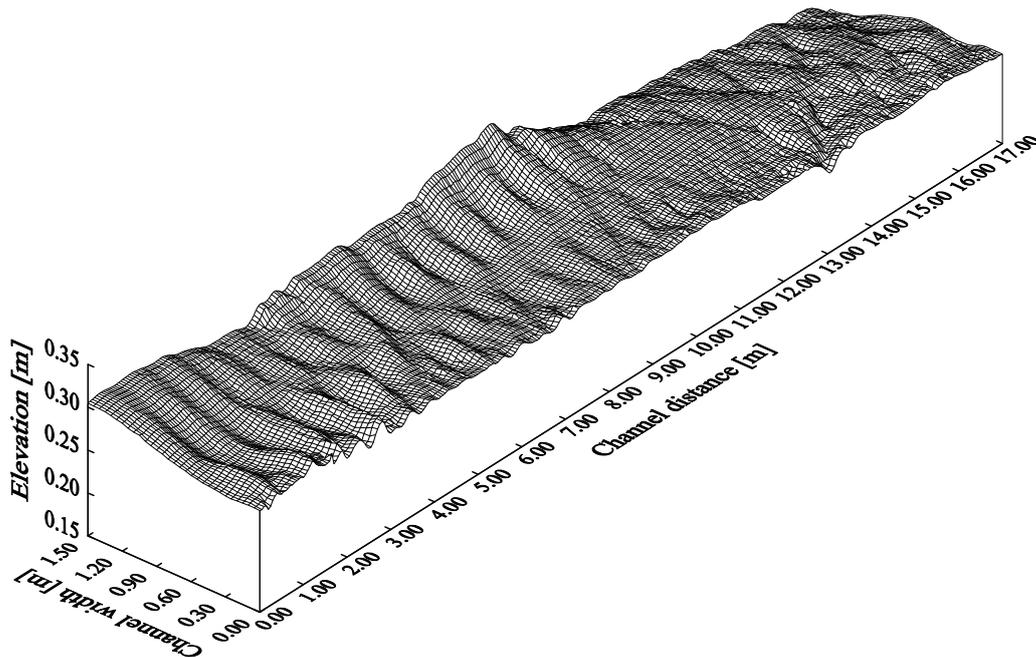


Figure 4: Vue 3D de la morphologie finale obtenue par photogrammétrie digitale. Note: Pour des raisons de la visibilité du dépôt sédimentaire, la rive droite et la rive gauche sont inversée / 3D-view of the final bed morphology obtained from digital photogrammetry. Note: For better visibility of the deposit, the left and right banks are inverted

Sur la base des résultats expérimentaux, deux modèles empiriques (1D et 2D) de prévision de l'évolution du lit mobile près du déversoir latéral sont développés. Ces modèles permettent une évaluation simple et directe de la morphologie de lit et de l'interaction du débordement latéral avec le transport solide par charriage. Ces modèles sont facilement applicables par les ingénieurs praticiens.

Le modèle 1D représente l'évolution longitudinale du lit mobile dans la région du déversoir. Le modèle 2D permet une variation supplémentaire du dépôt dans le sens transversal du canal. Une distribution de Maxwell est appliquée pour paramétrer les deux modèles. Les paramètres d'entrée, (position et hauteur maximale du dépôt, facteur de forme) sont exprimés de manière adimensionnelle en

Based on the systematic experimental flume study a one- and a two-dimensional empirical model for the prediction of the mobile bed evolution near the side weir have been developed. The models allow a simple and straightforward estimation of the interaction of a side overflow with bed-load transport and bed morphology in engineering practice.

The 1D-model represents the overall mobile bed evolution in the weir reach. The model takes into account a deposit being uniform over the channel width. The height of the deposit only varies in longitudinal direction. In addition to the 1D-approach the 2D-model incorporates the variation of the deposit over the channel width.

For the parameterisation of the two models a Maxwell-type distribution function is applied.

fonction de la géométrie du canal et du déversoir ainsi que des paramètres hydrauliques et des relations de transport solide. Pour l'approche 2D, un rapport additionnel est développé pour considérer la variation transversale du dépôt.

Pour l'implantation des modèles dans une modélisation numérique, des expressions algébriques sont établies pour le positionnement du dépôt.

La déposition au pied du déversoir latéral a généré une augmentation du débit déversé jusqu'à un facteur 3 par rapport à un lit plat et fixe. Dans le contexte de l'étude expérimentale, environ 25 % de l'augmentation du débit déversé est attribuée aux effets de rugosité de forme et environ 75 % est lié aux phénomènes d'alluvionnement. À cet égard, la hauteur du dépôt représente le paramètre le plus important. L'emplacement du dépôt par rapport à la position du déversoir latéral a une influence plus faible. La forme aval du dépôt n'a qu'une importance mineure.

La capacité des modèles empiriques est examinée à l'aide d'un modèle numérique de simulation 1D. Les résultats numériques reproduisent les mesures à hauteur d'environ 85 % pour le modèle empirique 1D et d'environ 91 % pour le modèle empirique 2D. La différence est principalement liée à la variation latérale possible dans le modèle 2D.

De plus, une formule simple est établie pour estimer directement le débit déversé en présence d'un lit mobile.

Enfin, les modèles empiriques sont appliqués pour une étude de cas sur le Rhône suisse alpin supérieur à l'amont du Lac Léman. Dans le cas d'un lit plat sans dépôt, la protection est assurée pour une crue centennale. Avec l'impact d'un lit mobile, la protection augmente au niveau d'une crue extrême. Ceci implique un volume suffisant de la zone de rétention.

Le dépôt transversal, biaisé par rapport à l'axe de l'écoulement principal, induit la formation d'une gouttière oscillante d'érosion à l'aval du déversoir. Pour la description de cette évolution sinusoïdale du thalweg, des expressions indicatives sont développées.

Afin d'examiner les possibilités d'un outil numérique pour reproduire les phénomènes d'alluvionnement du lit observés dans les expériences, des simulations numériques 1D avec transport solide par charriage ont été effectuées (DUPIRO). Ces calculs reproduisent les principaux phénomènes expérimentaux de manière raisonnable.

Input parameters for both models such as the location and height of the maximum bed elevation and a shape factor are expressed in terms of non-dimensional geometric channel and side weir variables as well as hydraulic parameters and bed load transport relations. For the 2D-approach an additional relationship considering the spanwise variation is developed.

To implement the models in numerical flow simulations expressions for the location of the empirical deposit relative to the side weir are established.

Regarding the impact of the deposit on the intensity of side overflow it has been found out that the spilled discharge might increase by a factor of up to 3 compared to fixed plane bed conditions. In this context about 25 % of the total increase is attributed to effects of form roughness and about 75 % to bed aggradation phenomena. In this regard the height of the deposit represents the most important parameter. The location of the deposit with respect to the position of the side weir has a smaller influence, whereas the downstream shape of the deposit is of minor importance.

To test the prediction accuracy of the models they have been implemented into 1D-flow calculations. The prediction accuracy of the side overflow was about 85 % for the 1D-model and about 91 % for the 2D-model. The difference is mainly caused due to the implementation of the spanwise variation in the 2D-model.

Besides the two models a simple relationship for direct estimation of side overflow discharge in presence of bed-load transport has been established.

The empirical models have been applied in a case study on the Rhone river upstream of Lake Geneva in Switzerland. In the case of a flat bed without deposit a protection for a flood event with a hundred year return period persists. Taking into account the mobile bed evolution a protection even for an extreme flood might be obtained - presuming a sufficiently large retention volume.

The skewed deposit induces the formation of an oscillatory erosion gutter downstream of the weir. For the description of the sine-generated evolution of the thalweg indicative expressions are proposed.

In order to test the capability of a numerical tool to reproduce the bed aggradation phenomena observed in the experiments, 1D-numerical simulations with bed-load transport

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

Thèse de doctorat : Dr Burkhard Rosier

have been performed (DUPIRO). From these computations it can be concluded that the most experimental phenomena are captured with reasonable accuracy.

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

Ph.D. thesis: Dr. Burkhard Rosier

1.1.2 Modèle de prévision et de gestion des crues / Flood forecast and management model

Les crues ne sont pas seulement une fatalité. Les dégâts qu'elles engendrent, la peur qu'elles suscitent et les vies qu'elles emportent ne résultent pas toujours de la puissance seule des éléments, et l'Homme a le devoir de s'en prémunir, dans la mesure de ses possibilités. L'une des mesures consiste à exploiter au mieux certains ouvrages issus de son génie : ce sont les grands barrages et leurs retenues d'accumulation. Par leurs capacités et leur flexibilité, ils offrent un moyen efficace de gérer les débits dans les cours d'eau situés en aval, grâce à la rétention d'importants volumes dans leurs réservoirs. Ils permettent de plus de libérer par avance le volume nécessaire à la protection contre les crues, sans pertes économiques, au moyen des turbines et des organes de vidange vannés. Cela s'appelle la vidange préventive.

Floods are not only due to fatality. It is the responsibility of the human being to protect himself from heavy damages due to natural elements, and he sometimes has the chance to profit from a given situation to influence events. One of these possibilities is to manage floods by using existing dams and reservoirs, which can be efficiently operated to control the downstream discharges. Moreover, their retention capabilities may be enhanced by preventive gate or turbine operations, based on a flood forecast.

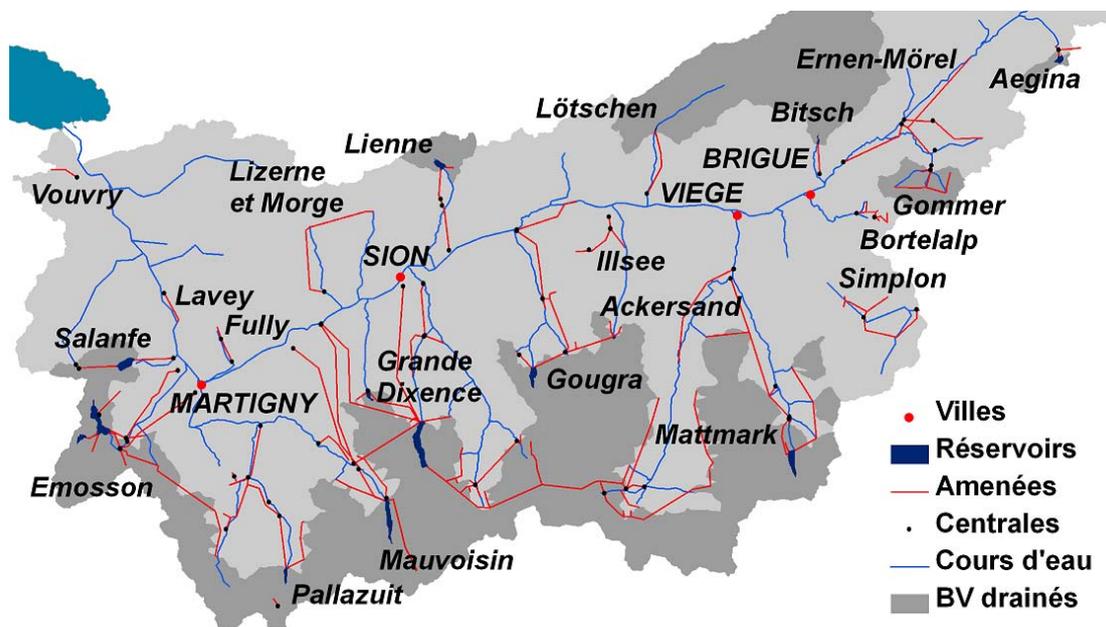


Figure 1: Situation du bassin versant du Rhône à l'amont du Léman avec ses principaux aménagements hydroélectriques / Situation of the catchment area of the Rhone river upstream of Lake Geneva and the main hydropower plants

Ce travail de recherche a comme objectif de développer les méthodes d'évaluation des

The objectives of this research were to develop a new model for flood prediction and

opérations de vidange préventives des retenues d'accumulation, nécessaires à la protection contre les crues du Rhône à l'amont du Léman, et d'en extraire un outil d'aide à la décision. Ce système se compose de plusieurs modèles qui, assemblés bout à bout, fournissent aux décideurs les informations nécessaires pour permettre un choix objectif. Le premier composant du système est un modèle de prévision météorologique développé et exploité par MétéoSuisse, le deuxième un modèle de prévision hydrologique, et le dernier un modèle d'optimisation des opérations de vidange préventives des réservoirs.

Le modèle de prévision hydrologique se base sur un concept de modélisation hydrologique semi-distribuée, développé à l'HYDRAM-EPFL. Ce concept permet l'intégration de champs tridimensionnels de températures, précipitations et évapo-transpirations potentielles pour simuler les processus de fonte des glaciers, de constitution et de fonte du manteau neigeux, d'infiltration et de ruissellement de surface. L'outil informatique mis au point et utilisé pour cette modélisation, Routing System II, permet aussi le routage des débits dans les cours d'eau ainsi que l'intégration explicite d'ouvrages hydrauliques tels que prises d'eau en rivière, collecteurs, réservoirs, évacuateurs de crue et turbines. Ces différents outils sont exploités au mieux dans ce travail de recherche pour la construction d'un modèle de simulation du bassin versant du Rhône à l'amont du Léman, incluant les 10 principaux aménagements hydroélectriques qui s'y trouvent (figure 1). Il est calé et validé pour un pas de temps horaire sur une période totale de 60 mois, et intègre également les données de production hydroélectrique des aménagements considérés. Sa performance lui permet de représenter les différents cycles hydrologiques, ainsi que les crues dont l'intensité et la phase sont judicieusement reproduites par le modèle. Enfin, le modèle développé dans ce travail est capable d'assimiler en temps réel les observations pour s'ajuster automatiquement et ainsi améliorer ses conditions initiales avant d'effectuer une nouvelle prévision hydrologique.

L'outil d'optimisation des opérations préventives s'appuie sur les prévisions hydrologiques et fournit des consignes opérationnelles claires, en exploitant de manière déterministe les prévisions de débit entrant dans les retenues ainsi que les prévisions de débit aux différents points de contrôle dans les cours d'eau aval. Il

management for the Rhone river basin upstream from Lake of Geneva. Also, the underlying objective was to create an operational discharge prediction and decision making tool, taking advantage of 72 hours ahead of the weather forecast provided by MeteoSwiss. A new hydrological model was developed as well as another optimization tool for the preventive turbine and gate operations of large hydropower reservoirs.

The new hydrological forecasting tool is based on a concept developed by the HYDRAM-EPFL. This concept allows the model to integrate tri-dimensional rainfall, temperature and evapo-transpiration fields and to simulate multiple hydrological processes. Indeed, the model is able to simulate glacier melt, snow pack constitution and melt, soil infiltration and runoff. The altimetric temperature gradient is considered by subdividing each basin into elevation bands, which allows segregating rainfalls and snowfalls. New software called Routing System II was used and improved for modelling the catchment area. This object-oriented modelling tool permits the integration of flood routing in rivers as well as hydraulic structures such as river water intakes, reservoirs, turbines, gates and regulated systems. All these new products were used to build a flood prediction model, including the 10 major hydropower plants of the Rhone River basin upstream from Lake of Geneva (Fig. 1). It has been calibrated and validated over a 60 months' period for a one hour time step continuous simulation. It also integrates all hydroelectricity production data of the existing hydropower plants. Its performance allows to correctly represent all hydrological cycles as well as the observed floods, whose phases and intensities were perfectly simulated. Moreover, a new procedure for real-time data assimilation was developed in the model, in order to automatically adjust the initial conditions before starting a new hydrological forecast.

The new optimization tool uses the hydrological forecast, especially the inflow forecasts in the reservoirs and the hydrographs at the numerous control points in the river network. This tool takes into account the mentioned data in order to provide an operational decision about any necessary preventive turbine or gate operations. It also allows the decision maker to obtain an indication on the cost of the decisions and of the non-decisions, as well as of the cost of an inappropriate decision due to an error in the flood forecast. This algorithm

est en outre capable de fournir les coûts associés aux décisions, aux non-décisions et à une erreur de prévision. Cet algorithme a été validé par comparaison avec un algorithme évolutif appelé MOO, développé au LENI-EPFL, et offre une performance similaire, tout en nécessitant des temps de calcul largement inférieurs. Les résultats proposés par l'outil d'optimisation sont automatiquement intégrés dans le modèle de simulation hydrologique où ils sont finalement validés.

was validated against full simulation and against another optimization evolutionary algorithm called MOO, developed in the LENI-EPFL. It is able to provide a similar efficiency without excessive computation time and to forward these results automatically into the simulation model for validation.

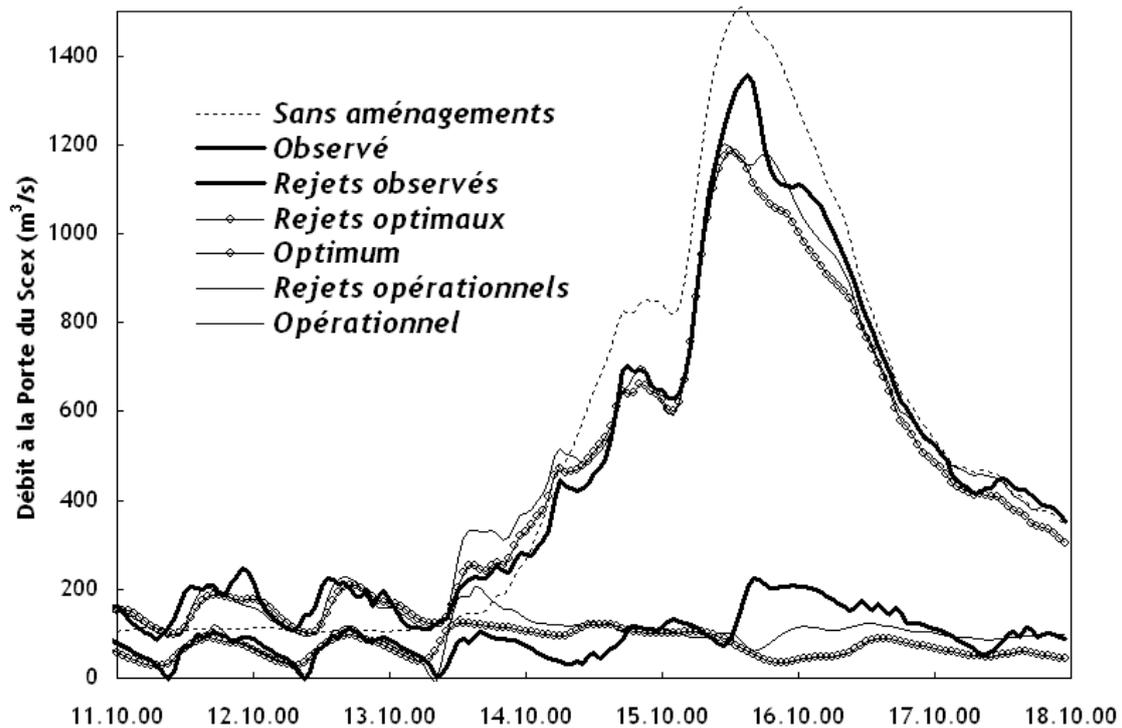


Figure 2: Hydrogrammes sans aménagements, observé et optimum - crue octobre 2000 / Hydrogrammes without hydropower schemes, observed and optimum - October 2000 flood

La performance du modèle de prévision et de gestion des crues a été mesurée sur la base des crues historiques de 1993 et 2000, ainsi que lors de l'alerte crue de septembre 2006 où il a été utilisé de manière opérationnelle. Les résultats obtenus indiquent que malgré le haut degré d'incertitude entourant les modèles de prévision, les décisions proposées par le système sont proches des décisions optimales prises a posteriori. L'application de ce système au bassin versant du Rhône à l'amont du Léman démontre que l'effet de laminage historiquement produit par les réservoirs peut être largement augmenté. En effet, la réduction du débit de pointe par laminage, observée dans le Rhône à l'exutoire du bassin versant, était de 12% en 1993 et de 10% en 2000. Si le modèle de prévision et de gestion des crues avait été exploité lors de ces crues, la réduction du débit de point aurait pu atteindre 26%

The operational performance of the flood prediction and management model was evaluated by simulation of two major flood events occurred in the Rhone river basin in September 1993 and October 2000 as well as by a first operational use in September 2006. The obtained results indicated that if the decisions relative to the operations of the 10 considered hydropower plants had been in accordance with the new decision tool, the decision would have been similar to a posteriori optimal solution. The application of the model to the Rhone River catchment area demonstrates the possibility to widely increase the protection effect due to the existing reservoirs. In fact, the observed reduction of the peak flow in the Rhone basin outlet was 12% in 1993 and 10% in 2000. By using the new model, the reduction would have reached 26% in 1993 and 21% in 2000. In this case, impor-

et 1993 et 21% en 2000, ce qui aurait permis d'éviter des dégâts importants à proximité du cours d'eau (figure 2).

Ce travail recherche a permis d'une part de démontrer le potentiel de protection contre les crues par la gestion optimisée des aménagements hydroélectriques à accumulation. Il a d'autre part abouti à un modèle de gestion théorique utile en phase de planification, et enfin à un modèle opérationnel, appliqué au bassin versant du Rhône, dont l'objectif est maintenant d'exploiter au mieux ce potentiel de protection. Grâce à des outils de modélisation, de prévision, d'assimilation et d'optimisation compacts et performants, le modèle est convivial et utilisable en temps réel.

Bien que ce système soit actuellement opérationnel et convainquant, il serait encore profitable d'approfondir le traitement de l'incertitude dans toute la chaîne d'information du système, avec en point de mire l'indication, pour chaque décision, de son risque objectif associé.

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

Thèse de doctorat : Dr Frédéric Jordan

tant damages could have been avoided near the riverside (Fig. 2).

This research project offers the possibility to highlight the potential of an increased flood routing into the existing accumulation reservoirs. It leads to a new theoretical optimization model, which can be used at a planification stage to evaluate the optimal flood routing influence of a multireservoir system. Finally, a new flood forecast and management model was developed for the Rhone River catchment area. This tool is in operation and its aim is now to optimize the existing flood protection potential. Thanks to its new performing forecast, data assimilation and optimization tools, the model is user-friendly and can be used in real-time.

Although the system is now operational and convincing, it would be more profitable to explore the possibilities of dealing with uncertainty in the whole information path of the system. As a main goal, the system should be capable of providing the decision maker with an optimal decision and its associated objective risks.

Research funded by the Canton of Valais and the Federal Office for the Environment (FOEN)

Ph.D. thesis: Dr. Frédéric Jordan

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

Les marées noires peuvent créer de graves dommages au milieu naturel marin et aux organismes vivants qui en dépendent. L'expérience montre cependant que malgré les efforts importants consentis pour leur prévention, les pollutions marines ne peuvent être définitivement empêchées.

Aussi longtemps que le risque de pertes d'hydrocarbures existe, un équipement et des techniques spéciales de récupération et de stockage sont nécessaires. La technique la plus couramment utilisée est la récupération et le stockage des nappes superficielles à l'aide de barrières flottantes. Celles-ci peuvent également être utilisées pour la protection des zones côtières contre la marée noire. Selon cette même idée, une barrière anti-pollution originale, appelée système Cavalli, a récemment été développée. Son principe est d'empêcher la diffusion des hydrocarbures déversés en les encerclant à l'intérieur d'un réservoir souple flottant puis de les épaissir en

Marine oil spills can cause serious environmental damages to natural resources and to those whose sustenance depends upon these resources. Unfortunately experience shows that even the best efforts have not prevented occasional occurrences of major accidents on the sea.

As long as massive oil spills are probable, special techniques and equipments will remain essential to facilitate spill cleanup in coastal regions.

Oil spill containment booms are the most commonly adopted techniques to collect and contain oil on the sea surface, or to protect specific areas against slick spreading. Recently, an anti-pollution boom called the Cavalli system, has been designed with the intention of preventing the spread of spilled oil by trapping it inside a flexible floating reservoir and improving the pumping operation by decreasing the reservoir surface, and conse-

réduisant la surface confinée afin de faciliter l'opération de pompage de la nappe.

Bien que l'utilisation de barrières flexibles tende à se généraliser, la connaissance précise de leur fonctionnement fait encore défaut. Une revue de littérature étendue a montré que la plupart des recherches réalisées, de nature tant physique que numérique, ont considéré des barrières rigides.

quently increasing the oil layer thickness.

Although flexible barriers have become increasingly common as a cleanup facility, there is no more than inadequate elaborate knowledge about their behavior. According to an extensive literature review, most of existing researches, either physical or numerical, have been done for rigid barriers.

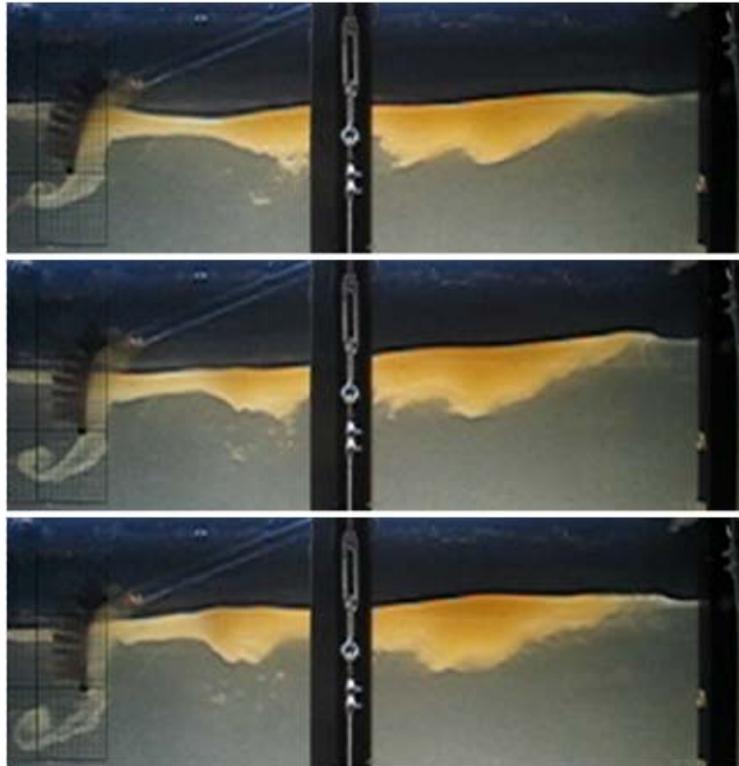


Figure 1: Drainage d'huile au-dessous d'une barrière souple de 10 cm de projet; vitesse d'écoulement : 20 cm / s, la séquence des photos est de 0,1 s / *Surging drainage failure for a flexible barrier with 10 cm draft; mean flow velocity is 20 cm/s; the sequence of photos is 0.1 s*

Lors du lancement de ce projet de recherche, la principale motivation était d'étudier l'efficacité et les limites opérationnelles du système Cavalli sans toutefois se limiter à ce cas particulier. De manière élargie, la présente recherche se focalise sur le comportement des barrières flexibles contenant une couche d'hydrocarbures. Les précédentes recherches sur le sujet, concernant exclusivement les barrières rigides, ont été réalisées sur des plans d'eau calmes. Ici, une attention particulière a été portée sur le comportement d'une barrière flexible en présence non seulement de courant mais aussi de vagues.

Des approches à la fois expérimentale et numérique ont été entreprises pour évaluer le comportement limite et l'efficacité des barrières flexibles. Des expériences bidimensionnelles ont été réalisées dans un canal d'essai de 6.5 m de longueur, 1.2 m de profondeur et

The main motivation for introducing the present research project is to study the efficiency and operational limits of the Cavalli system. However, the objectives are not constrained to this particular case. The present investigation focuses on the behaviour of flexible barriers containing spilled oil. Previous researches of containment booms, even for the case of rigid barriers, have been mainly carried out in calm water. Accordingly, the main concentration is devoted to the response of a flexible barrier in presence of sea waves.

Both experimental and numerical approaches were pursued to evaluate the efficiency limits and behaviour of flexible barriers.

Two-dimensional experiments have been carried out in a laboratory flume 6.5 m long, 1.2 m deep, and 12 cm wide. Flexible and rigid barriers containing rapeseed oil were examined, with and without waves (Fig. 1).

12 cm de largeur. Des barrières souples et rigides contenant de l'huile de colza ont été testées avec et sans vagues (figure 1).

Dans une première étape, le comportement d'une barrière souple dans un courant sans vagues a été analysé et comparé à celui d'une barrière rigide. Le défi principal était alors de retenir l'huile derrière une barrière flexible, qui peut se déformer librement sous l'effet de l'écoulement. Pour ceci, une jupe fendue a été installée sur les deux bords latéraux de la barrière flexible, qui vient se plaquer sur les parois du canal d'essai pour éviter les fuites latérales. La limite de fonctionnement de la barrière souple avec l'huile de colza est atteinte lorsque des pertes sont observées. La vitesse limite d'entraînement a été étudiée pour différentes conditions expérimentales. Une relation empirique est proposée pour l'estimation de la vitesse relative maximale entre l'huile et l'eau, en fonction des caractéristiques de la barrière et de l'huile. Les caractéristiques de la nappe retenue par la barrière ont été analysées et des équations sont également proposées pour prédire la longueur de la nappe et l'épaisseur du front en fonction du volume d'huile.

As the first step, the behaviour of a flexible barrier in currents without waves was studied and compared to that of a rigid barrier. The key challenge was to contain the oil behind a flexible barrier that can freely deform in the water flow. This could be achieved using a slitted side skirt on the boom where it faces the lateral wall of the flume. The failure mode observed for rapeseed oil was entrainment failure.

The initial failure velocity of different experimental conditions was studied and an empirical relationship was suggested in order to assess the maximum permissible oil-water relative velocity as a function of barrier draft and oil characteristics. The geometrical characteristics of the contained slick were examined and empirical equations were proposed to predict the slick length and headwave thickness as a function of contained oil volume.

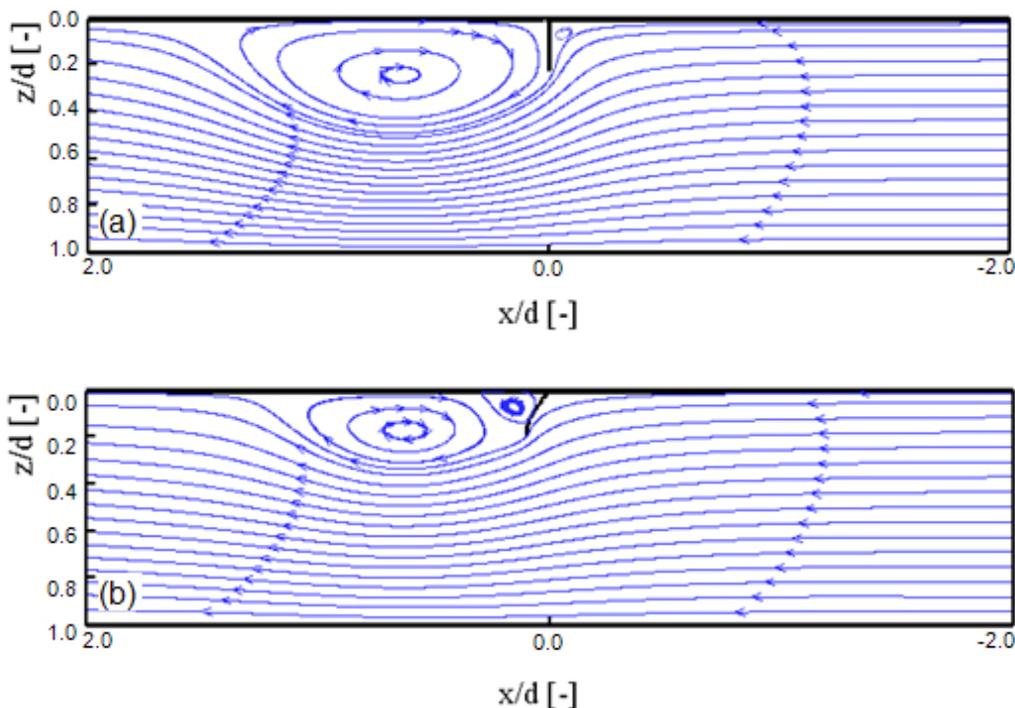


Figure 2: Trajectoires de courants dans le voisinage de différentes barrières : barrières (a) rigide et (b) souple / *Streamlines in the vicinity of different barriers: (a) rigid barrier; (b) flexible barrier*

La seconde étape, la plus importante, concerne l'étude expérimentale d'une barrière souple en présence de vagues. Cinq vagues caractéristiques ont été testées et l'analyse a porté sur la relation entre la vitesse critique

The second and more significant step was to conduct experiments with a flexible floating barrier in presence of five different waves. The analysis focused on the relationship between the failure velocity and the wave parameters

d'entraînement et les paramètres des vagues, en considérant également le comportement de la barrière souple. Là encore, des équations empiriques ont été développées pour la prédiction de la vitesse critique et des caractéristiques géométriques de la nappe. En présence de vagues, indépendamment de la vitesse critique d'entraînement d'huile, une limite de fonctionnement du système a été observée. Les paramètres déterminants pour ce mode de rupture sont la cambrure des vagues et l'épaisseur de la nappe d'huile.

En diminuant la période des vagues, ou en augmentant leur hauteur, les vagues interfaciales deviennent plus agressives et la limite de fonctionnement est atteinte pour une vitesse d'entraînement plus faible. Les barrières flexibles sont alors plus sensibles aux caractéristiques des vagues. En appliquant des échelles de temps et de longueur appropriées, une période critique de 6 s et une hauteur de vague de 0.5 mètres sont proposées comme limites de fonctionnement pour le prototype.

Des mesures précises des profils de vitesses et du champ d'écoulement à proximité des barrières ont été réalisées pour différentes conditions expérimentales au moyen des techniques UVP et LSPIV. Ces mesures ont largement contribué à la bonne compréhension de l'hydrodynamique dans la zone proche de la barrière. Les caractéristiques du front à l'extrémité amont de la nappe d'huile ont été comparées à celles d'un courant de gravité. Malgré les similarités géométriques, cette analyse a montré que les deux phénomènes sont fondamentalement différents.

Pour améliorer la compréhension des mécanismes associés à la limite d'entraînement d'huile, des simulations numériques de l'écoulement multiphasique ont été réalisées à l'aide du code FLUENT utilisant la méthode des volumes finis (FVM) (figure 2). La comparaison des conditions d'écoulement et des champs de vitesses obtenus par simulation numérique, avec les résultats expérimentaux, confirme la capacité des modèles numériques à simuler les écoulements multiphasiques.

Recherche financée par l'Union Pétrolière Suisse.

Thèse de doctorat : Dr Azin Amini

with an emphasis on the behaviour of flexible barriers. Likewise, empirical equations were proposed for the prediction of the initial failure velocity and geometrical characteristics of the slick. A type of drainage failure, namely, surging drainage was observed in the presence of waves. It was shown that the wave steepness and oil layer thickness are the dominant parameters in such failure.

It was noticed that by decreasing the wave period or increasing the wave height, interfacial waves became more aggressive and consequently failure initiated at a lower velocity. Flexible barriers were more sensitive to the variations of wave characteristics. Applying appropriate time and length scales, a critical wave period of 6 seconds and wave height of 0.5 meter were proposed for the prototype.

Accurate measurements of velocity profiles and flow patterns in the vicinity of barriers with different conditions by means of Ultrasonic Velocimetry Profiling (UVP) and Large-Scale Particle Image Velocimetry (LSPIV) methods provided a reasonable understanding of the hydrodynamics in the vicinity of the barrier.

The characteristics of the headwave at the upstream end of the oil slick were deliberately compared to those of gravity currents. It was concluded that despite geometrical similarities, these two phenomena are quite diverse. Furthermore, the oil-water interface was traced by detecting the maximum ultrasonic echo intensity, and velocity profiles in water and oil phases were independently obtained.

To enhance the understanding of the mechanisms associated with oil containment failure, numerical simulations of multiphase flow were carried out using FLUENT code, applying the finite volume method (FVM) (Fig. 2). Comparisons between the obtained flow pattern and velocity field derived from numerical simulations and precise experimental measurements confirmed the capability of the numerical model to simulate the multiphase flow.

The turbulence wake downstream of rigid and flexible barriers was simulated with and without the presence of oil phase. The simulations revealed the effect of contained oil on flow pattern and consequently the drag force acting on the barrier.

Research financed by the Swiss Petroleum Union.

Ph.D. thesis: Dr. Azin Amini

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

Le processus de la sédimentation est une menace sévère pour les lacs artificiels qui servent comme réservoirs à la production d'énergie hydraulique, à l'eau potable et à 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 en dehors du réservoir de façon continue afin d'assimiler les conditions naturelles d'avant la construction du barrage. Ceci est même possible sans perte de volumes d'eau si l'on évacue les sédiments par les turbines. Pour faire entrer les sédiments dans l'eau de turbinage il faut les avoir en suspension immédiatement devant la prise d'eau. Un processus d'érosion pour détacher les sédiments déjà déposés sur le fond et un processus de resuspension avec un écoulement ascendant sont requis pour lever les sédiments.

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 almost 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.



Figure 1: Modèle physique avec l'installation prête pour une mesure PIV (Particle-Image-Velocimetry) afin d'évaluer le coefficient de traînée des "sédiments" (coquilles de noix moulues) utilisés dans les expériences / *Physical model with the installation ready to do PIV (Particle-Image-Velocimetry) in order to evaluate the drag coefficient of the "sediments" (ground nutshells) used in the experiments*

La présente recherche a comme but de fournir des méthodes favorisant ces processus avec un

The present research study should provide methods which allow these processes using a

minimum d'énergie externe et en utilisant les eaux captées sur les bassins versants voisins. La quantité de mouvement, composée du débit (jets et courants de densité) et la hauteur de chute de ces dérivations peuvent être utilisées pour créer un écoulement érosif, rotationnel et ascendant si ces adductions sont introduites dans une configuration adéquate. Cet écoulement devrait entraîner des sédiments jusqu'au niveau de la prise d'eau tout en contrôlant la concentration de sédiments.

Le but de l'étude de recherche est de trouver une méthode faisable et économiquement et écologiquement attractive qui puisse facilement être adoptée pour dégager les sédiments. Le projet de recherche vise à optimiser la meilleure méthode trouvée dans des essais préliminaires.

L'étude des processus physiques cités auparavant est basée sur une approche numérique et expérimentale.

Le modèle physique est prêt (figure 1). Les expériences nécessaires sont définies, le programme d'essais est établi. Les premières expériences seront effectuées au début de l'année 2008.

Les simulations numériques sont faites avec le logiciel commercial ANSYS-CFX. Le cas de référence sans dispositif externe a été simulé. Les simulations avec les jets ont été initiées. Au départ les mêmes configurations que dans le modèle physique seront calées. Par la suite, le modèle numérique sera utilisé pour développer d'autres configurations, pour les tester avec plusieurs paramètres et pour faire le transfert à l'échelle du prototype. Finalement, il est prévu de faire une étude de cas d'un réservoir réel avec la topographie existante.

Recherche financée par swisselectric research.

Doctorante: Jolanda Jenzer Althaus

minimum of external energy and making use of the inflow from water transfer tunnels feeding the reservoir. The momentum fluxes (jets) composed of discharge and the energy head of these water transfer tunnels can be used to create an erosive and a rotational upward flow by an adequate arrangement. This flow 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 be easily adopted in order to evacuate the sediments. The research project will help to optimize the best method found in preliminary experiments.

The research study of the above mentioned physical processes is based on an approach of numerical and experimental modelling.

The physical model is ready. The necessary experiments are determined, a modelling program is defined. The first experiments will take place at the beginning of 2008.

The numerical simulations are done with the help of the commercial flow solver ANSYS-CFX. The reference case where no measure is adopted has already been simulated. The simulations with the jets have been started. At the beginning the same configurations as in the physical model are calculated and calibrated by the results of the physical model. After this step the numerical model will be used to develop further configurations, to test those with several parameters and to do the transfer from the model scale to the prototype scale. Finally it is planned to do a case study of a real reservoir with the existent topography.

Research financed by swisselectric research.

Ph.D. Student: Jolanda Jenzer Althaus

1.1.5 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. 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

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. 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

problème complexe. La conception, le dimensionnement et la gestion de tels aménagements nécessitent ainsi de nouvelles approches.

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

managing in an integrated way such multipurpose hydraulic schemes thus require new approaches.

The first objective of the present work is the comprehension of the complex system formed by a multipurpose hydraulic scheme 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.

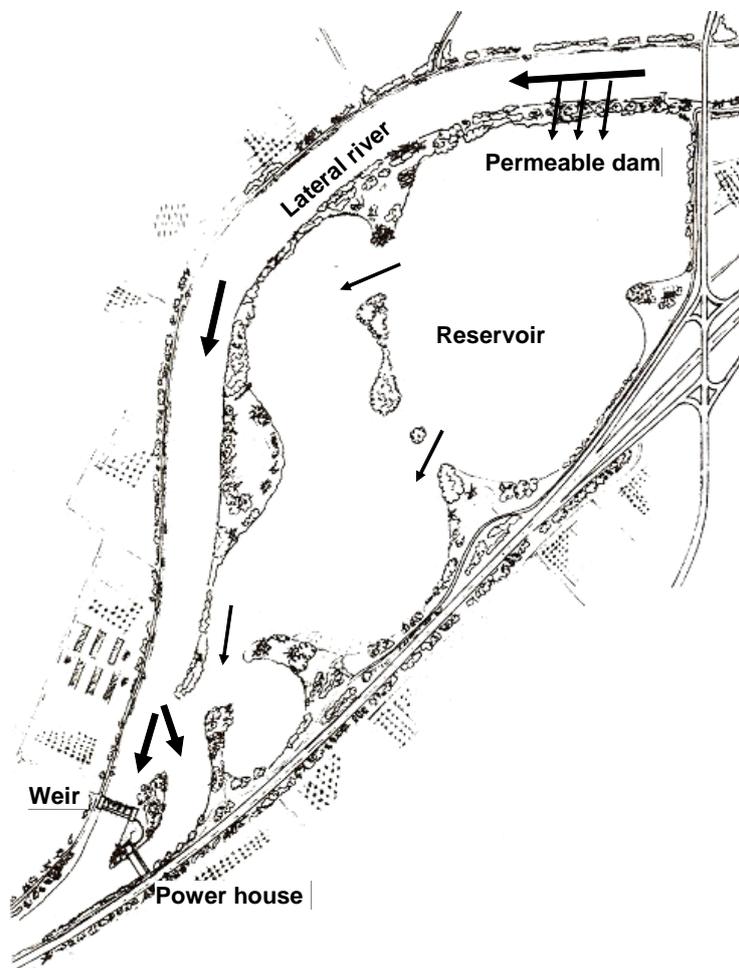


Figure 1: Schéma d'un aménagement à buts multiples intégré in situ (Bollaert & al., 2000) / Layout of a multipurpose project integrated in situ (Bollaert & al., 2000).

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

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 (key factors). In the particular case of the multipurpose run-of-

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 (figure 1).

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 (Fig. 1).

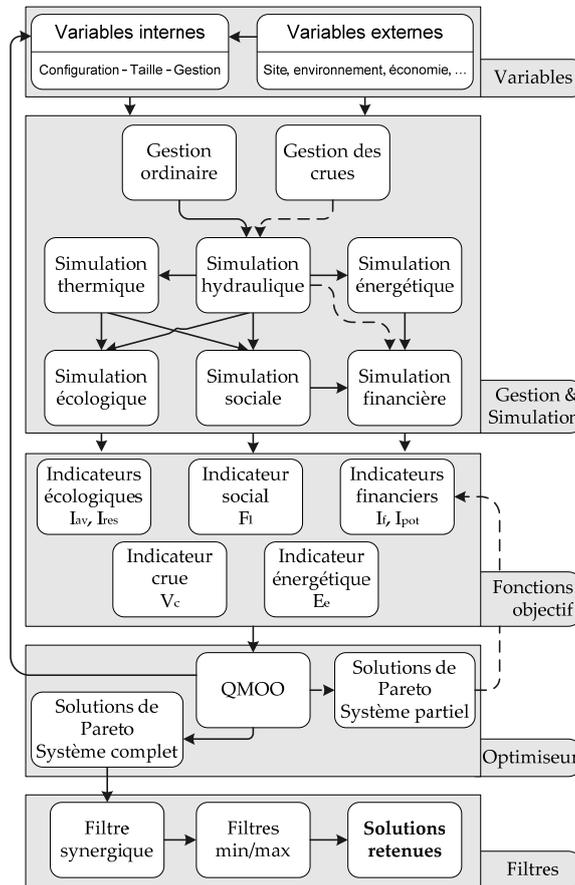


Figure 2: Articulation de l'algorithme utilisé / *Global flow-chart*

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 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. 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 optimisation du dimensionnement des turbines, spécifique-

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 to reduce the downstream flow variations with the objective of maximizing energy production. It also results in minimal reservoir water level variations. The simulation models then calculate 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. An optimization of the turbine dimensioning, specifically applicable in case of highly variable water levels (upstream and downstream) and flow discharge, is also developed (Fig. 2).

ment applicable dans le cas de niveaux d'eau amont et aval très variables, est également développée (figure 2).

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 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.

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 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.

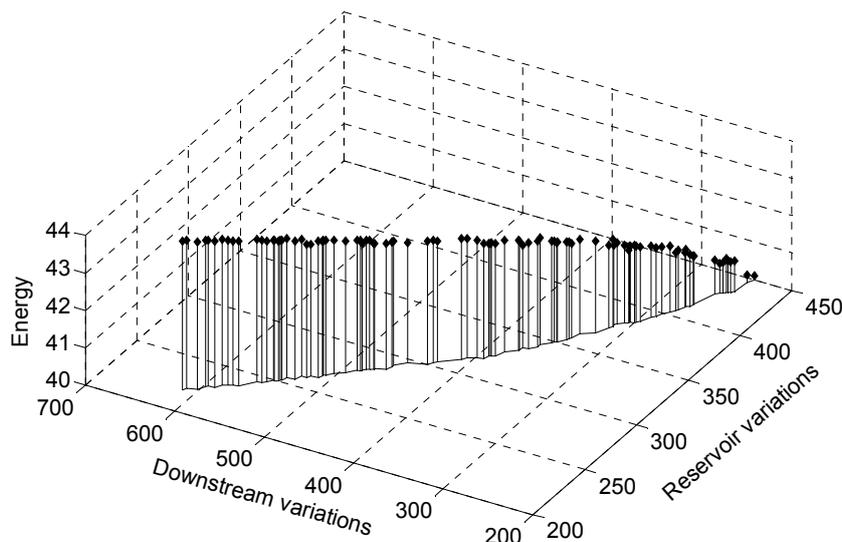


Figure 3: Front de Pareto pour une optimisation énergétique (GWh/an) selon les variations aval ($m^3/s/min/an$) et les variations dans le réservoir (m^3/an). L'axe Z commence à 40 GWh/an / *Pareto optimization with energy production (GWh/year), downstream variations ($m^3/s/min/year$) and reservoir variations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

La méthodologie est appliquée à un cas d'étude sur le Rhône valaisan. Les solutions 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 est appelée gain synergique. Les solutions trouvées nécessitent un investissement compris entre 150 et 180 Mio CHF. Elles permettent de

The complete methodology 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 %. 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

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 m³ (figure 3).

Ce travail de recherche, mené au sein d'une équipe pluridisciplinaire composée d'écologues, d'architectes, d'ingénieurs civils et mécaniciens, 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 (figure 4). 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.

impact calculated at 55'000 visits per year. The available volume for flood management oscillates between 5 and 8 Mio m³ (Fig. 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 of the suggested solutions (Fig. 4). 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.

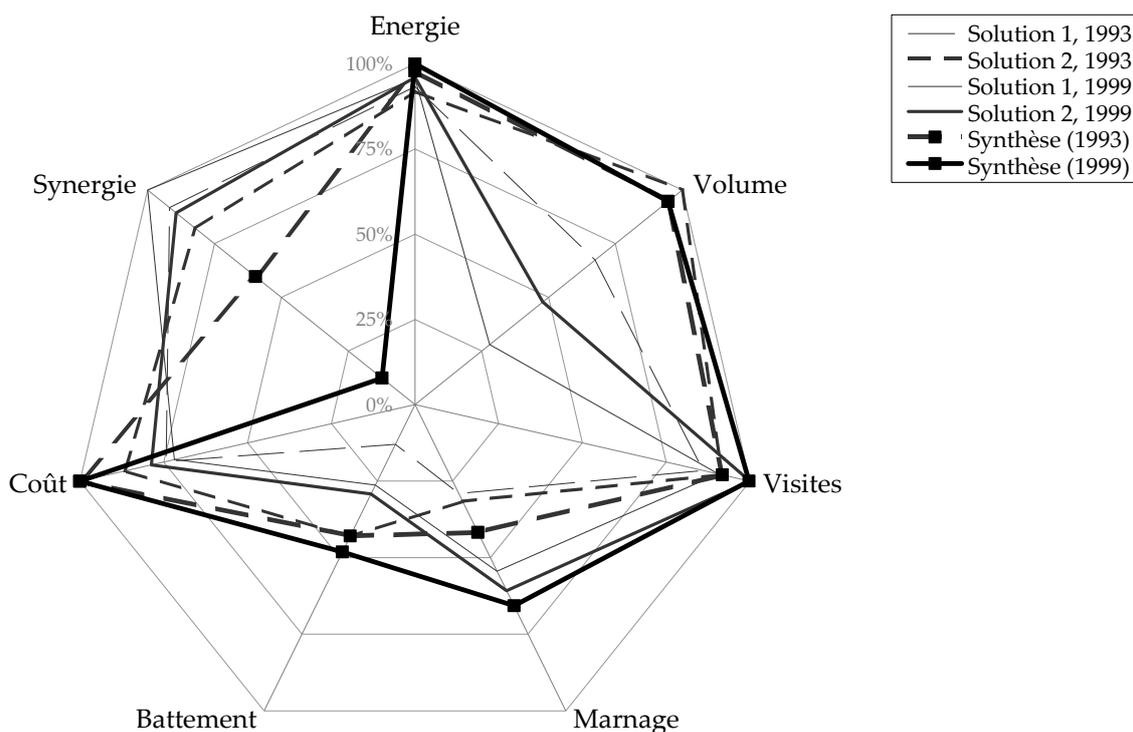


Figure 4: Optimisations multi-objectives effectuées sur la base de deux années représentatives pour le cas d'étude sur le Rhône valaisan / *Multi-objective optimisations based on two representative years applied on the Upper Swiss Rhone River*

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.

Thèse de doctorat : Dr Philippe Heller

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

Ph.D. thesis: Dr. Philippe Heller

1.1.6 Interaction fluide-mécanique entre un écoulement à haute vitesse et le massif rocheux dans une fosse d'érosion: prédiction de l'évolution de la fosse d'érosion / *Fluid-mechanical interaction between high-velocity transient flow and rock blocks in plunge pools for scour assessment*

MOTIVATION

Les jets d'eau à haute vitesse créés par des chutes d'eau artificielles (p. ex.: les évacuateurs de crue des grands barrages) ou naturelles induisent une érosion locale du lit rocheux à l'aval de ces chutes.

Une estimation appropriée de l'évolution de la fosse d'érosion est primordiale pour garantir la sécurité de l'ouvrage à long terme. Un modèle physique pour l'estimation de la progression de cette fosse d'érosion a été développé au Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL).

Les essais sur modèle physique ont montré que les jets à haute vitesse produisent dans les fissures du massif rocheux des pressions supérieures à celles produites à l'entrée de ces fissures.

L'installation expérimentale du LCH a été utilisée pour deux projets de recherche. Le premier a été effectué par le Dr. Erik Bollaert (1998-2002). Ce projet visait à étudier le comportement d'une fosse d'érosion à fond plat et d'une fissure unidimensionnelle (à plusieurs géométries) positionnée au-dessous de la fosse. Pour les deux projets, la fosse et la fissure étaient sollicitées par un jet vertical à haute vitesse (figure 1).

Le deuxième projet de recherche a été effectué par le Dr. Pedro Manso (2002-2006). L'objectif était d'étudier le comportement d'une fosse d'érosion à fond variable (plusieurs types de confinement latéral) et d'une fissure unidimensionnelle (de géométries diverses) positionnée au-dessous de la fosse. Dans ces deux projets, la fosse et la fissure étaient sollicitées par un jet vertical à haute vitesse (figure 1).

Les fluctuations de pression à l'interface eau - massif rocheux dépendent de l'évolution de la forme de la fosse d'érosion et de la macro-turbulence qui y est générée.

En réalité, les fissures ont une configuration nettement plus complexe et sont souvent interconnectées entre elles (3-dimensions). Certains effets géométriques comme l'épaisseur et la forme de la fissure, l'angle entre la fissure et le jet, la connexion entre les fissures, etc, peuvent influencer les pressions

MOTIVATION

High-velocity plunging jets, issuing from artificial hydraulic structures (such as dam spillways or orifices) or natural structures (such as water falls), can result in scouring of the rock riverbed or the dam foundation downstream.

Assessment of the extent of scour is necessary to ensure the safety of the dam and associated appurtenant works, as well as to guarantee the stability of its abutments. A physically based model to estimate scour has been developed at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) of the Swiss Federal Institute of Technology (EPFL).

An experimental installation showed that the high-velocity plunging water jets generated higher pressure inside the rock fissure than the entrance pressure.

The LCH research installation was used for two Ph.D. research projects. The first one was performed by Dr. Erik Bollaert (1998-2002). This project studied the behaviour of a plunge pool with a flat bottom and a 1-dimensional fissure (different geometries). The second one was performed by Dr. Pedro Manso (2002-2006). This project studied the behaviour of a plunge pool with different geometries (different diameter and depths of the scour zone) and a 1-dimensional fissure (different geometries). For both research projects, the plunge pool and the fissure were solicited by an impinging vertical high-velocity water jet (Fig. 1).

The two-phase character of the air-water mixture inside the joints is essential to the superposition, reflection and propagation of pressure waves.

Pressure fluctuations inside rock joints are caused by the pressure excitation of the jet at the joint entrance. This excitation depends on the form of the plunge pool and the associated macro-turbulent flow pattern.

In fact, the rock joints have a more complex configuration. Normally the joints are interconnected (3-dimensional). Some geometrical parameters (thickness and form of the fissure, the angle between the fissure and the water jet, the fissure connections ...) could modify the pressure inside the plunge pool and the fissure. The aeration of the plunge pool and of the fissures could modify the pressure and its

de manière considérable. La concentration d'air dans la fosse a également une influence sur les pressions et sur la propagation des ondes de pression dans les fissures.

propagation inside the fissure.

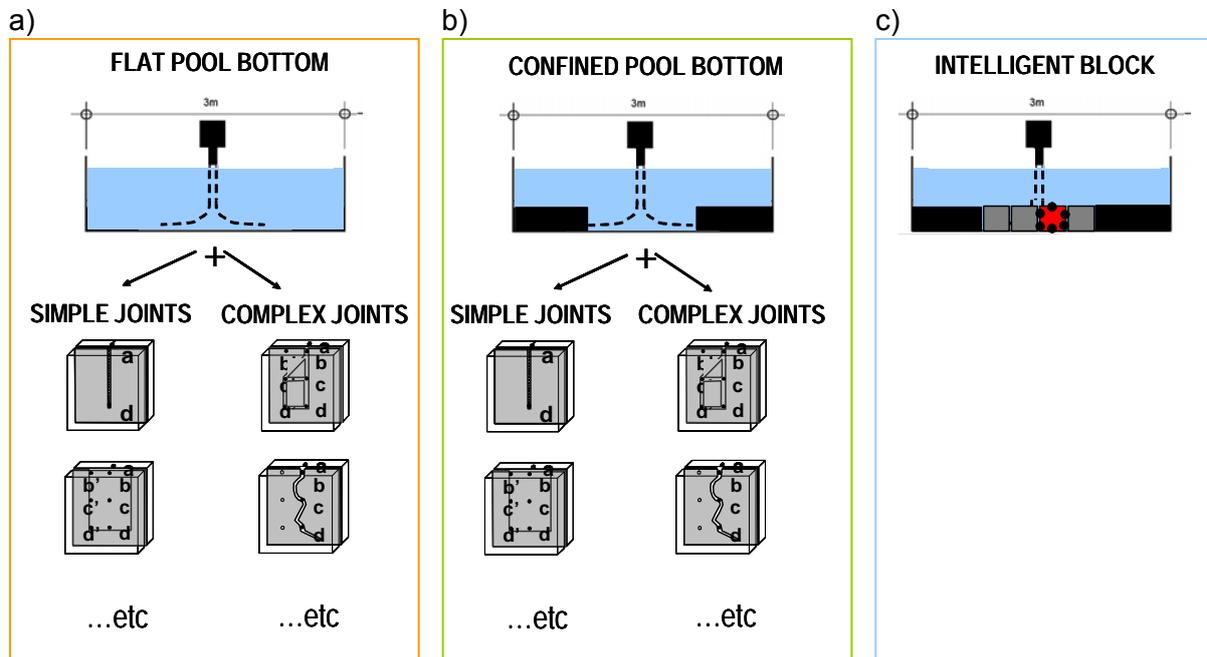


Figure 1: Représentation des différentes configurations du fond du bassin et de la fissure testées au LCH: a) fond plat (Bollaert); b) confinement latéral (Manso); c) "bloc intelligent" (sujet de ce projet de recherche) / *Sketch of different pool bottom and rock joint geometries used for the testing at LCH: a) flat pool bottom; b) confined pool bottom; c) intelligent block (present research).*

Le sujet de ce projet de recherche consiste à étudier une fosse d'érosion à géométrie variable (plusieurs types de confinements latéraux) combinée avec une fissure 3-dimensionnelle (figure 1). En même temps, on étudiera le comportement d'un bloc, contourné par la fissure, qui sera sollicité par le jet à haute vitesse.

L'objectif de ce projet de recherche consiste, en partant des résultats expérimentaux existants, à développer un modèle physique pour l'estimation de la progression d'une fosse d'érosion sollicitée par un jet à haute vitesse.

Les objectifs de ce travail de recherche sont les suivants:

- analyse théorique des paramètres physiques impliqués dans le phénomène étudié
- analyse expérimentale des variations de pressions à l'intérieur d'un système complexe de fissures (3-dimensions). Ces pressions sont générées par l'impact d'un jet vertical à haute vitesse percutant l'entrée de la fissure située sur le fond de la fosse d'érosion. La vitesse

The study of a plunge pool with a 3-dimensional fissure will be performed. Some lateral confinement for the plunge pool will be tested to study the pressure behaviour inside the fissure and at the plunge pool bottom (Fig.1). At the same time, the behaviour of a 3-dimentional block solicited by an impinging water jet will be studied.

The purpose of this research project is to study the behaviour of a plunge pool with a 3-dimensional fissure under an impinging water jet to develop a model to estimate the assessment scour zone.

The objectives for this research project will be:

- *Theoretical analysis of the physical parameters involved in the occurrence of dynamic air-water pressures in joints and plunge pools.*
- *Experimental investigation of transient pressures in complex 3-dimensionnal rock joint networks. These pressures are generated by the impact of a vertical high-velocity jet at the joint entrance. The experiments consider jet, joint and plunge pool characteristics and are performed at near-prototype jet velocities (maximal*

du jet (max 35 m/s) et la taille de la fissure sont proches de l'échelle prototype tandis que la fosse d'érosion et les caractéristiques géométriques du jet sont à l'échelle du modèle

- analyse expérimentale des fluctuations des pressions au fond de la fosse d'érosion (pour le cas avec fond plat et avec différents types de confinements latéraux). Etude de l'influence de la géométrie de la fosse d'érosion sur les pressions à l'intérieur de la fissure
- analyse du comportement d'un bloc 3-dimensionnel (côté de 200 mm) sollicité par un jet vertical à haute vitesse
- quantification de l'aération de la fosse d'érosion et de la fissure
- détermination d'une relation entre les caractéristiques du jet et les pressions dans un réseau de fissures réel. Cette relation sera déterminée à partir des résultats expérimentaux et développés sur des bases physiques
- formulation des pressions hydrodynamiques agissantes à l'intérieur du réseau des fissures pour des géométries réalistes de la fosse d'érosion et de la fissure

velocity 35 m/s). The rock joint geometry is at prototype scale, whereas the plunge pool and jet geometries are at model scale.

- Experimental investigation of pressure fluctuations at the plunge pool bottom for pool bottom geometries close to reality (flat bottom and different configurations of lateral confinements in the plunge pool). Study of the influence of the bottom shape on the dynamic pressures inside the rock joints.
- Analyses of the dynamic behaviour of a 3-dimensional block (200 mm side) solicited by a vertical high-velocity jet.
- Quantification of the aeration of the plunge pool and the fissure tool.
- Determination of a relationship between the jet characteristics at impact and dynamic pressures in realistic joint networks, based on the results of the experimental modelling and on physical bases.
- Formulation of the hydrodynamic pressure loading acting inside rock joint networks for realistic plunge pool shapes and rock joint geometries.

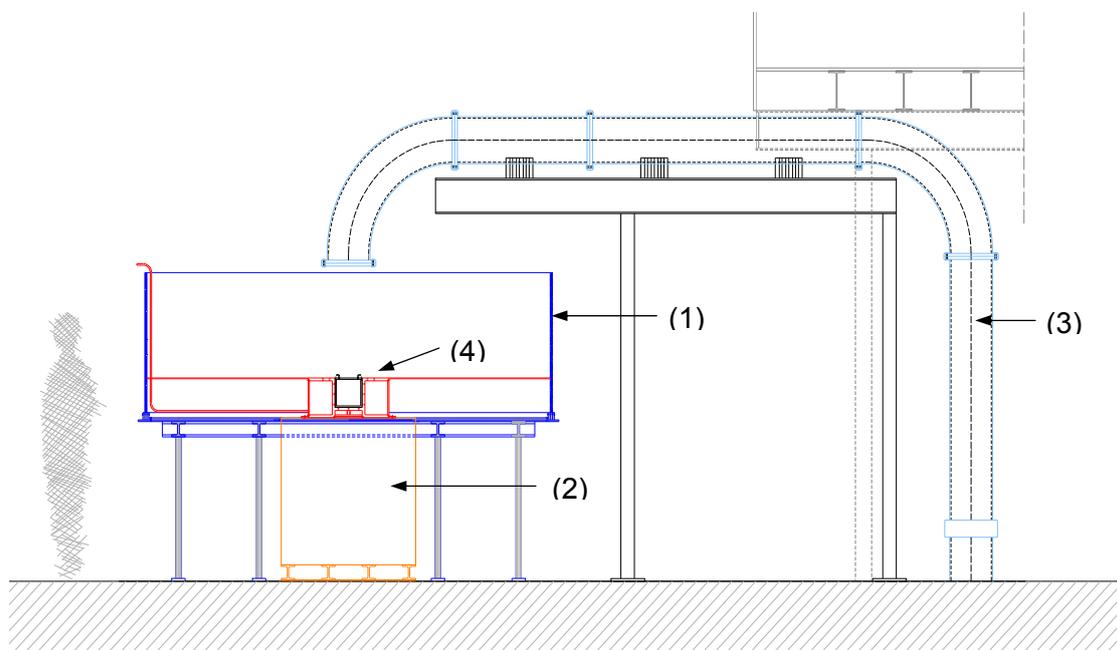


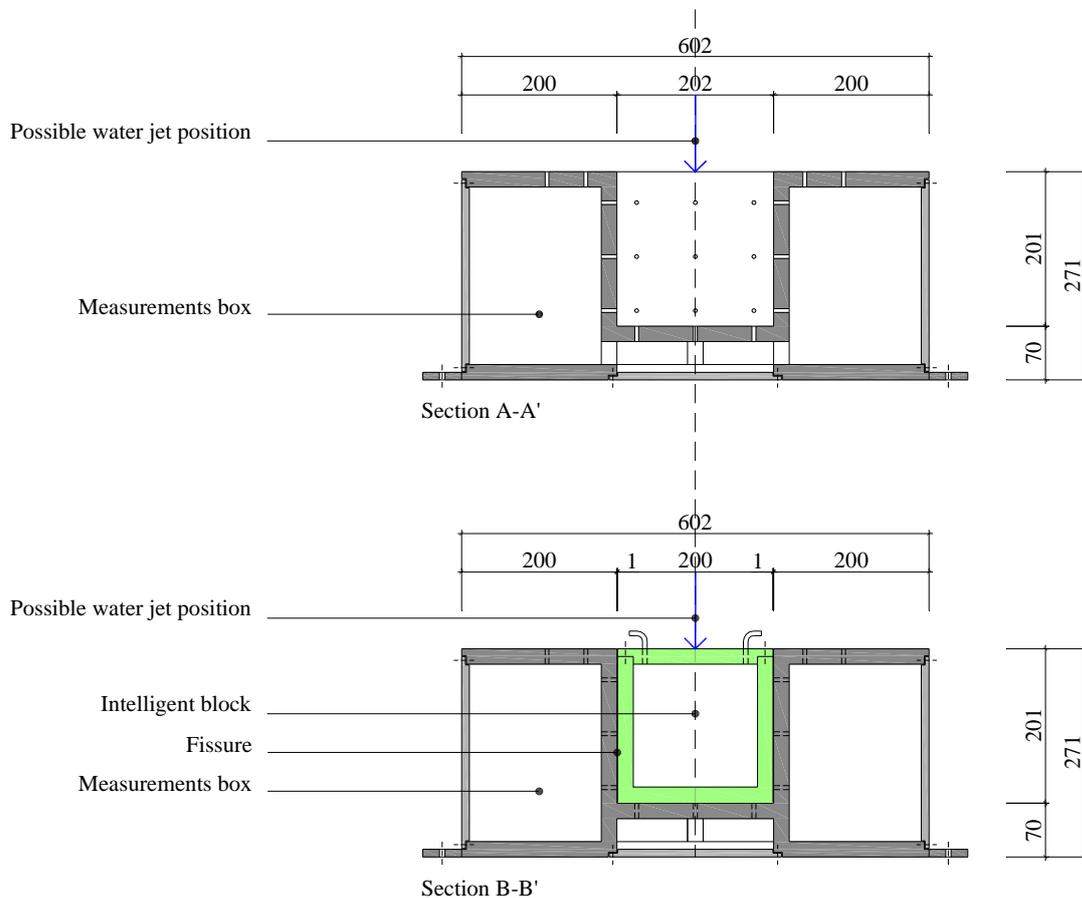
Figure 2: Vue générale de l'installation de recherche actuelle avec la nouvelle installation. (1) la fosse d'érosion, (2) la structure de la fissure 1-dimensionnelle, (3) le système d'alimentation de l'eau et en (4) la nouvelle installation de recherche ("boîte de mesure" et le "bloc intelligent" avec le nouveau fond de la fosse d'érosion) / General view of the experimental facility with existing parts and new parts. (1) is the plunge pool, (2) the pre-stressed steel system, (3) the water supply and (4) the new experimental facility ("measurement box" and "intelligent block" with the new level of the plunge pool bottom)

INSTALLATION DE RECHERCHE

La nouvelle installation de recherche sera intégrée à l'installation existante au LCH. Cette nouvelle installation sera composée de deux parties: la "boîte de mesure" et le "bloc intelligent". Elle sera positionnée à l'intérieur de la fosse d'érosion (figure 2) et immergée dans l'eau. La "boîte de mesure" aura une forme parallélépipède rectangulaire avec un trou de forme cubique au milieu, où l'on va positionner le "bloc intelligent" (figure 3 et 4). A l'intérieur de la "boîte de mesure" il existe des cavités qui seront utilisés pour positionner les systèmes de mesure (capteurs de pression et de déplacement). Pour garantir le bon fonctionnement des capteurs, la "boîte de mesure" sera étanche à l'eau.

EXPERIMENTAL FACILITY

The new experimental facility will be integrated in the existing one at LCH. It is composed of two components: a "measurement box" and an "intelligent block". The "measurement box" will be inserted in the plunge pool and is composed of steel plates. Inside this box (with a parallelepiped rectangular form), cavities allow inserting pressure and displacement transducers (Fig. 2). These transducers will measure the pressure inside the fissures between the block and its surroundings as well as the displacements of the "intelligent block". The box is waterproof to protect the electrical equipment.



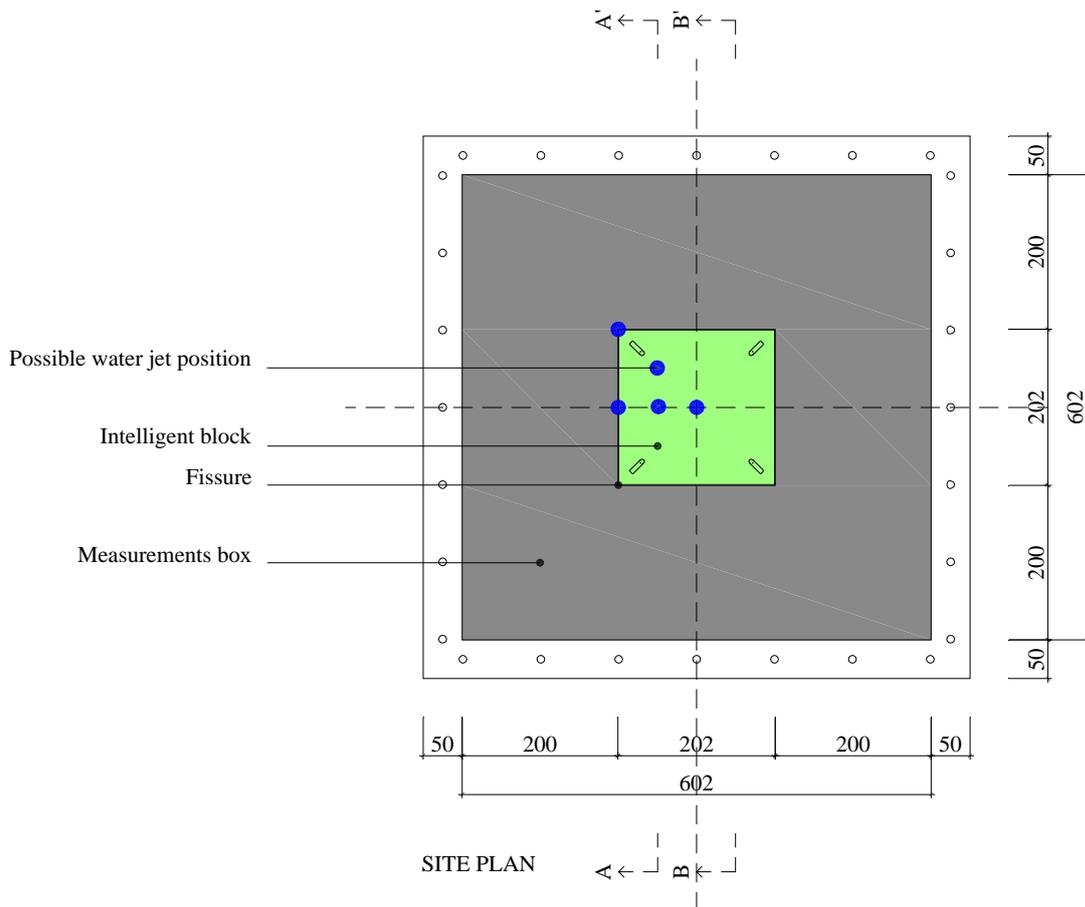


Figure 3: Vue en plan et sections de la nouvelle installation de recherche / *Plan view and sections of the new experimental facility*

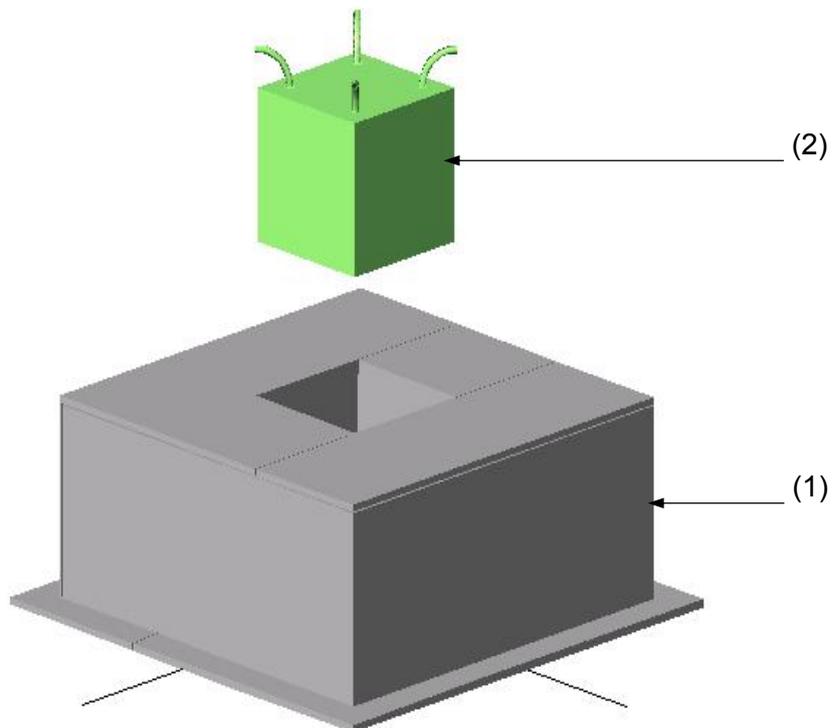


Figure 4: Axonométrie de la nouvelle installation de recherche : (1) "boite de mesure" et (2) "bloc intelligent" / *Axonometric view of the new experimental facility: (1) "measurement box" and (2) "intelligent block"*

Le "bloc intelligent" aurait une forme cubique de 200 mm de côtés. Entre la "boîte de mesure" et le "bloc intelligent" il y aura une fissure 3-dimensionnelle de 1 mm (sur tout le contour du bloc). Pour garantir que le "bloc intelligent" soit représentatif du massif rocheux, il aura une masse volumique apparente de 2'400-2'500 kg/m³.

Des capteurs seront installés à l'intérieur du "bloc intelligent" lui aussi étanche à l'eau (capteurs de pression et d'accélération).

TRAVAIL EFFECTUE

Le travail de préparation effectué pendant 2007 se résume comme suit:

- développement et perfectionnement des bases théoriques dans le domaine de l'érosion
- choix du design de la nouvelle installation de recherche

Ce travail est financé par le FNS (Fond National Suisse de la Recherche Scientifique).

Doctorant: Matteo Federspiel

In the centre of the "measurement box", a large cavity allows inserting the "intelligent block". The "intelligent block" has a cubical shape of 200 mm side. Between the "measurement box" and the "intelligent block", we thus create a 3-dimensional fissure 1 mm wide (Fig. 3 and 4). This fissure stretches all around the block. Inside the "intelligent block", pressure transducers (to measure the pressure at pool bottom under the vertical high-velocity jets) and a vibration transducer (to measure the vibration of the block) will be inserted.

To simulate a rock block the "intelligent block" must have an apparent density of 2'400-2'500 kg/m³.

WORK PERFORMED

The preparation work done during 2007 can be resumed as follows:

- *research of theoretical bases and state of the art in the field of rock scour*
- *design of the new experimental facility*

This research work is financed by the Swiss National Science Foundation (FNS).

Ph.D. Student: Matteo Federspiel

1.1.7 Influence de la macro-rugosité des rives sur l'écoulement permanent et fortement non permanent / Influence of macro-roughness of walls on steady and unsteady flow in a channel

Les aménagements hydroélectriques à haute chute turbinent les eaux en fonction de la demande en énergie. Le démarrage et l'arrêt rapide des installations provoquent des conditions d'écoulement non-permanent et relativement rapidement varié dans les canaux et rivières. D'autres actions anthropogènes et des événements naturels comme les opérations des vannes, les purges, les ruptures d'embâcles, l'enclenchement et l'arrêt des turbines des aménagements hydroélectriques à basse chute, les crues éclair ou les ruptures de barrage peuvent également entraîner des changements rapides de débit sous forme d'intumescences ou ondes de translation. Du point de vue écologique, les changements brusques et fréquents des conditions consistent en une perturbation non naturelle du régime d'écoulement.

Le but du projet de recherche était d'investiguer de quelle manière la macro-rugosité des rives peut influencer les écoulements non permanents, notamment les intumescences positives et négatives d'amont. Des essais expérimentaux ont été effectués dans un canal de 40 m de longueur et de

High-head storage hydropower plants mainly operate their turbines during periods of high energy demand. The sudden starting and stopping of turbines (hydropeaking) lead to highly unsteady flow in channels and rivers. Besides hydropeaking, other anthropogenic actions and natural events such as sluice gate operations, flushing of reservoirs, debris jam and break up, ice jam and break up, sudden stopping and starting of turbines of runoff river hydropower plants, flash floods or dam breaks can also cause highly unsteady flow. From an ecological point of view, hydropeaking, leading to sudden and frequent changes of the flow conditions, consists in a non-natural disturbance of the flow regime.

The aim of this research project was to study how macro-roughness elements at the channel banks influence the unsteady flow conditions due to positive and negative surge waves from upstream. Totally 41 configurations of macro-rough banks and various discharges have been investigated in a 40 m long laboratory flume with a bed slope of 1.14‰ (Fig. 1). A special experimental setup has been designed which is able to generate

1.14‰ de pente avec 41 configurations géométriques différentes (Figure 1). L'installation expérimentale a été conçue pour générer des intumescences avec des rapports de débit très variables. La première étape, conduite avec différents débits permanents, a permis de caractériser la résistance à l'écoulement de la macro-rugosité des rives, notamment des cavités de forme rectangulaire. Dans la deuxième étape, les intumescences positives et négatives d'amont ont été étudiées.

surge waves characterized by different discharge ratios. The first step of the experimental investigations focused on the determination of the flow resistance under steady flow conditions caused by large scale roughness elements at the channel banks, namely rectangular cavities (depressions). In a second step, positive and negative surge waves induced at the channel entrance have been tested in the same geometries.

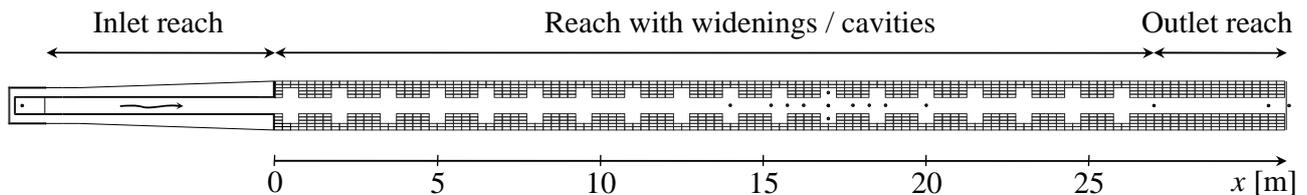


Figure 1: Installation expérimentale avec macro-rugosités en forme de baies rectangulaires / *Experimental setup with macro-rough channel reach formed by rectangular widenings*

L'analyse des essais en débit permanent conduit aux conclusions suivantes:

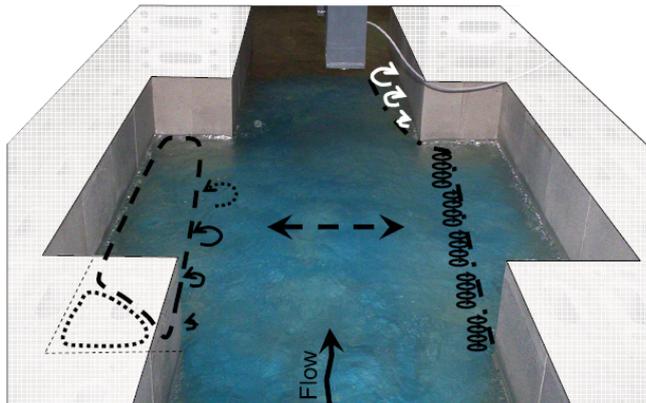
- Les pertes de charge totales le long du canal macro-rugueux sont influencées par des phénomènes divers comme les zones de cisaillement verticales, les zones de sillages, les cellules de recirculation, les structures cohérentes et le frottement de parois (Figure 2).
- La résistance à l'écoulement est significativement augmentée dans les configurations à rives macro-rugueuses. La résistance augmente généralement avec la densité des éléments de rugosité.
- Trois approches ont été considérées pour lier la perte de charge imputable aux macro-rugosités aux caractéristiques des configurations et de l'écoulement. La première approche se base sur l'optimisation d'une loi de puissance, la deuxième sur un modèle considérant les forces hydrodynamiques de traînée et la troisième sur la régression polynomiale évolutive. Une séparation des essais en différents types d'écoulement ("square grooved", "reattachment" et "normal circulating") est nécessaire. Des formules de la deuxième approche sont proposées pour des applications liées à la macro-rugosité des rives.
- Des oscillations du plan d'eau dans les cavités ont été observées systématiquement dans les configurations avec des

The analysis of the experiments for steady flow conditions results in the following conclusions:

- *The total head-loss is governed by different phenomena such as vertical mixing layers, wake-zones, recirculation gyres, coherent structures and skin friction (Fig. 2).*
- *The flow resistance is significantly increased in the macro-rough configurations due to the disturbance of the bank geometry.*
- *Three different approaches have been considered in order to relate the additional macro-rough flow resistance to the forms of the banks by empirical formulas. The first approach is based on a power law optimization, the second one on a model based on form drag and the third one uses the Evolutionary Polynomial Regression method. By separating the observed flow conditions in a square grooved, a reattachment and a normal recirculating flow type, the developed macro-rough flow resistance formulas are in good agreement with the laboratory experiments. Formulas of the second approach are suggested for practical applications in river engineering.*
- *Water body oscillations in cavities have been observed in axi-symmetric macro-rough configurations. They lead to water-surface oscillations and transverse velocity components. Peaking excitations*

éléments de macro-rugosité axisymétrique. Des amplitudes maximales sont observées pour des nombres de Strouhal de 0.42 et 0.84 (Figure 3).

with heavy oscillations occur for Strouhal numbers values at 0.42 and at 0.84 (Fig.3).



	Vertical mixing layer	Couches de mélanges verticales
	Wake zone downstream of the contractions	Zones de vortex à l'aval des contraction
	Recirculation gyres inside the cavity	Cellules de récirculation
	Coherent structures downstream of the cavity leading edge	Structures cohérentes
	Transverse oscillations	Mouvements transversaux

Figure 2: Phénomènes influençant les pertes de charge / *Phenomena influencing total head loss*

L'analyse des essais des intumescences positive et négative de l'amont montre que:

- La théorie élémentaire des intumescences s'applique aux essais en canal prismatique.
- Dans les configurations macro-rugueuses, la vitesse de propagation absolue V_w et la célérité c de l'intumescence sont réduites par rapport à la configuration prismatique. Cette réduction est due entre autres à la rugosité additionnelle et se situe entre 5% et 25%.
- Les intumescences sont caractérisées par une augmentation rapide du niveau d'eau (front) suivie d'une augmentation progressive du niveau d'eau (corps). La séparation entre l'augmentation rapide et progressive est bien visible dans le cas prismatique mais peut devenir quasi invisible dans les configurations macro-rugueuses. La réduction de la hauteur du front le long du canal prismatique est de 5% à 25% et peut atteindre 70% dans le cas du canal macro-rugueux.
- La réduction de la hauteur du front est exponentielle et elle peut être estimée en utilisant un modèle simple basé sur des coefficients de réduction de la hauteur du front prismatique et macro-rugueux.

The analysis of the experiments with unsteady flow, namely surge waves, shows that:

- *The existing, elementary surge wave theory for the prismatic reference configuration is applicable.*
- *The absolute surge wave celerity V_w and the celerity c are lower for the macro-rough configurations. The decrease of the absolute surge wave celerity V_w is partially due to the increased flow resistance and lies between 5% and 25% for both, positive and negative waves coming from upstream.*
- *Due to the dispersive character, the positive and negative surges from upstream are characterized by a sudden change (front), followed by a progressive change (body) of the water level. The sudden change can be clearly distinguished from the progressive change in the prismatic channel. In the channel with macro rough banks the separation is often hardly visible. The front height decreases from between 5% to 25% along the laboratory flume for the prismatic configuration. In the macro-rough channel, the decrease can reach 70%.*
- *The decrease of the height of the surge wave front along the channel could be approached fairly well with an empirical relationship applicable for prismatic and macro-rough configurations.*

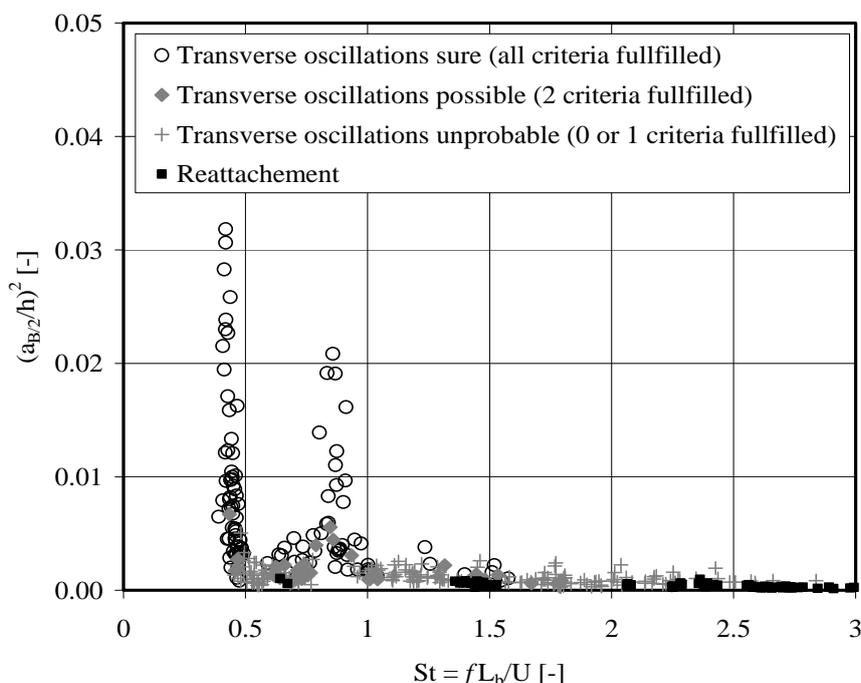


Figure 3 : Oscillations maximales du plan d'eau dans les cavités pour des nombre de Strouhal de 0.42 et 0.84 / *Peaking water surface oscillations in cavities for Strouhal numbers of 0.42 and 0.84*

La reproduction de certains essais à débit stationnaire par des simulations 2-D numériques a mis en évidence la nécessité d'inclure un modèle de turbulence tenant compte des contraintes de cisaillement. Des simulations numériques 1 - D, effectuées pour des cas tests ont montré que les intumescences expérimentales à fronts raides peuvent être simulées par la prise en compte d'un frottement macro-rugueux dans les termes source et par la modification de l'équation de continuité pour tenir compte de la rétention passive.

Recherche financée par l'Office fédérale de l'environnement (OFEV).

Thèse de doctorat : Dr Tobias Meile

Numerical simulations based on the boundary conditions of the experiments have been done for steady flow tests (2-D simulations). They reveal that the integration of the turbulent stresses is required for the reproduction of the steady flow tests. Test cases with unsteady flow (1-D simulations) show that surge waves in rivers can be computed by integrating the macro-rough flow resistance in the source terms as well as by a modification of the continuity equation taking into account the passive retention.

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

Ph. D. thesis: Dr. Tobias Meile

1.1.8 Restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées hydroélectriques (Rehabilité): Etude écohydraulique de refuges à poissons aménagés dans les berges / *Restoration of habitat in riverbeds under hydropeaking (Rehabilité): Ecohydraulic study of riverbank built-in fish refuges*

En contrebas des restitutions d'aménagements hydroélectriques à accumulation, les rivières subissent des variations de débits imposées par les impératifs de production d'électricité. L'un des impacts de ce régime d'éclusées est le déclin des populations piscicoles résultant de l'atteinte alternée de vitesses d'écoulement trop élevées. Afin de contribuer à la résolution de cette problématique, le projet de recherche *Réhabilité* porte sur

Downstream of hydropower plant restitutions, rivers are subject to flow variations due to electricity production needs. Piscicultural decline along river sections affected by restitution of turbinated water is one of the observed hydropeaking impacts. In effect, hydropeaking flow regimes are one of the reasons for alternately excessive flow velocities, which are themselves responsible for the destruction of habitats in the river bed. In order to contribute

l'étude de refuges à poissons aménagés dans les berges. Il s'agit de générer dès l'apparition de l'éclusee, des courants attractifs vers l'abri latéral pour une espèce caractéristique.

to solving this problem, "Réhabilité" is a research project focussing on the riverbank built-in fish habitat. Intention is to generate, as soon as hydropeaking occurs, attractive currents towards the side shelter, on characteristic fish specie.

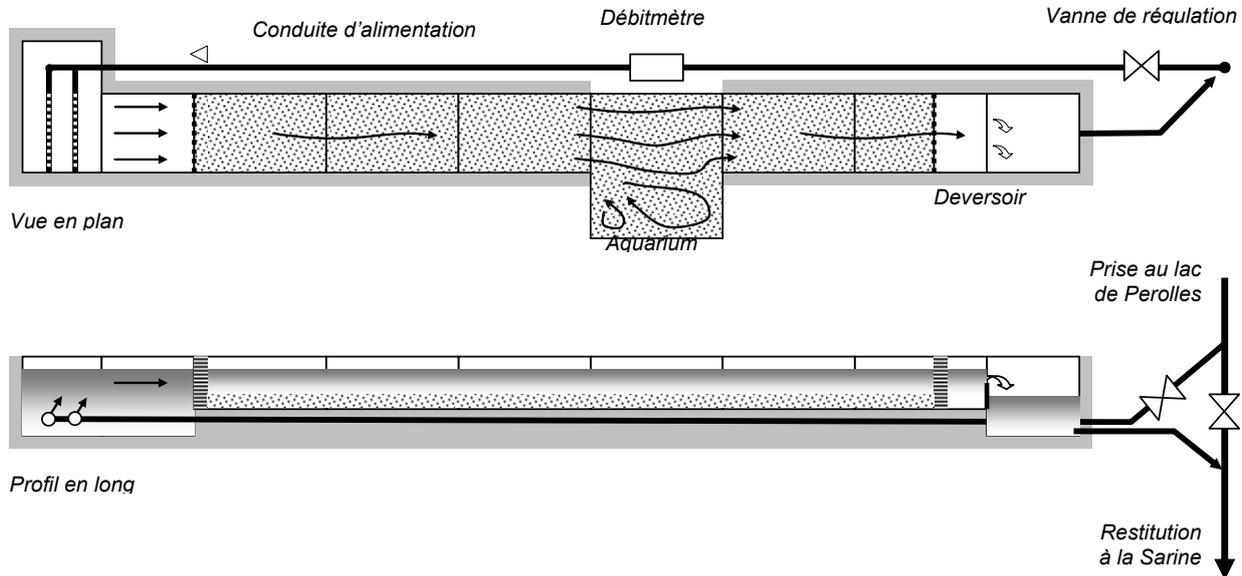


Figure 1: Canal "Maigrage" / "Maigrage" canal

Le principal objectif scientifique est d'étudier les situations hydrodynamiques par lesquelles les poissons sont attirés vers le refuge latéral. L'indicateur de performance est le nombre de poissons qui pénètrent dans le refuge, dès l'amorce de l'éclusee. Les essais sont effectués pour diverses configurations qui se distinguent par la géométrie du refuge et de la zone d'appel. Le principal objectif technique est de donner des bases de dimensionnement et de design des refuges.

L'attractivité des abris latéraux ressortant de la bibliographie, la recherche est basée sur des séries d'essais en canal alimenté par de l'eau de rivière, avec des poissons sauvages (truites fario au stade juvénile) remplacés à chaque série. Dans ce but, le canal construit dans l'ancienne usine de la Maigrage (Groupe-E) à Fribourg, reproduit sur une longueur utile de 12 m, les écoulements au voisinage de la berge et du fond d'un cours d'eau, soit sur une largeur de 1.2 m, considérant le confinement du poisson dans cette partie du lit en cas de menace. A mi-longueur est placé en surlargeur unilatérale, un espace vitré (aquarium) destiné à contenir le refuge. Cette configuration ressort de l'interprétation des courbes de préférences d'habitat exprimées en hauteurs d'eau, vitesses et granulo-

The main scientific goal is to study hydrodynamic situations for which fish are attracted to the riverbank shelter. The performance indicator is the number of individuals who enter the shelter as soon as hydropeaking occurs. Tests are run for different configurations, characterized by geometry of shelter and appeal zone. The main technical goal is to produce dimensioning and design bases for fish shelters.

Attractiveness of lateral shelter is issued from bibliography. The study is based on batched runs in a fresh water supplied channel. The channel is provided with wild fish (fario trout, juvenile stage), replaced for each batch. For this purpose, the 12 meter long channel built in the previous Maigrage Powerhouse (Groupe-E, Fribourg) simulates flow surrounding the riverbank and riverbed. The width of the channel is 1.2 meters. A unilateral plate glass window (aquarium) is conceived halfway to the end in order to confine the shelter. The present configuration is issued from the interpretation of "habitat preference curves", expressed as function of water height, velocity, and sediment granulometry. Fig. 1 shows configuration according to values of variables in table 1.

Tests will in a first stage be computed using

métrie du substrat. L'ensemble se présente selon figure 1, et répond aux grandeurs du tableau 1.

Les essais seront menés dans un premier temps avec les poissons dont la trajectoire au droit du refuge sera restituée par le traitement d'images vidéo prises par une caméra placée verticalement au dessus du plan d'eau. Par la suite, les mêmes conditions d'écoulement seront reproduites sans poisson, pour la saisie des paramètres hydrauliques.

image processing to measure the trajectory of fish in front of the shelter. A video camera will be placed vertically above the water level. Identical flow conditions will then be reproduced without fish in order to quantify hydraulic parameters.

Scénario	Vitesse *	Hauteur d'eau	Débits	Température de l'eau	Granulométrie du substrat
Débit de base	< 0.2 m/s	0.15 m	< 20 l/s	6°C < T < 16°C	gravier rond 16-32 mm
Débit d'éclusee	> 0.8 m/s	0.25 m	> 200 l/s		

* Valeur moyenne dans le canal principal

Tableau 1: Paramètres et grandeurs retenues pour les essais / *Parameters and sizes chosen for the tests*

Le débit d'éclusee est réglé par l'ouverture d'une vanne et mesuré par débitmètre à ultrasons. Le niveau d'eau de sortie est contrôlé par une paroi flexible posée sur le déversoir, et la ligne d'eau est mesurée en 4 points par des capteurs à ultrasons. Le champ de vitesses 2D au droit du refuge est mesuré sur un plan horizontal à l'aide de 8 profileurs UVP disposés sur 2 côtés d'un cadre mobile. A priori, les variantes de refuges qui seront testées, se présentent selon figure 2.

Hydropeaking flow is regulated by a gate opening, and measured by an ultrasonic flow-meter device. Outflow water level is regulated by a flexible partition resting on the weir. Water level is measured in 4 different positions by ultrasonic transducers. A two-dimensional velocity field ahead of the shelter is measured in a horizontal layout using 8 UVP profilers set on both sides of a mobile frame. A priori the tested shelter study cases are shown in Fig. 2.

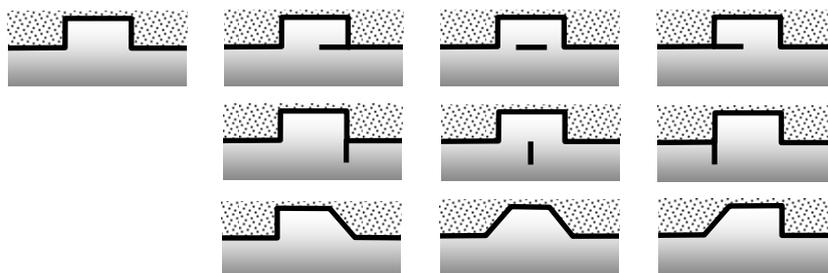


Figure 2: Variantes de refuges qui seront testées / *Various shelters which will be tested*

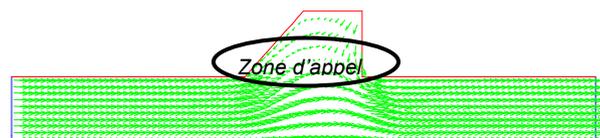


Figure 3: Simulation 3D SSIIM 1.1 / *SSIIM 1.1 3D simulation*

Préalablement aux essais, une étude de sensibilité a été menée par simulations numériques 3D (SSIIM 1.1). Cette approche a montré que les composantes verticales de vitesses ne sont globalement pas influentes.

A parameter sensitivity study has been conducted beforehand using 3-dimensional numerical modelling (SSIIM 1.1). This approach showed that vertical components of velocity cannot be considered as an influence

De plus, les champs de vitesses observés, offrent une diversité étendue selon les formes de refuges examinées, en particulier, dans la zone d'appel (figure 3). L'étendue de celle-ci a d'ailleurs permis de déterminer les grandeurs utiles du canal d'essais.

Le dispositif étant opérationnel, le programme d'essais prévoit 4-5 séquences réparties sur le printemps et l'automne 2008, afin de placer les poissons dans des conditions de températures optimales pour leur comportement, et qui permettent la comparaison.

Recherche financée par "Flussgebiets-management" de l'Office fédéral de l'environnement OFEV et par l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg

Doctorant : Jean-Marc Ribi

factor. Additively, observed velocity fields show a great diversity according to the shape of the examined shelter types, especially in the appeal zone (Fig. 3), the extent of which has defined the channel's design magnitudes.

Hydraulic schemes being operational, the further schedule expects 4 to 5 batches between spring and fall 2008. Seasons are chosen so as to use the fish in an optimal temperature context. Temperature is actually a behaviour and comparison necessary condition.

Research financed by "Flussgebiets-management" of the Federal Office for the Environment FOEN and the College of Engineering and Architecture of Fribourg

Ph.D. Student: Jean-Marc Ribi

1.1.9 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

Cette thèse doctorale étudie l'influence de l'inclination 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 ont été 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 la rugosité: des berges lisses en PVC où des berges munies de macro-rugosités.

Cette recherche expérimentale devrait améliorer notre compréhension des phénomènes hydrodynamiques se produisant dans des canaux à ciel ouvert. Elle fournira des données expérimentales aux projets complémentaires 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 considérée y compris des configurations naturelles.

Les buts de ce travail de recherche sont de : (i) Fournir une base de données expérimentales de grande 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

This PhD project investigates the effect of the inclination and roughness of the outer bank in open channel bends on the patterns of main flow, secondary flow and turbulences. Nine experiments were 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 enhances our comprehension of open-channel hydrodynamics 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.

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-channels; (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

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.

inclination and roughness; (iii) To analyze the mechanisms underlying the observed features.

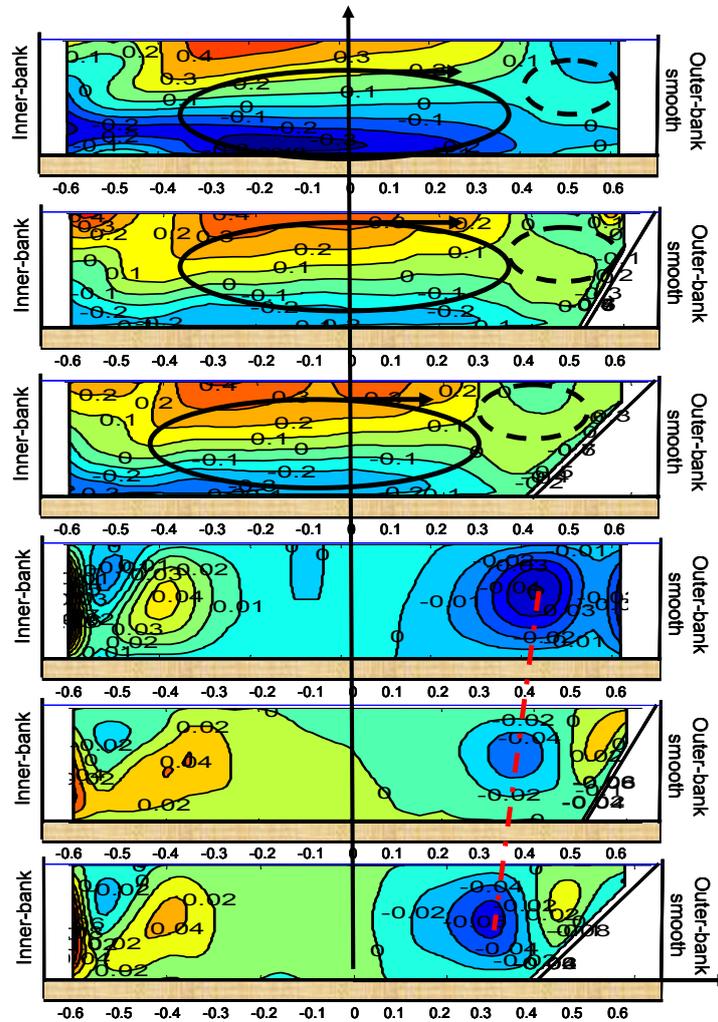


Figure 1: Profil en travers localisé a 90° dans la courbe. Isolignes de vitesse transversale normalisée v_n/U (a)90°; (b) 45°; (c) 30°. Axe horizontal n , axe vertical z/h / Cross-section at 90°. Isolines of normalized transverse and vertical velocity, v_n/U (a,b,c) v_z/U . (d,e,f). (a & d); 90° (b & e) 45° (c & f)30°. Horizontal axis n , vertical axis z/h .

En 2007, toutes les expériences programmées pour cette thèse ont été accomplies. Des résultats intéressants ont été obtenus. La Figure 1, par exemple, montre que l'emplacement des cellules de courants secondaires est fortement influencé / déterminé par la position du pied de la berge.

In 2007 all experiments were accomplished. Several interesting results were obtained. Fig.1 for example, shows that the pattern of cross-stream circulation cells is influenced / determined by the position of the bank toe.

Recherche financée par le FNRS.

Research financed by the SNSF.

Doctorant : Alexandre Duarte

Ph.D. Student: Alexandre Duarte

1.1.10 Développement morphologique d'une confluence en fonction de l'espace disponible / *Influence of the available space of river confluences on its morphology*

Au cours des dernières années, la correction des rivières a été largement employée dans les pays industrialisés. Cependant, l'identification ainsi que l'atténuation des impacts négatifs à long terme ont rarement été considérées. Par conséquent, les écosystèmes fluviaux ont été fortement affectés.

Actuellement, la renaturation est employée dans le monde entier avec pour objectif de reconstruire l'espace vital dégradé par l'intervention humaine. Le concept de l'espace vital se réfère à l'espace nécessaire au cours d'eau pour qu'il puisse conserver sa dynamique morphologique et ses interfaces naturelles avec la faune et la flore.

River training works have been applied in many industrialized countries over the last few centuries. However, identification and alleviation of adverse impacts in the long-term were seldom considered. Therefore, river ecosystems have been strongly affected.

Nowadays, river rehabilitation is being applied worldwide with the objective to recover the vital space required for rivers degraded by human interventions. Vital space refers to the required space necessary to preserve the morphological dynamics and natural interfaces for river flora and fauna.



Figure 1: Vue de l'installation de la confluence / *View of the confluence set-up*

Dans les systèmes fluviaux, les confluences sont inévitables et provoquent d'importants changements dans les écoulements des affluents. Ces zones doivent être considérées avec un maximum d'attention, non seulement pour la complexité structurale de l'écoulement mais encore pour leur potentialité à provoquer des inondations. Les connaissances acquises au cours des 60 dernières années ont été extrêmement importantes pour la compréhension de la complexité de l'écoulement. Mais

In fluvial networks, confluences are important points marking significant flow changes. These locations have to be considered with a maximum attention due to the complexity of the flow and its propensity to originate floods. The knowledge of confluence streams acquired over the last 60 years has been extremely important in understanding the complex three-dimensionality of flow. Despite these advances, the understanding of sediment transport and morphological dynamics in

malgré ces avancées, la compréhension du transport de sédiments et de la dynamique morphologique dans les zones de confluence reste cependant lacunaire, pouvant ainsi nuire aux projets d'aménagements.

L'objectif de ce projet de recherche est de développer la compréhension de la structure de l'écoulement et du développement morphologique dans les confluences alpines, dans le but de fournir des recommandations pratiques pour les confluences dans le cadre de la renaturation des cours d'eau. Une attention spéciale est portée à l'influence de l'élargissement de l'affluent dans son évolution morphologique, dans la zone de confluence.

Cette recherche vise à répondre aux questions suivantes :

- Comment se développe la morphologie du radier dans une confluence et quels sont les débits formateurs du lit pour une configuration donnée ?
- Quelles sont les conséquences d'un élargissement de l'affluent pour le régime d'écoulement dans le canal principal, la morphologie et le transport de sédiments ?
- Quelles sont les configurations optimales concernant la géométrie, l'angle et la largeur du chenal pour le transport des sédiments et la protection contre les crues pour un scénario donné ?
- Quelle est la géométrie de la confluence la plus bénéfique au point de vue environnemental ?

Comme résultat de cette recherche, des relations empiriques pour le développement de la morphologie des confluences en fonction des relations entre débit du cours d'eau, débit solide, angle de confluence et des relations entre largeur des tronçons seront définies. Ces résultats permettront la proposition de guides pratiques pour des projets de renaturation des confluences.

Ce projet est essentiellement basé sur une analyse expérimentale réalisée au Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'EPFL. Seules les confluences asymétriques à fond concordants pour des régimes d'écoulement fluvial ($Froude < 1$) sont considérées. Des études de terrain de quelques confluences suisses qui ont encore conservé leur état naturel seront effectuées dans le but de valider les essais expérimentaux. De plus, des simulations numériques seront effectuées en collaboration avec le laboratoire

confluences remains limited, jeopardizing confluence rehabilitation projects.

The aim of this research project is to increase the understanding of the flow structure and morphological development in alpine confluences in order to provide practical recommendations for confluences in the framework of river rehabilitation projects. Special attention is given to the widening of the tributary channel and its influence on bed morphology evolution in the confluence zone.

This research should provide an answer to the following questions:

- *How does bed morphology develop in a confluence zone and what are the bed-forming events for a given configuration?*
- *What are the consequences on bed morphology, sediment transport and flow regime in the main channel when the tributary channel is widened?*
- *Which are the optimal combinations of geometry, angle and channel widths for sediment transport and flood control for a given scenario?*
- *What is the confluence geometry that provides the greatest benefit in environmental terms?*

As a result of this research, empirical general ratios for bed morphology developments at confluence streams as a function of the hydraulic and solid discharge ratios, confluence angle and width ratios will be defined. These outcomes will allow a proposition of guidelines for confluences rehabilitation projects.

This project is mainly based on experimental investigations that are being carried out at the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH), at EPFL. Only asymmetrical confluences with bed concordance are considered for subcritical flow conditions ($Froude < 1$) at the main and tributary channels. Field measurements in some natural confluences in Switzerland will be accomplished in order to validate experimental results. In addition, numerical simulations will be performed in collaboration with the Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW) of the Swiss Federal Institute of Technology of Zurich (ETHZ), based on the experimental dataset and field observations.

Experimental tests are performed in a set-up of a flume's confluence, adjustable for testing several configurations. The main channel is 14.00 m long, 0.50 m wide and 0.80 m deep.

d'hydraulique, hydrologie et glaciologie (VAW) de l'ETHZ, basées sur les résultats expérimentaux et des observations de terrain.

Les essais sont réalisés dans une installation contenant une confluence entre 2 chenaux, facilement ajustable pour pouvoir réaliser les diverses configurations. Le canal principal a une longueur de 14.00 m, une largeur de 0.50 m et une profondeur de 0.80 m. Un affluent de 5.00 m de longueur, 0.50 m de largeur et 0.50 m de profondeur vient se connecter au canal principal à une distance de 5.60 m mesurée depuis l'amont. L'affluent peut être élargi dans son tronçon aval, comme montré sur la figure 1.

A second channel (tributary), 5 m long, 0.50 m wide and 0.50 m deep is connected 5.60 m downstream of the inlet of the main channel. The tributary can be widened in its downstream reach as shown in Figure 1.

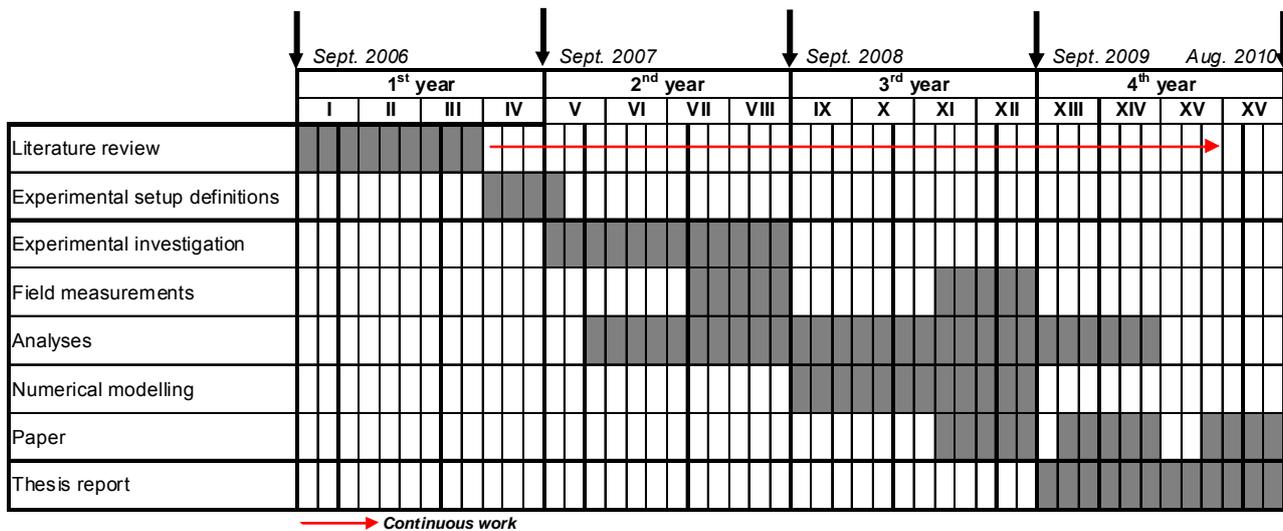


Tableau 1 : Planning du projet / Table 1 : Planning of the project

La procédure expérimentale est divisée en deux étapes :

Phase 1 : Essais hydrauliques avec fond fixe sans transport solide, effectués avec un angle de 90°.

Phase 2 : Essais hydrauliques avec transport solide et fond mobile pour des angles de jonction de 90° et 60°.

Le projet a débuté en Septembre 2006 et se prolonge sur une durée totale de 4 ans à compter de cette date. Les essais dureront 15 mois et l'étude de terrain est prévue entre les mois d'Août et Avril de la 2^{ème} et 3^{ème} année. Le planning complet est présenté dans le tableau 1.

Actuellement, les essais de la 1^{ère} phase sont en cours.

Le Laboratoire de constructions hydrauliques est partenaire dans le projet interdisciplinaire appelé "Flussgebietsmanagement" (aménagement de l'espace cours d'eau).

Ce projet a pour objectif de comprendre le

Experimental analysis will be performed in two main phases:

Phase 1: Hydraulic tests with flow discharge will be performed under fixed bed conditions for the confluence angle of 90°.

Phase 2: Mobile bed and sediment discharge considered for both 90 and 60° angles between the confluents.

The project began in September 2006 and has a total duration of 4 years counting from this date. Experimental investigations take 15 months and field measurements are foreseen to be carried out from April to August during the 2nd and 3rd years. The planning is shown in Table 1.

Currently, the experimental tests for the phase 1 are being carried out.

The LCH is partner of the interdisciplinary project called "Flussgebietsmanagement" (River Space Management) which has the objective of understanding the ecological and

fonctionnement écologique, d'évaluer les conséquences socio-économiques des aménagements de cours d'eau et de fournir des recommandations pour les futurs projets intervenant dans les systèmes fluviaux.

Le projet "Flussgebietsmanagement" est financé par l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV). D'autres partenaires du projet sont : l'EAWAG, le WSL et la VAW-ETH Zurich.

Doctorant : Marcelo Leite Ribeiro

socio-economical consequences of river training works and providing recommendations for future efforts on river systems. The main focus is on "biodiversity and flood protection measures" as well as "lateral and longitudinal connectivity of rivers".

The "Flussgebietsmanagement" project is financed by the Swiss Federal Office of Environment (FOEN). Project partners are EAWAG, WSL and VAW-ETH Zurich.

Ph.D. student: Marcelo Leite Ribeiro

1.1.11 Influence de la géométrie des réservoirs peu profonds sur la vitesse du courant et sur le processus d'alluvionnement par sédiments fins en suspension / Influence of the geometry of shallow reservoirs on flow pattern and sedimentation processes by suspended sediments

Le plus grand ennemi de l'usage durable des réservoirs est la sédimentation. Ce processus est dû principalement à la décantation des sédiments fins en suspension dans l'écoulement. Dans les réservoirs peu profonds, la répartition de vitesse du courant et les processus de déposition sont fortement influencés par la géométrie de ces réservoirs.

L'efficacité de rétention sédimentaire que présente un réservoir peu profond dépend des caractéristiques des sédiments entrant et de la durée du trajet effectué par l'eau en traversant le réservoir. Cette durée est contrôlée évidemment par la géométrie de ce dernier.

The worst enemy of sustainable use of reservoirs is sedimentation. Often the main silting process is the result of settling down of suspended sediments. In shallow reservoirs the flow pattern and the sediment deposition processes are strongly influenced by the reservoir geometry.

The trap efficiency of a shallow reservoir depends on the characteristics of the inflowing sediments and the retention time of the water in the reservoir, which in turn are controlled by the reservoir geometry.

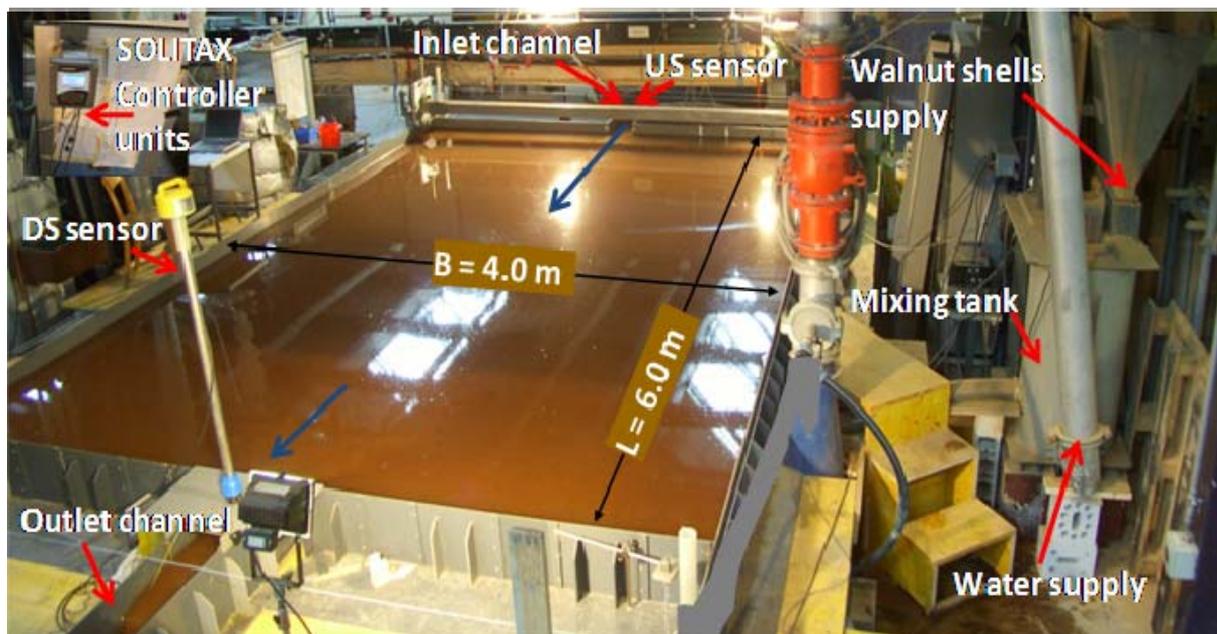


Figure 1: Vue générale de l'organisation expérimentale / Experimental set-up

Dans le but de contrôler la sédimentation des réservoirs peu profonds, des expériences physiques systématiques et des simulations

With the purpose of controlling the sedimentation in shallow reservoirs, the effects of the geometry on flow patterns and deposition

numériques ont été faites pour étudier l'influence de la géométrie de ces réservoirs sur la répartition du courant et sur le processus de déposition. Cela a permis d'identifier la géométrie idéale pour minimiser ou maximiser le processus d'envasement. L'objectif était aussi de mieux comprendre les processus physiques de la sédimentation des particules fines suspendues dans ces types de réservoirs.

Des investigations expérimentales systématiques ont été réalisées dans un bassin de 6 m de long, 4 m de large et 0.3 m de profondeur (Figure 1). L'influence de la géométrie du réservoir a été étudiée en variant la largeur, la longueur et l'angle d'expansion des murs du bassin pour un écoulement d'eau claire, et ensuite, pour un écoulement avec des sédiments en suspension. Au total, 11 géométries et 4 profondeurs différentes du réservoir ont été analysées. Durant les essais, plusieurs paramètres ont été mesurés, à savoir : la vitesse bidimensionnelle en surface, le profil de vitesse en 3D, l'épaisseur des sédiments déposés et la concentration sédimentaire à l'entrée et la sortie du bassin. Des coquilles de noix écrasées à diamètre moyen de grain (d_{50}) égal à $50\mu\text{m}$ et possédant une densité de 1500kg/m^3 ont été utilisées pour simuler les sédiments suspendus.

Après avoir atteint un écoulement stationnaire avec l'eau claire, des mesures de vitesse ont été réalisées. En deuxième phase, des mesures de l'évolution du courant et des dépôts en présence de sédiments suspendus ont été faites. Les essais ont été effectués pendant des durées allant de 1.5 heures jusqu'à 18 heures afin de pouvoir suivre l'évolution morphologique du processus. Pour étudier l'efficacité d'évacuation des sédiments du réservoir une fois ces derniers déposés, des essais ont été faits à niveau normal et avec abaissement du plan d'eau.

Des simulations numériques du bassin expérimental du laboratoire ont été réalisées. Les résultats obtenus ont été comparés avec ceux mesurés expérimentalement. Le but était d'étudier la sensibilité de ces résultats sous différentes configurations de courant ainsi que pour différents paramètres de sédiments et schémas de turbulence.

L'analyse de l'essai expérimental effectué sur l'écoulement et sur le comportement des sédiments dans des géométries axisymétriques possédant des formes variées, a fourni des informations supplémentaires sur l'évolu-

processes were investigated with systematic physical experiments and numerical simulations. This allowed identifying ideal off-stream reservoir geometries, which can minimize or maximize the settlement of suspended sediments. The objective was also to gain deeper insight into the physical processes of sedimentation in shallow reservoirs governed by suspended sediments.

The systematic experimental investigations were carried out in a 6 m long, 4 m wide and 0.3 m deep shallow basin as shown in Fig. 1. The influence of the shallow reservoir geometry was studied for the first time by varying the width, the length, and the expansion angle of the basin in the experiments for clear water and with suspended sediment. In total 11 different reservoir geometries and 4 water depths were analyzed. During tests, several parameters were measured, as 2D surface velocities, 3D velocity profiles, thickness of deposited sediments, and sediment concentration at the inflow and outflow. Crushed walnut shells with a median grain size, d_{50} of $50\mu\text{m}$ and a density of 1500kg/m^3 were used to simulate the suspended sediments.

After having reached a stable flow pattern with clear water, velocity measurements were performed. In a second phase, the evolution of the flow and deposition patterns under suspended sediment inflow was investigated. Tests were carried out with durations from 1.5 hours up to 18 hours, in order to follow the morphological evolution. In order to investigate the efficiency of flushing, flushing operations at normal water level as well as with drawdown were examined after the sedimentation tests.

Numerical simulations of the laboratory basin were performed and compared with experimental results. The purpose was to assess the sensitivity of the results on different flow and sediment parameters and different turbulence closure schemes.

The experimental investigation of the flow and sediment behaviour in axi-symmetric geometries with different shapes provides further information on the evolution of the flow pattern and the sediment deposition. Beside the expansion ratio and form ratio of the basin the flow regime was classified by the geometry shape factor SK and inlet Froude number Fr_{in} . The geometry shape factor, defined as a function of wetted perimeter, total reservoir surface area, aspect ratio and expansion density ratio, was used to compare and analyze the

tion du schéma du courant et sur le phénomène de déposition des sédiments. En plus de la détermination d'un rapport d'expansion et d'un autre qui dépend de la forme du bassin, un régime de courant a été classé par le moyen d'un facteur de forme géométrique (SK) et du nombre de Froude de l'entrée du bassin, Fr_{in} . Le facteur de forme géométrique défini comme une fonction de périmètre mouillé, la surface totale du bassin, le rapport longueur/largeur et celui d'élargissement, ont été utilisés pour comparer et analyser les résultats expérimentaux obtenus sous les différentes géométries du bassin testées.

experimental results obtained from the different investigated basin geometries.

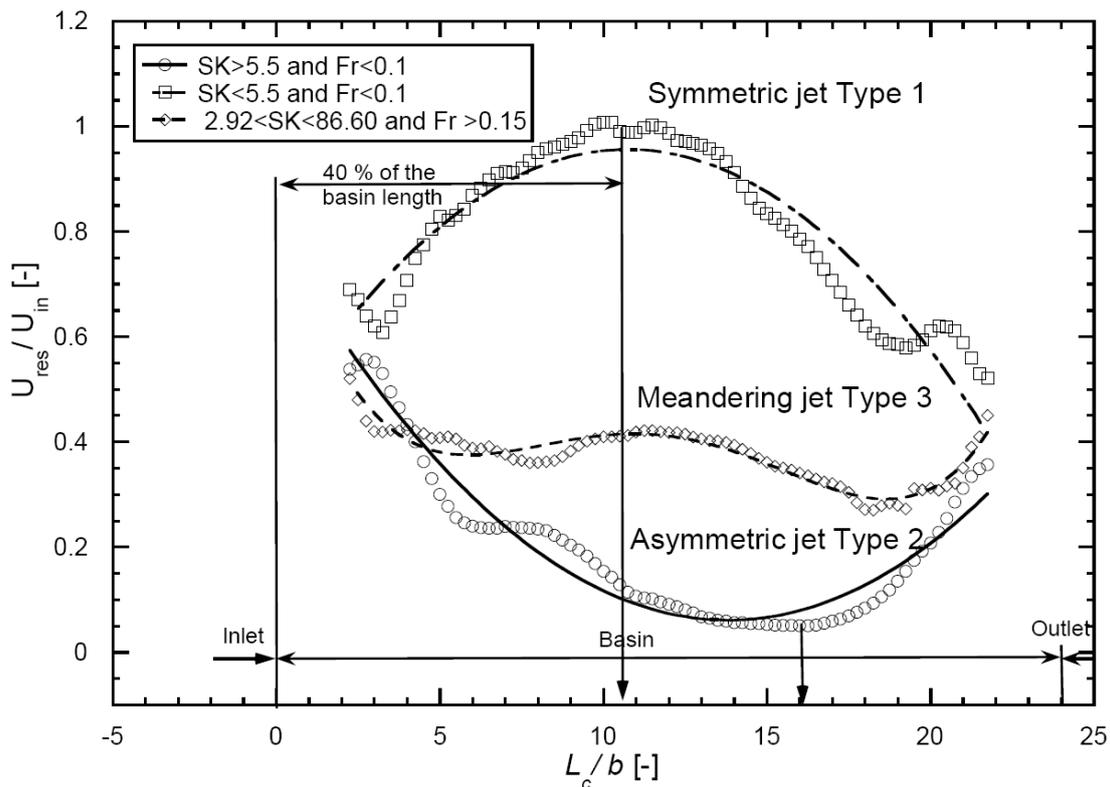


Figure 2: *Time averaged mean velocity magnitude for symmetric, asymmetric, and meandering jet at the basin centreline as a function of the distance from the inlet channel L_c and the inlet channel width b*

D'une part, les essais effectués avec de l'eau claire ont montré les conditions géométriques sous lesquelles l'écoulement change de comportement en passant de symétrique à asymétrique. La longueur du bassin a une grande influence sur le changement du champ d'écoulement. La profondeur de l'eau influence aussi considérablement le type de jet de l'eau et la formation des tourbillons de structure dans le bassin d'essais.

D'autre part, les dépôts de sédiments ont été fortement influencés par le type de jet. Le comportement de courant change avec l'évolution des dépôts. La prédiction de dépôts de sédiments est liée à la prédiction du compor-

Investigations of the clear water experiment results revealed the geometrical conditions leading to changes of the flow from symmetrical to asymmetrical behaviour as shown in Fig. 2. The length of the basin has a strong influence on the change of the flow field. The water depth also significantly affects on the type of jet and vortex structure forming in the basin.

On the other hand the sediment deposition pattern was strongly influenced by the jet type and the flow behaviour changed with increasing deposits. The prediction of sediment deposition is linked to the prediction of flow behaviour. Furthermore, it is very sensitive to

tement de l'écoulement. De plus, cette prédiction est très sensible à la géométrie de la cuvette et aux limites amont et aval de l'écoulement.

Quelques essais ont été réalisés jusqu'à ce que le débit de sédiments sortant du bassin soit égal au celui entrant. Ceci revient à dire qu'un état d'équilibre quasi-permanent a été atteint.

Lors de la chasse à niveau normal, une proportion relativement faible des sédiments déposés peut être évacuée. Comme attendu, la chasse à nappe libre avec abaissement du plan d'eau est plus efficace donnant ainsi lieu à un volume considérable de dépôts évacués du bassin.

Concernant le champ d'écoulement dans les bassins peu profonds, des relations empiriques pour l'estimation de la longueur de réattachement des vortex et le temps de résidence normalisé en fonction du facteur de forme géométrique (SK), ont été établies. Des relations empiriques pour la prédiction du type d'écoulement et de la magnitude de la vitesse en fonction de la géométrie du bassin ont également été formulées. Finalement, des relations empiriques pour la prédiction de l'index de sédimentation, du taux d'envasement, de l'efficacité de rétention et de l'épaisseur relative des dépôts, ainsi que le temps de résidence normalisé et l'efficacité de l'évacuation des sédiments ont été établies.

Les simulations numériques ont révélé que l'asymétrie observée dans le champ d'écoulement et dans la disposition des dépôts pourrait être expliquée par la sensibilité du courant à la géométrie et aux conditions limites. L'influence de la longueur et de la largeur du bassin sur le champ d'écoulement peut être évaluée avec précision par la simulation numérique, en bon accord avec les résultats des expériences.

Quelques recommandations sont données pour le dimensionnement et la conception d'un nouveau réservoir peu profond dans l'objectif de minimiser la sédimentation des particules suspendues. Les dépôts de sédiments peuvent être minimisés grâce à une géométrie optimale du bassin.

Recherche financée par l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) dans le cadre du projet Rhône-Thur.

Thèse de doctorat : Dr Sameh Kantoush

the basin geometry and the boundary conditions of inflow and outflow.

Some tests were performed until the sediment released at the outlet was equal to the sediments entering at inlet into the basin that means a quasi equilibrium was reached.

Flushing at normal water level allows only a relatively small part of the deposited sediment to be evacuated. As expected, drawdown flushing is much more effective and a significant amount of sediment deposits could be flushed out of the basin.

Regarding the flow pattern in shallow basins empirical relationships for the estimation of the reattachment length of gyres and the normalized residence time as a function of the geometry shape factor, SK, were established. Also empirical equations for the prediction of the jet flow type and velocity magnitude depending on the basin geometry could be formed. Finally empirical equations for the prediction of sedimentation index, silting ratio, trap efficiency and relative deposition thickness, as well as normalized residence time and flushing efficiency could be found.

The numerical simulations revealed that the observed asymmetry in flow and deposition patterns can be explained by the sensitivity of the flow regarding geometry and boundary conditions. The influence of the length and width of the basin on the flow pattern can be predicted in good agreement with experiments by these simulations.

Some recommendations are given for the design procedure of a new shallow reservoir in view of minimizing the sedimentation due to suspended sediment. The deposited sediment volume can be efficiently minimized by optimal designed reservoir geometry.

Research financed by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN) in the frame of Rhône-Thur project.

Ph.D. thesis: Dr. Sameh Kantoush

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

1.2.1 Transport solide et phénomène de déposition dans le cours d'eau de Milibach entre Reuti et Meiringen - étude sur modèle physique / Sediments transport and sedimentation process of the Milibach river between Reuti and Meiringen – physical model based study

Le cours d'eau du Milibach entre les agglomérations de Reuti et Meiringen en Suisse souffre d'une insuffisance de capacité hydraulique conduisant à des débordements fréquents. Ceci est dû essentiellement à l'accumulation de sédiments dans le lit du cours d'eau pendant les crues. La Figure 1 schématise la situation générale de la région du projet à la suite de la crue 2005.

The Milibach River between Reuti and Meiringen agglomerations in Switzerland has a hydraulic capacity insufficiency driving to frequent overflows. This problem is essentially due to the accumulation of sediments in the river bed leading to additional rises in the water level. Fig. 1 shows the general situation of the region of the project following the 2005 flood event.

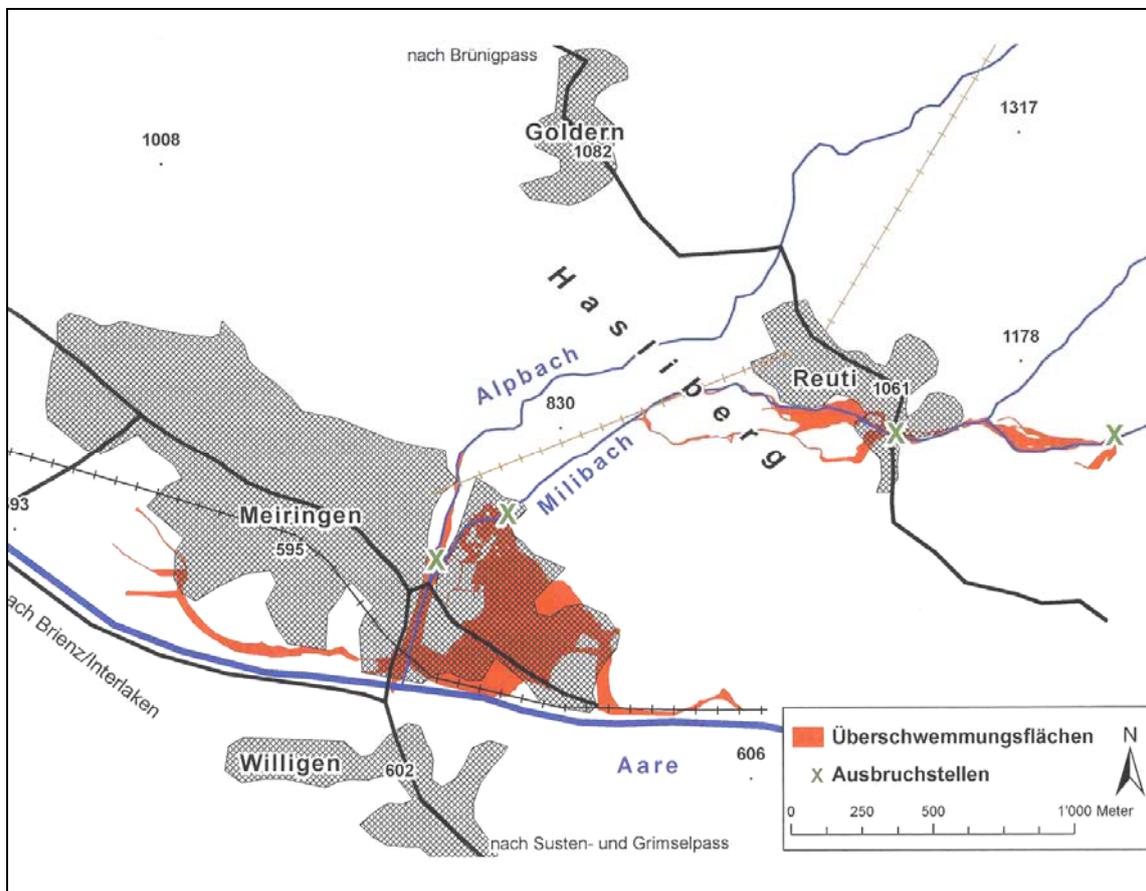


Figure 1: Situation générale du projet et zones inondées suite à la crue 2005 / General situation of the project and touched zones following the 2005 flood event

Une solution a été proposée qui consiste à aménager une zone de déposition à Reuti dans le but de stocker un certain volume de sédiments durant les crues, et ainsi de laminier le solidogramme à l'aval de cette zone. La charge solide résiduelle peut ensuite traverser Meiringen sans former de dépôts dans le cours d'eau. La capacité hydraulique de ce dernier sera ainsi conservée pour faire transi-

The solution that has been proposed consists in creating terraces of deposition in Reuti in the goal to stock a certain volume of sediments leading to a certain lamination of the solidogramme going downstream from this zone. The peak of flood can then cross Meiringen without forming deposits in the river. The hydraulic capacity will then be kept high enough to make possible the transition of

ter le pic de crue liquide. Le projet consiste à aménager le cours d'eau, les routes et les terrains avoisinants sur 350 m de longueur environ. La Figure 2 présente la vue en plan de la zone du projet et la limite du modèle physique réalisé au laboratoire.

the 100 years flood through Meiringen without causing flooding damages. The project consists in arranging the river, the roads and the neighbouring lands on about 350 m. Fig. 2 shows a plan view of the project zone and the limits of the physical model achieved at the laboratory.

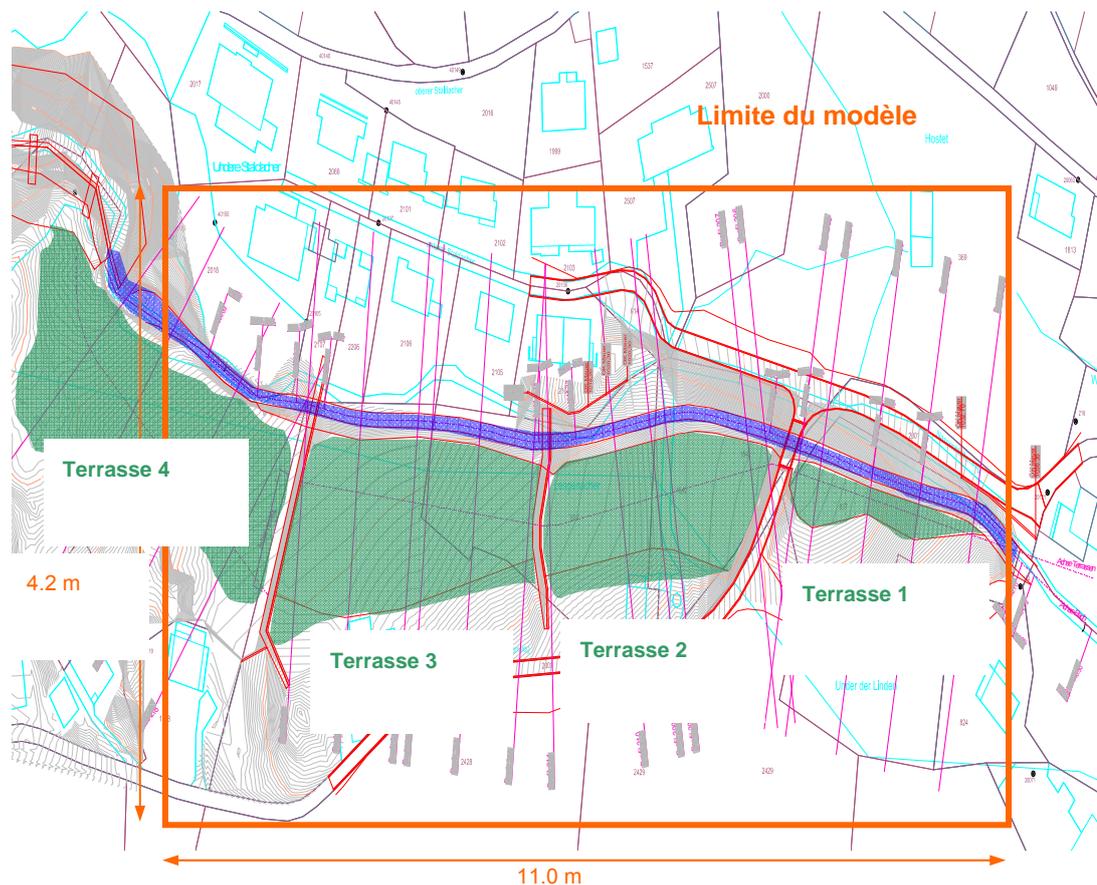


Figure 2: Vue en plan du projet et limite du modèle physique réalisé au laboratoire LCH / *Plan view of the project and the limits of the physical model created in the LCH laboratory*

Le modèle physique de l'aménagement réalisé à l'échelle 1/30 (voir Figure 3), a permis d'étudier l'efficacité de la solution proposée et d'effectuer plusieurs modifications (ajout des seuils et des digues, changement de la pente longitudinale du court d'eau, aplanissement des terrasses de dépôt, etc.) dans le but d'optimiser la solution finale du projet.

The physical model achieved at a scale of 1/30 (see Fig. 3), has permitted to study the efficiency of the solution proposed and to do several modifications (addition of weirs and dams, changing of the longitudinal slope of the river, smoothing of the transversal slopes of the deposition terraces.) to optimize the final solution of the project.

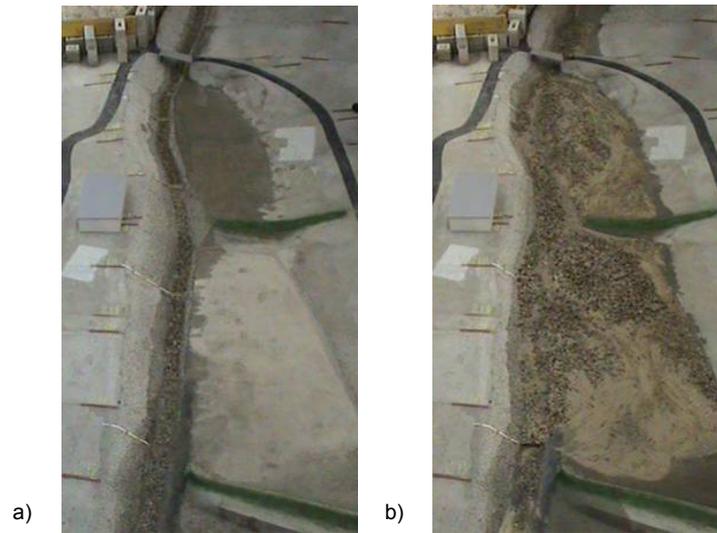


Figure 3: Vue d'ensemble du modèle réduit construit au LCH a) sans déposition et b) avec formation de dépôts (crue centennale) / *General view of the physical model constructed in the LCH a) without deposition and b) with deposition (for HQ100 flood simulation)*

Les modifications proposées à la fin des séries d'essais centennales et extrêmes effectuées sur le modèle sont :

- Réduction de la pente longitudinale du cours d'eau à l'endroit des terrasses 3 et 4.
- Implantation de six grilles métalliques dans le lit principale du cours d'eau destinés à former des seuils en situation de crue.
- Aplanissement de la plate-forme 3 par la réduction de sa pente transversale de 5 à 1 %.
- Construction de trois digues en terre de 1.5 m de hauteur pour fermer les trois dépotoirs et pour restituer l'eau déversée dans le cours d'eau principale.

The modifications proposed at the end of the 100 years and extreme floods simulation tests done on the model are :

- *Reduction of the longitudinal slope of the river near terraces 3 and 4.*
- *Implantation of six metallic grids in the main bed of the river to form temporary weir structures in flood situations.*
- *Smoothing the inclination of platform 3 by reducing its transverse slope from 5 to 1%.*
- *Construction of three earth dams of 1.5m of height to close the three terraces and to restore water in the main river.*

Type de crue	Volumes solides injectés [m ³]	Volumes solides retenus [m ³]	Volumes solides sortants [m ³]	% de rétention solide [%]
HQ100, (Q _{max} =15 m ³ /s, averse)	9'400	8'630	770	92
HQ100, (Q _{constant} =4 m ³ /s, longue durée)	12'700	11'475	1'225	90
EHQ (Q _{max} =25 m ³ /s)	24'550	12'950	11'660	53
Deux crues moy. Consécutives (Q _{max} =9 m ³ /s)	8'720	8'450	270	97

Tableau 1: Récapitulatif des résultats des essais avec la configuration finale du projet / *Table 1: Results summary of tests done according to the final configuration of the project*

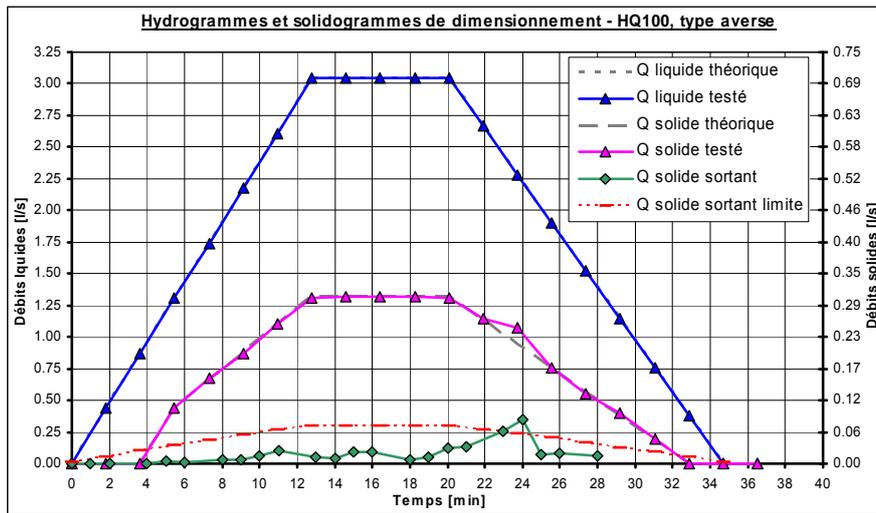


Figure 4: / Solidogrammes d'entrée et de sortie sur modèle de la solution finale aménagée (HQ100, crue type averse) / *Solidogrammes entering and transiting the final configuration model scheme (HQ100, shower type)*

Avec ces modifications, le cours d'eau aménagé permet le passage d'un débit de base de 5 m³/s sans déversement latéral en rive gauche. Il permet également de retenir en prototype, les volumes de sédiments décrits dans le Tableau 1 et d'écarter les crues centennales selon la Figure 4.

Etude confiée par Herzog Ingenieure, Gümli- gen représentant la Commune de Meiringen. Ingénieur de projet : Fadi Hachem

With these modifications, the new river configuration will have a basic capacity (without flooding) of 5 m³/s. It will have also the possibility to retain, in prototype scale, the sediments volumes shown in Table 1 and to laminate the 100 years flood according to graphs shown in Fig. 4.

Study entrusted by Herzog Ingenieure, Gümli- gen representing the Commune of Meiringen

Project engineer: Fadi Hachem

1.2.2 Barrage de Clusanfe – Etude sur modèle de la gestion de l'alluvionnement / *Physical modeling study of the sedimentation management of Clusanfe reservoir*

Au barrage de Clusanfe la problématique de la gestion des matériaux charriés se pose de manière cruciale car l'atterrissement total de la retenue est atteint en une dizaine d'années. Pour pallier les désagréments de cette situation, la solution proposée par HYDRO-Exploitation consiste en la construction d'une galerie de dérivation pour évacuer périodiquement les sédiments accumulés, comme cela se ferait naturellement sans barrage. La galerie se compose de deux éléments principaux : un canal d'amenée implanté dans le talweg du torrent et la galerie proprement dite, dans sa continuation (Figure 1).

In the Clusanfe Reservoir, the problem of the sedimentation management is serious because its filling up will be accomplished in a decade. To lessen the consequences of this situation, the proposed solution of HYDRO-Exploitation consists in the construction of a derivation gallery to periodically evacuate accumulated sediments upstream, in the same way that it would be done without a dam. The gallery is composed of two principal elements: the incoming canal built in the thalweg of the torrent and the gallery itself in continuation of the first one (Fig. 1).

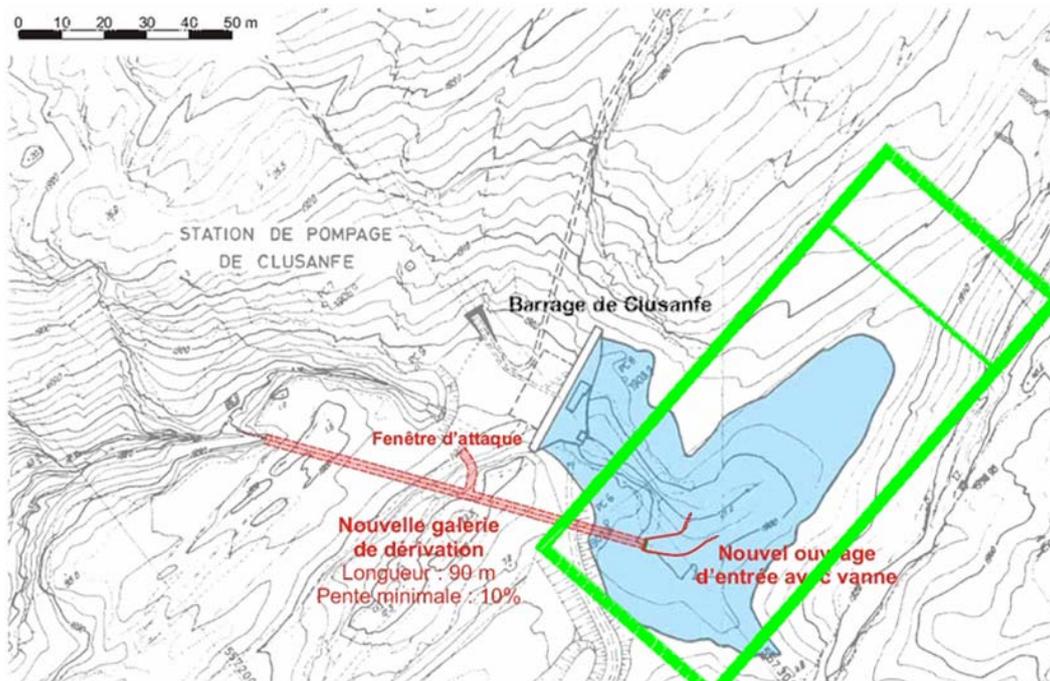


Figure 1: Situation et limites du modèle physique / Situation and limits of physical model

L'ouvrage d'entrée sert à canaliser l'eau et les alluvions afin de les guider vers la galerie, en évitant qu'ils ne parviennent au barrage. Il consiste en un canal prismatique à section rectangulaire avec une entrée en forme d'entonnoir. De plus, des digues en enrochements sont construites en rive droite et en rive gauche dans le prolongement du mur de façon à diriger le débit vers le canal. Ensuite, la galerie en fer à cheval avec une pente longitudinale de 10% permet d'assurer le transit des matériaux jusqu'au cours d'eau aval. Une vanne de vidange à commande hydraulique est installée à l'entrée de la galerie pour permettre le déclenchement de la purge au moment opportun.

L'étude sur modèle poursuit l'objectif de vérifier et d'optimiser le fonctionnement de ce système. Il s'agit de reproduire le comportement de la retenue en situation normale d'exploitation pour simuler le processus d'alluvionnement, puis le processus de purge en situation de crue, par ouverture de la vanne de vidange.

Les essais réalisés montrent que la position de l'entrée du canal et le niveau normal d'exploitation sont déterminants pour capter le volume annuel des apports sédimentaires. La Figure 2 montre les courbes de niveaux à la fin d'une étude sur modèle. Plus le niveau d'exploitation est élevé, plus les sédiments se déposent à l'amont de la retenue et inversement.

The inlet structure serves to direct water and sediments in order to guide them through the gallery, avoiding that they arrive in the dam. It consists in a prismatic channel with a rectangular section and a funnel-shaped intake. Rip-rap dykes are built on the right and left banks, in the extension of the wall, to guide the water into the channel. The gallery with a horseshoe shape and a longitudinal slope of 10% ensures the transition of the sediments through it. Moreover, an evacuation watergate with a hydraulic command is installed at the gallery's entry to allow the start of purging at the right moment.

The physical modelling study pursues the goal of verifying and optimizing the performance of this system. The objective is to reproduce the behaviour of the reservoir in the standard exploitation situation to simulate the sedimentation process and, after that, simulate the purging process in a flood situation by opening the evacuation Watergate.

Tests revealed that the position of the entrance of the channel and the standard level of exploitation are determining factors for the storage of the annual average sedimentation deposition (Fig. 2). The deposition process is higher when the level of exploitation is high, and it moves upstream when the level of exploitation is low.



Figure 2: Courbes de niveaux du dépôt solide à la fin d'une période annuelle d'exploitation /
Contour lines of the solid deposits after an annual exploitation period

La durée de purge dépend logiquement du débit. Pour des débits inférieurs à $Q_p=1.0 \text{ m}^3/\text{s}$, la purge n'est pas efficace. A partir de $Q_p=1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ la purge se réalise correctement, même en présence de blocs sur le lit, qui peuvent toutefois retarder le processus. Les difficultés de purge se réduisent avec l'augmentation du débit et aucun problème ne subsiste lorsqu'il atteint $Q_p=3.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sediment purging time and water purging flow are dependant of each other. For flows less than $Q_p=1.0 \text{ m}^3/\text{s}$, purging is not effective. Up to $Q_p=1.5 \text{ m}^3/\text{s}$, purging is carried out correctly, even in the presence of blocks in the river-bed, which can nevertheless delay the purging development. Purging difficulties are reduced with the increasing of water flow, and no problems remain when the flow reaches $Q_p=3.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

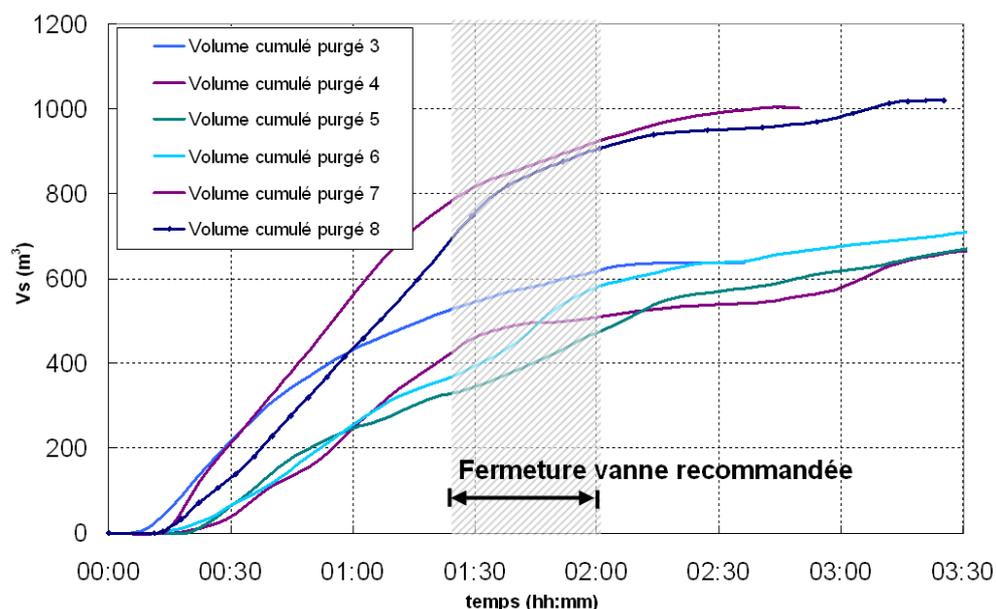


Figure 3: Volume solide évacué pendant les essais n°3 à 8 (valeurs prototype) / Solid outflow volume during tests n°3 to 8 (prototype values)

La quantité des sédiments évacués dépend du débit de purge, du dépôt initial (quantité et positionnement) ainsi que d'autres paramètres, tels que la rugosité du lit dont dépend la vitesse d'écoulement. Pour tous les essais réalisés, l'efficacité de la purge a toujours été supérieure à 70%. Toutefois, le débit solide sortant commence à diminuer significativement entre 1 h 20 min et 2 h après le début de la purge (Figure 3).

Il est donc opportun de fermer la vanne au moment où le débit de crue diminue si le débit solide sortant est déjà faible.

Etude confiée par HYDRO-Exploitation, Sion
Ingénieur de projet : Javier García Hernández

The quantity of sediments evacuated depends on the purging flow, the initial deposition (quantity and positioning) and on other parameters like bed roughness in which depends the velocity discharge. For all tests realized, the purging efficiency was always above 70%. However, solid outflow decreases significantly between 1 h 20 min and 2 h after the, beginning of the purging process (Fig. 3).

It is therefore correct to close the watergate when the flood flow decreases if the solid outflow is already low.

*Study entrusted by HYDRO-Exploitation, Sion
Project engineer: Javier García Hernández*

1.2.3 Gestion des sédiments pendant les travaux du projet *KWO Plus* – 2007 / *KWO Plus: Sediment management during water level lowering - 2007*

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 le barrage (Figure 1).

In the framework of the constructions of KWO Plus it is planned to lower the water in Lake Grimsel during some months in order to heighten the Grimsel reservoir dam (Fig. 1).

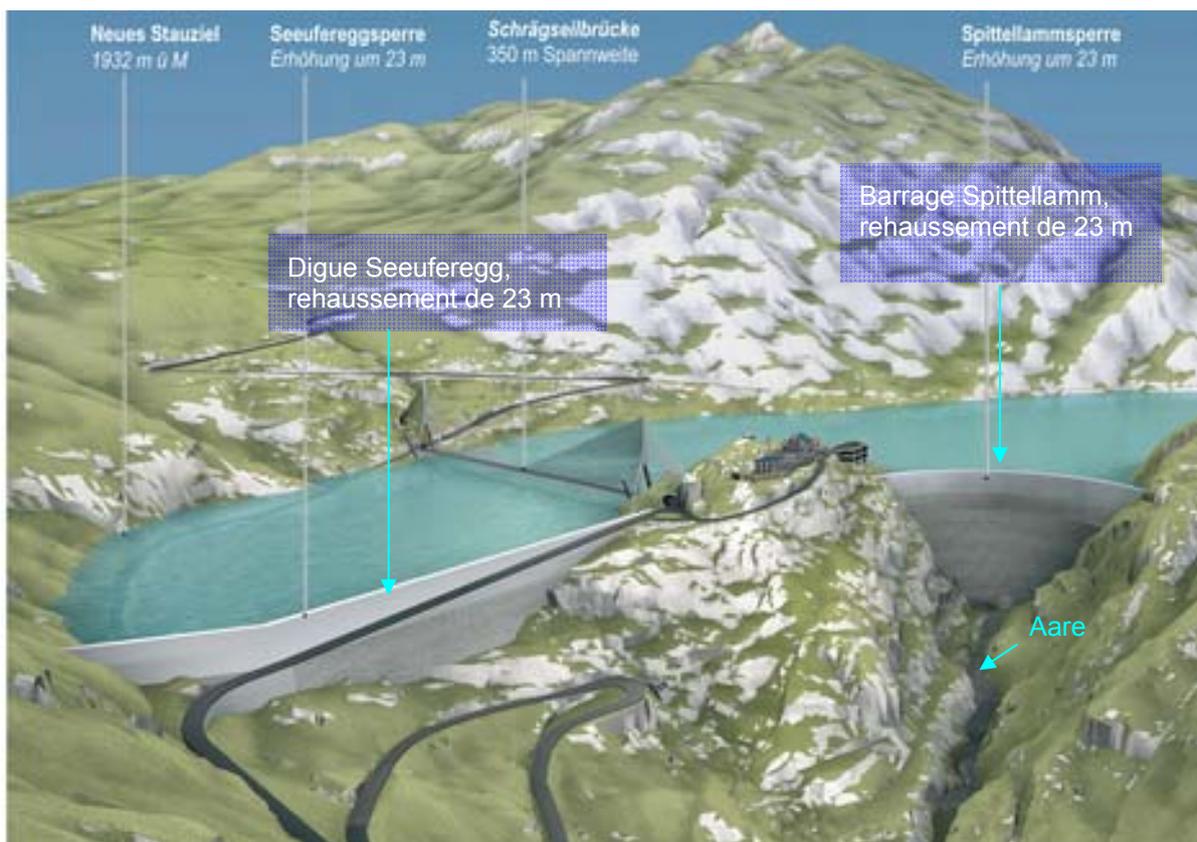


Figure 1: Lac de Grimsel après rehaussement des barrages (Photomontage: KWO AG) / Lake Grimsel after heightening of dams (photomontage by KWO AG)

Pendant cette période, le cours d'eau naturel provenant du glacier en amont de la retenue va creuser un lit dans les sédiments accumulés au fond du lac. En raison de la force de

During this period, the natural stream coming from the glacier upstream the reservoir will dig a bed in the sediments deposited on the lake ground. The friction force on the ground is

charriage plus élevée qu'à lac plein, des sédiments seront remobilisés et purgés dans l'Aare puis transportés vers le Räterichsbodensee (Figure 2). Afin de trouver les conditions les plus favorables des points de vue écologique et opérationnel, les quantités et concentrations de sédiments en aval du Räterichsbodensee devaient être évaluées.

stronger in an empty lake than in a full one. Therefore, there are temporarily more sediments washed out of the lake. Downstream of Lake Grimsel these sediments are transported in the streambed of the River Aare into the Räterichsbodensee (Fig. 2). In order to find the most favourable conditions with respect to ecology and operational matters, the sediment concentration and quantities upstream of Räterichsbodensee need to be estimated.



Figure 2: Vue aérienne des trois lacs exploités par KWO AG: Oberaarsee, Grimselsee et Räterichsbodensee / Aerial view of the three lakes exploited by KWO AG: Oberaarsee, Grimselsee and Räterichsbodensee (Photo: KWO AG)

L'estimation des quantités de sédiments sortant du lac de Grimsel dépend de la largeur du cours d'eau creusé dans les alluvions du lac abaissé, du diamètre moyen des grains et du débit. Ce dernier variant d'une saison à l'autre, la quantité et la concentration des sédiments évacués varient durant la période où le lac est vide. Les mois de mai et août ont été étudiés comme option pour l'abaissement du niveau du lac.

Des propositions de mesures applicables en cas de dépassement des concentrations

In order to estimate the sediment quantities flushed out of Lake Grimsel, the width of the new streambed on the lake bed is estimated. It depends on the average diameter of the grains and on the discharge. The discharge, and consequently the streambed width as well as the friction force, vary during the period when the lake is empty. The system was studied for the period from May to August where lowering the water level in the lake can be an option.

In the case where admissible sediment

admissibles ont également été examinées. Dans le Räterichsbodensee, seul l'abaissement du niveau d'eau au mois de mai a été étudié.

Les variantes d'un abaissement complet et partiel du lac et celle du venting permettant le transit des sédiments à travers la retenue jusqu'à la vidange de fond ont été étudiées. La solution d'un barrage à l'entrée du Räterichsbodensee dans le but de retenir les sédiments de manière contrôlée avant de les mettre en dépôt a également été examinée.

L'abaissement partiel du Räterichsbodensee se révèle non recommandable. En cas d'abaissement complet, les sédiments provenant du lac de Grimsel seront – après avoir été déposé en partie au cours des mois de juin et juillet - sortis du Räterichsbodensee au plus tard au mois de septembre. La concentration maximale de l'ordre de $c_s = 8.6$ ml/l sera obtenue en juillet. La variante prévoyant un barrage provisoire à l'entrée du Räterichsbodensee paraît également faisable, bien qu'il soit difficile de prédire combien de sédiments traverseront la digue et atteindront l'exutoire du Räterichsbodensee. La solution du venting s'est aussi avérée faisable. En effet, pendant les mois d'été (de mai à août) la concentration de sédiments attendue dépasse les concentrations minimales nécessaires pour maintenir l'auto-suspension et garantir le passage des sédiments jusqu'à l'exutoire du Räterichsbodensee.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude permettront à KWO AG de choisir la variante la mieux adaptée au planning des travaux.

Etude confiée par KWO Kraftwerke Oberhasli AG

Ingénieure de projet : Jolanda Jenzer Althaus

concentrations were exceeded, measure proposals were studied. In the Räterichsbodensee, only the option of lowering the water level in the month of May has been verified for all the alternatives.

The options of completely or partially lowering the water level and the one of venting, all of which result in the passage of the sediments through the Räterichsbodensee and exiting through its bottom outlet, were studied as well as the option of a temporary dam at the entry of the Räterichsbodensee with the purpose of retaining the sediments and depositing them elsewhere.

The alternative of a partial water level lowering is not recommended. With the assumptions made, in case of a complete water level lowering, nearly all the sediments from Lake Grimsel will - after having been deposited during the months of June and July - be evacuated out of the Räterichsbodensee at the latest at the end of September. The maximal sediment concentration will be obtained in July with $c_s = 8.6$ ml/l. The alternative with a temporary dam at the entry of Räterichsbodensee seems to be feasible as well. But it is difficult to predict how much sediment will pass over the dam and attain the outlet works of Räterichsbodensee. Under the present conditions, the alternative of venting turns out to be feasible too. In summer (May to August) the expected sediment concentration is higher than the minimal concentrations necessary to maintain the auto-suspension and to guarantee the sediment passage to the outlet works of the Räterichsbodensee.

The results obtained in the frame of this study will allow KWO AG to choose the most appropriate variant according to the planning of the works.

Study entrusted by KWO Kraftwerke Oberhasli AG

Project engineer: Jolanda Jenzer Althaus

1.2.4 Modélisation numérique du réseau d'assainissement de la ville de Lausanne / Numerical modelling of the sewer system of Lausanne city

Dans la perspective d'une amélioration de son réseau d'évacuation des eaux, la ville de Lausanne aimerait disposer d'un outil permettant la modélisation de ce système complexe. Cet outil doit tout d'abord permettre d'établir un diagnostic de la situation actuelle et ensuite d'analyser de manière détaillée diverses variantes d'aménagement, comme

In view of improving projects for the sewerage systems, the city of Lausanne would like to have a tool which would allow the modelling of this complicated system. First of all, this tool should allow the establishment of a diagnostic on the current situation and afterwards the analysis of a certain number of variant projects in a detailed way, like for example the

par exemple la mise en séparatif de certains quartiers ou la rétention des eaux usées lors des orages pour réduire le flux polluant aux déversoirs d'orages.

Pour la modélisation pluie-débit, le modèle ne doit être alimenté que par des séries temporelles de précipitations et températures (scénarios ou événements mesurés). Les débits sont calculés par pas de temps à partir de ces séries temporelles et des paramètres des sous-bassins versants (surfaces, pentes, etc.). Il convient enfin de noter que le logiciel Routing System II, utilisé ici, permet également le transfert débit-débit. Cette possibilité est exploitée dans le présent modèle pour la simulation des eaux usées (Figure 1).

separated sewerage system for certain city areas or the wastewater retention during storms to avoid an overload of the system and the solicitation of the spillway.

The rainfall-runoff modelling has to be fed (for clearwater) only with precipitation and temperature temporary series (scenarios, events or measures). Flow data are calculated for each time step from the temporary series and with catchment area parameters (surfaces, slopes, etc...). Besides, Routing System II is also a flow-flow model because it allows the calculation of the flow transfers and transformations directly produced by sources. This possibility is exploited by this model for wastewater modelling (Fig. 1).

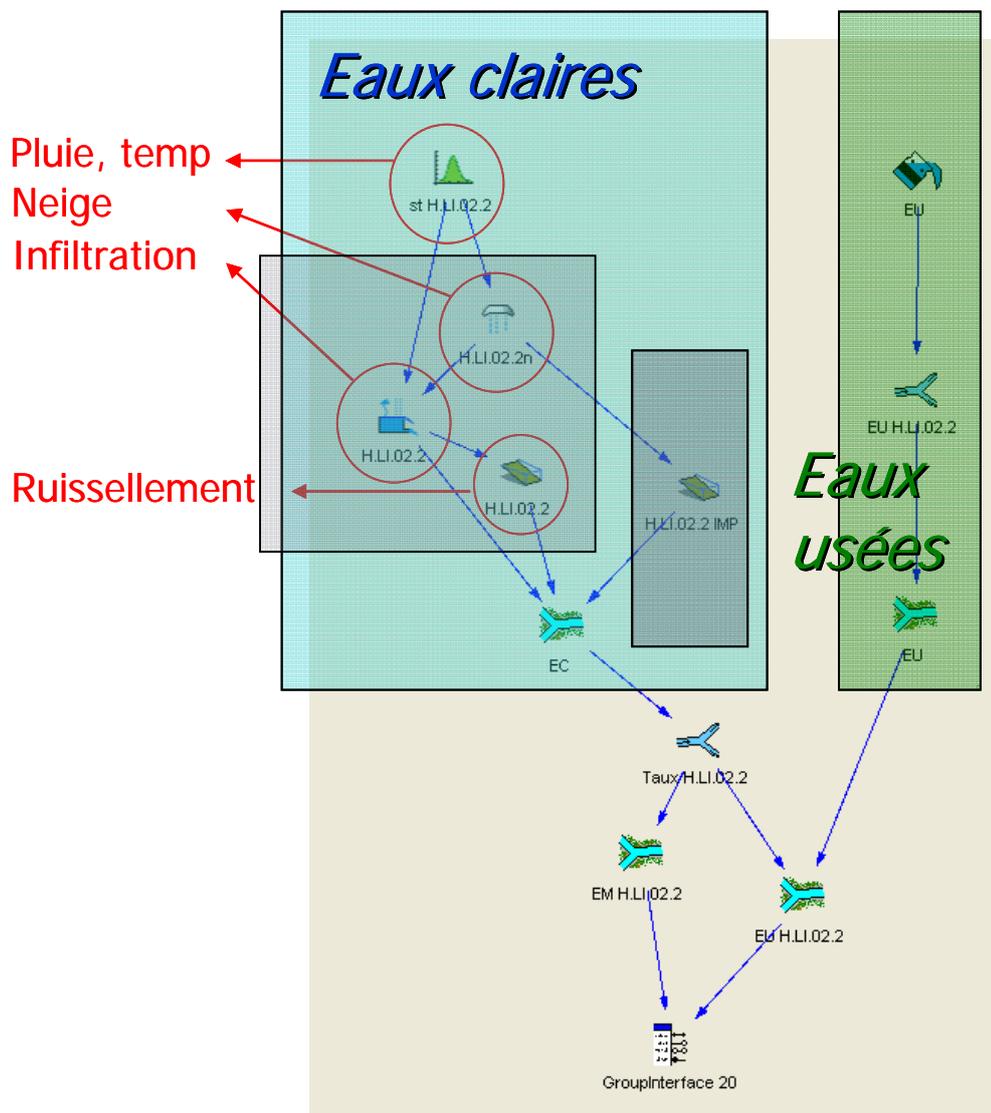


Figure 1: Schéma de modélisation des eaux claires et usées sur un bassin versant / *Catchment area modelled with Routing System II program*

Une procédure de calage et de validation a été effectuée entre les résultats de la simulation et les valeurs mesurées aux points de contrôle du modèle (Figure 2). Cette opération

A calibration and validation procedure has been done for the model with simulation results and measure values at the control points (Fig. 2). This operation consists in

consiste à ajuster les différents paramètres hydrologiques du modèle pour obtenir la réponse la plus adéquate. Lors du calage, ni les données d'entrée (précipitations, températures), ni les paramètres mesurables (surfaces, pentes, topologie) ne sont modifiés.

adjusting the hydrological parameters of the model to offer the most adequate resolution. During the calibration, neither input data (precipitation, temperature) nor measurable parameters (surface, slope, topology) have been modified.

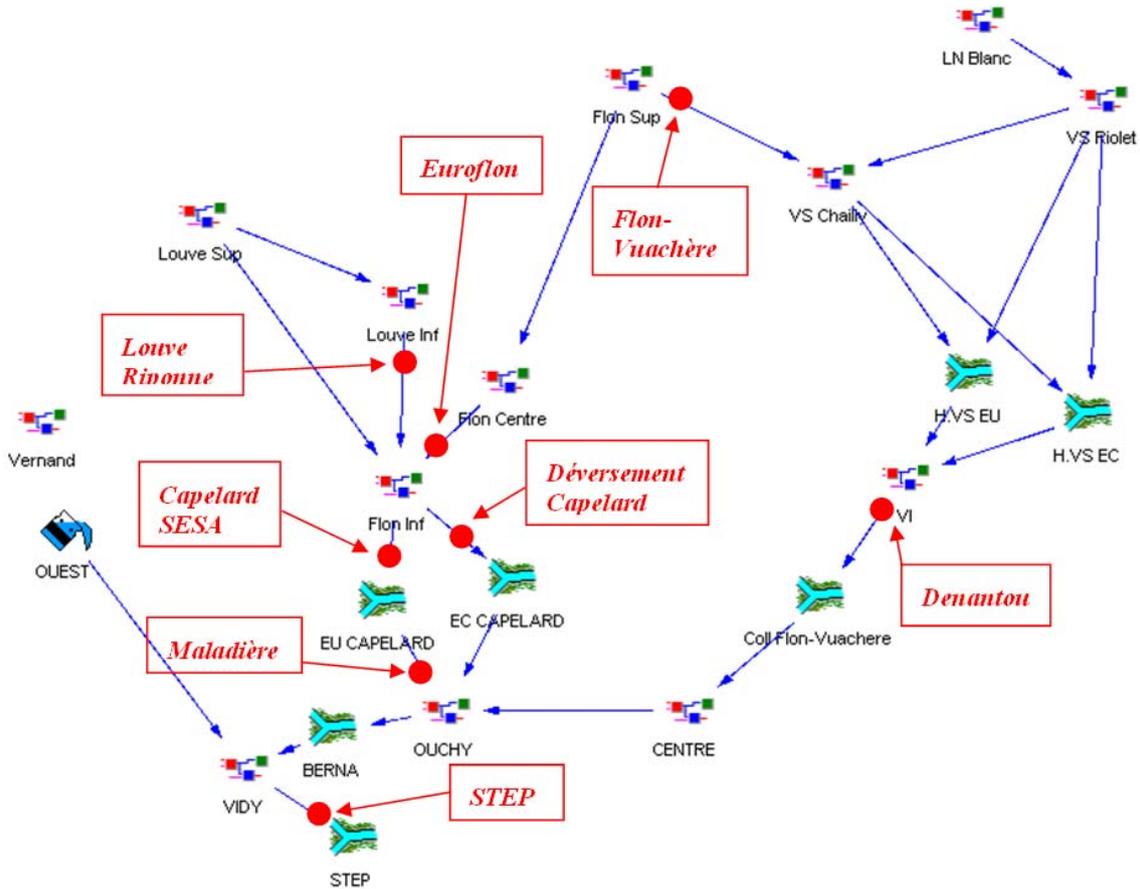


Figure 2: Schéma global du modèle avec les points de contrôle / *Model diagramme with the control points*

Le paramétrage final utilisé dans la modélisation est quasi homogène sur tout le bassin versant. Seuls les paramètres du modèle GR3 ont été ajustés localement, tandis que ceux du modèle SWMM, ainsi que le coefficient de contrôle de l'ETP, ont été ajustés à la même valeur sur tout le territoire.

Pour permettre l'établissement de bilans polluants et des apports à la STEP, le modèle doit fournir une estimation du cycle de production d'eau usée, un volume annuel des apports fiable et également reproduire le plus fidèlement possible le fonctionnement d'ouvrages particuliers tels que les déversoirs d'orage. Il doit surtout être capable de bien reproduire les débits de pointe.

Final calibration of the model is basically homogeneous in the whole catchment area. Only GR3 parameters have been adjusted locally. SWMM parameters and the control coefficient of PET have been adjusted with the same values for the whole catchment area.

To allow the pollution balance and the analysis of the contributions to the STEP, the model has to provide an estimation of the wastewater production in dry periods, a reliable annual volume and also to reliably reproduce the operations of the particular works like the spillways. That is the reason why the model has to reproduce the peak discharges very well.

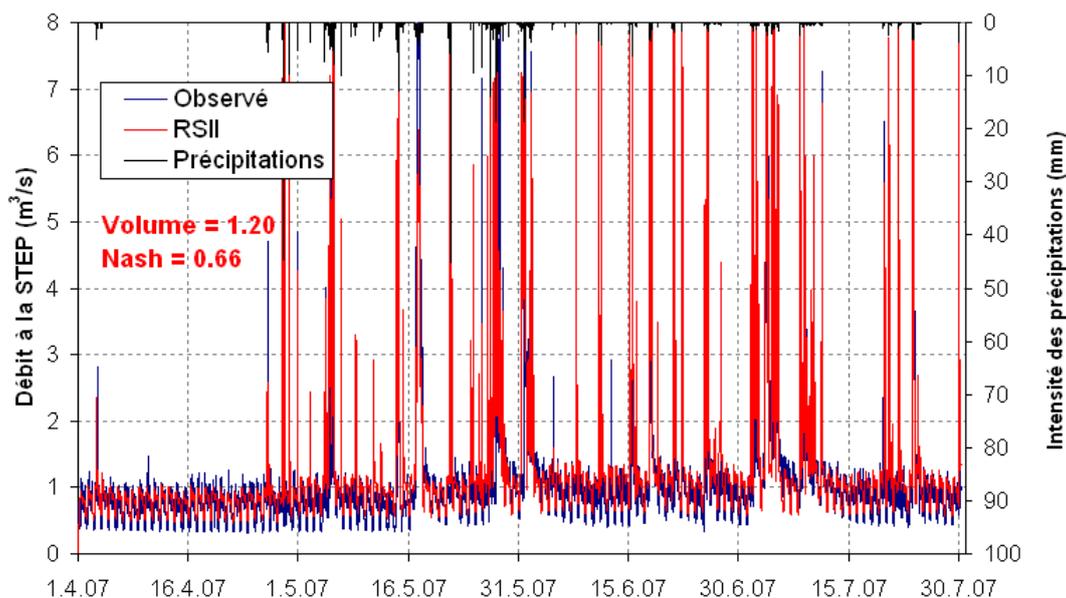


Figure 3: Comportement du modèle à la STEP / Model behaviour at the STEP

Le comportement général du modèle est bon, comme en témoignent les performances théoriques du modèle à la STEP (Nash = 0.66, Figure 3) et l'analyse visuelle des séries de débits. Les événements pluvieux sont reproduits en phase, les temps de réponse sont corrects, tout comme les phases de tarissement.

Etude confiée par la Ville de Lausanne
Ingénieur de projet : Javier García Hernández

The general behaviour of the model is good as shown in Fig. 3, with a good performance of the model at the STEP. Rainfall events are well reproduced, in phase and with an adequate time response, as well as the drying up phases.

*Study entrusted by the City of Lausanne
Project engineer: Javier García Hernández*

1.2.5 Aménagement hydroélectrique de Kárahnjúkar – Chambre de vanne de Jokulsá. Essais hydrauliques sur modèle réduit d'un dissipateur d'énergie / Kárahnjúkar hydroelectric project - Jokulsá valve chamber. Hydraulic model tests of an energy dissipating structure

L'aménagement hydroélectrique de Kárahnjúkar est en cours de construction sur le fleuve Jokulsá à Dal en Islande. L'objectif de cette étude est d'analyser et de proposer des solutions techniques pour le design du secteur de galerie où se trouve la vanne de Jokulsá. Le but des essais hydrauliques est d'obtenir toutes les informations nécessaires pour optimiser le design hydraulique d'un dissipateur d'énergie.

La chambre de vanne de Jokulsá est située 100 m avant la connexion avec le puits blindé. Les simulations hydrauliques en régime transitoire du réseau de galeries montrent que les débits au passage de la vanne de Jokulsá sont inacceptables (presque 170 m³/s) en cas d'arrêt des turbines.

Kárahnjúkar Hydroelectric Project is under construction to harness the river Jokulsá à Dal in Iceland. The aim of this study is to analyze and propose technical solutions to Jokulsá valve chamber located in Jokulsá tunnel, at Kárahnjúkar. 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 however that unacceptable discharges of reverse flow (up to 170 m³/s) could occur through the valve at total shutdown of the power station.

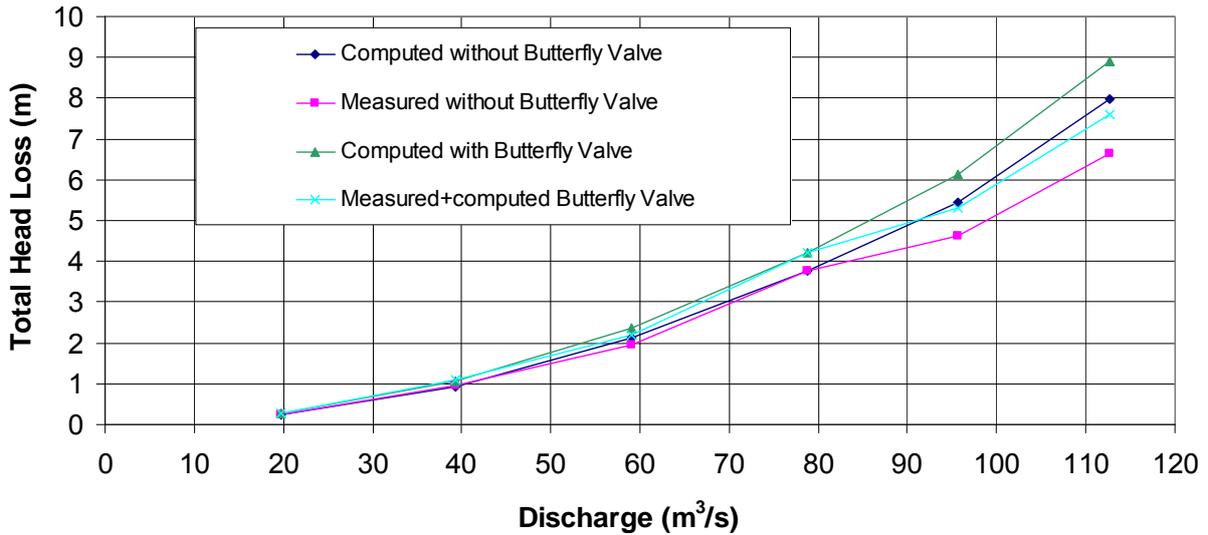


Figure 1: Perte de charge totale mesuré et calculée sur le secteur de dissipation, en conditions normales d'écoulement / *Experimental and computed total head losses with and without butterfly valve, under normal flow conditions*

Pour résoudre ce problème, un élément dissipateur d'énergie est nécessaire pour réduire l'écoulement de retour vers le tunnel de Jokulsá. La structure doit par contre provoquer une faible perte de charge en situation normale d'écoulement.

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. This singularity introduces an absorbing effect for reverse flow into the Jokulsá tunnel. Under normal flow conditions the structure geometry has to cause a low head loss.

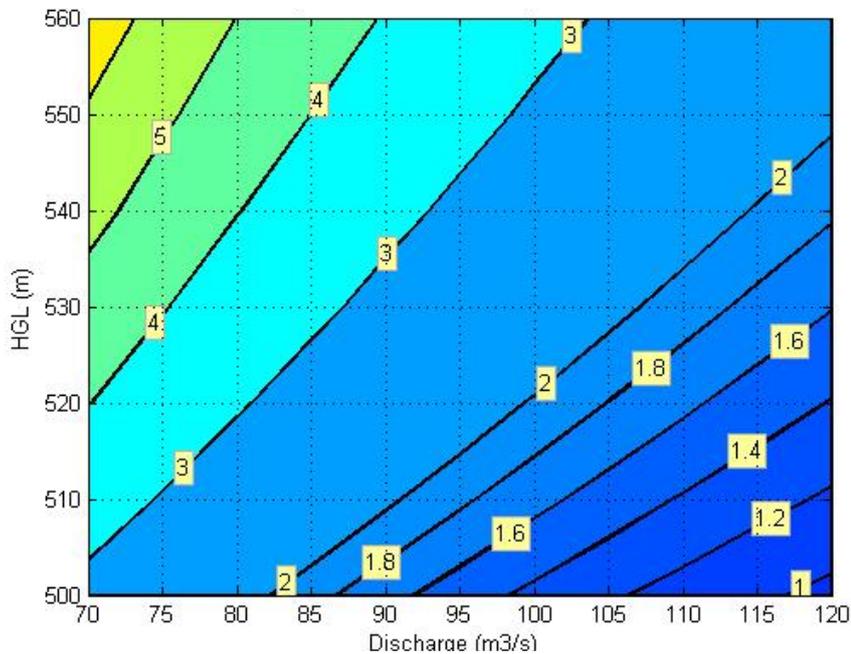


Figure 2: Index de Falvey dans la section élargie en fonction du débit et du niveau d'énergie pour un écoulement de retour / *Falvey index in the enlarged section after the contraction according to discharge and HGL downstream for reverse flow*

Les buts de ce projet, sont :

- Optimisation de la géométrie (dimensions et forme) de la contraction et de la transition entre la section contractée et

The goals of the tests are:

- *Optimization of the detailed geometry (dimensions and form) of the contraction and of the transition between the con-*

les sections adjacentes

- Définition du potentiel de cavitation et vérification que le risque de cavitation reste dans des limites acceptables
- Vérification des sollicitations hydrauliques qui agissent sur la galerie, notamment dans les sections les plus exposées au jet et à formation de tourbillons

Quelques résultats sont présentés ci-dessus. La Figure 1 montre que les pertes de charge obtenues expérimentalement sur le secteur de dissipation sont plus faibles que celles calculées en conditions normales d'écoulement. La Figure 2 montre que l'index de Falvey ne fait pas apparaître de risque de cavitation après la section contractée pour la gamme des débits et des charges.

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

Ingénieur de projet : Alexandre Duarte

tracted section and the adjoining concrete lined tunnel

- *Definitions of cavitation potential and verification that cavitation risk remains within acceptable limits*
- *Verification of the hydraulic loads acting on the tunnel lining, in particular in critical sections exposed to jet impact or intense eddy formation*

Some results are presented above. Fig. 1 shows that under normal flow conditions, the total head loss obtained experimentally is less than the one obtained through theoretical computation. Fig. 2 shows that the Falvey index values do not suggest a risk of cavitation within the discharge and HGL in the downstream range in the enlarged section after the contraction.

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

Project engineer: Alexandre Duarte

1.2.6 Influence du nouveau pont CFF sur la Vispa à Viège lors des hautes eaux / Influence of the new CFF bridge on the Vispa river in the city of Viège during floods

Un nouveau pont CFF sera construit immédiatement en amont du pont existant sur la commune de Viège, dans le cadre de la réalisation de la 4^{ème} voie issue de la gare de Viège en direction de l'ouest.

La présente étude a comme objectif d'analyser l'influence de ce nouvel ouvrage sur le cours de la Vispa lors des hautes eaux. Les résultats sont présentés dans le dossier de mise à l'enquête de la 4^{ème} voie, en relation avec le concept "Hochwasserschutz Vispa" établi pour la Commune de Viège.

La modélisation physique de la Vispa à l'amont de sa confluence avec le Rhône a été réalisée au Laboratoire de Constructions Hydrauliques de l'EPFL en 2002 (LCH 09/02). Lors de cette modélisation, un nouveau pont CFF à l'amont du pont CFF existant a été considéré (Figure 1). Dans ce modèle, le débit de 660 m³/s, correspondant au débit extrême EHQ en conditions défavorables relatives au fonctionnement des aménagements de Mattmark et de Grande-Dixence ainsi que les débits de 600, 500, 400 et 330 m³/s ont été considérés.

A new CFF (Suisse Federal Railway) bridge will be constructed immediately upstream of the existing bridge in the city of Viège, in the framework of the construction of the 4th railway exit of the Viège train station to the West.

The present study has the objective to analyse the influence of this new structure in the Vispa river course during floods. Results are presented in the "Planning Project Opened to Public Inspection", related to the "Hochwasserschutz Vispa" concept, established for the village of Viège.

The Vispa physical modelling upstream of the confluence with the Rhone River was carried out at the Laboratory of Hydraulic Constructions at EPFL in 2002 (LCH 09/02). A new CFF bridge upstream of the existing one was considered as shown in Figure 1. In this model, the discharge of 660 m³/s, corresponding to the extreme discharge under unfavourable conditions related to the Mattmark and Grand-Dixence hydraulic schemes, as well as the discharges of 600, 500, 400 and 330 m³/s were considered.

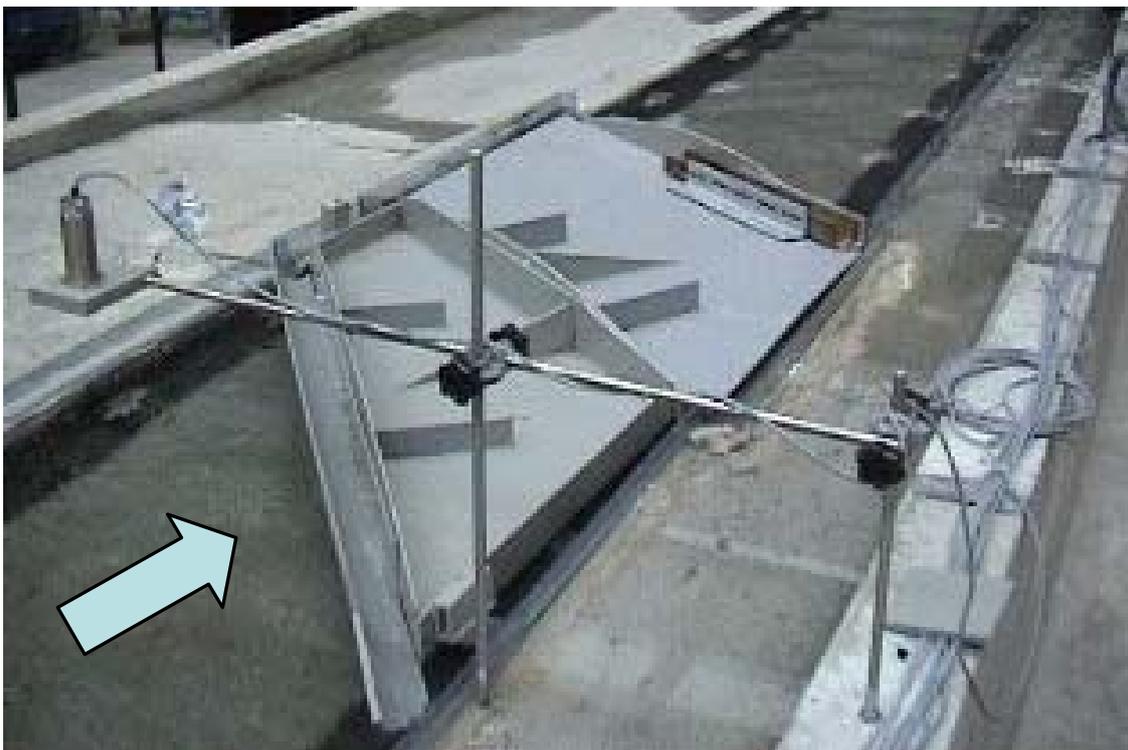


Figure 1: Vue d'en haut des ponts CFF existants et projetés dans le modèle physique du LCH en 2002 / Overhead view of the existing and planned CFF bridge in the LCH set-up (2002).

L'analyse de l'influence d'un nouveau pont CFF (version 2007) sur l'écoulement de la Vispa a été réalisée à l'aide du modèle de calcul HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centre's River Analysis System).

Le calage du modèle HEC-RAS est basé sur les mesures faites sur le modèle physique pour le scénario "WS 660 m³/s - Verschalung KS + SBB Brücken".

Le nouveau projet de pont CFF (version 2007) est implanté à l'amont du pont CFF existant. Différent du premier projet, il se caractérise par une largeur de tablier de 15.77 m et est placé parallèlement au pont existant. Le parement amont du nouveau pont est profilé avec un arrondi comme proposé par le LCH (LCH 09/02) pour faciliter le passage de la crue.

Les calculs de lignes d'eau avec le nouveau pont CFF ont été effectués pour trois débits :

- Q = 660m³/s (EHQ avec conditions défavorables)
- Q = 600 m³/s (EHQ)
- Q = 500 m³/s (débit minimal avant le début de déversement latéral en rive gauche en aval du pont)

Les résultats ont été comparés avec les calculs de la version 2002 du pont et les mesures sur modèle physique, pour les débits respectifs. D'après les calculs, il ressort que

The analysis of the influence of a new CFF bridge on the Vispa course was performed using the HEC-RAS numerical model (Hydrologic Engineering Centre – River Analysis System).

The calibration of the HEC-RAS model is based on the measurements performed during physical modelling tests for the discharge scenario "WS 660 m³/s - Verschalung KS + SBB Brücken".

The new CFF bridge (2007 version) will also be constructed upstream of the existing bridge. Different from the initial project, the new design is characterized by an apron width of 15.77 m and is placed parallel to the existing bridge.

The upstream facing of the bridge has a rounded profile, as proposed by the LCH (LCH 09/02) in order to facilitate the flow during floods.

The water level calculations with the new bridge were performed for 3 different discharges:

- Q = 660m³/s (EHQ with unfavourable conditions)
- Q = 600 m³/s (EHQ)
- Q = 500 m³/s (minimum discharge before the lateral overflow in the left bank downstream the bridge)

les lignes d'eau correspondant au projet 2007 du pont CFF ne sont pas significativement différentes de celles obtenues pour le projet de 2002. L'infime différence observée est dans l'ordre de précision des calculs numériques, comme illustré sur la Figure 2 pour le débit de 660 m³/s.

Results have been compared with the numerical calculation considering the 2002 version of the bridge and the model measurements for the respective discharges. According to calculations, it is clear that the water levels corresponding to the 2007 bridge project are not different from those obtained with the 2002 version. The tiny observed difference is in the order of accuracy of the numerical calculations, (Fig. 2) for the discharge of 660 m³/s.

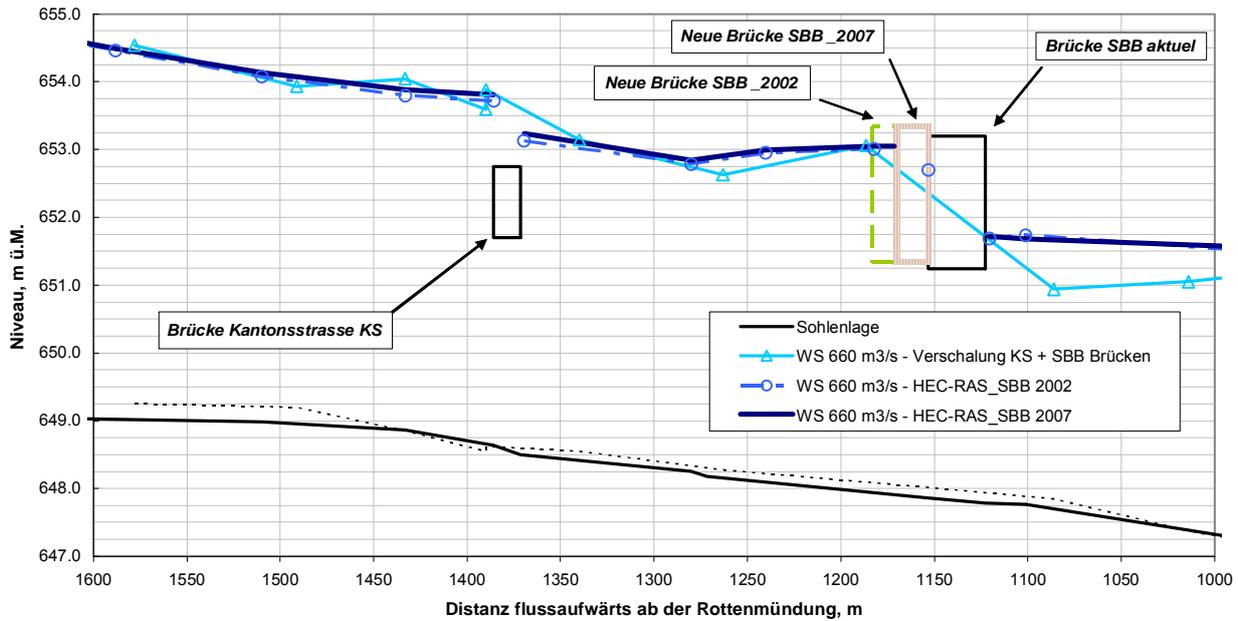


Figure 2: Lignes d'eau calculées pour les projets 2002 et 2007 du nouveau pont CFF et ligne d'eau mesurée sur modèle physique pour le débit de 660 m³/s / *Calculated water levels considering the 2002 and 2007 versions of the new CFF bridge and the measured water level in the physical model for the discharge of 660 m³/s*

Les résultats obtenus montrent que le nouveau pont n'aura pas d'influence supplémentaire sur l'écoulement de la Vispa par rapport à celui reproduit sur modèle physique en 2002. De ce fait, le concept de protection contre les crues de la ville de Viège reste valable et les résultats présentés dans le rapport LCH 09/02 constituent toujours la référence à considérer.

Mandat confié par la Ville de Viège
Ingénieur de projet : Marcelo Leite Ribeiro

The results obtained have shown that the new bridge will not lead to an additional influence on the Vispa flow, according to the 2002 version.

Therefore, the flood protection concept of the city of Viège remains valid and the results presented in the report LCH 09/02 are still the reference to be considered.

*Study entrusted by the City of Viège
Project engineer: Marcelo Leite Ribeiro*

1.2.7 Barrage de St-Marc: Etude sur modèle physique des évacuateurs de crue - Etude complémentaire de l'évacuateur droit / *St-Marc Dam: Model study of spillways - Complementary study of the right bank spillway*

L'étude sur modèle physique des évacuateurs de crue du barrage de St-Marc, réalisée au LCH/EPFL (LCH 10/06), a mis en évidence un déficit de capacité du chenal de l'évacuateur

The St-Marc physical model spillways study, carried out at LCH/EPFL (LCH 10/06), has revealed a capacity deficit of the right bank spillway channel for reservoir levels higher

de rive droite pour une retenue supérieure au niveau normal d'exploitation (282.00 m NGF). A ce niveau, la débitance de cet évacuateur est de 97 m³/s. L'insuffisance de capacité du chenal vient essentiellement du changement brusque de direction à l'entrée (Figure 1) auquel s'ajoute la vitesse élevée de l'écoulement. Le niveau de retenue aux plus hautes eaux (PHE) s'établit à 283.50 m NGF. Le débit transitant par cet évacuateur est de 169 m³/s (Figure 2).

Afin de résoudre ce problème quelques modifications ont déjà été proposées et étudiées par le LCH dans le cadre de l'étude initiale, sans résultat satisfaisant.

Indépendamment du changement de direction, la capacité hydraulique théorique du chenal, calculée avec le modèle numérique WS77 en considérant un tracé rectiligne est légèrement inférieure aux 169 m³/s atteinte au niveau de retenue PHE.

than the normal operation level (282.00 m NGF). At this level, the discharge capacity flowing into this spillway is 97 m³/s. This problem is essentially due to the abrupt flow direction change at the inlet of the channel (Fig. 1), and the high water flow velocity. The maximum operation level (PHE) is at the elevation 283.50 m, which leads to a discharge of 169 m³/s in this spillway (Fig. 2).

In order to solve this problem, some modifications have been proposed and studied by the LCH in the framework of the initial study.

The theoretical hydraulic capacity of the channel calculated with the numerical model WS77 was estimated considering a rectilinear reach. Results show that even without the direction change, the maximum channel capacity is slightly lower than 169 m³/s (maximum operation level).



Figure 1: Vue depuis l'aval du chenal de l'évacuateur droit du barrage de St-Marc / Downstream view of the right bank spillway channel

Les solutions techniques examinées sur le modèle physique de l'évacuateur droit peuvent être divisées en trois catégories :

- Changement du tracé du mur bajoyer droit sur le tronçon en courbe ;

The technical solutions that had been studied in the physical model can be divided into three classes:

- *Direction change of the right guide wall in the curved reach;*

- Mise en place de blocs alternés sur le fond de l'évacuateur ;
- Couverture partielle du chenal sur un tronçon limité avec un système de console, communément appelé "casquette".
- *Alternated blocs at the channel bed;*
- *Partial channel coverage in a limited reach.*

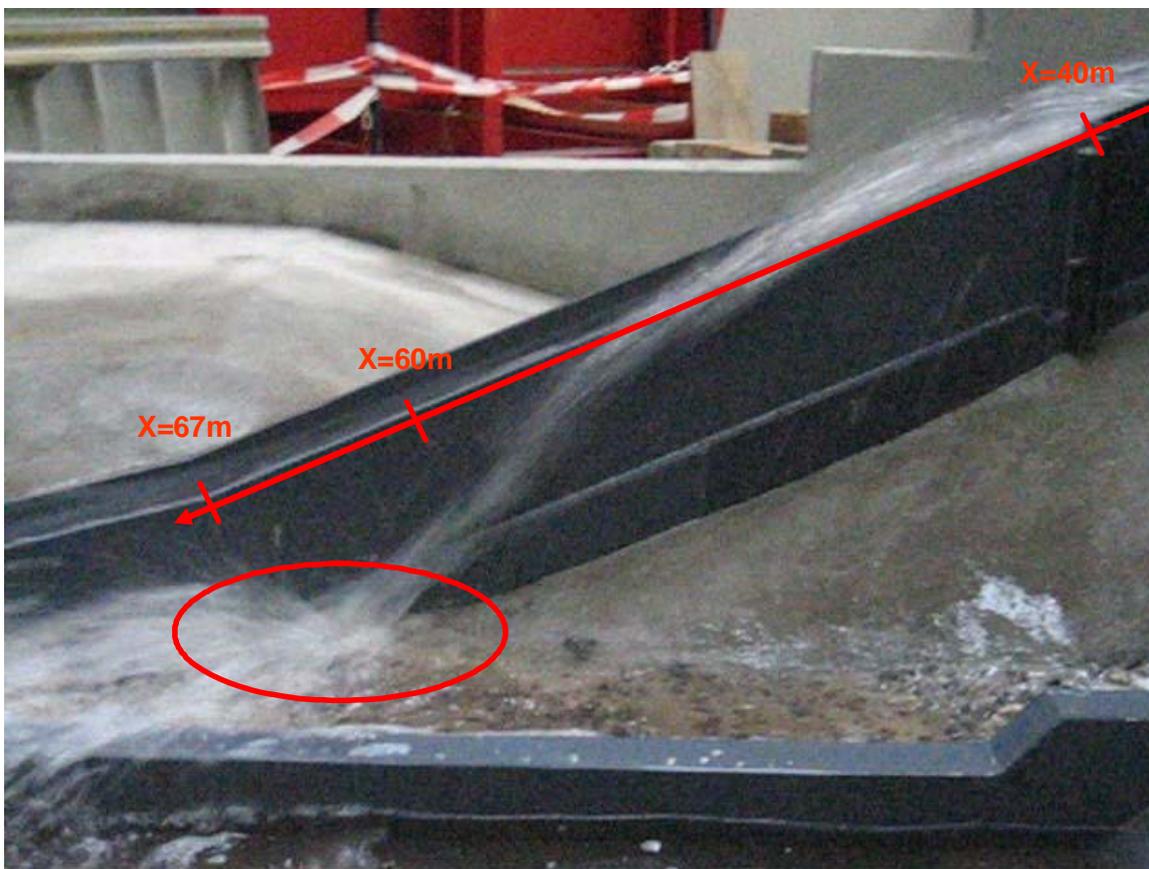


Figure 2: Vue latérale du chenal de l'évacuateur droit dans la situation actuelle pour le débit de $169 \text{ m}^3/\text{s}$ / *Lateral view of the right bank spillway channel in the present situation for a discharge of $169 \text{ m}^3/\text{s}$*

Ces trois concepts de base ont été combinés en différentes formes dans le but d'améliorer l'écoulement sur l'évacuateur droit.

L'analyse des résultats peut être résumée comme suit :

- L'élargissement du secteur de transition ne donne pas les résultats escomptés car la collision des ondes de chocs est simplement reportée vers l'aval, avec des vitesses d'écoulement supérieures. La géométrie actuelle du convergent ne peut donc pas être significativement améliorée.
- La mise en place de blocs alternés sur le parement aval du déversoir améliore les conditions d'écoulement. Ces petits blocs, combinés avec des blocs plus grands dans la partie droite de l'évacuateur donnent de bons résultats.

These three solution classes have been combined into different shapes in order to improve the right bank spillway flow.

The analysis of the results can be summarized as follows:

- *The widening of the transition reach does not lead to an improvement of the flow. The choc wave collision is moved downstream in comparison with the present situation, but with higher flow velocities. The present configuration can not be significantly improved.*
- *The presence of small alternated blocs in the downstream face of the spillway improves the efficiency of the channel. These blocs, combined with bigger ones on the right side of the spillway lead to more satisfactory results.*
- *The partial channel coverage is a good*

- La couverture partielle du mur gauche du chenal est une bonne solution. Parmi les variantes testées, la casquette à 90° placée sur le mur gauche rehaussé de 20 cm pour éviter le débordement et celle à 120° avec une console de 60 cm donnent des résultats comparables en terme de comportement hydraulique. Avec ces solutions, un débordement en rive droite est à signaler.

Toutefois, cette rive est limitée par la falaise, qui confine le débordement. L'inconvénient de cette solution est sa difficulté constructive car le mur actuel est en maçonnerie.

En conclusion, aucune des solutions présentées dans ce rapport ne permet la suppression totale du débordement du chenal de l'évacuateur droit, soit en rive gauche soit en rive droite. Cet objectif est impossible à atteindre sans un élargissement et/ou une surélévation de la section du chenal, comme le confirment les calculs numériques simplifiés.

Etude confiée par EDF

Ingénieur de projet : Marcelo Leite Ribeiro

solution. Among the tested alternatives, the 90° coverage placed under the left wall raised by 20 cm and the 120° coverage with a console of 60 cm gives similar results in terms of hydraulic behaviour. With these solutions, an overflow in the right bank is to be highlighted.

However, the right bank is limited by a cliff which confines the flow. Despite the satisfactory results, this solution is not easy to be implemented because the guide wall is made of masonry.

In conclusion, none of the presented solutions allowed the total overflow suppression. This objective is simply impossible to be reached without a widening and/or an enhancement of the channel cross section, as confirmed by simplified numerical calculations.

Study entrusted by EDF

Project engineer: Marcelo Leite Ribeiro

1.2.8 Concept de protection contre les crues de la ville de Viège / Flood protection concept of the city of Viège

La ville de Viège présente un important potentiel de dégâts liés aux crues du Rhône et de la Vispa. Un concept de protection contre les crues de la ville a été élaboré et est présenté dans le dossier de mise à l'enquête.

Sur la base de sa connaissance du dossier et des résultats acquis lors de l'étude sur modèle physique réalisée (LCH 09/2002), le LCH propose de définir les conditions d'application des déversements en rive gauche de la Vispa en aval du pont CFF selon un processus logique subdivisé en deux étapes:

- 1) Ouvrages latéraux de déversement
- 2) Cheminement et routage des débits déversés.

Pour cette étude, les calculs hydrauliques sur la Viège et sur le Grossgrundkanal ont été effectués à l'aide des modèles numériques HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) et le modèle DUPIRO, développé au LCH.

The city of Viège is often inundated by the Rhone and Vispa floods which are responsible for important damages. Therefore a flood protection concept was elaborated and is presented in the "Planning Project Opened to Public Inspection".

Based on physical modelling results carried out in September 2002, the LCH has proposed to define the application conditions for left bank overflows in the Vispa River downstream of the CFF bridge as follows:

- 1) *Left lateral training works for overflow*
- 2) *Guiding and routing of overflows.*

The hydraulic computations of the Viège and the Grossgrundkanal had been performed with the numerical models HEC-HAS (Hydrologic Engineering Centre - River Analysis System) and DUPIRO, developed by the LCH.

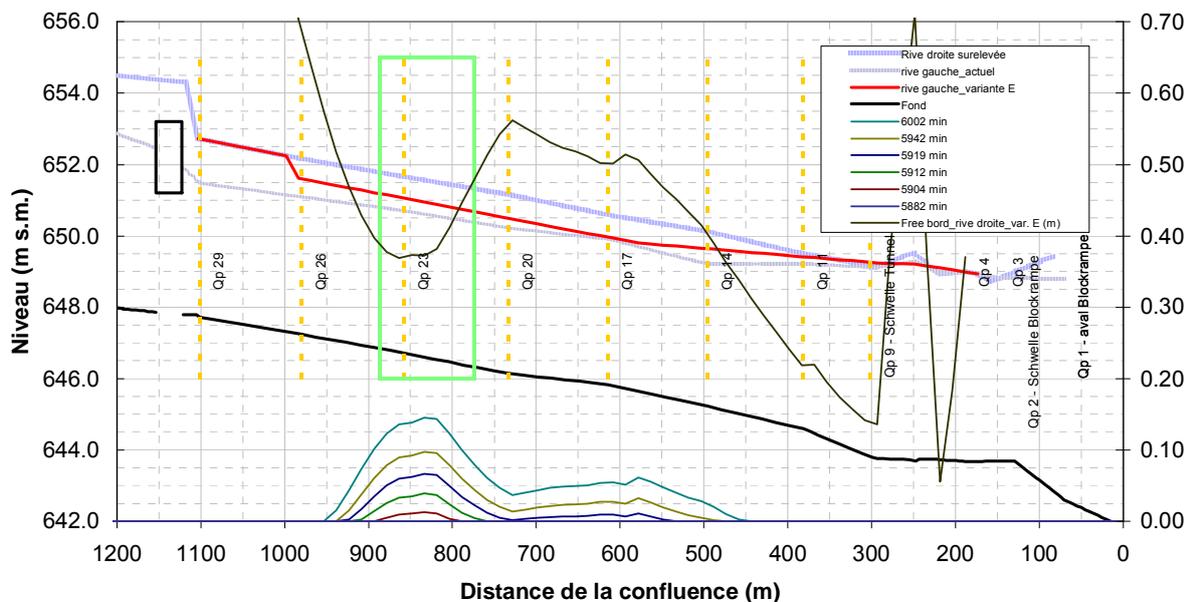


Figure 1: Evolution du débit spécifique déversé ($m^3/s.m$) lors du passage de la crue maximale ($EHQ = 600 m^3/s$) pour la variante E d'aménagement (écoulement de gauche à droite) / *Specific overflow discharge evolution ($m^3/s.m$) during the extreme flood event ($EHQ = 600 m^3/s$) for variante E (flow from left to right)*

Le concept de protection de la Ville de Viège contre les crues est basé sur les objectifs suivants:

- La crue centennale de la Vispa $Q = 500 m^3/s$ doit pouvoir transiter jusqu'au Rhône sans débordement
- Pour les crues supérieures ($EHQ = 600 m^3/s$ et crue maximale $EHQ = 660 m^3/s$), le risque résiduel doit être géré par un déversement en rive gauche en aval du pont CFF. EHQ_{max} résulte d'une situation météorologique extrême, accompagnée de conditions défavorables relatives au fonctionnement des aménagements de Mattmark et de Grande Dixence. Le débit déversé est ensuite évacué dans le Grossgrundkanal.

L'aménagement de la rive gauche proposé ainsi que les résultats de la simulation non stationnaire considérant la crue maximale $EHQ = 600 m^3/s$ sont montrés dans la Figure 1. Le débit maximal déversé en rive gauche pour ce scénario est de $33 m^3/s$. Considérant le débit maximal de $660 m^3/s$, cette valeur monte à $71 m^3/s$.

La variante d'aménagement de la rive gauche en aval du pont CFF permet de concentrer les premiers déversements sur la zone du terrain de sport, ou un renforcement de la protection de la berge permet de résister aux fortes sollicitations en situation extrême.

The flood protection concept of Viège was proposed to achieve the following objectives:

- The Vispa's 100 years flood ($Q = 500 m^3/s$) should flow up to the Rhone's confluence without overflowing.
- For greater flows ($EHQ = 600 m^3/s$ and extreme flow $EHQ_{max} = 660 m^3/s$), the residual risk should be managed by an overflow on the left bank downstream of the CFF bridge. EHQ_{max} results from an extreme meteorological event combined with unfavourable conditions related to the Mattmark and Grande Dixence installations. The overflow is then evacuated by the Grossgrundkanal.

The left bank's configuration and the results of the unsteady simulation of the maximal flood $EHQ = 600 m^3/s$ are shown in Fig. 1. The maximal overflow discharge on the left bank for this scenario is $33 m^3/s$. Taking into account the maximal flow of $660 m^3/s$, the value goes up to $71 m^3/s$.

The adopted left bank configuration downstream of the CFF bridge allows concentrating the beginning of the overflow in the sports area, where the reinforcement of the bank protection is appropriate to resist high solicitations during extreme situations.

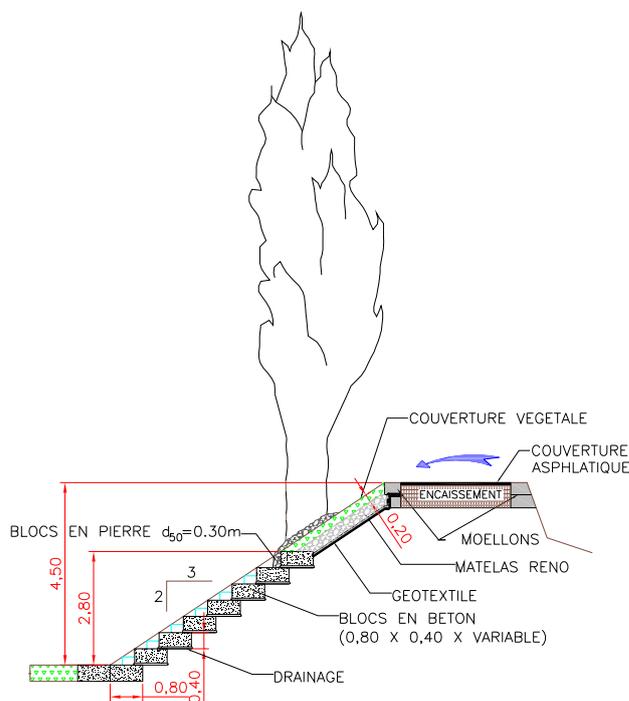


Figure 2: Protection du parement aval et du pied de digue. Profil type II / Downstream face of the left bank protection. Profile type II

Pour le dimensionnement des berges, deux zones types ont été définies à partir des résultats du calcul de déversement réalisé pour le débit maximal de la Vispa $EHQ_{max} = 660 \text{ m}^3/\text{s}$. Les tronçons compris entre les profils QP6 et QP25 et les profils QP22 et QP9 sont protégés avec un matelas Reno (Profil Type I). Le profil type II, considéré dans la zone du terrain de sport (QP25 et QP22), est une solution mixte, avec des gradins en béton sur la partie inférieure et le matelas Reno dans la partie supérieure (Figure 2).

Le débit déversé en rive gauche rejoint le Grossgrundkanal à travers un corridor d'évacuation. Dans son état actuel, le Grossgrundkanal a une capacité variable, qui est de $45 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'amont du pont CFF et de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ à l'aval de la STEP. À cet endroit, un aménagement adéquat permettra de provoquer le débordement du débit excédentaire en rive droite sur une distance de 120 m environ.

La présente étude a permis de valider globalement le projet présenté dans le dossier de mise à l'enquête.

Mandat confié par la Ville de Viège
Ingénieur de projet : Marcelo Leite Ribeiro

The bank protection had been designed for the maximal flow of the Vispa ($660 \text{ m}^3/\text{s}$) and included two standard profiles. The sections between the profiles QP6 and QP25 and the profiles QP22 and QP9 are protected by a Reno mattress (Profile Type I). The profile type II is a mixed solution considered in the sports area (QP25 and QP22). The profile has steps on the lower part and a Reno mattress in the higher part (Fig. 2).

The left bank overflow caused by the Vispa's extreme floods goes to the Grossgrundkanal through an evacuation corridor. In its present situation, the Grossgrundkanal has a variable capacity from $45 \text{ m}^3/\text{s}$ upstream the CFF bridge to $20 \text{ m}^3/\text{s}$ downstream the STEP. At this spot, an adequate configuration will allow the overflow on the right bank up to a distance of 120 m.

This study has globally validated the project in the "Planning Project Opened to Public Inspection".

Study entrusted by the City of Viège
Project engineer: Marcelo Leite Ribeiro

1.2.9 Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage de Linth-Limmern (réservoir supérieur de Muttsee) / Model tests on the intakes of the pump storage scheme of Linth-Limmern (Muttsee upper reservoir)

Le projet d'aménagement de Linth-Limmern consiste en l'installation d'une centrale souterraine de pompage-turbinage entre le réservoir existant Limmernsee et le bassin du Muttsee, situé 630 m plus haut. L'eau est amenée par le moyen d'une conduite de 8 m de diamètre à la centrale comportant quatre unités de production d'une puissance totale de 1000 MW. 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 de la prise d'eau et d'analyser son interaction avec les réservoirs.

The Linth-Limmern scheme consists of the installation of an underground pump storage plant between the existing reservoir of Limmernsee and the reservoir of Muttsee, situated 630m above. The intake guides the water into a conduit of 8 m in diameter, which feeds the power station composed of four production units with a total power of 1000 MW. Using a physical model (scale 1/42), the aim of this study is to check and optimize the hydraulic behaviour of the intake and its interaction with the reservoirs.

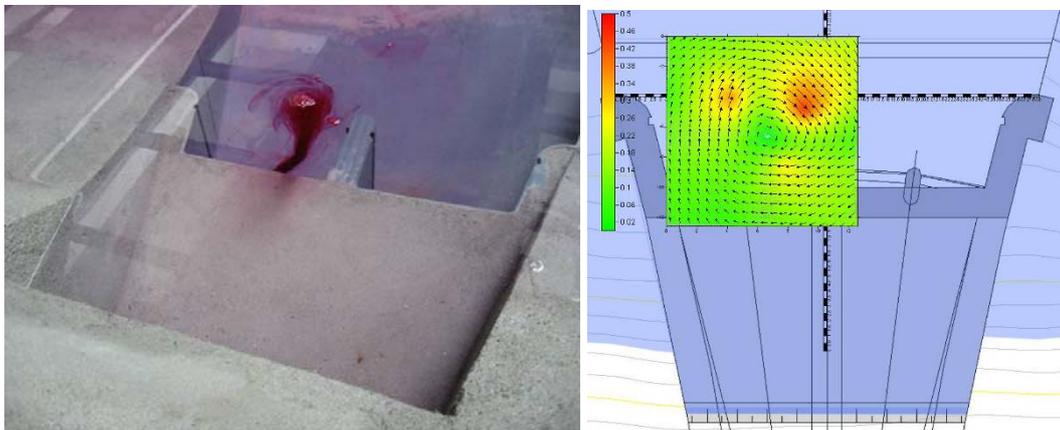


Figure 1: Formation des vortex en mode turbinage: à gauche : observations ; à droite : vitesses mesurées / Vortices formation in generating mode: left: observations; right: measured velocities

En mode turbinage, les écoulements secondaires et la formation de vortex au-dessus de la prise ont été étudiés, qualitativement en fonction du niveau d'eau et du débit turbiné et quantitativement par des mesures de vitesses à l'aide de sondes à ultrasons (figure 1). La géométrie de l'ouvrage a ainsi été optimisée afin que la limite critique d'entraînement d'air ne soit pas atteinte.

La prise d'eau étant implantée au niveau du fond du réservoir, une attention particulière a également été apportée à l'interaction de la prise 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 devant la prise d'eau limite le transport de sédiments aux alentours immédiats de l'ouvrage. En mode pompage

In generating mode, secondary flows and vortex formations above the intake were observed and studied qualitatively according to the exploitation conditions (discharge and water level in the reservoir). Swirling velocities were also measured using ultrasonic velocity profilers (Fig. 1). The geometry of the structure was thus optimized in order not to reach the critical limit of air entrainment.

The intake being established at the reservoir bottom level, close attention was given to its 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 (Fig. 2). In generating mode, the flow uniformly distributed in front of the intake, limits the sediment transport to the immediate neighbourhood of the intake. In pumping mode on the other hand, the flow leaves the intake in the form of a concentrated jet, able to

par contre, l'écoulement sort de la prise d'eau sous la forme d'un jet concentré, capable de remobiliser les sédiments jusqu'à environ septante mètres devant la prise d'eau.

transport sediments up to seventy meters in front of the intake.



Figure 2: Comportement des sédiments devant les prises d'eau en fonction du mode d'exploitation (gauche: turbinage, droite: pompage) / *Sediments behaviour in front of the intake according to the exploitation mode (left: generating mode, right: pumping 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 KLL (Kraftwerke Linth-Limmern)

Ingénieur de projet : Michael Müller

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 KLL (Kraftwerke Linth-Limmern)

Project engineer: Michael Müller

1.2.10 Cheminée d'équilibre de l'usine de Vernayaz - Etude numérique de coup de bélier et d'oscillation en masse / *The surge tank of "Vernayaz" hydropower plant - Numerical study of water mass oscillations*

Objet de l'étude

La centrale hydroélectrique de Vernayaz est le palier inférieur de l'aménagement de Barberine-Châtelard-Vernayaz, propriété des Chemins de Fer Fédéraux suisses. Pour des raisons d'entretien de la cheminée d'équilibre, l'exploitant projette la construction d'une voie de funiculaire dans le puits blindé dont l'encombrement peut avoir une influence significative sur le fonctionnement du système, en particulier au passage de l'intersection de la galerie de raccordement. A cet endroit, les voies de funiculaire provoqueront un effet de diaphragme dont l'influence se doit d'être examinée. La Figure 1 schématise la configuration de la cheminée d'équilibre et la position des voies de funiculaire à construire.

Object of the study

The hydroelectric power plant of "Vernayaz" is the lower part of the hydropower project of "Barberine-Châtelard-Vernayaz", property of the Swiss Federal Railways. For maintenance reasons, project operators proposed the construction of a funicular railway in the intersection of the surge tank and the shaft. This structure can lead to a significant blocking of the shaft section and thus, a meaningful influence on the working conditions of the system, in particular, at the point of intersection of the gallery, shaft and the entrance of the surge tank. At this spot, the railway tracks of the funicular will create an effect of a diaphragm that has to be studied. Fig. 1 shows a schematic presentation of the surge tank and the position of the funicular railway to be constructed.

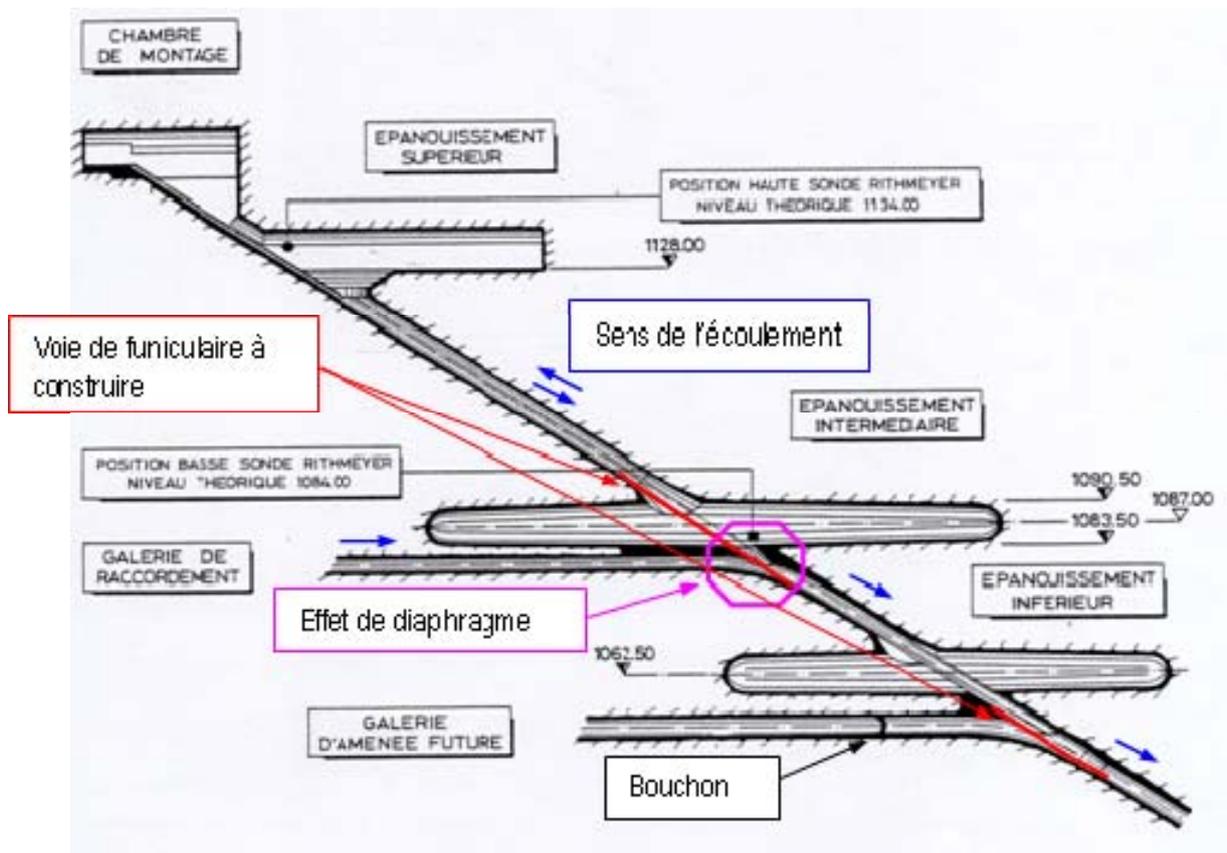


Figure 1: Configuration et détails de la cheminée d'équilibre dans les états actuel et futur / Schematic presentation of the surge tank with the installation of the funicular railways

Objectifs

Cette étude par modélisation numérique a pour but d'examiner le comportement hydraulique de la cheminée d'équilibre en présence des voies de funiculaire projetées. Le déroulement de l'étude comporte deux phases successives :

Phase 1 : Construction et calage du modèle de l'état existant.

Phase 2 : Introduction d'un effet diaphragme à l'intersection de la galerie de raccordement et du puits blindé et étude de sensibilité.

Les opérations d'enclenchement - déclenchement des turbines sont modélisées dans le respect des consignes d'exploitation fournies par le Bureau d'Etudes CETP et pour des débits de 12, 14, 16.5 et 17.4 m³/s.

Modèle numérique

La modélisation numérique du système hydraulique a été réalisée à l'aide du logiciel "Hydraulic System" développé au LCH-EPFL.

Le calage du modèle de l'aménagement existant a été effectué en comparaison des résultats de mesures effectuées sur place en mars 1991 pour différentes manœuvres des turbines. Les niveaux extrêmes dans la

Objectives

This numerical study has the objectives to examine the hydraulic behaviour of the surge tank in the presence of the future construction of the funicular railways. The study has been done in two successive phases :

Phase 1: Model construction and numerical settings with respect to existing data.

Phase 2: Introduction of a diaphragm effect at the intersection of the surge tank with the gallery and the shaft. A sensitivity study has also been done on the coefficient of head water losses produced by this diaphragm.

The turbines operation states having been modelled according to the exploitation orders provided by CETP engineering group for water flows of 12, 14, 16.5 and 17.4 m³/s.

Numerical model

The numerical modelling of the hydraulic system has been achieved by using the software "Hydraulic System" developed at the LCH-EPFL.

The setting out of the studied part of the existing power plant has been done according to test results done in March 1991 for different

cheminée d'équilibre sont les grandeurs de référence pour cette comparaison. Le calcul de l'aménagement en présence des voies de funiculaire a été fait pour quatre manœuvres différentes et quatre grandeurs de débits turbinés. Une étude de sensibilité a été réalisée sur le coefficient de perte de charge singulière créée par les deux rails à l'intersection de la chambre d'équilibre.

Résultats et conclusions

Les résultats de calcul des oscillations en masse dans la cheminée d'équilibre sont synthétisés dans le Tableau 1.

turbine gate openings. The extreme water level in the surge tank has been taken as the reference parameter for the comparison with in-situ measured values. The calculation of the installation in presence of the funicular railways has been done for four different manoeuvres and four generating flows. A sensitivity study has been achieved on the coefficient of the singular water head losses created by the two funicular railways at the intersection of the surge tank with the shaft.

Results and conclusions

The calculation results of mass oscillations in the surge tank are summarized in Table 1.

Manœuvres	Débit [m ³ /s]	Sans diaphragme	Avec diaphragme
		Niveaux max.* et min.** dans la cheminée d'équilibre [ms.m.]	
Fermeture rapide	12.0	1126.3*	1126.2*
	14.0	1127.1*	1127.0*
	16.5	1128.0*	1128.0*
	17.4	1128.1*	1128.0*
Ouverture - Fermeture	12.0	1126.3*	1126.3*
	14.0	-	-
	16.5	1128.1*	1128.0*
	17.4	1128.1*	1128.0*
Fermeture - Ouverture	12.0	1091.1**	1090.5**
	14.0	1088.6**	1087.8**
	16.5	1085.0**	1083.9**
	17.4	1083.1**	< 1081.0**
Ouverture rapide	17.4	1083.1**	< 1081.0**

Tableau 1: Récapitulatif des oscillations en masse dans la cheminée d'équilibre avec et sans diaphragme (calcul "HS") / *mass oscillations in the surge tank with and without diaphragm effect ("HS" calculations)*

Pour un débit turbiné de 17.4 m³/s lors des manœuvres fermeture - ouverture (Figure 2) et ouverture rapide, le niveau d'eau descend plus bas que le niveau inférieur de la chambre d'équilibre fixé à 1081.0 msm. Cela peut conduire à un entraînement d'air depuis la chambre d'équilibre vers la conduite blindée. Un tel phénomène d'aspiration d'air à la base de la cheminée est à éviter.

For a generation flow of 17.4 m³/s and during closing - opening (Fig. 2) or fast opening gate manoeuvres, the water level goes below the lower level of the surge tank fixed at 1081.0 m above sea level (asl). This can cause an air aspiration from the surge tank towards the shaft. Such a phenomenon is to be avoided.

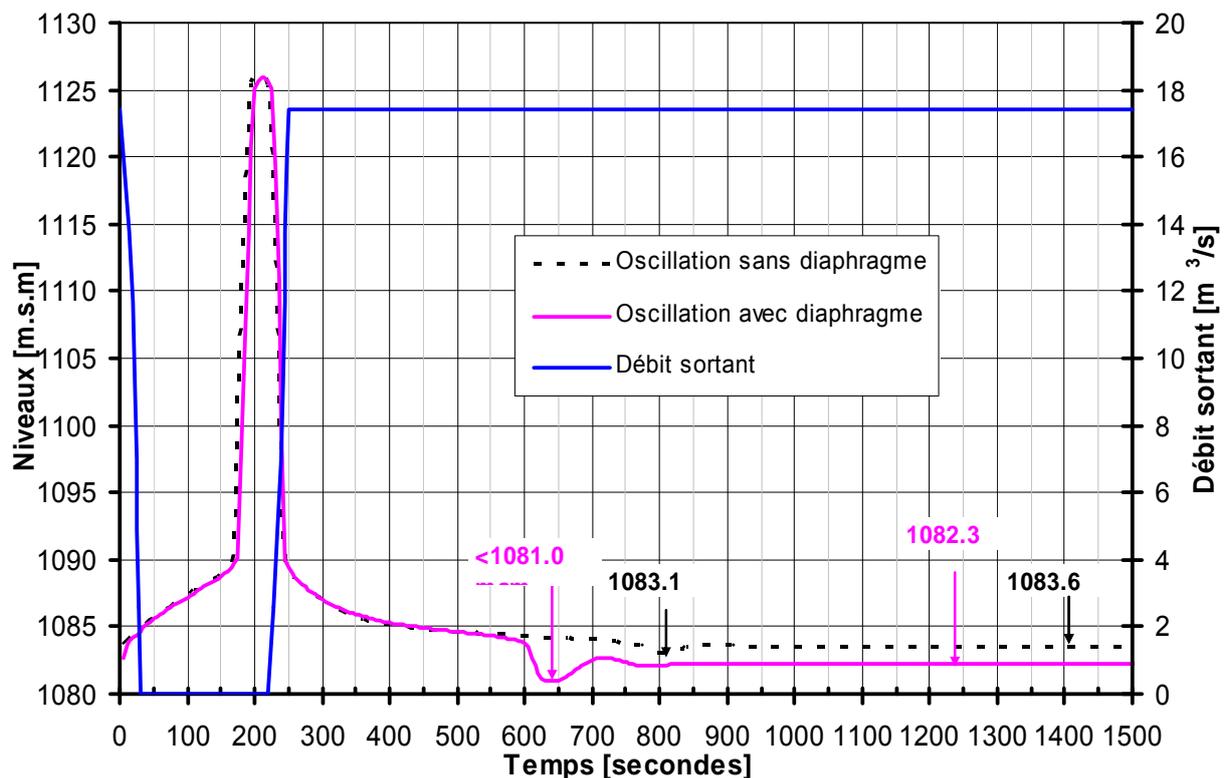


Figure 2: Niveau d'eau dans la cheminée d'équilibre pendant la manœuvre Fermeture-Ouverture pour un débit de $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ / level in the surge tank during Closing-Opening manoeuvre for a generation flow of $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ and under minimal static load

Les principales conclusions peuvent se résumer comme suit :

- Pour un débit turbiné inférieur ou égal à $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$ et un coefficient de perte de charge inférieur à 3.6 (correspondant à un taux d'obturation de la section initiale de la galerie de 14 %), le niveau d'eau dans la cheminée d'équilibre ne descend pas au-dessous de la limite inférieure de la cheminée (1081.0 msm).
- Pour des débits turbinés supérieurs à $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$, le niveau d'eau dans la cheminée descend plus bas que 1081.0 msm. Une aspiration d'air à partir de la cheminée au niveau de la jonction avec la conduite est donc possible.

Le même phénomène d'aspiration d'air peut également se produire pour un débit turbiné de $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$ avec un taux d'obturation supérieur à 14 %.

Etude confiée par CETP – Ingénieurs Conseils

Ingénieur de projet : Fadi Hachem

The main results can be summarized as follows:

- For a generation flow equal to $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$ and a singular water head loss coefficient of 3.6 (due to an obstruction rate of the initial section of the gallery of 14%), the water level in the surge tank doesn't go down below the lower limit level of the surge tank (1081.0 m.asl).
- For a generation flow higher than $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$, the water level in the surge tank falls down to a level lower than 1081.0 m asl. Air aspiration phenomenon from the surge tank towards the junction with the shaft can occur.

The same phenomenon of air aspiration can also occur for a flow of $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$ with a blocking rate of the shaft section higher than 14%.

Study entrusted by CETP – Ingénieurs Conseils

Project engineer: Fadi Hachem

1.2.11 UEK projet pilote suisse, étude de faisabilité - phase 1 / UEK Swiss Pilot Project, Feasibility study – Phase I

Les conjonctures économique et environnementale actuelles nous incitent à la recherche de nouvelles formes de production d'énergie d'avantage durables et rentables. La force hydraulique est une ressource considérable en ce sens. Plusieurs tentatives sont en cours pour créer des modèles et des technologies capables d'exploiter l'énergie cinétique de l'eau à l'image de l'exploitation de celle du vent par les éoliennes. Le projet teste la faisabilité d'une de ces hydroliennes appelée Underwater Electric Kite (UEK). Ceci, d'une part par la recherche de sites optimaux sur un cours d'eau pilote: le Rhône en Suisse; et d'autre part par la construction d'un modèle physique réduit et l'analyse de son fonctionnement et son impact sur la ligne d'eau.

The current economic and environmental conjunctures provide incentives for the development of new forms of more sustainable and efficient energy production. The hydraulic power is a significant resource in this regard. Many attempts are made to develop models and technologies capable of exploiting the water kinetic energy, such as windmills technology. The project aims at testing the feasibility of one of these technologies, namely the Underwater Electric Kite (UEK). This is done, on the one hand, by exploring optimal sites in the Swiss Rhone River, as a pilot river, then developing a physical model and assessing its behaviour and impact on the water surface, on the other hand.



Photo d'une hydrolienne standard conçue par UEK Corp., USA / Standard machine designed by UEK Corp., USA

Le Rhône a été choisi pour y trouver des emplacements potentiels pour le projet pilote, vu sa taille et les débits élevés. Pour trouver les meilleurs emplacements en termes de vitesse et profondeur d'eau le long du Rhône, un modèle numérique 1D avec le programme HEC-RAS a été établi. Les simulations 3D avec Flow3D ont été effectuées pour valider le résultat 1D et de déterminer la distribution de vitesse dans les profils en travers aux emplacements sélectionnés.

L'impact de la turbine sur la courbe de remous a été évalué avec un modèle physique.

L'étude, confiée par la Société UEK Swiss Instream SA à Genève, a été effectuée dans

The Rhone River was selected as a potential site for the pilot project given its large size and high flow rates. To find the best sites in terms of velocity and water depth along the Rhone River, a 1D numerical model with HEC-RAS program has been established. 3D simulations with Flow3D were performed to validate the 1D result and to define the velocity distribution in river cross sections of selected sites.

The impact of the machine on the backwater curve has been assessed using a physical model.

The study, entrusted by UEK Swiss Instream Ltd in Geneva, was performed in the frame of a thesis work of the Master of advanced stu-

le cadre d'un travail de mémoire du Master of Advanced Studies en gestion et ingénierie des ressources en eau.

Ingénieurs de projet : Hanane Moukhliiss, Giovanni De Cesare

dies in water resources management and engineering.

Project engineers: Hanane Moukhliiss, Giovanni De Cesare

1.2.12 Pont en bois sur la Muota, étude sur modèle physique du danger d'obstruction de la rivière / *Wooden bridge over the Muota, physical model study to assess the risk of blockage of the river*

Le pont couvert en bois de 35 m de longueur sur la rivière Muota à Ingenbohl, connu sous le nom de "Wylérbrücke" a été déjà mentionné en 1555. L'état actuel date de 1716. L'ancien pont a été déplacé vers l'amont et remis en état en 1977. Il est sous la protection du patrimoine.

L'objectif de l'étude sur modèle physique était d'évaluer le danger d'obstruction de la rivière par le pont à cause des débris flottants. Les essais sur modèles ont permis d'examiner si une obstruction par du bois flottant lors d'une crue extrême peut se produire.

Des mesures pour réduire le risque ont été étudiées pour la protection du pont lui-même et pour la réduction du risque de débordement dans le tronçon à l'amont du pont. Grâce aux essais sur modèle physique l'effet du rehaussement du pont en bois a pu être étudié. En outre des recommandations pour des mesures constructives telles que l'orientation et la forme de la pile de pont, un déflecteur sous le tablier du pont ainsi que la surélévation des digues dans le tronçon à l'amont du pont ont pu être formulées.

The 35 m long wood covered bridge over the River Muota in Ingenbohl, known as "Wylérbrücke" has already been mentioned in 1555. The present state dates from 1716. The old bridge was moved upstream and rehabilitated in 1977. It stands under monument protection.

The goal of the physical model study was to assess the blockage of the river by the bridge due to floating debris. The model tests allowed examining whether an obstruction by floating wood during an extreme flood event may occur.

Measures to reduce the risk were studied for both the protection of the bridge itself and the reduction of the inundations hazard in the upstream river reach. Thanks to the physical model tests the effect of rising of the wooden bridge could be investigated. In addition recommendations for constructional measures such as bridge pier alignment and form, a deflection apron under the bridge as well as possible heightening of the levees in the upper reach were given.



Photo d'une embâcle formée à l'amont du pont par des bois flottants / *Picture of the obstruction by floating wood upstream of the bridge*

Le modèle hydraulique a été construit à l'échelle 1:55. La longueur hors tout du tronçon reproduit de la Muota dans le modèle mesure environ 495 m. Le pont a été réalisé en PVC. Les débits de crues simulés présentaient des temps de retour entre 30 et 300 ans.

La courbe de remous amont mesurée et calculée due au blocage du pont produit des niveaux d'eau dépassant la crête des digues existante sur une longueur d'environ 515 m en amont.

On peut mentionner ici que le pont a été rehaussé en septembre 2007 de 1.20 m et que la planification de la surélévation des digues dans le tronçon en l'amont du pont a commencé.

Etude confiée par la Commune de Ingenbohl-Brunnen.

Ingénieurs de projet : Matteo Federspiel, Giovanni De Cesare

The hydraulic model was built on a scale of 1:55. The overall length of the simulated Muota River reach in the model was some 495 m long. The bridge was made out of PVC. The investigated flood discharge had a return period between 30 and 300 years.

The measured and calculated backwater curve due to the blockage of the bridge produces water levels that create overtopping of the existing levee crest over some 515 m upstream.

One can mention here that the bridge was raised in September 2007 by some 1.20 m and the planning regarding the heightening of the levees in the upper reach has been initiated.

Study entrusted by the Town of Ingenbohl-Brunnen.

Project engineers: Matteo Federspiel, Giovanni De Cesare

1.2.13 Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage du Nant de Drance (réservoir d'Emosson) / Model tests on the intakes of the pumped storage scheme of Nant de Drance (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 dans le réservoir d'Emosson.

En mode pompage, les écoulements secondaires et la formation de vortex au-dessus des prises d'eau ont été étudiés, qualitativement en fonction du niveau d'eau et du débit turbiné et quantitativement par mesures de vitesse à l'aide de sondes à ultrasons. 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

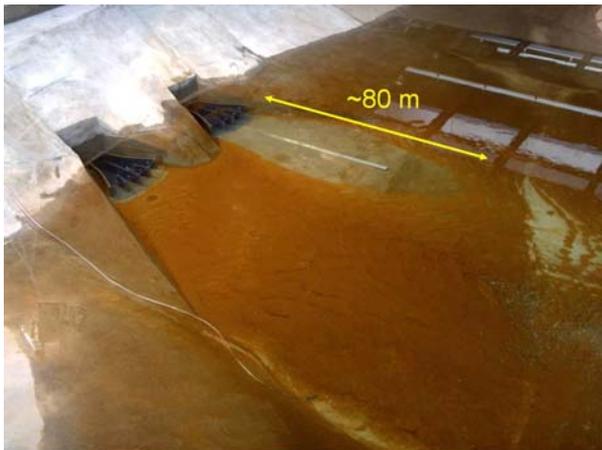
The "Nant de Drance" scheme consists of the installation of an underground pumped storage powerplant between the existing reservoirs of Emosson (1930 m a.s.l) and Vieux-Emosson (2205 m a.s.l). The power station is composed of four production units with a total power of 600 MW and is fed by two conduits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

In pumping mode, secondary flows and vortex formations above the intakes were observed and studied qualitatively according to the exploitation conditions (discharge and water level in the reservoir). Swirling velocities were also measured using ultrasonic velocity profilers. 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

($\rho=1'380 \text{ kg/m}^3$ et $d_m=50 \mu\text{m}$). Une différence de comportement a ainsi été mise en évidence entre les deux modes d'exploitation (figure 1). En pompage, l'écoulement uniformément réparti tout autour des prises d'eau limite le transport de sédiments aux alentours immédiats des ouvrages. En mode turbinage 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.



modes was thus highlighted (Fig. 1). In pumping mode, the flow uniformly distributed all around the intakes, limits the sediment transport to the immediate neighbourhood of the works. In turbine 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.

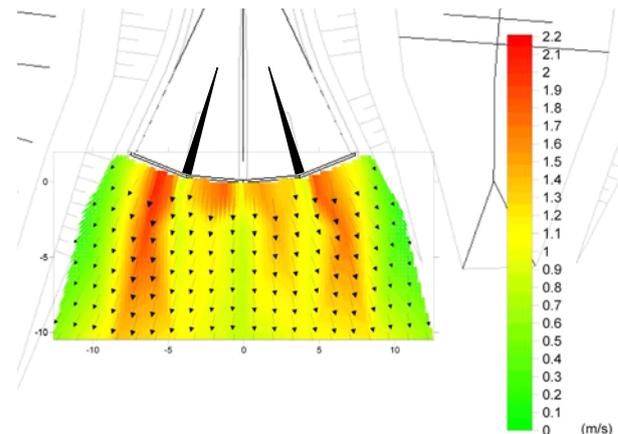


Figure 1 (gauche) : Vue générale du modèle à la fin de l'essai avec sédiments. En mode pompage à gauche, en mode turbinage à droite. / General view of the model during test with sediments. Left: pumping mode. Right: Turbine mode.

Figure 2 (droite): Champ de vitesses mesuré à la sortie de la prise d'eau pour la variante 1 d'optimisation des murs guideau. / Velocity field measured at the water intake outlet with alternative 1 of the internal guide walls

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.

En mode turbinage, l'uniformité de la répartition de l'écoulement sur la largeur de sortie a pu être améliorée par l'optimisation de la géométrie des murs guideau intérieurs (figure 2).

Etude confiée par Atel (Aare Tessin AG für elektrizität)

Ingénieur de projet : Rémi Martinerie

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.

In turbine mode, the uniformity of the flow distribution in the outlet section could be improved when optimizing the geometry of the internal guide walls (Fig. 2).

Study entrusted by Atel (Aare Tessin AG für elektrizität)

Project engineer: Rémi Martinerie

1.2.14 Agrandissement du port de la Nautique à Genève. Etude numérique / *Enlargement of the harbour La Nautique in Geneva. Numerical study*

Dans le cadre du projet d'agrandissement du Port de la Nautique à Genève, il est nécessaire d'évaluer l'efficacité des ouvrages de

In the frame of the enlargement project of the harbour "la Nautique" (boat harbour) in Geneva, it is necessary to evaluate the

protection projetés par rapport aux sollicitations hydrodynamiques en régime de Bise. Outre les digues principales de l'enceinte du port, une plage artificielle est envisagée à l'amont du port dont la stabilité doit être étudiée.

Le but de l'étude est de vérifier l'efficacité protectrice des ouvrages projetés. Concrètement, il s'agit d'étudier le comportement hydrodynamique local sous un régime de forte Bise. Une attention particulière est portée à la transformation des vagues de Bise à proximité des digues et de la plage (réfraction, diffraction et déferlement) ainsi qu'aux courants générés par la propagation des vagues et par le vent dans la zone du projet.

efficiency of protection works foreseen with regard to hydrodynamic solicitations during North wind regimes. Apart from the main embankments inside the harbour, an artificial beach is foreseen above the harbour the stability of which must be studied.

The aim of the study is to check the protection efficiency of the works foreseen. In other words, the local hydrodynamic behaviour under strong North wind has to be studied. Particular attention is put on the transformation of waves under North wind regime in the vicinity of the embankment and the beach (refraction, diffraction and wave breaking) as well as on currents generated by the propagation of waves and by winds in the area of the project.

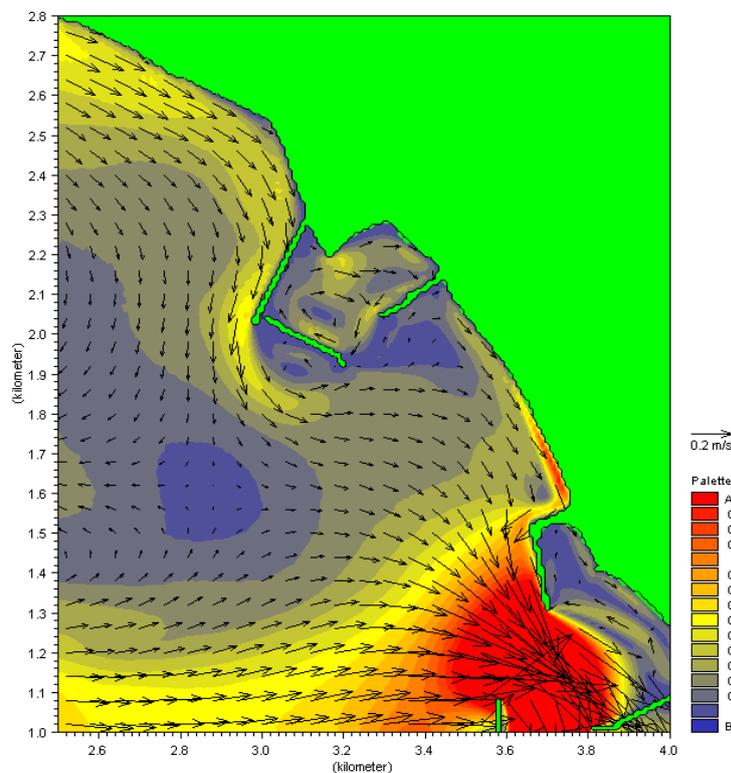


Figure 1 : Courants générés par la houle, la Bise (T=1 an) et un débit dans le Rhône de 550 m³/s avec le nouveau port / *Swell generated currents, North wind (T=1 year) and discharge in the Rhone river of 550 m³/s with the new harbour*

La première étape consacrée à la modélisation numérique du petit lac et de la région du port est terminée. Elle sera suivie d'une étude expérimentale sur modèle physique pour l'optimisation du projet.

L'étude courantologique montre l'influence de l'agrandissement du port sur les courants dans la Rade. Une distinction est faite entre les courants générés par le Rhône et ceux résultant d'un régime de Bise (figure 1).

The first stage devoted to the numerical modelling of the "petit lac" and the region of the harbour is finished. It is followed by an experimental study on a physical model to optimize the project.

The study of the currents shows the influence of the enlargement of the harbour on the currents inside the roadstead. Distinction is made between currents generated by the Rhône river and those resulting from the North wind regime (Fig. 1).

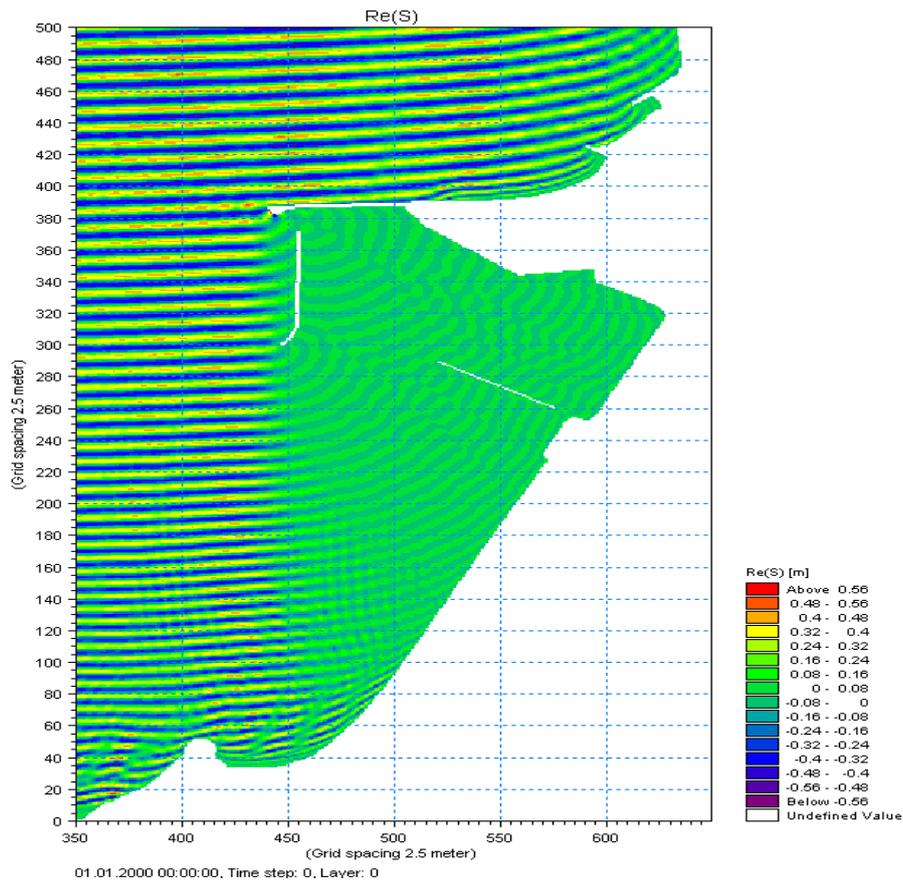


Figure 2: Champ de vagues en régime de Bise avec le nouveau port ($T=1\text{an}$, $\varphi=30^\circ$) / Wave field under North wind regime with the new harbour ($T=1\text{year}$, $\varphi=30^\circ$)

L'étude de propagation des vagues confirme l'efficacité des ouvrages de protection du port par régime de Bise d'orientation moyenne (figure 2). Cette efficacité diminue pour des vagues orientées plus au nord.

Les résultats numériques des champs de vagues sont également utilisés pour le dimensionnement des sédiments constitutifs de la plage ainsi que des dispositions constructives permettant de les stabiliser.

Etude confiée par la Société Nautique de Genève (SNG)

Ingénieur de projet : Rémi Martinerie

The wave propagation study confirms the efficiency of protection works for average North winds (Fig. 2). This efficiency decreases for waves orientated more to the North.

Numerical results of wave fields are also used for the selection of sediments which constitute the beach as well as constructive dispositions stabilising them.

Study entrusted by the Société Nautique de Genève (SNG)

Project engineer : Rémi Martinerie

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*

Le 27 juillet 2007 a eu lieu la remise des diplômes de l'édition 2005-2007 du MAS en Gestion et Ingénierie des ressources en eau, spécialisations en Hydrologie ou en Aménagements hydrauliques. Deux mois plus tard c'est l'édition 2007-2009 (**MAS in Hydraulic Engineering**) qui débutait.

Le MAS a pour objectif de fournir aux étudiants une haute qualification technique et scientifique favorisant le développement d'une large connaissance et d'une vision basée sur le transfert du savoir-faire du secteur de la recherche à celui des professionnels. Le but est par conséquent de former des ingénieurs et techniciens capable de transférer dans leur vie professionnelle des méthodes et concepts avancés dans le domaine de l'hydrologie, l'ingénierie hydraulique et la gestion des ressources en eau.

*On 27th July 2007, the graduation ceremony of the MAS in Water resources management and Engineering, specialisation in hydrology or hydraulic schemes, 2005-2007 edition took place. Two months later, the 2007-2009 edition (**MAS in Hydraulic Engineering**) began.*

The MAS aims at providing students with a high technical and scientific qualification, which favours the development of a broad knowledge and vision based on the know-how transfer from the research environment to the professionals. The goal is therefore to educate engineers and technicians who will be able to transfer in their professional life advanced methods and concepts in the field of hydrology, hydraulic engineering and water resources management.



Excursion aux chutes du Rhin / *Excursion to the Rhine falls*

Le MAS in Hydraulic Engineering offre deux spécialisations:

The MAS in Hydraulic Engineering offers two specialisations:

I) Hydrologie

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

I) Hydrology

This specialisation mainly focuses on the current methods of assessment, forecasting 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 2006/2007) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2006/2007)

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
ENAC III course – Infrastructures in the territory
173 étudiants / *students*

8 heures, Bachelor 3^{ème} semestre

Cours ENAC IV – Infrastructures dans le territoire
ENAC IV course – Infrastructures in the territory
173 étudiants / *students*

8 heures, Bachelor 4^{ème} semestre

Semaine ENAC – Aménagement et renaturation des cours d'eau et des plaines alluviales
ENAC week – Development and revitalization of rivers and alluvial plains
16 étudiants / *16 students*

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> 18 étudiants/ <i>students</i>	56 heures, Bachelor 4 ^{ème} semestre avec Th. de Pourtalès et Ph. Heller
Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i> 56 étudiants <i>students</i>	28 heures, Bachelor 4 ^{ème} semestre avec Dr J.-L. Boillat
Aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 34 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Bachelor 5 ^{ème} semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i> 29 étudiants/ <i>students</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Barrages et ouvrages hydrauliques annexes <i>Dams and appurtenant hydraulic structures</i> 25 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 ^{er} semestre
Organisation, économie et droit de la construction I <i>Organisation, economics, construction law I</i> 53 étudiants / <i>students</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 étudiants / <i>students</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> 20 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 ^{er} semestre avec Dr K. Blanckaert
Boillat Jean-Louis, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, chargé de cours / Ph.D., Civil Engineer, Senior Lecturer	
Systèmes hydrauliques urbains <i>Urban hydraulic systems</i> 24 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Réseaux hydrauliques et énergétiques <i>Hydraulic and energy networks</i> 17 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 3 ^{ème} semestre avec P.-A. Haldi, chargé de cours
Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i> 56 étudiants / <i>students</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> 16 étudiants / <i>students</i>	42 heures, 4 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss, Dr. C. Guenat, Th. de Pourtalès, Prof. Dr. R. Schlaepfer, M. Pellaud
Projet ENAC 14 étudiants / <i>students</i>	35 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet GC 12 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet de construction 5 étudiants / <i>students</i>	35 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss

Projet de systèmes civils 15 étudiants / <i>students</i>	35 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet interdisciplinaire à option 1 étudiant / <i>student</i>	28 heures, Master 2 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Laboratoire GC 12 étudiants / <i>students</i>	70 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Projet SIE / 17 étudiants / <i>students</i>	

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

Semaine ENAC – Carnet de voyage au bord de l'eau Venise acqua alta <i>ENAC week – Journey diary from the waterfront</i> <i>Venice high waters</i> 16 étudiants / <i>students</i>	42 heures, 4 ^{ème} semestre avec Edith Bianchi
--	--

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

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

Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i> 40 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Bachelor 5 ^{ème} semestre avec Dr. J.-L. Boillat
---	---

**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> 64 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Master 3 ^{ème} semestre
Hydrologie urbaine / <i>Urban hydrology</i> 30 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i> 40 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Bachelor 5 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss

2.2.3 Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering / 32 registered students

**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 / <i>Hydraulic schemes - key factor for the economic pros- perity and sustainable development</i> et/and Demande en eau - développement durable / <i>Water demand - sustainable management</i> 4 heures	
Module C1.1.3 Aménagements à but unique, buts multiples et complexes / <i>Simple-, multi- purpose and complex schemes</i> 4 heures	
Module C1.2.7 Partenariat – Exemple Mauvoisin II / <i>Partnership – Mauvoisin II example</i> 2 heures	
Module C1.2.8 Excursion Mauvoisin II / <i>Field trip to Mauvoisin II</i> 8 heures	

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

Module A1.2.1 Hydraulique des écoulements en charge / *Hydraulics of pressure flow*
4 heures

Module A1.2.2 Hydraulique des écoulements en nappe libre / *Hydraulics of free surface flow*
4 heures

Module A1.2.3 Hydraulique des lits alluviaux / *River hydraulics*
4 heures

Module A1.2.4 Fonction d'acheminement dans un cours d'eau / *River flood routing*
4 heures

Module A1.2.5 Laminage de crues en réservoirs / *Flood routing in reservoirs*
4 heures

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

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

Hydropower and dams – benefits and concerns / 7 students
14 heures

2.3 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en section génie civil – semestres d'hiver 2006/2007 et d'été 2007 / *Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2006/2007 and summer semester 2007*

Projet de construction / *Construction project*

Dimensionnement des galeries en charges

Etudiant : Flavius FOGARASI-SZABOI – 9^{ème} semestre

Influence de la végétation sur la capacité hydraulique des cours d'eau

Etudiant : Allan ESTIVALET – 7^{ème} semestre

Bassin de compensation pour la centrale hydroélectrique Innertkirchen I et II

Etudiants : Simon KISSLING et Yanik TROKAY – 7^{ème} et 9^{ème} semestres

Laboratoires / *Laboratories*

Projet d'irrigation Guinkouma (Burkina Faso)

Etudiants : Olivier BROCARD et Ronny MOSER – 7^{ème} semestre

Mesure non-intrusive de vitesses faibles par ultrason à effet Doppler avec traceur

Etudiant : Gael EPELY-CHAUVIN – 7^{ème} semestre

Simulation numérique d'un ouvrage de prise d'eau

Etudiants : Markus STUDER et Jörg HAMMER – 7^{ème} et 9^{ème} semestres

Etude sur modèle de la prise d'eau de l'aménagement pompage-turbinage d'Emosson

Etudiant : Simon KISSLING – 8^{ème} semestre

Modèle numérique des prises d'eau d'Emosson

Etudiant : Allan ESTIVALET – 8^{ème} semestre

Projet de systèmes civils / *Civil system project*

Développement d'un modèle de prévision de crues - Application au bassin versant du Rhône

Etudiant : Simon HÜGLI – 7^{ème} semestre

Gestion des sédiments de la retenue de Tourtemagne

Etudiant : Christoph KNELLWOLF – 7^{ème} semestre

Développement de stratégies de gestion des crues par l'exploitation du potentiel de rétention des retenues alpines. Application au bassin versant du Rhône en Valais

Etudiant : Mathias MALQUARTI – 7^{ème} semestre

Amélioration du réseau d'assainissement de la partie Centre-Sud de la Ville de Lausanne

Etudiant : Miguel PICHEL – 9^{ème} semestre

Effet des aménagements hydroélectriques sur les crues du Rhône en Valais

Etudiants : Claudia SCHÄR et Jonathan MARET – 8^{ème} semestre

L'eau potable génératrice d'électricité (projet Turbo)

Etudiant : Simon WAMPFLER – 8^{ème} semestre

Projet ENAC / ENAC project

Influence de la renaturation des cours d'eau sur les conditions d'écoulements pour différents débits

Etudiante : Emanuela FERRARI – 9^{ème} semestre

Etablissement d'une carte de dangers dus aux crues

Etudiant : Jonas GRAF – 9^{ème} semestre

Etablissement d'une carte de dangers "eaux" pour l'Engelberger Aa

Etudiants : Sébastien SCHNEIDER, Anas AKRY et Karim LARIBI – 8^{ème} semestre

Projet GC / Civil engineering project

Projet de renaturation d'un cours d'eau en Suisse romande

Etudiants : Chantal RICHARD, Victoria LOUNDER et Hugues CHALLES – 6^{ème} semestre

Projet de mini-centrale hydroélectrique en Suisse

Etudiants : Marc-François MULLER, Roman PFUND, Etienne DUFEY, Sarra Fatma BEN HAOUALA, Michael DELLI GATTI, Lee FRANCK, Julien GENTON, Stéphane TERRIER et Julien DEMIERRE – 6^{ème} semestre

Projet interdisciplinaire / Interdisciplinary project

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

Etudiant : Roman NÄGELI – 9^{ème} semestre

2.4 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en Section SIE – semestres d'hiver 2006/2007 et d'été 2007 / Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2006/2007 and summer semester 2007

Projet de construction / Construction project

Amélioration du réseau d'assainissement de la partie Centre-Sud de la Ville de Lausanne

Etudiante : Caroline VERREY – 9^{ème} semestre

Laboratoires / Laboratories

Mesures in situ (pluies, débit) sur la Venoge

Etudiantes : Karine GRIN et Gabrielle SCHWAB – 9^{ème} semestre

Projet ENAC / ENAC project

Influence de la végétation sur la capacité hydraulique des cours d'eau

Etudiant : Pierre GALIERE – 7^{ème} semestre

Modélisation du réseau d'assainissement de la Louve sur le réseau lausannois

Etudiants : Rania FAKIH et Guillaume BORDIER – 9^{ème} semestre

Hydroélectricité et climat global

Etudiant : Micol SCHERRER – 6^{ème} semestre

Projet de renaturation de la Broye

Etudiants : Jean-Julien DESSIMOZ et Tamara LEMA – 9^{ème} et 7^{ème} semestres resp.

2.5 Travaux pratiques de Master 2006 – 2007 / Master thesis work 2006– 2007

Aménagement de pompage-turbinage avec nouveau réservoir Val d'Ambra II au Tessin

Diplômant GC : Fabio BLASI

Faisabilité d'une installation de pompage-turbinage à partir de l'aménagement du Châtelot

Diplômant GC : Martin BIERI (lauréat du Prix Stucky)

Aménagement hydroélectrique à haute chute Xe Pian Xe Namnoy au Laos

Diplômant GC : Michael MUELLER

Protection contre les crues - Aménagement et revitalisation du Schächen dans le canton d'Uri

Diplômant GC : Yanik TROKAY

Barrage et aménagement hydroélectrique de Bakhtiyari en Iran

Diplômant GC : Miguel PICHEL

Conception et optimisation de l'aménagement de pompage-turbinage du Nant de Drance en Valais

Diplômant GC : Jörg HAMMER

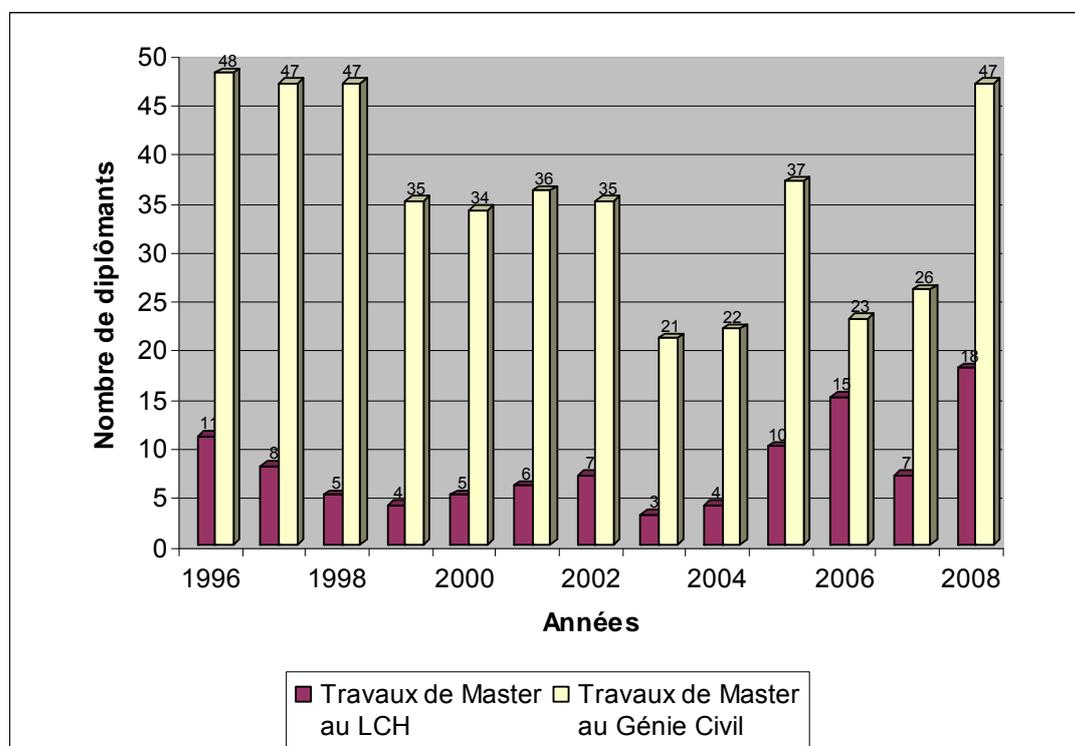
Diagnostic du réseau gravitaire d'adduction et de transport d'eau potable Lausannois

Diplômant SIE : Samuel DE SANTIS

Accompagnement d'un Travail de Master en Architecture

La 3^e correction du Rhône comme inducteur du développement paysager de la plaine. Le cas de la région de Sion (VS)

Diplômante : Claire THOMPSON



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

2.6 Excursions d'étudiants / *Student field trips*

Barrage-voûte de Rossens (FR) et Barrage-poids incurvé de la Maigrauge à Fribourg (FR), 40 étudiants des 5, 7 et 9^{ème} semestres en génie civil (9 février 2007)

Barrage de Schiffenen (FR), 20 étudiants des 7 et 9^{ème} semestres en génie civil (18 décembre 2007)

Visite à Mauvoisin II, 28 étudiants de la 2^{ème} édition du MAS in Hydraulic Engineering (19 octobre 2007)



Vidange de fonds du barrage voûte de Rossens (83 m) / *Bottom outlet of Rossens Arch Dam (83 m)*



Barrage voûte de Schiffenen (47 m) / *Schiffenen Arch Dam (47m)*



Visite au Barrage de Mauvoisin lors d'une journée froide d'octobre 2007 avec les étudiants du MAS
/ Visit to Mauvoisin dam on a cold day in October 2007 with MAS students

2.7 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.

2.8 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, 274 pages, octobre 2007

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

Aménagements de cours d'eau, 130 pages, septembre 2007

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 Séance du Projet Interreg IIIB ALPRESERV, Kloster Seeon, Bavière, Allemagne, 6 mars 2007 / *Interreg IIIB ALPRESERV Project meeting, Kloster Seeon, Bararia, Germany, 6th March 2007*

Pour terminer le projet Projet Interreg IIIB ALPRESERV, les responsables ont organisé le 6 mars 2007 la conférence finale dans l'ancien monastère de Seeon en Bavière, un lieu magnifique.

Il y avait 14 présentations, dont celle de Prof. Schleiss au sujet de l'alluvionnement des retenues et celle de Giovanni De Cesare au sujet de Tourtemagne, soit :

- Sedimentationsprozesse – WP6 (Prof. Schleiss)
- Wiederherstellung und Erhalt der Speicherkapazität des kleinen alpinen Speichers Tourtemagne (Dr De Cesare)

Plus de 120 personnes, dont une vingtaine en provenance de la Suisse ont assisté à la conférence qui était donc un franc succès.

Les présentations ainsi que tous les documents du projet seront toutes disponibles sur le site web du projet ALPRESERV <http://www.alpreserv.eu>

Cette conférence marque la fin officielle du projet, qui a commencé début 2004.

3.2 Workshop IST - EPFL, 23 juillet 2007, EPFL Lausanne

Ce workshop a permis à plusieurs professeurs et collaborateurs de l'EPFL et de l'Institut Supérieur Technique (IST) de Lisbonne de poursuivre des discussions sur un programme de recherche collaboratif dans le domaine de l'hydraulique hydrodynamique et environnementale.

3.3 Workshop *Routing System II*, 13 septembre 2007, LCH – EPFL, Lausanne

Le LCH a organisé un atelier de formation continue sur la nouvelle version du logiciel *Routing System II* développé dans *LabVIEW* (maintenant disponible en langage VB.net) pour simuler la formation et le transfert des débits sur un bassin versant. Cette nouvelle version du programme a été développée dans le cadre du projet MINERVE, financé par l'Etat du Valais et l'Office Fédéral de l'Environnement dans l'objectif de la prévision des crues sur un bassin versant aménagé.

L'enseignement était destiné aux professionnels de la branche pour leur permettre de se familiariser avec ce nouveau programme comprenant une initiation pratique sur ordinateur avec assistance technique (en français, allemand ou anglais).

Ce workshop a attiré des participants venant de toute la Suisse et ce n'est pas moins de 22 personnes et 9 collaborateurs du LCH qui ont bénéficié de cet enseignement.

3.4 Symposium Rhône – Thur, 7 novembre 2007, Lausanne

Pour clôturer le projet Rhône-Thur, le LCH a organisé le symposium intitulé "*Mesures d'aménagement des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie – Utilisation des synergies dans le cadre de la 3^{ème} correction du Rhône*" qui a drainé un public nombreux (une centaine de personnes) à Lausanne et plus exactement dans la salle des Cantons de la Gare de Lausanne.

Les comptes-rendus du symposium ont été publiés dans la Communication N° 33 du LCH.

3.5 Conférences publiques au LCH / *Public conferences at the LCH*

Modèle de prévision et de gestion des crues - optimisation des opérations des aménagements hydroélectriques à accumulation pour la réduction des débits de crue

Dr. Frédéric JORDAN

Laboratoire de Constructions Hydrauliques, EPFL, Lausanne (17.01.2007)

Siah Bishe pumped storage plant in Iran

Arnoldo BAUMANN

Pöyry, Zurich, Switzerland (18.01.2007)

Ultrasonic velocity profile measurements in the laboratory, from present to future

Prof. Dr. Yasushi TAKEDA

Faculty of Engineering, Hokkaido University, Sapporo, Japan (22.02.2007)

Simulation numérique d'écoulements induits par la rupture brusque ou graduelle de barrages agencés en complexe

Dr. Benjamin DEWALS and Prof. Dr. Michel PIROTON

Hydrodynamique Appliquée et Constructions Hydrauliques, Université de Liège, Belgique (15.03.2007)

Sustainable Management of Surface Water Reservoirs

Dr. George ANNANDALE

Engineering and Hydrosystems Inc., Denver, Colorado USA (9.07.2007)

Experiences with operation of the HEP Nathpa Jakhri in India and with first impounding of Tehri dam in India

Prof. Dr. Hans-Erwin MINOR

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie - VAW, ETHZ, Zurich, Switzerland (8.11.2007)

Local scouring at bridge piers and abutments

Prof. Dr. Antonio H. CARDOSO

Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura, Instituto Superior Técnico (IST), Lisboa, Portugal (13.12.2007)

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

Ouvrages de protection de berges sur les rivières de montagne

Sabrina Carvalho (23.02.2007)

Conséquences de la rupture de barrages ensablés: étude théorique, expérimentale et numérique et conseils sur les directives de sécurité

Raphael Duarte (23.02.2007)

Underwater Electric Kite: Swiss pilot project

Hanane Moukhliiss (02.03.2007)

Numerical simulations and applications of sediment transport problems in open channels and reservoirs

Ramesh Khanal (02.03.2007)

Synergie

Philippe Heller (16.03.2007)

Influence of macro-roughness on wave propagation

Tobias Meile (13.04.2007)

Influence of reservoir geometry on the process of sedimentation in shallow reservoirs by suspended load

Sameh Kantoush (11.05.2007)

Déversement latéral sur lit mobile

Burkhard Rosier (15.06.2007)

Flexible floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks

Azin Amini (13.07.2007)

Restauration des habitats dans les lits de rivières soumises aux éclusées (Rehabilité)

Jean-Marc Ribí (31.08.2007)

Flexible floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks

Azin Amini (répétition générale examen thèse - 28.09.2007)

Influence of macro-roughness on wave propagation

Tobias Meile (répétition générale examen thèse 05.10.2007)

Fluid-mechanical interaction between high-velocity transient flow and rock blocks in plunge pools for scour assessment

Matteo Federspiel (02.11.2007)

Influence of the available space of a river confluence on its morphology

Marcelo Leite Ribeiro (30.11.2007)

3.7 Participation aux comités d'organisation / Member of organising committees

Symposium KOHS: Maîtrise des conséquences de la crue d'août 2005 dans les cantons de Nidwald, Obwald et Berne, 31 mai – 1^{er} juin 2007

Anton Schleiss, Président du comité d'organisation

Hydro 2007 – New approaches for a new era, Granada, Spain, 15th – 17th October 2007

Anton Schleiss, Member of scientific committee

Symposium : Mesures d'aménagements des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie / *Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft*, 7 novembre 2007

Anton Schleiss, Président du comité d'organisation

Séminaire VSA : Infiltration des eaux pluviales et protection des eaux souterraines, Fribourg le 07 mars 2007

Jean-Marc Ribí, membre du comité d'organisation.

Séminaire VSA : Stratégie de réduction des micropolluants présents dans les eaux, Fribourg le 13 juin 2007

Jean-Marc Ribí, membre du comité d'organisation.

Séminaire VSA : Présentation de la directive STORM sur les rejets pluviaux urbains dans les eaux de surface, Lausanne le 1^{er} octobre 2007

Jean-Marc Ribí, membre du comité d'organisation.

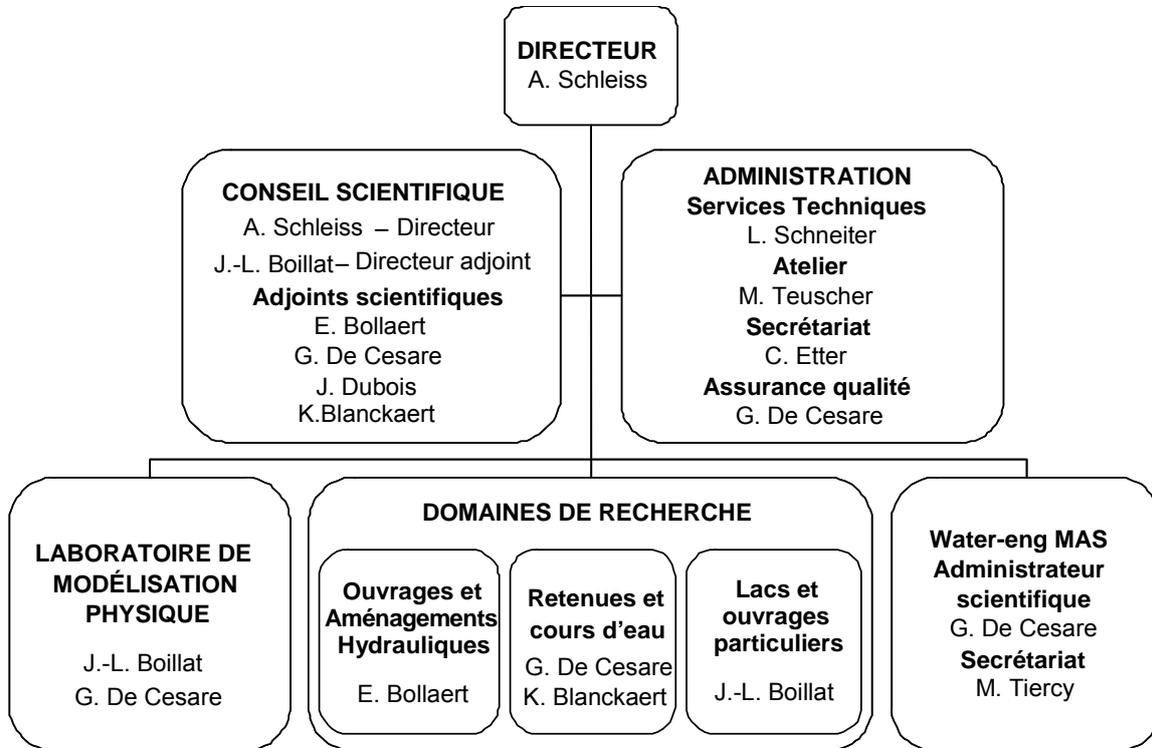
Final Conference of the EU-Interreg IIIB Alpine Space Programme "ALPRESERV", Seeon, Bavaria, Germany, March 2007

G. De Cesare, membre du 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 2007 du LCH / Season's Greetings card 2007 of the LCH

Master of Advanced Studies (MAS) en Gestion et Ingénierie des ressources en eau (2005 – 2007)

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*

Master of Advanced Studies (MAS) in Hydraulic Engineering (2007 – 2009)

Master of Advanced Studies (MAS) in Hydraulic Engineering Engineering

Prof. Dr Anton Schleiss

Directeur à l'EPFL du MAS / *Director of MAS at EPFL*

Dr Giovanni De Cesare

Administrateur du MAS / *MAS Administrator at EPFL*

Martine Tiercy

Secrétaire du MAS / *MAS Secretary at EPFL*

4.2 Collaborateurs en 2007 / Staff in 2007

Directeur / Director

Prof. Dr Anton J. Schleiss depuis / since 01.01.1997

Adjoints 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) 01.02.2003 – 31.05.2007

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

Rémi Martinerie 01.05.2005 – 31.12.2007

Javier Neves da Silva 01.05.2006 – 30.11.2007

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

Frédéric Jordan 01.04.2001 – 31.03.2007

Tobias Meile 01.04.2002 – 31.12.2007

Philippe Heller 01.09.2002 – 31.08.2007

Azin Amini depuis / since 24.05.2003

Burkhard Rosier 01.05.2003 – 30.11.2007

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

Martin Bieri depuis / since 01.10.2007

Michael Müller depuis / since 01.09.2007

Fadi Hachem depuis / since 01.07.2007

Javier García Hernández depuis / since 01.10.2005

Walter Gostner depuis / since 04.10.2007

Post-doc / Post-doc

Benjamin Dewals (Université de Liège, Belgique) 01.10.2006 – 31-03.2007

Stagiaires / Trainees (étudiants MAS / MAS students)

Sabrina Carvalho 14.10.2005 – 31.07.2007

Rafael Duarte 14.10.2005 – 31.07.2007

Ramesh Khanal 21.10.2005 – 31.07.2007

Hanane Moukhliiss 01.11.2005 – 31.07.2007

Lilian Reyes Carbajal 31.07.2006 – 31.07.2007

Olivier Le Doucen depuis / since 1.10.2007

Juliano Martins Ribeiro depuis / since 1.10.2007

Stagiaires / Trainees (étudiants Master et doctorants / Master students et Ph.D)

Ali Medelsi (Oran, Algérie) dpuis / since 12.02.2007

Jens Thorwarth (doctorant à Aix-la-Chapelle) 01.05.2007 – 31.07.2007

Renaud Champredonde (ENSEEIH Toulouse) 11.06.2007 – 07.09.2007

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

Shawna Crisinel (apprentie) depuis / since 13.08.2007

Secrétariat du LCH / LCH Secretariat

Caroline Etter (temps partiel) depuis / since 01.04.2002

Christelle Matthey (apprentie) depuis / since 02.08.2005

Sonia Collaud (apprentie) depuis / since 01.11.2007

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. Michel PIROTON, Université de Liège, Belgique

Hôte académique de la section génie civil dans le cadre du suivi des doctorants (S. Kantoush, T. Meile) et participation à l'enseignement MAS
9 – 13.04.2007, 6 – 10.08.2007 et 24 – 28.09.2007

Prof. Antonio CARDOSO, Université de Lisbonne, Portugal

Hôte académique de la section génie civil dans le cadre du suivi des doctorants (M. Leite, J. Jenzer) et participation à l'enseignement (MAS et école doctorale)
15.09.07 – 15.12.07

4.4 Événements spéciaux / Special events

4.4.1 Visite des gymnasiens 16 et 23 mars 2007

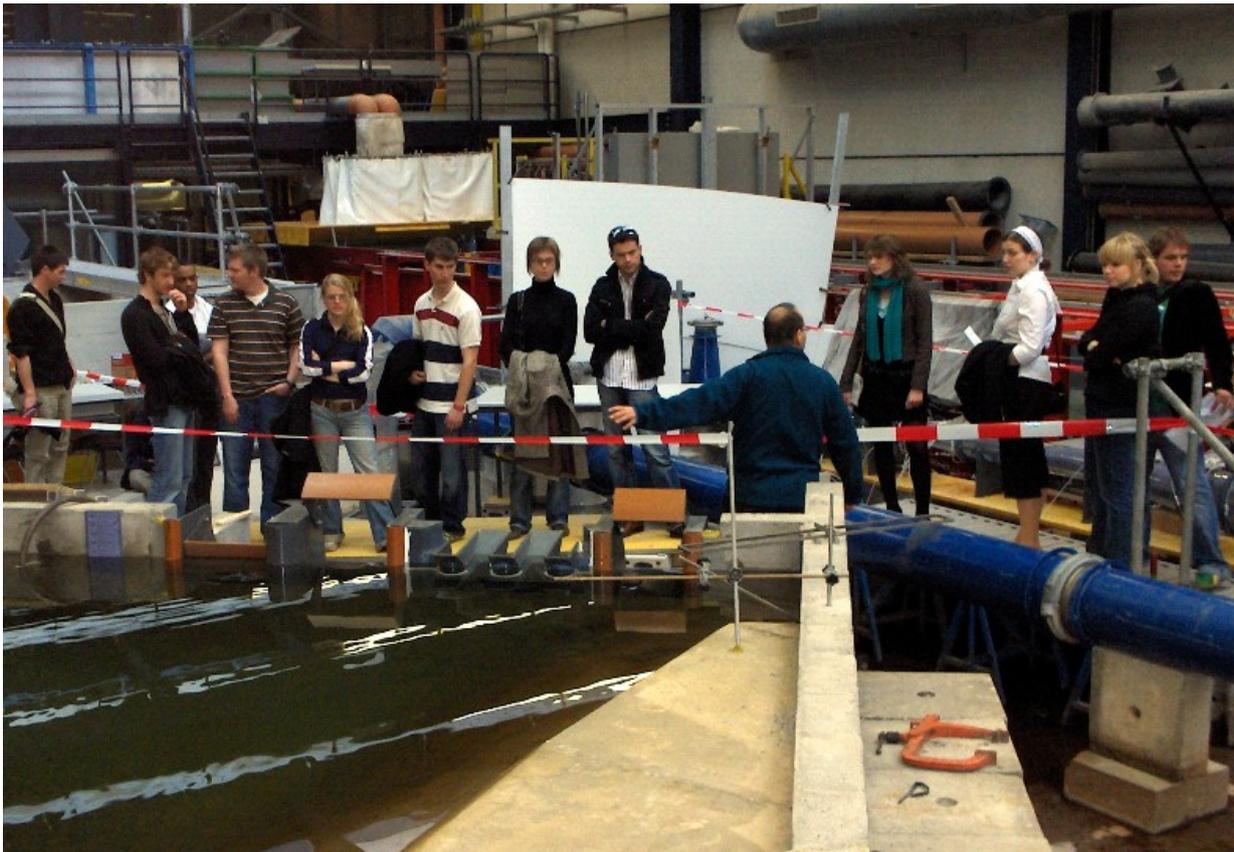
Une trentaine d'étudiants venant des gymnases de la région sont venus visiter l'EPFL et la halle d'hydraulique du LCH. Les collaborateurs du LCH ont présentés les modèles ainsi que les aspects de la modélisation physique et numérique en hydraulique.

4.4.2 Visite WORLDMUN (World Model United Nations) – 29 mars 2007

A l'occasion du WORLDMUN, le LCH a vu défilé dans la halle une centaine d'étudiants visitant l'ENAC sur les 1500 étudiants présents à l'EPFL. Les responsables des modèles étaient présents pour répondre à d'éventuelles questions et pour superviser le bon déroulement de la visite.

4.4.3 Visite de l'école de Gordola au Tessin – 10 mai 2007

Deux collaborateurs (Giovanni De Cesare et Matteo Federspiel) ont accueilli 45 élèves tessinois en visite au LCH. Ils ont pu voir les divers modèles et en particulier le modèle du pont sur la Muota où ils ont pu jeter du bois dans la rivière pour obstruer le passage sous le pont. Ils ont également pu vivre un tremblement de terre sur le stand d'essai dans la halle de structure.



M. De Cesare (de dos) donnant des explications aux gymnasiens

4.4.4 Visite d'une délégation chilienne – 10 mai 2007

M. Schleiss a présenté les activités du LCH dans la salle Vittoz à une délégation chilienne (journalistes) qui ont accompagné le Président chilien à l'EPFL. Javier García Hernández était la personne toute désignée pour présenter les caractéristiques des modèles aux chiliens qui ont tous été très intéressés par les travaux fait dans notre laboratoire.

4.4.5 Réception des professeurs Honoraires - 28 mai 2007



MM les Prof. P. Aebischer (Président de l'école) et L. Vulliet (Doyen de l'ENAC) ont suivis avec intérêt les présentations données dans la Halle d'Hydraulique

4.4.6 Visite des classes de 4^{ème} à 6^{ème} primaire – 26 juin 2007



L'EPFL a accueilli ce jour-là environ 1'700 élèves des classes de la 4e à la 6e primaire des cantons romand. Le LCH a ouverte ses portes pour 14 groupes avec une visite toutes les demi-

heures. Les élèves ont pu voir les modèles de Saint-Marc, la petite turbine UEK dans canal Vevey, les travaux de constructions de Mutsee et de Clusanfe, ainsi que le modèle de la Muotabrücke où ils ont pu jeter du bois dans la rivière pour obstruer le passage sous le pont. Les élèves ont également pu vivre un tremblement de terre sur le stand d'essai dans la halle de structure, visite qui s'effectuait en parallèle à celle du LCH.

Les guides étaient: Giovanni De Cesare, Frédéric Jordan, Renaud Champredonde (stagiaire au LCH), Matteo Federspiel et Javier García Hernández.

4.4.7 Calendrier 2008 des barrages en Suisse / 2008 Calendar on Swiss dams

Pour la quatrième 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 4200 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 2009, ils peuvent déjà s'inscrire auprès du CSB (www.swissdams.ch).

For the fourth 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 4200 copies printed were rapidly ordered and it seems that this calendar will become a precious piece of collection. For all those interested in the 2009 calendar, they can register by the Swiss Committee on Dams (www.swissdams.ch).

4.5 Nouvelle entreprise créée par des collaborateurs du LCH / Start-up created by LCH staff

E-dric.ch eau énergie environnement ingénieurs conseils Sàrl a été fondé le 22 décembre 2006. L'activité du bureau a débuté en avril 2007 avec le Dr Frédéric Jordan, rejoint en septembre 2007 par le Dr Philippe Heller, tous deux anciens collaborateurs du LCH et co-fondateurs du bureau. Rémi Martinerie, ingénieur civil diplômé EPFL, a intégré l'entreprise en avril 2008.

E-dric.ch est orienté sur quatre axes forts, à savoir :

- la prévision hydrologique,
- la modélisation en hydraulique, hydrologie et hydraulique urbaine,
- l'aide à la décision pour les projets hydrauliques pluridisciplinaires,
- le développement du potentiel hydroélectrique suisse inexploité.

4.6 Distinctions 2007 au LCH / 2007 LCH Awards

Koen Blanckaert, LCH et Ulrich Lemmin (LHE): Prix "Harold Jan Schoemaker" pour "*the most outstanding paper published in the IAHR Journal of Hydraulic Research in the two years preceding the Congress*" intitulé "*Means of noise reduction in acoustic turbulence measurements*"

Martin Bieri: Prix Stucky pour le travail de Master intitulé "Faisabilité d'une installation de pompage-turbinage à partir de l'aménagement du Châtelot"

4.7 Diplômés du Master of Advanced Studies (MAS) en gestion et ingénierie des ressources en eau 2005 – 2007 / *Graduates of the Master of Advanced Studies (MAS) in water resources management and engineering 2005 - 2007*

Cette première édition du MAS a accueilli 29 représentants de plusieurs pays mettant à profit leurs compétences et leurs connaissances interdisciplinaires dans le domaine des constructions hydrauliques et de l'hydrologie. La cérémonie de remise des diplômes du Master of Advanced Studies (MAS) a eu lieu le 27 juillet 2007 au Polydôme en compagnie des lauréats, des familles, des amis, du corps enseignant EPFL, des partenaires du programme et des invités conférenciers.

A cette occasion, Messieurs Fadi Hachem et Philippe Mueller ont tous deux reçu un prix pour la meilleure note entre les examens théoriques et le travail pratique.

C'est donc 29 diplômés (14 venant de l'étranger de 10 pays différents) qui ont reçu des mains de Messieurs les Professeurs A. Schleiss (LCH), H.E. Minor (VAW, ETHZ) et A. Mermoud (HYDRAM) leur MAS in *Water Resources Management and Engineering* (spécialisation en hydrologie ou en aménagements hydrauliques) dans une atmosphère à la fois solennelle et conviviale.

This first edition of the MAS saw some 29 representatives from many different countries who put their competences and their interdisciplinary knowledge in use in the fields of hydraulic constructions and hydrology. The graduation ceremony of the Master of Advanced Studies (MAS) was held on 27th July 2007 at the Polydôme in the company of the graduates, their families, friends, EPFL teaching representatives, programme partners and invited speakers.

On this occasion, Messrs Fadi Hachem and Philippe Mueller both received a prize for the best grade between the exams and the practical thesis.

Some 29 graduates (14 coming from 10 different countries abroad) received from Professors A. Schleiss (LCH), H.E. Minor (VAW; ETHZ) and A. Mermoud (HYDRAM) their MAS in Water Resources management and Engineering (specilization in hydrology or hydraulic schemes) in a solemn yet convivial atmosphere.



24 des 29 lauréats du MAS in Hydraulic engineering / 24 out of the 29 graduates of the MAS

4.8 Cérémonie d'ouverture du MAS in Hydraulic Engineering / Opening ceremony of the MAS in Hydraulic Engineering

La cinquième volée d'étudiants MAS (soit 3 éditions sous la dénomination Postgrade et 2 sous celle de Master of Advanced Studies) a rejoint l'EPFL le jeudi 11 octobre 2007 pour participer à la traditionnelle cérémonie d'ouverture. Outre l'allocution de bienvenue du Professeur Schleiss, Monsieur le Professeur Hans B. Püttgen, Directeur de l'Energy Center EPFL a traité d'un sujet très de grande actualité sous le titre *Quelques réflexions quant au rôle de l'énergie hydraulique dans les grands défis énergétiques du 21^{ème} siècle.*

The students of the fifth edition of the MAS (3 under the denomination "postgraduate" and 2 under Master of Advanced Studies) met at EPFL on Thursday 11th October 2007 in order to take part in the traditional opening ceremony. Besides the words of welcome by Professor Schleiss, Professor Hans B. Püttgen, Director of the Energy Center EPFL, spoke on an important current subject under the title Reflexions on the role of hydraulic energy in the scope of major energy challenges of the 21st century.



28 des 30 étudiants inscrits pour l'édition 2007 – 2009 du MAS in Hydraulic Engineering / 28 out of the 30 students registered to the 2007 – 2009 edition of the MAS in Hydraulic Engineering

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

Schleiss Anton

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

Commission d'enseignement de la section de génie civil (président du bureau) / *Teaching Commission of the Civil Engineering Programme (chairman of the Board)*

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

Commission de la recherche de la section de génie civil / *Research Commission of the Civil Engineering Programme*

Commission d'évaluation des titres académiques de la Faculté de l'environnement naturel, architecture et construit (ENAC) (membre) / *Evaluation Committee of academic titles of the Faculty ENAC (member)*

Association des professeurs de l'EPFL (membre du bureau) / *Society of EPFL Professors (member of the board)*

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

Fonds national de la recherche scientifique de Belgique (membre de la commission de génie civil et architecture) / *National Research Foundation of Belgium (member of Civil engineering and architecture committee)*

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)*

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)*

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)*

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

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

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

Lafitte Raymond

Association internationale pour l'hydroélectricité – AIH (membre d'honneur) / *International Hydro-power 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 des projets de barrages; membre invité de la sécurité des barrages) / *International Commission on Large Dams – ICOLD (Chairman of the Committee on Governance of Dam Projects, invited member of the committee on dam safety)*

Société suisse des ingénieurs et architectes – SIA (membre)

Forum nucléaire suisse – (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 Bienne (membre) / *Association for the protection of Lake Bienne (member)*

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

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*

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)

Koen Blanckaert

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

Kantoush Sameh

American Society of Civil Engineers – ASCE (student member)

Japan Society of Civil Engineers – JSCE (student member)

Syndicate of Engineers, Egypt (member)

Marcelo Leite Ribeiro

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

Jolanda Jenzer

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

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

Jean-Marc Ribl

Association suisse des professionnels de la protection des eaux – VSA (Président du comité suisse romand) / *Swiss Water Pollution Control Association (President of West-Switzerland committee)*.

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

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

6.1 Invités / Invited

Schleiss Anton

Vorhersage zur Bewältigung von Hochwasser im Rhonetal im Kanton Wallis unter Berücksichtigung des optimalen Betriebs der Speicherkraftwerke – Forschungsproject MINERVE
Colloque organisé par la VAW de l'ETHZ, Zürich, 23 janvier 2007

State-of-the-Art of Rock Scour Technology – Part I

5th International Conference on Dam Engineering, LNEC, Lisbonne, Portugal, 14th – 16th February 2007

Sedimentationsprozesse – WP6

Final Conference of EU-Interreg IIIB Alpine Space Programme ALPRESERV, Kloster Seeon, Bavaria, Germany, 6 March 2007

Betonprismen als Erosionsschutz in Gebirgsflüssen - Prismes en béton comme protection contre les érosions dans des rivières en montagne

13. Holcim Betontagung 2007 ETH – Zurich – 11 septembre 2007

Massnahmen gegen Stauraumverlandung (Mesures contre l'alluvionnement des retenues)

Seminar DWA Entlandung von Stauräumen, Stuttgart, Allemagne, 27. September 2007

Eau et Energie

Water Workshop, Polydôme EPFL, Lausanne, 25 octobre 2007

Boillat Jean-Louis

Entlastungsmassnahmen und Damstabilität

3. Workshop Ereignisanalyse Unwetter 2005, Conference Center, Olten, 22 juin 2007

Gestion préventive pour la protection contre les crues

Water Workshop, Polydôme EPFL, Lausanne, 25 octobre 2007

Acqueduc, crues et eau potable

Troisième correction du Rhône – Groupement de défense du sol agricole, Ecole d'agriculture de Châteauneuf, Sion, 5 décembre 2007

Lafitte Raymond

La sécurité des barrages

Lions Club Lavaux, 27 février 2007

Large Dams' role for society and management methods

ICOLD 75th Annual meeting, St-Petersbourg, 24 – 28 juin 2007

Code of ethics for engineers

Ouverture du *Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering*, 4 octobre 2007

De Cesare Giovanni

Restoration and preservation of storage capacity in the small alpine reservoir Tourtemagne (CH)

Final Conference of EU-Interreg IIIB Alpine Space Programme ALPRESERV, Kloster Seeon, Bavaria, Germany, 6 March 2007

La gestione dei sedimentinei bacini idrici

Workshop "La gestione dei sedimenti nei bacini idrici, sicurezza e progetti di gestione", Baveno (Verbania, Italie), 7 décembre 2007

Blanckaert Koen

Hydrodynamics of open-channel bends

University of Illinois at Urbana-Champaign, August 31, 2007

Hydrodynamics of open-channel bends

University of Iowa, September 4, 2007

6.2 Autres conférences / Other conferences

Schleiss Anton

Experimental investigation on the efficiency of porous media such as brushwood fences on damping of waves

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

River rehabilitation through a multi-purpose reservoir

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Droplet entrainment and slicks characteristics in the oil retained by a flexible spill barrier

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz – Forschungsprojekt "Integriertes Flussgebietsmanagement"

Symposium Rhône Thur - Mesures d'aménagement des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie, 7 novembre 2007, Lausanne

Boillat Jean-Louis

MINERVE management model. Optimization of the operation of storage power plants for flood routing

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Experimental study of the gated spillway of the Shahryar Dam in Iran

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Optimisation de la rétention dans les réservoirs à accumulation des aménagements hydroélectriques

Workshop MINERVE III, EPFL, Lausanne, 30 août 2007

Modélisation hydrologique et transfert des débits

Atelier "Routing System II", EPFL, Lausanne, 13 septembre 2007

Système séparatif ou unitaire. Exemple de la ville de Lausanne

Journée VSA "Storm", Polydôme EPFL, Lausanne, 13 novembre 2007

La gestion sédimentaire en milieu alpin

Colloque d'hydraulique "Transports solides et gestion des sédiments en milieux naturel et urbain", 187e Session du Comité Scientifique et Technique de la société hydraulique de France, Lyon, 28-29 novembre 2007

Lafitte Raymond

Das Potenzial und die Nutzung der Wasserkraft aus der Sicht der Nachhaltigkeit

Vera Forum, Ittigen, 13 – 15 septembre 2007

Rosier Burkhard

Bed evolution due to lateral water withdrawal

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Modèle pour le dimensionnement d'un déversoir latéral en tenant compte des processus morphologiques

Dresdner Wasserbaukolloquium 2007: Fünf Jahre nach der Flut, Dresden, Allemagne, 8 – 9 Oktober 2007

Berücksichtigung von morphologischen Prozessen bei der Bemessung einer seitlichen Notentlastung - Prise en compte des processus morphologiques pour le dimensionnement des déversoirs latéraux

Symposium Rhone Thur - Mesures d'aménagement des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie, Lausanne, 7 novembre 2007

Kantoush Sameh

Symetric or asymmetric flow patterns in shallow rectangular basins with sediment transport and influence of the width of a rectangular shallow reservoir on sedimentation behaviour and trap efficiency

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Influence of shallow reservoirs geometry on the sedimentation process by suspended load - Influence de la géométrie des réservoirs peu profonds sur l'alluvionnement par les sédiments en suspension

Symposium Rhone Thur - Mesures d'aménagement des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie, Lausanne, 7 novembre 2007

Meile Tobias

Einfluss von grossmassstäblichen Uferrauigkeiten und Buchten auf Schwallwellen in Flüssen infolge Kraftwerksbetrieb - Influence de la macro-rugosité des rives et de baies sur le marnage résultant de l'exploitation des aménagements hydroélectriques

Symposium Rhone Thur - Mesures d'aménagement des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie, Lausanne, 7 novembre 2007

Möglichkeiten und Grenzen flussbaulicher Massnahmen zur Reduktion von Schwall und Sunk

Conférence "Etat des eaux en Suisse à l'aube du XXIème siècle – Der Zustand der Schweizer Gewässer zu Beginn XXI. Jahrhunderts, Berne, 9 novembre 2007

De Cesare Giovanni

Outline of the historical development regarding reservoir sedimentation

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Duarte Alexandre

Influence of outer-bank roughness on flow patterns in open-channel bends

32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Influence of outer-bank roughness on flow patterns in open-channel bends with 30° - inclined outer-bank

5th International Symposium on Environmental Hydraulics, Phoenix, Arizona, 4th – 7th December, 2007

Bollaert Erik

Constitutive modelling of rock scour by jet impingement

5th International Conference on Dam Engineering, LNEC, Lisbonne, Portugal, 14th – 16th February 2007

Scour prediction at Srisaïlam Dam (India)

5th International Conference on Dam Engineering, LNEC, Lisbonne, Portugal, 14th – 16th February 2007

Dubois Jérôme

L'outil de modélisation Routing System II

Workshop MINERVE III, EPFL, Lausanne, 30 août 2007

Le concept Routing System II

Atelier "Routing System II", EPFL, Lausanne, 13 septembre 2007

Jordan Frédéric

Flood forecasting in the Upper Rhone River for the management of multireservoir systems
ICAM, International Conference on Alpine Meteorology, Chambéry, France, 7 – 8 juin 2007

Le modèle MINERVE et le système d'aide à la décision
Workshop MINERVE III, EPFL, Lausanne, 30 août 2007

Applications concrètes de modélisation fonctionnelle avec RSII
Atelier "Routing System II", EPFL, Lausanne, 13 septembre 2007

García Hernández Javier

Meteorological and hydrological forecast for the Upper Rhone River Basin
32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Optimisation de la rétention dans les réservoirs à accumulation des aménagements hydroélectriques
Workshop MINERVE III, EPFL, Lausanne, 30 août 2007

Modélisation hydrologique et transfert des débits
Atelier "Routing System II", EPFL, Lausanne, 13 septembre 2007

Leite Ribeiro Marcelo

Rehabilitation of St-Marc dam experimental optimization of a piano key weir
32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics, Venice, Italy, 2nd - 6th July 2007

Heller Philippe

Aménagements hydroélectriques fluviaux à buts multiples : résolution du marnage artificiel et bénéfiques écologiques, énergétiques et sociaux - Laufwasserkraftwerk als Mehrzweckanlage: Lösung des Schwall- und Sunkproblems und ökologische, energiewirtschaftliche und gesellschaftliche Gewinne
Symposium Rhone Thur - Mesures d'aménagement des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie, Lausanne, 7 novembre 2007

7 Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / *Participation in congresses and visits of research institutes*

5th International Conference on Dam Engineering, LNEC, Lisbonne, Portugal
14th – 16th February, 2007
Anton Schleiss, Erik Bollaert

Symposium KOHS: Maîtrise des conséquences de la crue d'août 2005 dans les cantons de Nidwald, Obwald et Berne, Stans
31 mai – 1^{er} juin 2007
Anton Schleiss (Président KOHS)

International Conference on Alpine Meteorology (ICAM), Chambéry, France
7 – 8 juin 2007
Jean-Louis Boillat, Frédéric Jordan et Javier García Hernández

Journées d'études du Comité Suisse des Barrages, Disentis
21 – 22 juin 2007
Anton Schleiss

75^{ème} réunion annuelle du Comité International des Grands Barrages (ICOLD), St-Petersbourg, Russie
24 – 28 juin 2007
Anton Schleiss (Président du comité suisse des barrages), Raymond Lafitte

River Flow Conférence internationale de l'*International Association of Hydraulic Engineering and Research* (IAHR), Venise, Italie
1 – 6 juillet 2007
Anton Schleiss, Jean-Louis Boillat, Alexandre Duarte, Burkhard Rosier, Giovanni De Cesare, Javier García Hernández, Marcelo Leite Ribeiro, Sameh Kantoush, Frédéric Jordan et Tobias Meile

Symposium : Approvisionnement en électricité en fonction de la demande: chances multiples pour l'hydroélectricité – 96^{ème} assemblée générale de l'ASAE, Glaris
6 – 7 septembre 2007
Anton Schleiss (président de session), Philippe Heller et Burkhard Rosier

13. Holcim Betontagung 2007, ETH Zurich
11 septembre 2007
Anton Schleiss

Seminar DWA Entlandung von Stauräumen, Stuttgart, Allemagne
27 septembre 2007
Anton Schleiss

Symposium : Mesures d'aménagements des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie / *Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft*, Lausanne
7 novembre 2007
Anton Schleiss, Jean-Louis Boillat, Tobias Meile, Burkhard Rosier, Philippe Heller, Jean-Marc Ribi, Walter Gostner, Sameh Kantoush, Giovanni De Cesare

Dresdner Wasserbaukolloquium 2007: Fünf Jahre nach der Flut, Dresden, Allemagne
8 – 9 octobre 2007
Burkhard Rosier

Conférence "Etat des eaux en Suisse à l'aube du XXI^{ème} siècle, Berne
9 novembre 2007
Tobias Meile

Colloque d'hydraulique, 187ème session du Comité Scientifique et Technique de France, Transports solides et gestion des sédiments en milieux naturels et urbains, Lyon, France
28 – 29 novembre 2007

Jean-Louis Boillat

Workshop "La gestione dei sedimenti nei basini idrici, sicurezza e progetti di gestione" Baveno (Verbania, Italie)

7 décembre 2007

Giovanni De Cesare

Fifth International Symposium on Environmental Hydraulics, Phoenix, Arizona

4 – 7 décembre 2007

Alexandre Duarte

8 Participation au jury de thèses de doctorat / *Participation in doctoral thesis jury*

Schleiss Anton (Directeur de thèse)

Méthodologie pour la conception et la gestion des aménagements hydrauliques à buts multiples par une analyse systémique

Doctorant : Philippe Heller (EPFL - LCH), 26 mars 2007.

Interaction of Side Weir Overflow with Bed-Load Transport and Bed Morphology in a Channel

Doctorant : Burkhard Rosier (EPFL – LCH), 12 juillet 2007.

Contractile Floating Barriers for Confinement and Recuperation of Oil Slicks

Doctorante : Azin Amini (EPFL – LCH), 4 octobre 2007.

Influence of Macro-Roughness of Walls on Steady and Unsteady Flow in a Channel

Doctorant : Tobias Meile (EPFL – LCH), 15 octobre 2007.

Schleiss Anton (Membre du jury de thèse)

Analysis of Large Scale Hydrodynamic Phenomena in Turbine Draft Tubes

Doctorante : Monica Iliescu (EPFL – LMH), 15 mars 2007.

Ecological Response of a Multi-Purpose River Development Project Using Macro-Invertebrates Richness and Fish Habitat Value

Doctorant : Marc Pellaud (EPFL – ECOS), 26 avril 2007.

Schussrinnenbelüfter – Lufttransport ausgelöst durch interne Abflussstruktur

Doctorant : Michael Pfister (ETHZ – VAW), 28 novembre 2007.

9 Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / *Participation in review committees of journals and research funds*

Journal of Hydro-environment Research (JHER)

A. Schleiss

Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)

A. Schleiss

Dam Engineering

A. Schleiss

Computers & Fluids

A. Schleiss

FNRS, Belgique

A. Schleiss

ELSEVIER Journal Flow Measurement and Instrumentation

G. De Cesare

Aqua-Media International Ltd. Hydropower & Dams

G. De Cesare

Journal of Hydraulic Research (IAHR)

K. Blanckaert

Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)

K. Blanckaert

Journal of Irrigation and Drainage Engineering (ASCE)

K. Blanckaert

Water Resources Research (AGU)

K. Blanckaert

Journal of Geophysical Research (AGU)

K. Blanckaert

10 Publications

10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

10.1.1 Référés / *Referred*

Moukhli H., Kantoush S., De Cesare G., Schleiss A.; Et si les crues de l'Arve rejoignaient le Léman? – Etude de faisabilité de la dérivation des crues de l'Arve pour améliorer le rendement de la centrale du Seujet et décharger la retenue de Verbois, *Archives des sciences*, ISSN 1661-464X, (59) 2-3, pp. 193-200, (2006)

Randall R., **Moukhli H., De Cesare G., Schleiss A.;** Capter l'énergie hydrolienne du Rhône, *Archives des sciences*, ISSN 1661-464X, (59) 2-3, pp. 273-278, (2006)

Schleiss A. Bemessung von Entlastungsventilen zur Beulsicherung von Druckschichtpanzerungen gegen Aussenwasserdruck, In *WasserWirtschaft*, 97. Jahrgang, ISSN 0043 0978, Heft 1/2, p. 26-31 (2007)

Oehy Ch., Schleiss A. Control of Turbidity Currents in Reservoirs by Solid and Permeable Obstacles, In *Journal of Hydraulic Engineering ASCE*, Vol. 133, No. 6, June 2007, p. 637-648 (2007)

Bollaert E., Schleiss A. Discussion on "Scour of rock due to the impact of plunging high velocity jets Part I: A state-of-the-art review", Reply by the authors, In *Journal of Hydraulic Research*, IJHR, Volume 41, Number 5, p. 451-464 (2007)

Kantoush S., De Cesare G., Boillat J.-L., Schleiss A. Flow field investigation in a rectangular shallow reservoir using UPV, LSPIV and numerical modeling, In *ScienceDirect – Flow Measurement and Instrumentation*, In press, p. 1-6 (2007)

Meile T., De Cesare G., Blanckaert K., Schleiss A. Improvement of Acoustic Doppler Velocimetry in steady and unsteady turbulent open-channel flows by means of seeding with hydrogen bubbles, In *ScienceDirect – Flow Measurement and Instrumentation*, In press, p. 1-7 (2007)

10.1.2 Autres / *Others*

Schleiss A. L'hydraulique suisse: Un grand potentiel de croissance par l'augmentation de la puissance, *Bulletin SEV/AES*, 2/2007, pp.24-29, 2007

Annandale G.W., **Schleiss A.** Predicting rock scour – Part one, *International Water Power & Dam Construction*, September 2007, pp. 22-26, 2007

Annandale G.W., **Schleiss A.** Predicting rock scour – Part two, *International Water Power & Dam Construction*, October 2007, pp. 38-42, 2007

KOHS (Schleiss A. et al.) Auswirkungen der Klimaänderung auf den Hochwasserchutz in der Schweiz – Ein Standortpapier der Kommission Hochwasserschutz im Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband (KOHS), *Wasser Energie Luft*, April, n°1-2007, pp. 55-59, 2007

Sayah S., Boillat J.-L., Schleiss A. Mesures de protection détachées et intégrées à la rive, *Wasser Energie Luft*, April, n°1-2007, pp. 5-10, 2007

Sayah S., Boillat J.-L., Schleiss A. Protection de rive contre l'érosion : étude de cas à Mörigen sur le lac de Bièvre et à Préverenges sur le Léman, *Wasser Energie Luft*, April, n°1-2007, pp. 10-18, 2007

10.2 Comptes rendus des congrès / *Proceedings of congresses*

10.2.1 Référés / *Referred*

Annandale G.W., **Schleiss A.J.** State of the art of rock scour technology – Part II, In *Proc. 5th International Conference on Dam Engineering*, 14-16 February 2007, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, ISBN: 978-981-05-7885-4, p. 37-44 (2007)

- Bollaert E.F.R., Schleiss A.J.** Constitutive modeling of rock scour by jet impingement, In *Proc. 5th International Conference on Dam Engineering*, 14-16 February 2007, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, ISBN: 978-981-05-7885-4, p. 79-87 (2007)
- Schleiss A.J., Annandale G.W.** State of the art of rock scour technology – Part I, In *Proc. 5th International Conference on Dam Engineering*, 14-16 February 2007, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, ISBN: 978-981-05-7885-4, p. 513-520 (2007)
- Sayah S., Mai S. Coastal protection against wind-wave induced erosion using soft and porous structures: A case study at Lake Biel, Switzerland, In *Conference on Coastal Sediment 2007*, 13-17 mai 2007, New Orleans (USA) (2007)
- Meile T., Boillat J.-L., Dubois J., Schleiss A. J.** Oscillations in a channel with rectangular widenings at the side walls, In *Conference on Coastal Sediment 2007*, 13-17 mai 2007, New Orleans (USA) (2007)
- Heller Ph., Pellaud M., Bollaert E., Schleiss A., Schlaepfer R.** River Rehabilitation through a Mutli-purpose Reservoir, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Special session 01 (SS01-01-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Kantoush S., Bollaert E., Schleiss A.** Influence of the Width of a Rectangular Shallow Reservoir on Sedimentation Behaviour and Trap Efficiency, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Special session 06 (SS06-07-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- García Hernández J., Jordan F., Boillat J.-L., Schleiss A.** Meteorological and Hydrological Forecast for the Upper Rhone River Basin, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Special session 10 (SS10-19-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Jordan F., Boillat J.-L., García Hernández J., Dubois J., Schleiss A.** Real-time Decision-making During Floods: Application to the Upper Rhone River in Switzerland, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Special session 10 (SS10-29-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.** Bed from Changes in Presence of a Lateral Overflow, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme A (A2.a-119-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Duarte A., Blanckaert K., Schleiss A.** Influence of Outer-bank Roughness on Flow Patterns in Open-channel Bends, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme A (A2.a-128-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Meile T., Boillat J.-L., Dubois J., Schleiss A.** Oscillations in a Channel with Rectangular Widenings at the Side Walls, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme C (C2.b-166-P), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Martinierie R., Boillat J.-L., Schleiss A., Parvaresh Rizi A., Wohnlich A.** Experimental Study of the Gated Spillway of the Shahryar Dam in Iran, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme C (C2.b-157-O), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Leite Ribeiro M., Boillat J.-L., Schleiss A., Laugier F., Albalat C.** Rehabilitation of St-Marc Dam Experimental Optimization of a Piano Key Weir, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme C (C2.b-149-O), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Manso P., Fiorotto V., **Schleiss A.** The Influence of Rock Fissure Opening Dimensions in Plunge Pool Scour, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme C (C2.b-145-O), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Amini A., Boillat J.-L., Bollaert E., Schleiss A.** Droplet Entrainment and Slick's Characteristics in the Oil Retained by a Flexible Spill Barrier, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme D (D2.b-026-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Sayah S., Boillat J.-L., Schleiss A.** Experimental Investigation on the Efficiency of Porous Media such as Brushwood Fences on Damping of Waves, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, Theme D (D1.a-08-0), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Rosier B.** Bed Evolution due to Lateral Water Withdrawal, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, JFK student competition (JFK-022), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)
- Kantoush S.** Symmetric or Asymmetric Flow Patterns in Shallow Rectangular Basins with Sediment Transport, In *Proceedings of the 32nd Congress of IAHR*, JFK student competition (JFK-017), Venice, Italy, 1-6 July 2007, CD-Rom (2007)

De Cesare G., Lafitte R. Outline of the historical development regarding reservoir sedimentation
In *32nd IAHR Congress, Harmonizing the Demands of Art and Nature in Hydraulics*, Venice, Italy, 1-6 July 2007 (2007)

Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A. Modell zur Berücksichtigung morphologischer Unsicherheiten bei der Bemessung einer seitlichen Notentlastung, In *Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen Heft 35, Wasserbaukolloquium 2007: Fünf Jahre nach der Flut*, 8.-9. Oktober, pp. 415-424 (2007)

Amini A., Bollaert E., Boillat J.-L., Schleiss A. Experimental investigation of oil spill containment behind a flexible barrier, In *COASTLAB06 IAHR Conference proceedings of the First International Conference on the Application of Physical Modelling to Ports and Coastal Protection*, Porto, Portugal, May 8-10. 175-183 (2006)

Boillat J.-L., Martinerie R., García Hernández J., De Cesare G. La gestion sédimentaire en milieu alpin, In *Proc. Colloque d'hydraulique "Transport solides et gestion des sédiments en milieux naturel et urbain"*, Publications SHF, ISBN 2-906831-9, Lyon, 28-29 novembre 2007, pp. 229-236 (2007)

Leite Ribeiro M., Boillat J.-L., Kantoush S., Albalat C., Laugier F., Lochu A.; Rehabilitation of St-Marc dam: Model studies for the spillways, In *Hydro 2007 "New approaches for a new era"*, Granada, Spain, 15-17 October 2007, paper 5.04 (2007)

10.2.2 Autres / Others

Andaroodi M., **Schleiss A.** Standardization of civil engineering works of small high-head hydropower plants and development of an optimization tool, In *ICOLD 75th Annual Meeting: Symposium "Dam Safety Management. Role of State, Private Companies and Public in Designing, Constructing and Operating of Large Dams"*, Saint Petersburg, Russia, June 24-29 (2007)

Knoblauch H., Hartmann S., **De Cesare G.** Massnahmen gegen die Verlandung von Stauräumen im Alpenraum, In *Proc. of Papers, 14. Deutsches Talsperrensposium*, 17-19 September 2007, Freising (Munich), Germany, ISBN 978-3-940476-05-0, p. 234-238 (2007)

Amini A., Kantoush S., Rosier B., Geiges M., Schleiss, A. Large reservoirs and greenhouse gas emissions – A network thinking analysis, In *Proc. of Papers, 14. Deutsches Talsperrensposium*, 17-19 September 2007, Freising (Munich), Germany, ISBN 978-3-940476-05-0, p. 1-7 (2007)

Leite Ribeiro M., Boillat J.-L., Kantoush S., Laugier F., Albalat C., Lochu A. Rehabilitation of St-Marc dam: Model studies for spillways, *Hydro 2007 – New approaches for a new era*, Granada, Spain, October 15 – 17, 2007

Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.; Berücksichtigung von morphologischen Prozessen bei der Bemessung einer seitlichen Notentlastung, *Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques - LCH N° 33 "Symposium - Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft"*, Lausanne, 7 novembre, ISSN 1661-1179, Lausanne, EPFL, pp. 7-17, 2007

Meile T., Boillat J.-L., Schleiss A.; Einfluss von grossmassstäblichen Uferaufrichtungen und Buchten auf Schwallwellen in Flüssen infolge Kraftwerksbetrieb, *Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques - LCH N° 33 "Symposium - Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft"*, Lausanne, 7 novembre, ISSN 1661-1179, Lausanne, EPFL, pp. 19-33, 2007

Kantoush S., Boillat J.-L., Bollaert E., Schleiss A.; Influence of shallow reservoir geometry on the flow pattern and sedimentation process by suspended sediments, *Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques - LCH N° 33 "Symposium - Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft"*, Lausanne, 7 novembre, ISSN 1661-1179, Lausanne, EPFL, pp. 35-52, 2007

Heller Ph., Schleiss A.; Aménagements hydroélectriques fluviaux à buts multiples : résolution du marnage artificiel et bénéfices écologiques, énergétiques et sociaux, *Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques - LCH N° 33 "Symposium - Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft"*, Lausanne, 7 novembre, ISSN 1661-1179, Lausanne, EPFL, pp. 81-97, 2007

De Pourtalès Th.; Objectifs paysagers d'un aménagement hydraulique à buts multiples, *Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques - LCH N° 33 "Symposium -*

Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft", Lausanne, 7 novembre, ISSN 1661-1179, Lausanne, EPFL, pp. 109-123, 2007

Schleiss A., Peter A.; Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz – Forschungsprojekt „Integrales Flussgebietsmanagement, *Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques - LCH N° 33 "Symposium - Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft"*, Lausanne, 7 novembre, ISSN 1661-1179, Lausanne, EPFL, pp. 125-142, 2007

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 (2007)

Philippe Heller "Synergies des aménagements hydrauliques", Thèse EPFL, No 3781 (2007)

Burkhard Rosier "Influence d'un déversoir latéral sur le transport solide dans un canal à lit mobile", Thèse EPFL, No 3872 (2007)

Tobias Meile "Effets de la rugosité et de la forme des rives sur la propagation d'intumescence dans les canaux", Thèse EPFL, No 3952 (2007)

Azin Amini "Contractible Floating Reservoir for the Confinement and Recuperation of Oil Slick", Thèse EPFL, No 3941 (2007)

10.4 Communications du LCH / LCH Communications

N° 28 Vela Giró A. "Bank protection at the outer side of curved channels by an undulated concrete wall" Communication 28, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

N° 29 Jordan F. "Modèle de prévision et de gestion des crues - Optimisation des opérations des aménagements hydroélectriques à accumulation pour la réduction des débits de crue" Communication 29, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

N° 30 Heller Ph. "Méthodologie pour la conception et la gestion des aménagements hydrauliques à buts multiples" Communication 30, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

N° 31 Heller Ph. "Analyse qualitative des systèmes complexes à l'aide de la méthode de Gomez & Probst" Communication 31, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

N° 32 García Hernández J., Jordan F., Dubois J., Boillat J.-L. "Routing System II - Modélisation d'écoulements dans des systèmes hydrauliques" Communication 32, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

N° 33 Symposium "Flussbauliche Massnahmen im Dienste des Hochwasserschutzes, der Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft / Mesures d'aménagement des cours d'eau pour la protection contre les crues, l'environnement, la société et l'économie" Communication 33, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

N° 34 Rosier B. "Interaction of side weir overflow with bed-load transport and bed morphology in a channel" Communication 34, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

N° 35 Amini A. "Contractile floating barriers for confinement and recuperation of oil slicks" Communication 35, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, ISSN 1661-1179, Lausanne (2007)

10.5 Rapports non publiés / Unpublished reports

N° 1 ATEL
Aménagement de pompage-turbinage Nant de Dranse. Prise d'eau d'Emosson
janvier 2007

- N° 2 Salanfe SA / Hydro Exploitation
Barrage de Clusanfe – Gestion d'alluvionnement, étude sur modèle physique
mars 2007
- N° 3 SESA, VD
Erosion de la plage de Préverenges, expertise de variantes d'aménagements
mars 2007
- N° 4 Gemeinde Visp
Concept de protection contre les crues de la ville de Viège
mars 2007
- N° 5 KWO Kraftwerke Oberhasli AG
Stausee Grimsel - Sedimentbewirtschaftung während Seeabsenkung
avril 2007
- N° 6 Gemeinde Visp
Hochwasserschutzkonzept für die Gemeinde Visp - Schlussbericht
avril 2007
- N° 7 Landsvirkjun
Kárahjúkar Engineering Joint Venture - final report
avril 2007
- N° 8 CTI
Rapport final projet Synergie
mai 2007
- N° 9 ATEL
Aménagement de pompage-turbinage Nant de Drance. Prise d'eau de Vieux-Emosson
mai 2007
- N° 10 Electricité de France (EDF)
Barrage de Saint-Marc - Etude sur modèle des évacuateurs de crue
mai 2007
- N° 11 Gresham sarl, Genève
UEK Swiss Pilot Project, Feasibility Study, Phase 1
juin 2007
- N° 12 SBB CFF FFS
Influence du nouveau pont CFF sur la Vispa à Viège lors de hautes eaux
juillet 2007
- N° 13 Gemeinde Ingenbohl, Brunnen
Schlussbericht Modellversuche Whylenbrücke, Abklärung der Verkläungsgefahr
octobre 2007
- N° 14 Electricité de France (EDF)
Barrage des Gloriettes - Etude préliminaire évacuateur de crue
septembre 2007
- N° 15 SBB CFF FFS
Influence du nouveau pont CFF sur la Vispa à Viège lors de hautes eaux - Rapport final
septembre 2007
- N° 16 Electricité de France (EDF)
Barrage des Gloriettes - Rapport d'avancement N°1
octobre 2007
- N° 17 Ville de Lausanne (SAL)
Modélisation du réseau d'évacuation des eaux de la Ville de Lausanne
novembre 2007
- N° 18 Schwellenkorporation Meiringen
Milibach Dotierstrecke Lengenacher in Reuti/Hasliberg - Etude sur modèle
novembre 2007
- N° 19 NOK, Baden
Bericht, Modellversuche Ein- und Auslaufbauwerk Oberbecken Muttsee
décembre 2007

- N° 20 Domaine de l'eau. Genève
Aire au pont des Marais. Prise d'eau et galerie de décharge
décembre 2007
- N° 21 Société nautique de Genève
Agrandissement du Port de la Nautique - étude numérique
décembre 2007
- N° 22 CETP Ingénieurs Conseils
Cheminée d'équilibre de l'usine de Vernayaz - Modélisation numérique
décembre 2007

Edition finale Martine Tiercy
© LCH 2008