

Rapport d'activité ***Activity Report*** **2008**

Préface / Foreword

"En observant l'économie mondiale d'aujourd'hui, on peut avoir l'impression que le monde est gouverné par la spéculation financière à l'origine des fusions de grandes entreprises. Il faut toutefois garder à l'esprit que l'économie mondiale est principalement fondée sur les investissements et plus précisément sur la mise en place d'infrastructures. Au premier rang de ces dernières se trouvent les aménagements hydrauliques."

La crainte exprimée dans cette citation de la préface du rapport d'activité de l'an 2000 est malheureusement devenue réalité en 2008. Les spéculations boursières ont conduit à la crise économique la plus sévère jamais vécue dans le monde. Les gouvernements de beaucoup de pays essaient d'atténuer la chute libre de l'économie mondiale en injectant des sommes immenses dans le développement durable des infrastructures. Ils ont reconnu que la prospérité économique à long terme passe avant tout par le développement des infrastructures.

Les collaboratrices et collaborateurs du LCH sont fiers de continuer à contribuer au défi du développement des infrastructures lié aux besoins vitaux de l'eau et de l'énergie partout dans le monde grâce à leurs missions de recherche, d'enseignement et de services. Nous sommes surtout fiers que nos activités aient pu attirer 17 étudiantes et étudiants, dont 13 du génie civil (GC) et 4 des sciences et ingénierie de l'environnement (SIE) pour réaliser leur travail de Master au LCH. Jamais un laboratoire au GC ou au SIE à l'EPFL n'a pu attirer autant d'étudiants au travail de Master. Tous contribuent déjà en tant qu'ingénieur-e au développement des aménagements hydrauliques partout dans le monde afin d'assurer une économie saine à long terme.

Au nom des collaboratrices et collaborateurs du LCH, je tiens à remercier vivement nos partenaires et clients de leur soutien en 2008 dans l'accomplissement de nos missions importantes.

"Looking at today's world economy, one might have the impression that it is mainly controlled by financial speculation and the merging of large companies. Nevertheless, it should be borne in mind that the soundness of the world economy is founded mainly on investments and particularly on the creation of infrastructures. Among the latter, hydraulic schemes play an important role."

Unfortunately, the fear expressed in this quotation in the preface of the Year 2000 Activity Report, became reality in 2008. The speculations on the stock market have resulted in a severe economical crisis as never seen in the world before. The governments of many countries try to subdue the falling world economy by injecting huge sums of money in the sustainable development of infrastructures. It has been recognized that the soundness of the economical prosperity on a long term basis is mainly based on the development of infrastructures.

The LCH staff is proud to contribute to the challenge of developing infrastructures related to the vital needs for water and energy all over the world by fulfilling its mission in research, teaching and services. Above all, we are proud to have attracted 17 students of which 13 from Civil Engineering (GC) et 4 from Environmental Sciences and Engineering (SIE) to carry out their Master thesis at LCH. Never before has a laboratory from GC or SIE at EPFL attracted so many students for the Master thesis. They already contribute as young engineers to the development of hydraulic schemes everywhere in the world which is required to ensure a healthy world economy on a long term basis.

In the name of the LCH staff, I wish to sincerely thank our partners and clients for supporting us all along the year 2008 to fulfil our important missions.



Prof. Dr Anton Schleiss

1	RECHERCHE / RESEARCH	1
1.1	Recherche fondamentale / <i>Fundamental research</i>	1
1.1.1	Méthodes d'observation et de prévision de l'alluvionnement des retenues des aménagements de pompage-turbinage / <i>Monitoring and Prediction Methods for sedimentation in pumped storage plants</i>	1
1.1.2	Dimensionnement des galeries et puits blindés / <i>Design of steel lined pressure tunnels and shafts</i>	3
1.1.3	Mesures innovantes pour réduire les effets négatifs de l'exploitation d'aménagements hydroélectriques complexes sur le régime des cours d'eau / <i>Innovative measures to mitigate the negative effects of complex hydropower schemes on river systems</i>	6
1.1.4	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>	9
1.1.5	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>	13
1.1.6	Gestion de crues basées sur les prévisions d'ensemble – Projet MINERVE / <i>Real-time decision making based on ensemble flood forecasts - MINERVE project</i>	16
1.1.7	Développement morphologique d'une confluence en fonction de l'espace disponible / <i>Influence of the available space of river confluences on its morphology</i>	19
1.1.8	Refuges à poissons aménagés dans les berges de rivières soumises aux éclusées: influence de la géométrie du refuge sur son attractivité / <i>Influence of geometry of fish shelters in river banks on their attractiveness during hydropeaking</i>	22
1.1.9	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>	24
1.1.10	Développement d'un modèle hydrologique et hydraulique pour le bassin versant du Zambèze (projet ADAPT) / <i>Development of a hydrologic-hydraulic model for the Zambezi basin (ADAPT project)</i>	26
1.1.11	Index de diversité hydro-morphologiques: un indicateur de l'intégrité écologique d'un cours d'eau / <i>The Hydro-morphological Index of Diversity: an Indicator for the Ecological Integrity of a Water Course</i>	28
1.2	Recherche appliquée (exemples sélectionnés) / <i>Applied research (selected examples)</i>	31
1.2.1	L'Aire au Pont des Marais – Prise d'eau et galerie de décharge / <i>Aire River at Marais Bridge – Water intake and flood diversion tunnel</i>	31
1.2.2	Barrage de Lavey – Etude des écoulements et du transport solide dans le Rhône: Etude de l'état actuel / <i>Lavey Dam – Study of flow conditions and sediment transport in the Rhone River: Present configuration</i>	33
1.2.3	Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage de Linth-Limmern (réservoir inférieur de Limmernsee) / <i>Model tests on the intakes of the pump storage scheme of Linth-Limmern (Limmernsee lower reservoir)</i>	36

1.2.4	Cheminée d'équilibre de l'usine de Vernayaz – Vérifications complémentaires. Etude numérique de coup de bélier et d'oscillation en masse / <i>The surge tank of Vernayaz hydropower plant – Complementary verifications. Numerical study of water mass oscillations</i>	38
1.2.5	Barrage des Gloriettes – Etude sur modèle des évacuateurs de crue / <i>Les Gloriettes Dam – Hydraulic model tests of the spillways</i>	42
1.2.6	Rejet de la STEP de Pully dans le Léman – Détermination du point de rejet optimal / <i>Waste water treatment plant of Pully – Definition of the optimal outlet point</i>	45
1.2.7	Transport des déchets ménagers par voie navigable sur le Rhône : Etude sur le batillage / <i>Transport of domestic wastes on the Rhone River by shipping: study of the waves</i>	47
1.2.8	Agrandissement du Port de la Nautique, Modélisation numérique et physique des courants et des vagues / <i>Expansion of the harbour "Port de la Nautique", numerical and physical modelling of the currents and the waves</i>	51
1.2.9	Parc plage sur le quai Gustave Ador à Genève, Modélisation numérique et physique des courants et des vagues / <i>Beach park on the Gustave Ador Quay in Geneva, numerical and physical modelling of currents and waves</i>	54
1.2.10	Aménagement hydroélectrique de TEESTA VI, Sikkim-India, Essai sur modèle physique / <i>TEESTA VI HPP Sikkim-India, Hydraulic model tests</i>	57
1.2.11	Barrage de Koman, Albanie – Etude sur modèle des évacuateurs de crue et fosse d'amortissement / <i>Koman dam, Albania - Hydraulic model tests for spillways and plunge pool</i>	60
1.2.12	Projet de réhabilitation du barrage de Dez, Iran - alluvionnement du réservoir par courants de turbidité / <i>Dez Dam rehabilitation project, Iran - Reservoir sedimentation by turbidity currents</i>	63
1.2.13	Barrage de Choranche - Evacuateur de crue / <i>Choranche Dam - Spillway</i>	65
1.2.14	Projet de réhabilitation de l'aménagement hydroélectrique d'Enguri, simulation numérique de l'écoulement à travers les pertuis de fond / <i>Enguri HEPP Rehabilitation Project, numerical modeling of the flow through low-level outlets</i>	67
1.2.15	Les effets de rétention sur le projet de la 3ème correction du Rhône / <i>Effects of retention on the project of the 3rd Rhone River correction</i>	69
1.2.16	Modélisation numérique de l'eau provenant d'orages et du système d'évacuation des eaux usées de la ville de Lausanne / <i>Numerical modelling of storm water and wastewater conveyance system of Lausanne</i>	72
2	Enseignement / <i>Teaching</i>	75
2.1	Formation continue / <i>Continuing education</i>	75
2.1.1	Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering	75
2.2	Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2007/2008) / <i>Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2007/2008)</i>	76
2.2.1	Cours de cycle bachelor et de cycle master en génie civil / <i>Undergraduate and Graduate courses in Civil Engineering</i>	76
2.2.2	Cours de cycle Master en sciences et ingénierie de l'environnement / <i>Graduate courses in sciences and environmental engineering</i>	77
2.2.3	Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering / 32 registered students	78

2.2.4	Ecole doctorale en Environnement et en Energie / <i>Doctoral school in Environment and in Energy</i>	78
2.3	Cours hors EPFL / <i>Courses outside EPFL</i>	79
2.4	Projets et laboratoires du 2 ^{ème} cycle en section génie civil – semestres d'hiver 2007/2008 et d'été 2008 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2007/2008 and summer semester 2008</i>	79
2.5	Projets et laboratoires du 2 ^{ème} cycle en Section SIE – semestres d'hiver 2007/2008 et d'été 2008 / <i>Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2007/2008 and summer semester 2008</i>	80
2.6	Travaux pratiques de Master 2007 – 2008 (Printemps) / <i>Master thesis work 2007– 2008 (Spring)</i>	80
2.7	Excursions d'étudiants / <i>Student field trips</i>	82
2.8	Livres / <i>Textbooks</i>	82
2.9	Polycopiés / <i>Student course books</i>	83
3	Manifestations scientifiques / <i>Scientific events</i>	85
3.1	2 nd National Conference on Dams and Hydropower Plants, Teheran, Iran, 13 – 15 May, 2008	85
3.2	Workshop "Erosion, Transport and Deposition of Sediment" – UNESCO International Hydrological Programme and the Int. Commission for the Hydrology of the Rhine Basin, Bern University, 28 – 30 April 2008	85
3.3	11. Kongress Interpraevent, Dornbirn, Autriche, 28 – 30 mai 2008	85
3.4	76 th Annual Meeting of ICOLD, Sofia, Bulgaria, 2 – 6 June, 2008	86
3.5	International Symposium on Sediment Management, I2SM, Lille, France, 8 – 11 juillet 2008	86
3.6	2 nd International Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures (2 nd IJREWS 2008), 30 juillet – 1 ^{er} août 2008	86
3.7	River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, September 3 -5, Izmir, Turkey	87
3.8	Sixth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering – 6 th ISUD, 9 – 11 September 2008	87
3.9	Internationales Symposium 2008 in Zürich - "Neue Anforderungen an den Wasserbau", 11-12 septembre 2008	88
3.10	10. Treffen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten (10. JuWi-Treffen), 6 – 8 août 2008	88
3.11	International Summer School "Complex flow, turbulence, morphodynamics and ecology in rivers", Delft, 25 – 29 August 2008	88
3.12	Visite du chantier de Saint Marc à proximité de Limoges, France, 25 septembre 2008	88
3.13	Journée d'étude du Comité suisse des barrages à St-Gall, 25 – 26 septembre 2008	89
3.14	Séance au Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH), EDF au Bourget du Lac, le 22 octobre 2008	89
3.15	Umwelttagung "Stromwirtschaft im Klimawandel" à Jochenstein (Allemagne) du 23 – 24 octobre 2008	90
3.16	Conférence sur l'Energie à l'EPFZ du 18 novembre 2008	90
3.17	Colloque SHF (Société Hydrotechnique de France) sur les prévisions hydrométéorologiques, Lyon, 18 et 19 novembre 2008	90
3.18	6 th EC Framework programme integrated infrastructure initiative hydralab III, Hull, UK, du 3 novembre – 12 décembre 2008	90

3.19	Conférences publiques au LCH / <i>Public conferences at the LCH</i>	90
3.20	Conférences internes données au LCH / <i>In-house conferences given at the LCH</i>	91
3.21	Participation aux comités d'organisation / <i>Member of organising committees</i>	92
4	Personnel / <i>Staff</i>	93
4.1	Organisation du LCH / <i>Organisation of the LCH</i>	93
4.2	Collaborateurs en 2008 / <i>Staff in 2008</i>	94
4.3	Professeurs invités et hôtes académiques / <i>Visiting professors and academic visitors</i>	95
4.4	Événements spéciaux / <i>Special events</i>	95
4.4.1	50 ^{ème} anniversaire du diplôme EPFZ – volée Génie Civil 1958 le 13 juin 2008	95
4.4.2	Sortie du LCH du 21 au 23 août 2008	96
4.4.3	Visite d'une délégation indienne du modèle Teesta VI, 18 - 19 août 2008	97
4.4.4	Réunion pour le barrage Koman – 18 septembre 2008	98
4.4.5	Visite d'une délégation des ingénieurs hydrauliques Nord-coréens, 30 octobre 2008	99
4.4.6	Kick-off Meeting du projet de recherche APUNCH à l'ETH Zürich, 14 novembre 2008	99
4.4.7	Calendrier 2009 des barrages en Suisse / 2009 Calendar on Swiss dams	99
5	Participation aux commissions, associations professionnelles et académiques / <i>Participation in commissions, professional and academic associations</i>	101
6	Conférences données par les collaborateurs du LCH / <i>Conferences presented by LCH staff</i>	104
6.1	Invités / <i>Invited</i>	104
6.2	Autres conférences / <i>Other conferences</i>	104
7	Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / <i>Participation in congresses and visits of research institutes</i>	107
8	Participation au jury de thèses de doctorat / <i>Participation in doctoral thesis jury</i>	108
9	Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / <i>Participation in review committees of journals and research funds</i>	108
10	Publications	109
10.1	Journaux scientifiques / <i>Scientific journals</i>	109
10.1.1	Référés / <i>Referred</i>	109
10.1.2	Autres / <i>Others</i>	109
10.2	Comptes rendus des congrès / <i>Proceedings of congresses</i>	110
10.2.1	Référés / <i>Referred</i>	110
10.2.2	Autres / <i>Others</i>	112
10.3	Thèse de doctorat / <i>PhD Thesis</i>	112
10.4	Communications du LCH / <i>LCH Communications</i>	112
10.5	Rapports non publiés / <i>Unpublished reports</i>	112

1 RECHERCHE / RESEARCH

1.1 Recherche fondamentale / *Fundamental research*

1.1.1 Méthodes d'observation et de prévision de l'alluvionnement des retenues des aménagements de pompage-turbinage / *Monitoring and Prediction Methods for sedimentation in pumped storage plants*

La sédimentation des réservoirs est un des problèmes majeurs de l'ingénierie hydraulique du XXI^{ème} siècle. A l'échelle mondiale, les réservoirs créés par des barrages se remplissent de sédiments à un taux d'environ 1 % de leur volume utile par année. En plus de ces pertes de volume, les sédiments peuvent s'accumuler devant les ouvrages essentiels des aménagements, à mentionner les prises d'eau et les vidanges de fond. Ainsi, les processus de sédimentation affectent sérieusement non seulement la fiabilité et la durée de vie des aménagements hydroélectriques, mais aussi la sécurité d'un point de vue d'exploitation et structurale.

Sedimentation of dam reservoirs is one of the most challenging problems of the XXIst century in hydraulic engineering. On a worldwide scale, dam reservoirs silt up at a rate of about 1 % of their useful storage volume every year. Furthermore, sediments can settle in front of essential elements of the hydropower schemes, such as intake structures or outlet works. Thus, sedimentation processes seriously affect the reliability and the lifetime of hydropower structures, but also their structural safety.

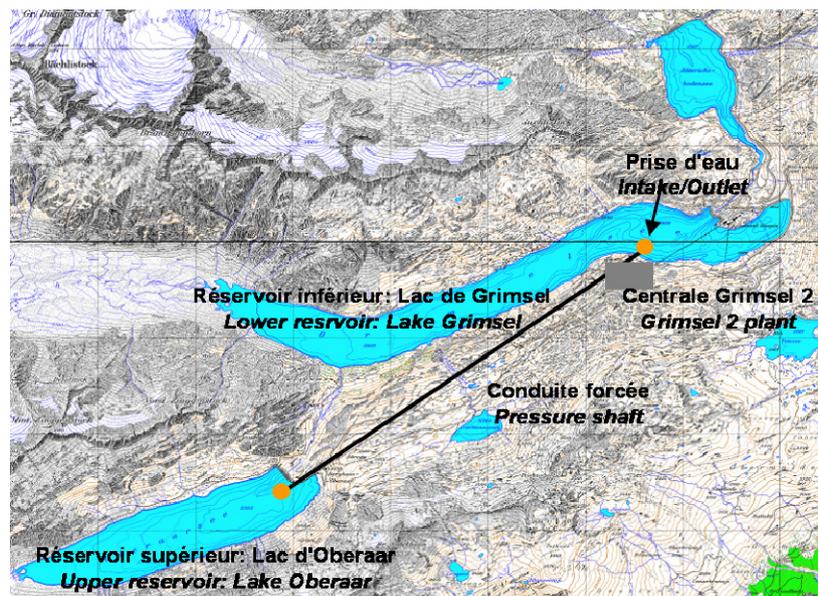


Figure 1: Aménagement de pompage-turbinage Grimsel II / *Grimsel II pumped storage scheme*

Afin de satisfaire la demande énergétique croissante, les projets d'aménagements hydroélectriques de pompage-turbinage gagnent en importance à l'échelle suisse et mondiale. De tels projets se composent généralement d'un réservoir supérieur et d'un réservoir inférieur afin de pomper et/ou turbiner l'eau entre les deux. Les problèmes de sédimentation à long terme de ces réservoirs sous l'influence des changements opérationnels répétés entre les modes de turbinage et de pompage sont relativement peu connus.

To satisfy a continuously increasing energy demand, pumped storage hydropower projects become more and more relevant. Such projects generally consist of an upper and a lower reservoir in order to pump and/or turbine water between them. Long-term sedimentation issues of such reservoirs due to fast and repeated change of operations between generating and pumping modes are relatively unknown compared to traditional hydropower schemes.

The present PhD thesis aims to develop solu-

En analysant l'influence des alternations modales de pompage-turbinage sur les vitesses d'écoulement et la turbidité dans les réservoirs, le projet de recherche proposé examinera des solutions pour garantir la durabilité à long terme des aménagements de pompage-turbinage.

- Comment peut-on influencer la turbulence par la géométrie de la prise d'eau afin de réduire le dépôt des sédiments fins?
- Comment les paramètres comme la géométrie des prises d'eau, le débit et la durée des séquences de pompage-turbinage affectent-ils les processus de sédimentation dans les réservoirs?

Pendant la première année, une étude de littérature sur le sujet de la sédimentation des réservoirs a été effectuée. Elle sera poursuivie en se concentrant sur la sédimentation devant des prises d'eau et des ouvrages de vidange, la turbulence, et le bilan de sédiments entre deux réservoirs connectés. Des mesures en prototype et des méthodes d'observations constitueront une partie importante de la thèse. De telles mesures sont effectuées dans la région d'Oberhasli, plus précisément sur l'aménagement de pompage-turbinage Grimsel II (figure 1). Les résultats vont permettre d'observer des phénomènes d'écoulements devant la prise d'eau et de régler et d'affiner le modèle physique et les simulations numériques.



tions guaranteeing sustainable sediment management in pumped storage hydropower plants by answering the following key questions:

- *How can we use the turbulence induced by the pumping and generating mode for preventing the suspended sediments to settle?*
- *How do parameters like intake/outlet geometry, discharge and duration of alternating pumping and generating modes affect the sedimentation processes in the reservoir?*

During the first year, literature concerning reservoir sedimentation has been studied. Further reading will concentrate on topics related to sedimentation in front of intake structures, sedimentation in Alpine reservoirs, turbidity currents, turbulence and sediment balance between two connected reservoirs. Prototype measurements and monitoring are an important part of the PhD work. Such recording of data is carried out at the Grimsel II pumped storage scheme (Fig. 1). It will provide results of phenomena observed in situ and allow adjusting physical and numerical models.

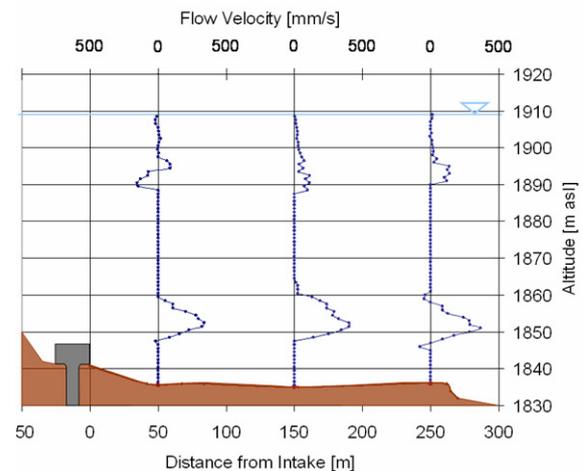


Figure 2 : Préparation de l'instrument de mesure (ADP, à gauche), profil de vitesse en mode turbinage (écoulement sortant, à droite) / *Preparation of the measurement device (ADP, left), velocity profile during generating mode (out-flowing discharge, right)*

Pendant une campagne préliminaire in situ, le candidat a pris de connaissance des conditions sur le site et des instruments de mesure. Après, deux campagnes de mesure ont eu

In a preliminary campaign in July 2008, the candidate became familiar with instruments and in situ working conditions. Then, two measurement campaigns were carried out in

lieu en Septembre et Novembre 2008. A l'aide de trois instruments ADP (acoustic Doppler profiler, figure 2), les vitesses d'écoulement ainsi que la température devant la prise d'eau dans le lac de Grimsel ont été enregistrées. Après un premier traitement des données, des profils de vitesses verticaux ont été établis (figure 2).

Les mesures de prototype du mois de novembre vont être analysées afin d'obtenir plus d'information sur l'influence des activités de pompage-turbinage sur les champs d'écoulements dans le réservoir. Le modèle numérique du lac de Grimsel va être élaboré et calibré. En été 2009, les premières simulations d'une configuration simple du transfert et des dépôts de sédiments vont être effectués sur le modèle physique.

Recherche financée par le Centre de Compétence Energie et Mobilité (CCEM) et par swisselectric research

Avec le soutien de Kraftwerke Oberhasli (KWO)

Doctorant : Michael Müller

September and November 2008, allowing to record flow velocities in front of the Lake Grimsel intake/outlet structure, using acoustic Doppler profilers (ADP, Fig. 2). Vertical velocity profiles on three axes, as well as flow fields in the reservoir were established (Fig. 2).

Prototype records of the November campaign will be analyzed in order to obtain more information about the influence of the pumping/generating mode on flow fields in the reservoir. The numerical model of Lake Grimsel will be established and calibrated. First simulations of a simple sediment transfer/settlement configuration in the physical model will start in summer 2009.

Research financed by the Competence Center Energy and Mobility (CCEM) and the swisselectric research

Supported by Kraftwerke Oberhasli (KWO)

Ph.D. Student: Michael Müller

1.1.2 Dimensionnement des galeries et puits blindés / Design of steel lined pressure tunnels and shafts

La forte demande en énergie de pointe offre une occasion unique aux producteurs hydro-électriques suisses d'augmenter la capacité de production de leurs usines. Dans le but d'optimiser le comportement des aménagements hydro-électriques et plus particulièrement les aménagements de pompage-turbinage, un consortium technique nommé HydroNet a été mis en place pour définir une nouvelle méthodologie pour le dimensionnement, la fabrication, l'opération, l'auscultation et le contrôle des centrales hydro-électriques.

Le rôle clé du génie civil dans ce consortium se résume dans le dimensionnement, l'auscultation et le contrôle des galeries et puits blindés (Figure 1) en se préoccupant essentiellement de la sécurité de ces ouvrages.

Depuis 1980, aucune recherche fondamentale n'a été menée dans le cadre du dimensionnement des puits blindés considérant l'interaction avec le rocher. Le comportement réel de la structure composée en acier, béton et rocher n'est pas encore totalement compris surtout l'effet des sévères coups de béliers sur le comportement de la structure à court et long terme ainsi que sur la sécurité du blindé.

The new electricity market offers Swiss hydro-power producers a unique opportunity to increase their production capacity, mainly for peak energy demand. A project consortium called HydroNet has been built aiming to converge towards a consistent standardized methodology for design, manufacturing, operation, monitoring and control of pumped storage power plants.

One of the civil engineering fields involved in this consortium is the design and control of pressurized shafts and tunnels (Fig. 1) with a special focus on safety.

Since the 1980's, no significant fundamental research has been performed aiming to integrate design with interaction between lining and rock mass. The real behaviour of the steel, concrete and rock structure is still not yet totally understood mainly the effect of severe water hammer on the behaviour of the structure on a short and long term basis as well as on the security of the steel liner.

The result of this work is of crucial importance in Switzerland after the collapse of the pressure shaft of Cleuson-Dixence hydropower plant in December 2000.

dage.

Les résultats de ces analyses représentent une cible cruciale en Suisse suite à la rupture du puits blindés de l'aménagement hydro-électrique de Cleuson-Dixence en décembre 2000.



Figure 1: Fabrication et montage des blindages en acier / *Manufacturing and erection of steel liners*

L'optimisation des méthodes de dimensionnement et de contrôle des galeries et des puits blindés seront étudiés dans ce projet de recherche et plus particulièrement l'interaction fluide-structure y compris les caractéristiques de l'écoulement, le blindage, la propagation des ondes acoustiques dans le fluide et le rocher avoisinant (Figure 2).

Les objectifs généraux sont:

1. L'établissement des nouvelles méthodes de dimensionnement des puits blindés en considérant les aciers a haute résistance ainsi que la théorie de rupture
2. Le développement d'un modèle théorique, basé sur l'analyse des résultats des essais décrivant la réponse de la structure à des pressions internes transitoires sévères
3. L'optimisation des méthodes de contrôle pour prédire les travaux de maintenance dans le but de minimiser le risque d'une rupture catastrophique.

The optimization of design and control of pressurized shafts and tunnels will be investigated in this research project with a special focus on the fluid-structure interaction between flow, lining structure, wave propagation and rock embedment (Fig. 2).

The general objectives are:

1. *To establish new design guidelines for pressure shafts considering the use of high-strength steel and fracture mechanics*
2. *To develop a theoretical model describing the coupled behaviour of water-steel-rock system during severe hydraulic transients*
3. *To optimize relevant control methods to predict maintenance works that minimize the risk of catastrophic failures.*

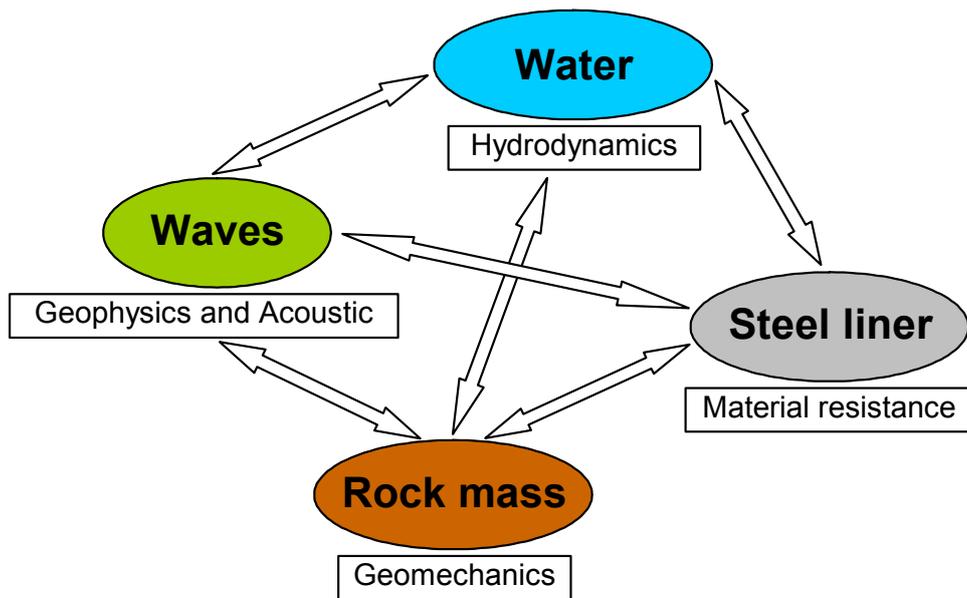


Figure 2: Les principaux phénomènes physiques et leur interaction dans le dimensionnement et l'analyse des galeries et puits blindés en acier / *The main physical phenomena and their interaction for design and assessment of steel lined pressure tunnels and shafts*

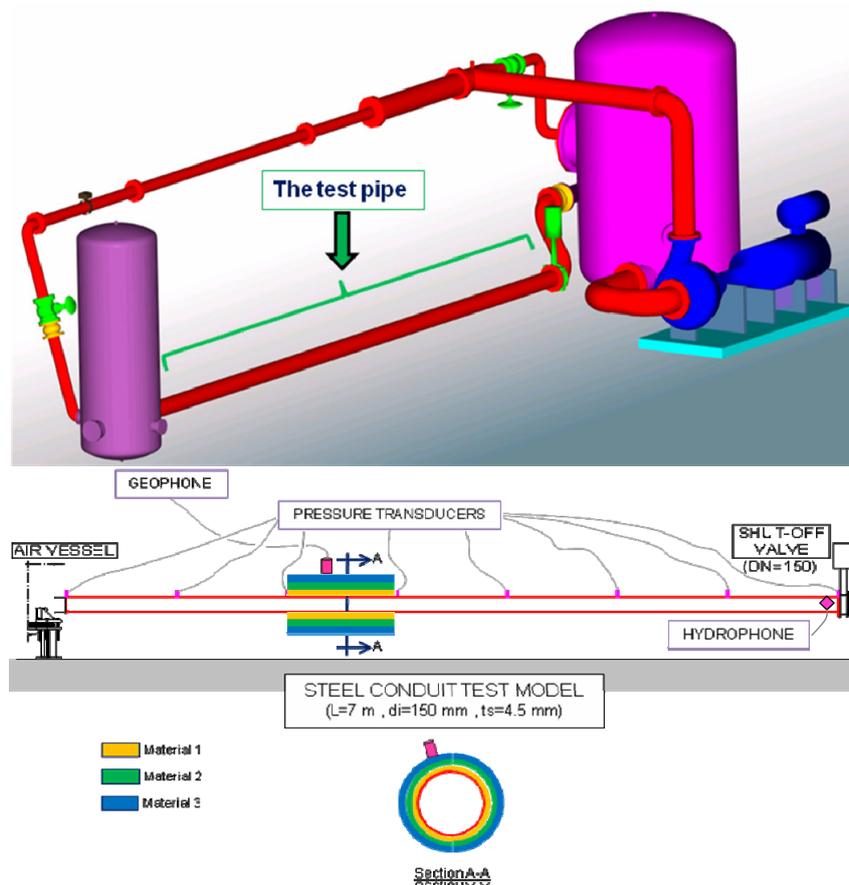


Figure 3: Schéma de principe du modèle physique réduit / *The physical scaled model set-up*

Dans le but de relier les ondes acoustiques provoquées par les coups de bélier et l'élasticité du blindage du puits, un modèle physique réduit sera construit (Figure 3). En plus des capteurs de débit et de pression, le modèle sera équipé par des hydrophones

In view of relating the acoustic wave propagation to water hammer and structure elasticity, a laboratory set-up will be built (Fig. 3). In addition to the water flow and pressure transducers, the model will be equipped with hydrophones (to capture the acoustic waves in

(pour mesurer les ondes acoustiques dans l'eau) et par des géophones (pour mesurer la vitesse des ondes qui se propagent à travers la couverture de la conduite d'essai).

water) and geophones (to capture pressure wave velocities transmitted through the pipe's cover).

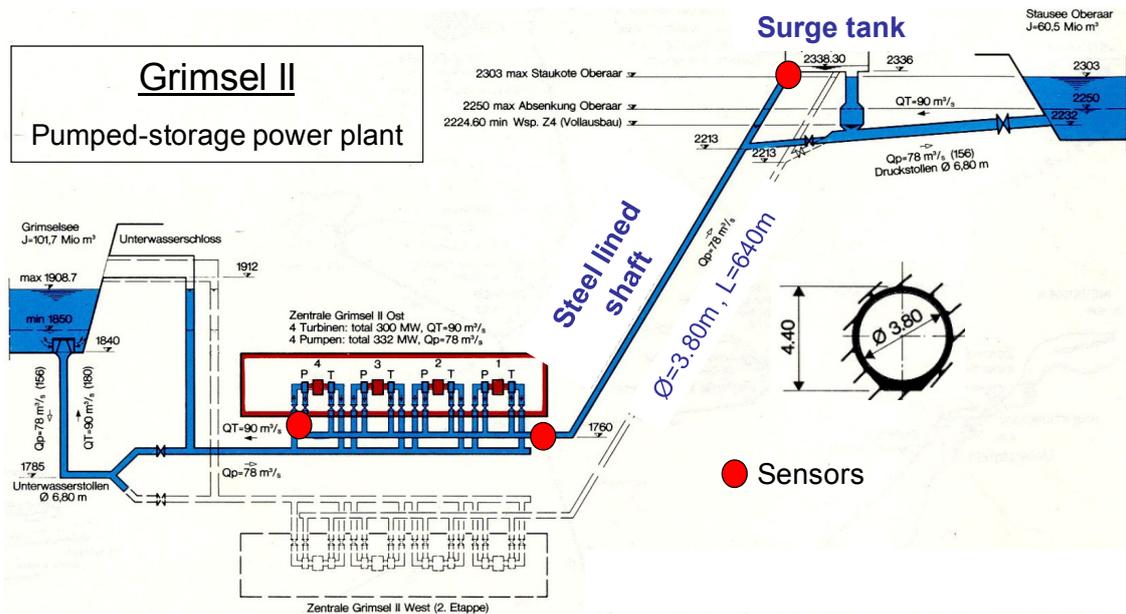


Figure 4: Schéma de prototype avec les positions des capteurs utilisés / The prototype scheme with sensor locations

Différentes configurations seront testées en changeant systématiquement la rigidité de la conduite à des sections bien définies (en ajoutant des matériaux de couverture) et en changeant la position de la zone couverte tout le long de la conduite d'essai. La position du tronçon couvert ainsi que le changement de la rigidité seront détectés par la mesure des signaux captés à des sections bien définies de la conduite.

Le puits blindé de l'aménagement de pompage-turbinage de Grimsel II (Figure 4) sera équipé par des capteurs. Les mesures enregistrées seront utilisées pour calibrer le modèle théorique et pour valider les procédures de contrôle.

Recherche financée par le Centre de Compétence Energie et Mobilité (CEM) et par Swiss electric research

Doctorant : Fadi Hachem

Different configurations will be tested by systematically changing the pipe rigidity at defined sections (by adding material covers) and by changing the position of the covered zones along the test pipe. The cover block position and the modification in wall pipe rigidity will be determined based on the measured signals captured at specified pipe sections.

The pressurized shaft of the pumping-storage hydropower plant of Grimsel II (Fig. 4) will be equipped with sensors. These prototype measurements will be used to calibrate the theoretical model and to validate the monitoring procedures.

Research financed by the Competence Center Energy and Mobility (CEM) and the Swiss electric research

Ph.D. Student: Fadi Hachem

1.1.3 Mesures innovantes pour réduire les effets négatifs de l'exploitation d'aménagements hydroélectriques complexes sur le régime des cours d'eau / Innovative measures to mitigate the negative effects of complex hydropower schemes on river systems

Les aménagements hydroélectriques à haute chute dans les Alpes peuvent compenser la production aléatoire d'électricité provenant des énergies renouvelables, comme les

High-head storage hydropower plants in Alpine areas are able to valorise the unsteady electricity production of renewable energy sources such as wind power in the European

éoliennes, dans le réseau européen. Le démarrage et l'arrêt rapide des turbines provoquent des conditions d'écoulement non-permanentes dans les rivières à l'aval des canaux de fuite. Ce phénomène, qui s'appelle marnage, peut être la source d'une dégradation de l'écosystème fluvial.

power supply system. The sudden opening and closing of the turbines produces highly unsteady flow conditions called hydropeaking in the river downstream of the powerhouse outlet. Degradation of the river eco-system can be the result.

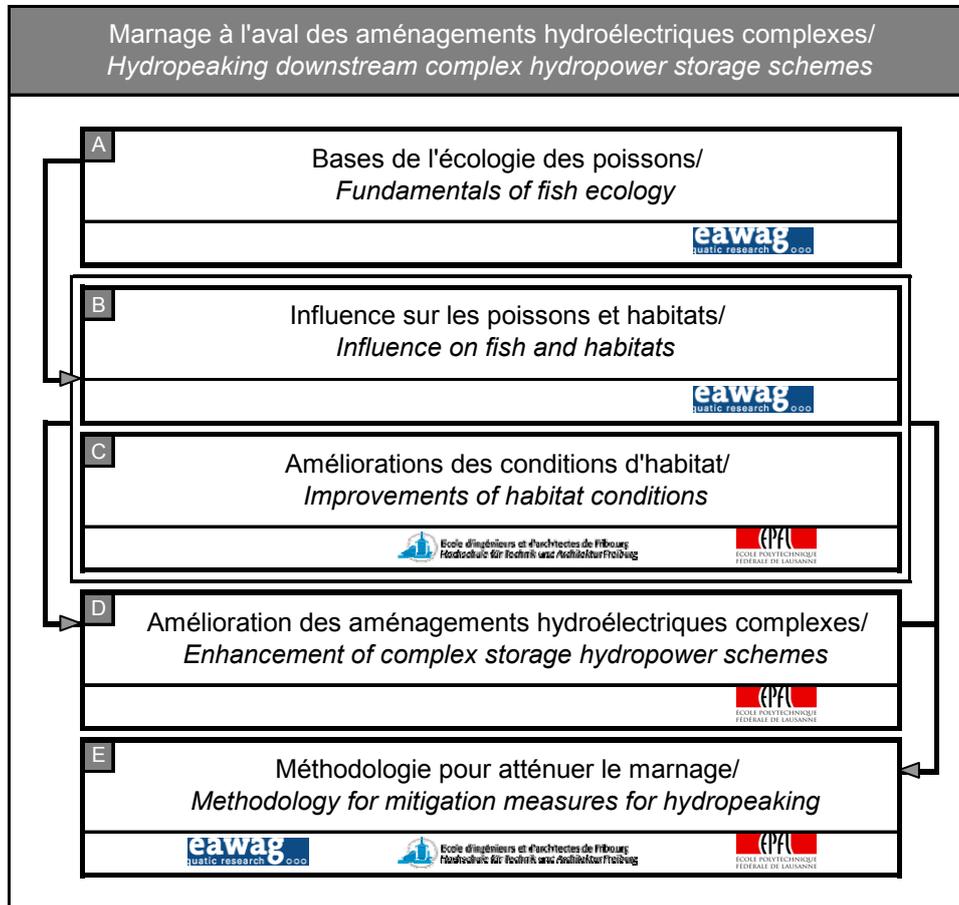


Figure 1: Consortium du projet et collaborations / Project consortium and collaborations

La présente thèse fait partie d'un projet CTI intitulé Exploitation durable de la force hydraulique – Mesures d'investigations innovantes pour réduire le marnage. Pour la première fois une approche interdisciplinaire a été choisie pour améliorer les conditions environnementales à l'aval des aménagements hydroélectriques. Le problème du marnage dépend des paramètres hydrauliques, morphologiques et écologiques. A cause de cette diversité de domaines concernés, une collaboration scientifique a été définie entre le LCH-EPFL, l'EAWAG et l'Ecole d'Ingénieurs et d'Architectes de Fribourg (Figure 1).

Des partenaires industriels soutiennent les différents projets par la mise à disposition d'installations d'essais adéquats et des endroits pour effectuer des mesures in situ, ainsi que des données pour les cas

The PhD work is part of the CTI project entitled Sustainable use of hydropower – Innovative mitigation measures for hydropeaking. For the first time, an interdisciplinary approach is chosen to improve the environmental conditions downstream of hydropower schemes. The problem of hydropeaking depends on hydraulic, morphological and ecological parameters. Because of this diversity of research fields, a scientific collaboration between LCH-EPFL, EAWAG and the College of Engineering and Architecture of Fribourg was set up (Fig. 1).

Industrial partners support the different projects by providing adequate test installations and places for field studies and by the acquisition of data for case studies. The research project aims to develop a generally applicable methodology, which allows the

d'application.

Le projet de thèse a pour but de développer une méthodologie généralement applicable pour l'évaluation des mesures d'investigations, qui permettent de réduire le marnage et de garantir un débit résiduel suffisant à l'aval des aménagements hydroélectriques complexes dans les Alpes. Des aspects environnementaux, hydrauliques, énergétiques et économiques seront considérés.

Les objectifs suivants sont à atteindre jusqu'en 2011 (Figure 2) :

- Pendant la phase A, un nouveau modèle hydrologique sera développé qui permettra l'estimation de débit dans les bassins versants Alpains. Une multitude de processus hydrologiques seront simulés, tels que la fonte des glaciers, la constitution et la fonte des neiges, l'infiltration au sol et le ruissellement. Le modèle semi-distribué est capable de tenir compte non seulement du routage dans les rivières, mais aussi des éléments hydrauliques, comme les bassins, les prises d'eau, les galeries d'adduction, les bassins de rétention etc. Des hydrogrammes à plusieurs endroits du bassin qualifient et quantifient le débit dans le temps et dans l'espace.
- Durant la phase B, le modèle intégrera le mode opérationnel des centrales et définira l'impact sur le système fluvial aval pour différents scénarios. Les simulations systématiques tiendront compte des différents paramètres naturels et anthropogéniques influençant le bassin versant. La constitution hydrologique, le degré et le mode d'exploitation et le régime météorologique seront évalués. En outre, le modèle permet l'estimation des crues et l'évaluation de l'exploitation durable des ressources en eau du système complet (débit résiduel, fluctuations du niveau et du débit dans les bassins et les rivières). Une tâche importante est l'intégration du changement climatique dans l'étude. Ce phénomène météorologique influence les paramètres d'entrée et les caractéristiques hydrologiques du bassin versant (glaciers, neige et pluie).
- Pendant la phase C, de nouvelles mesures d'investigations pour réduire le marnage seront développées. La définition de ces mesures inclut une évaluation économique, écologique et sociale. Elles

evaluation of mitigation measures reducing the ecologically problematical hydropeaking as well as of the minimal flow downstream of complex storage hydropower plants in the Alps. Environmental aspects, hydraulic concerns and energy and economical issues have to be considered.

The following objectives have to be achieved till 2011 (Fig. 2):

- *In step A, a new hydrological model will be developed for discharge predictions in Alpine river basins. Multiple hydrological processes in catchment areas, such as glacier melt, snow pack constitution and melt, soil infiltration and runoff, will be simulated. The semi-distributed model permits the integration of routing in rivers as well as the main hydraulic structures, namely lakes, water intakes, tunnel systems, equalising reservoirs etc. Hydrographs at several points qualify and quantify the discharge in the river system in time and space.*
- *During step B, the model will simulate the operation mode of power plants and the impact on the downstream river system for different scenarios. Systematic simulations will take into account different natural and anthropogenic influences on the catchment area. The hydrological composition of a catchment area, its level of use of hydropower, the exploitation rules and the meteorological regime are the parameters to be evaluated. In addition, the model will allow the simulation of the impact of floods as well as the evaluation of the sustainable use of water resources in the whole system (residual flow, level and discharge fluctuations in reservoirs and rivers). An important task is the dealing with climate change influencing the inflow parameters and the hydrological characteristics of the catchment area (glaciers, snow and rainfall).*
- *In step C new mitigation measures for hydropeaking will be developed. The definition of these measures includes an economic, ecological and social rating. The mitigation measures should have an innovative character, such as multipurpose hydraulic schemes. An optimisation and decision support tool, integrated in the hydrological model, will allow the identification of the type of investigation measure and its location in the system.*

devront avoir un caractère innovant, comme par exemple des aménagements à buts multiples. Un système d'optimisation et d'aide à la décision intégré dans le modèle hydrologique permet l'identification du type de mesures et sa localisation dans la région concernée.

- Pendant la phase D, une méthodologie généralement applicable sera définie sur la base des résultats des phases A, B et C.

- *In step D the generally applicable methodology will be defined on the basis of the results of steps A, B and C.*

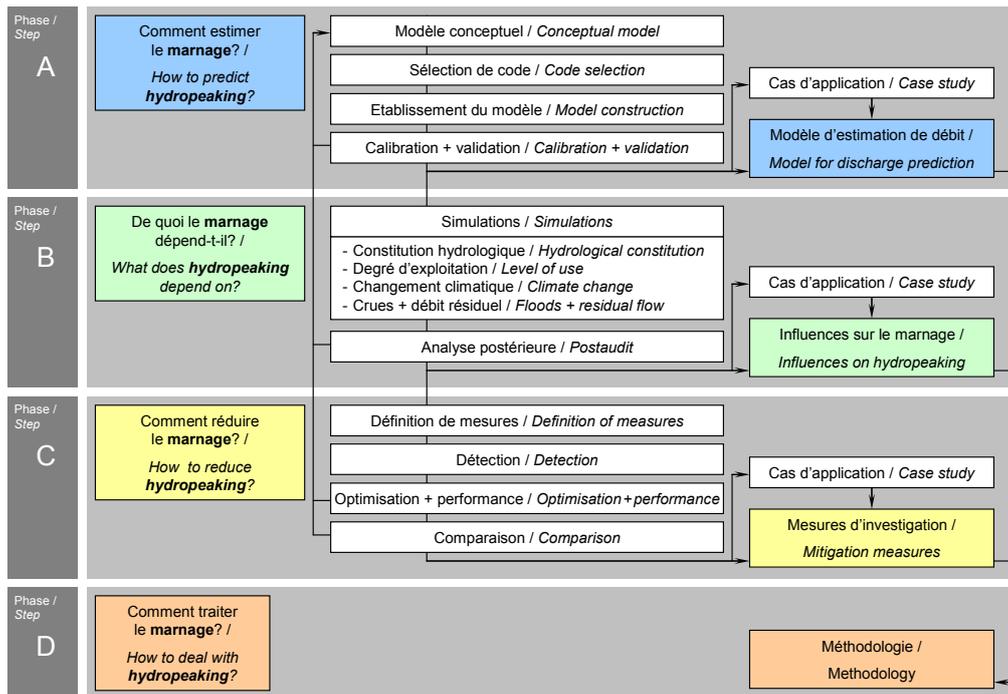


Figure 2: Méthodologie du projet de recherche / Methodology of the research project

La méthodologie sera appliquée au cas d'étude du bassin versant de la Hasliaare à l'amont du Lac de Brienz. Ce bassin est fortement influencé par l'aménagement hydroélectrique complexe d'Oberhasli.

Recherche financée par la Commission pour la Technologie et l'Innovation (CTI, contrat N° 9676.1), co-financée par les Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) et autres partenaires privés et publics.

Doctorant : Martin P. Bieri

In a case study the methodology will be tested for the Hasliaare River basin upstream Lake Brienz. This catchment is influenced by the complex hydropower storage scheme of Oberhasli.

Research financed by the Swiss Innovation Promotion Agency (CTI, contract N°), co-financed by the Kraftwerke Oberhasli AG (KWO) and other private and public partners.

Ph.D. student: Martin P. Bieri

1.1.4 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

Les jets d'eau à haute vitesse créés par des ouvrages de restitution des barrages, peuvent éroder le lit rocheux de la rivière et endomma-

High-velocity plunging jets, issuing from dam flood release structures, may result in scouring of the rocky riverbed and may damage

ger la fondation du barrage.

L'évaluation de la zone d'érosion près du barrage est essentielle pour garantir sa sécurité et celle des ouvrages annexes ainsi que de garantir la stabilité des appuis.

L'objectif de ce projet de recherche est d'étudier le comportement d'une fosse d'érosion à l'aide d'une fissure 3-dimensionnelle sollicitée par un jet d'eau vertical à haute vitesse afin de développer un modèle d'érosion.

On étudie le comportement d'un "bloc intelligent" contourné par une fissure artificielle (1 mm) simulant un bloc de roche distinct dans une masse rocheuse fissurée et sollicitée par un jet d'eau vertical à haute vitesse.

Deux types d'impact sont étudiés: impact du noyau du jet et impact d'un jet développé.

Les tests sont effectués en faisant varier le niveau d'eau dans la fosse d'érosion (0-1 m) et la vitesse du jet d'eau (0-35 m/s).

L'analyse des mesures se concentrera sur la recherche d'une relation entre les pressions agissantes autour du "bloc intelligent" et le comportement dynamique de ce dernier.

Les résultats mettront en relief les caractéristiques de mouvement du bloc (déplacements, accélérations et vitesses) comme fonction des pressions et des forces de soulèvement dynamique.

L'installation de recherche permet de simuler des jets à l'échelle prototype au niveau des vitesses et de l'aération du jet.

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 1) 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 2).

A l'intérieur de la "boîte de mesure" il existe des cavités qui seront utilisées 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.

Le "bloc intelligent" aura une forme cubique avec une taille de 200 mm. Entre la "boîte de mesure" et le "bloc intelligent" il y aura une fissure 3-dimensionnelle de 1 mm qui fera le tour complet du bloc. Pour garantir que le "bloc intelligent" soit représentatif du massif rocheux il aura une masse volumique appa-

the foundation of the dams.

Assessment of the scour extent is essential to ensure the safety of the dam and appurtenant structures, as well as to guarantee the stability of its abutments.

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 behaviour of an "intelligent block" embedded in an artificially created rock mass and solicited by a high-velocity water jet is studied. The "intelligent block" is separated from its surroundings by 1 mm thick joints and simulates a distinct rock block in a fissured rock mass.

Two types of jet impacts are investigated: core jet impact and developed jet impact.

The tests are performed for various plunge pool water levels (0-1m) and a large range of jet velocities (0-35 m/s).

Data analysis focuses on the relationship between the water pressures acting on and inside the fissures surrounding the block and the dynamic behaviour of the block.

The results will emphasize characteristic movements (displacement, acceleration and velocity) of the block as a function of dynamic pressure and dynamic uplift.

The experimental facility allows simulating prototype jets in view of velocities and aeration.

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. Inside this box (with a parallelepiped rectangular form), cavities will allow to insert pressure and displacement transducers (fig. 1) which in turn will allow measuring 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.

In the centre of the "measurement box", a large cavity will allow 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 of 1 mm wide (fig. 2). This fissure stretches all around the block. Inside the "intelligent block", pressure transducers (to measure the pressure at

rente de 2'400-2'500 kg/m³ (similaire à celle d'un massif rocheux).

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

the pool bottom) 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.

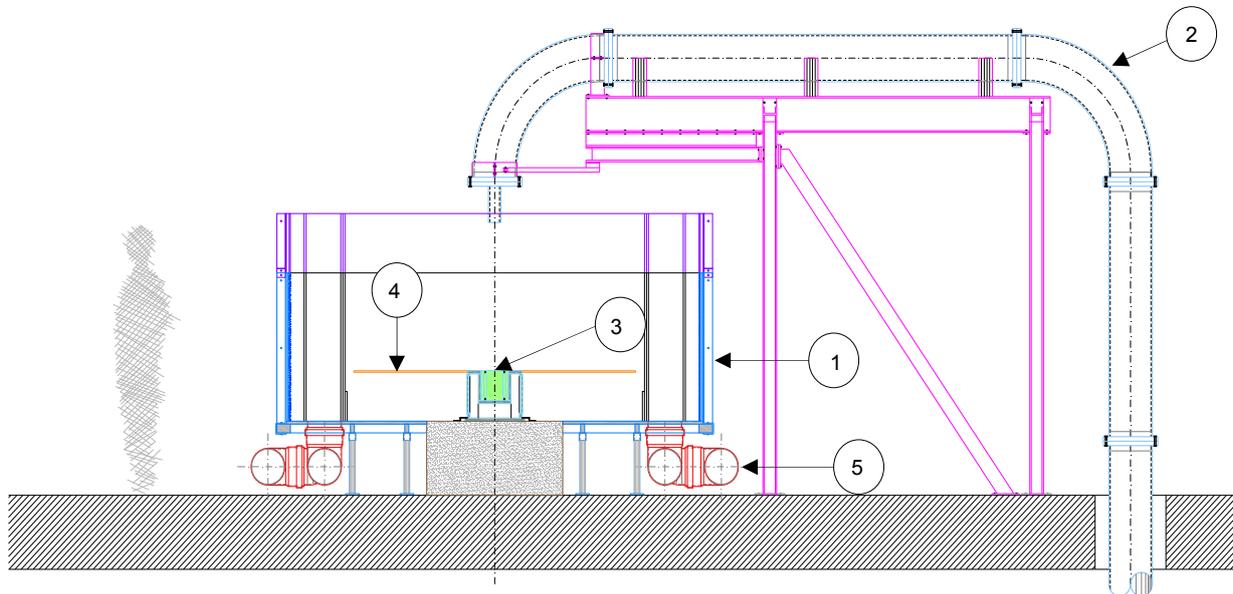


Figure 1: Vue générale de l'installation de recherche actuelle avec la nouvelle installation. (1) la fosse d'érosion, (2) le système d'alimentation de l'eau, (3) la nouvelle installation de recherche ("boîte de mesure" et le "bloc intelligent"), (4) le nouveau fond de la fosse d'érosion et (5) le système de restitution de l'eau / *General view of the experimental facility with existent parts and new parts. (1) the plunge pool, (2) the water supply, (3) the new experimental facility ("measurement box" and "intelligent block"), (4) the new level of the plunge pool bottom and (5) the water restitution*

Les premiers essais ont été effectués au début d'octobre 2008. Pour vérifier l'installation, deux séries d'essais ont été effectuées:

1. une série d'essais pour vérifier l'installation expérimentale (imperméabilité à l'eau de l'installation)
2. une deuxième série d'essais pour vérifier le fonctionnement de l'équipement électronique (prestation et précision)

Les résultats de la deuxième série seront validés par comparaison avec les résultats des travaux de thèse des Dr. E. Bollaert et Dr. P. Manso.

Après ces essais de validation la campagne de mesure aura lieu.

Les travaux effectués pendant 2008 peuvent se résumer à:

- recherche bibliographique additionnelle dans le domaine de l'érosion et de la mesure du comportement d'un bloc
- design et construction de la nouvelle

The first experiments were performed at the beginning of October 2008. To check the new facility, two series of tests were performed:

1. *a test series to check the experimental facility (waterproof of the facility structure),*
2. *a second test series to check the electrical equipment (performance and precision of the electrical equipment).*

The results of the second experiment series are validated by comparing them with the results of the PhD research work performed by Dr. E. Bollaert and Dr. P. Manso.

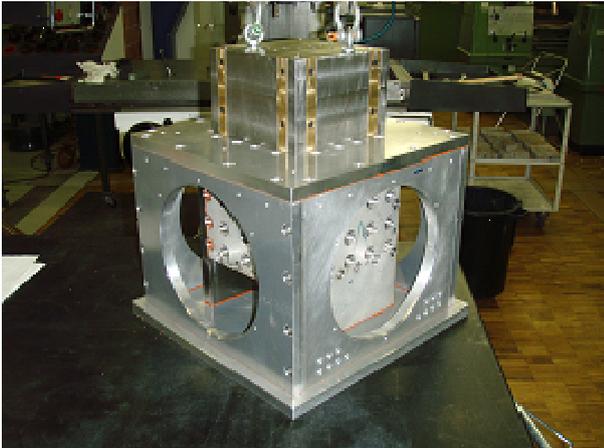
After these validation test series, the tests campaign will be performed.

The candidate has already performed the following steps during 2008:

- *Additional research on rock scour and intelligent equipment to measure the behaviour of a rock bloc (literature review)*
- *Design and construction of a new experi-*

installation expérimentale

- acquisition de l'équipement électronique
- calibration des capteurs de pression



mental facility

- Acquisition of the electrical equipment
- Pressure transducer calibration



Figure 2: La “boîte de mesure” et le “bloc intelligent”: à gauche le bloc est suspendu à l'intérieur de la boîte; à droite il est appuyé à l'intérieur de la boîte / The “measurement box” and the “intelligent block”: on the left the block is suspended in the box; on the right is inserted in the box



Figure 3: Premier test / First test

Ce travail est financé par le FNS (Fond National Suisse de la Recherche Scientifique, contrat N° 200021-112620).

Doctorant: Matteo Federspiel

This research work is financed by the Swiss National Science Foundation (FNS, Contract N° 200021-112620).

Ph.D. Student: Matteo Federspiel

1.1.5 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*

Le plus important but de cette thèse doctorale était d'étudier l'influence de l'inclinaison et de la rugosité de la berge extérieure sur les champs d'écoulement moyen, secondaire et turbulent dans les méandres des rivières. Neuf conditions expérimentales 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.

Les buts de ce travail de recherche sont de :

- (i) Fournir une base de données expérimentales de grand qualité (y compris les trois composantes de la vitesse moyenne et les six tensions turbulentes selon Reynolds avec haute résolution spatiale et temporelle) sur les écoulements tridimensionnels incluant tous les processus pertinents dans l'environnement fluvial naturel;

- (ii) Documenter des caractéristiques intéressantes des champs de vitesses moyen et turbulent, comme les cellules de courants secondaires ou la réduction de l'activité turbulente, avec une attention particulière à leur relation avec l'inclinaison et la rugosité de la berge extérieure;

- (iii) Analyser les mécanismes provoquant ces caractéristiques;

- (iv) Appliquer les résultats dans l'ingénierie au moyen du développement et de la validation des codes numériques et en fournissant une base de données.

La thèse doctorale s'est achevée cette année. La présentation des résultats les plus importants est divisée en deux parties, la première étant sur l'écoulement droit et la deuxième sur l'écoulement courbe.

Les résultats mesurés dans l'écoulement droit montrent que les géométries rectangulaires et trapézoïdales génèrent différents types d'écoulements. L'écoulement dans la section trapézoïdale génère moins de cellules de circulation et une distribution de cisaillement au fond moins oscillante. Pour la section trapézoïdale, le cisaillement au fond est plus

The aim of this PhD thesis was to investigate the effect of the inclination and roughness of the outer bank in open channel bends on the patterns of main flow, secondary flow and turbulence. Nine experiments were studied 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.

The main goals of this research are:

- (i) To provide a high-quality data base (including all three mean velocity components and all six Reynolds stresses with high spatial and temporal resolution) on complex 3D flows that include all predominant phenomena occurring in a natural open-channel;*

- (ii) To document interesting features of the flow field and turbulence, such as cross-stream circulation cells and reduced turbulent activity, with special attention to their relation to the bank inclination and roughness;*

- (iii) To analyze the mechanisms underlying the observed features,*

- (iv) To apply the acquired knowledge in an engineering sense, mainly by developing and validating numerical simulation techniques and by creating a reference data set for open-channel flows.*

The Ph.D was finished this year. The presentation hereafter of the main results is divided into two parts the first being on straight channels and the second on curved channels.

Straight channel results reveal that rectangular and trapezoidal channels have different flow patterns. The trapezoidal channels have less circulation cells than rectangular channels and a bed shear stress distribution with fewer oscillations. In trapezoidal channels the bed shear stress is higher than the cross-section averaged shear stress regardless of the bank/bed roughness ratio. The bank shear stress value increases with outer-bank roughness. The experimental measurements were compared with methods for estimating mean and maximum bed and bank shear stresses, Chow (1959) and Knight et al. (1994). Chow

grand que la valeur de référence malgré le ratio entre la rugosité de la rive et du lit. Le cisaillement sur rive augmente avec la rugosité de la rive. Les résultats expérimentaux ont été comparés avec les méthodes pour estimer le cisaillement moyen et maximal au fond et sur rive, Chow (1959) et Knight et al. (1994). L'estimation de Chow (1959) est en accord avec les mesures lorsque la rugosité du canal est homogène mais pas lorsque la rugosité du canal est hétérogène. La méthode de Knight (1994) correspond aux mesures pour tous les cas étudiés et donc considérée valable.

(1959) wetted perimeter shear stress distribution is in agreement with trapezoidal channel experiments with homogeneous roughness distribution whereas for heterogeneous roughness distribution no agreement is verified. Knight (1994) estimations are in good agreement with measurements suggesting its applicability as engineering expedite process.

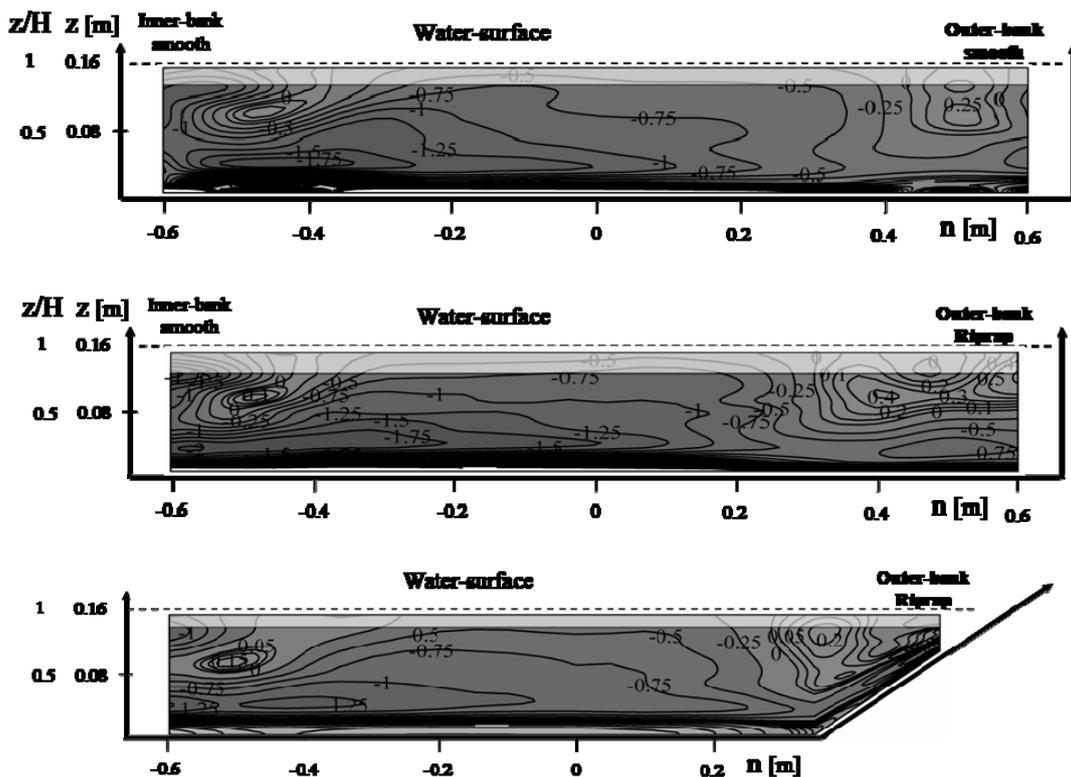


Figure 1: Profil en travers localisé à 90° dans la courbe. Isolignes de vorticité longitudinale $\omega_s H/U$. Axe horizontal n , axe vertical z/h / Cross-section at 90°. Isolines of normalized downstream vorticity $\omega_s H/U$. Horizontal axis n , vertical axis z/h

Dans l'écoulement courbe, une attention particulière est donnée à l'influence de la rugosité et de l'inclinaison de la rive dans l'écoulement proche de la rive notamment dans la cellule-de-rive. Les résultats de l'écoulement courbe montrent que l'inclinaison et la rugosité de la rive ont un effet important dans la cellule-de-rive et par conséquent, dans la cellule-de-centre et l'écoulement principal. Dans toutes les expériences, la cellule-de-rive limite la cellule-de-centre indifféremment de sa taille. Dans l'écoulement courbe d'un canal rectangulaire, la taille de la cellule-de-rive augmente avec la rugosité de la rive. Par contre, la taille de la cellule-de-centre diminue avec la rugo-

In the curved flow experiments, focus is given to the outer-bank roughness and inclination effect on the outer-bank flow region mainly on the outer-bank cell. Curved channel flow results reveal that the outer-bank roughness and inclination have a strong effect on the outer-bank cell, and as consequence, on the center-region cell and downstream velocity evolution along the bend. In all experiments the outer-bank cell constrains the outward limit of the center-region cell regardless of its size or strength. In curved flows with rectangular channel, the outer-bank cell size increases with the increasing outer-bank roughness and thus protects the bed close to the outer-bank.

sité de la berge et donc augmente la protection de la rive. Dans l'écoulement courbe avec différentes géométries de canal (rectangulaire et trapézoïdal avec différents angles d'inclinaison de la rive), la cellule-de-rive se déplace vers l'intérieur du canal en fonction de la position de l'intersection de la rive avec le lit. Dans l'écoulement courbe en canal trapézoïdal, l'augmentation de la rugosité de la rive n'a presque aucun effet sur la taille de la cellule-de-rive et par conséquent, la cellule-de-centre n'est pas affectée non plus.

De tous les types de résultats, la vorticité longitudinale normalisée est une des meilleures façons de montrer les cellules de circulation dans l'écoulement en courbe,

$$\omega_s = \frac{\partial v_z}{\partial n} - \frac{\partial v_n}{\partial z}.$$

Elle montre clairement la cellule-de-rive et la cellule-de-centre par les signaux positifs et négatifs, respectivement. Les trois conditions montrés ci-dessous, sont : rectangulaire avec la paroi extérieure lisse; rectangulaire avec enrochement dans la paroi extérieure; la paroi extérieure inclinée à 30° et avec enrochement. La valeur maximale $\omega_s H/U$ est localisée dans la partie intérieure plus basse du canal en courbe. Les valeurs négatives $\omega_s H/U$ sont présentes dans la partie centrale et intérieure du canal sauf entre la surface libre et la berge extérieure. Les cellules sont séparées par la ligne $\omega_s = 0$.

Les valeurs négatives $\omega_s H/U$ correspondent à la rotation dans le sens des aiguilles d'une montre tandis que les valeurs positives correspondent au sens contraire. Les résultats montrent qu'avec la croissance de la rugosité de la berge extérieure, entre canaux rectangulaires, la cellule-de-centre diminue en taille tandis que la cellule-de-rive augmente. L'inclinaison de la berge influence la taille de la cellule-de-rive mais pas sa localisation. Par rapport à la valeur maximale $\omega_s H/U$, l'intensité de la cellule-de-centre est à peu près constante entre les trois expériences (les différences entre les trois expériences sont dans le 20% d'incertitude (Blanckaert et de Vriend, 2004)) tandis que la cellule-de-rive augmente fortement quand le canal est rectangulaire et la berge extérieure avec enrochement

Recherche financée par le FNRS (Contrat N° 200020-119835

Thèse de Doctorat : Alexandre Duarte

In curved flows with trapezoidal channels, the outer-bank cell is located on the outer-bank toe close to the free-surface even for low-bank inclination. However, the outer-bank basal zone is more exposed to higher shear stresses. In curved flows with trapezoidal channel, low outer-bank angles and varying bank roughness, the outer-bank cell does not increase with increasing outer-bank roughness.

From all sorts of results, the normalized downstream vorticity is one of the most illustrative of the circulation of cells in curved

channel flow, $\omega_s = \frac{\partial v_z}{\partial n} - \frac{\partial v_n}{\partial z}$. It clearly

shows CRC and OBC cells at the center and outer-bank upper zone by their negative and positive values respectively, as shown for three cross-sections. The three cross-sections are: rectangular with smooth outer-bank; rectangular with riprap outer-bank; inclined 30° with riprap. The maximum negative $\omega_s H/U$ values are located in the lower inward part. The negative values spread over the cross-section except between the outer-bank and the free surface. CRC and OBC are separated by the $\omega_s = 0$ -contour CRC. $\omega_s H/U$ negative values correspond to a clockwise rotation sense whereas OBC $\omega_s H/U$ positive values are anti-clockwise. With an increasing outer-bank roughness between rectangular channels, the CRC decreases in size whereas OBC increases. The inclination of the outer-bank influences the size of the OBC but not its location. Regarding the maximum $\omega_s H/U$ values in the cells, the CRC strength is rather constant (differences between the 3 experiments are within the 20% uncertainty (Blanckaert and de Vriend, 2004)) whereas the OBC strengthens significantly when the channel is rectangular with a riprap outer-bank.

Research financed by the SNSF (Contract N° 200020-119835)

Ph.D. thesis: Alexandre Duarte

1.1.6 Gestion de crues basées sur les prévisions d'ensemble – Projet MINERVE / *Real-time decision making based on ensemble flood forecasts - MINERVE project*

L'objectif de la 3ème correction du Rhône est l'amélioration de la protection contre les inondations dans le bassin versant du Rhône à l'amont du lac Léman. Dans ce cadre, le projet MINERVE vise à contribuer à un contrôle des débits pendant les événements extrêmes en profitant du système d'aménagements hydroélectriques existant.

Le but principal du projet de thèse est le développement d'un système interactif d'aide à la décision pour la gestion des crues. Il est basé sur l'analyse des prévisions hydrologiques probabilistes et déterministes, effectuées à partir des prévisions météorologiques de MétéoSuisse, et en considérant l'état actuel des réservoirs. Le résultat est la gestion optimale des aménagements hydroélectriques tenant compte du concept de la gestion des risques.

The objective of the 3rd Rhone Correction project is the improvement of flood protection in the Upper Rhone River basin in the Canton of Valais. In this framework, the project called MINERVE aims at contributing to a more adequate flow control during flood events taking advantage of the existing hydropower multireservoir system.

The main goal of this PhD project is the development of a Decision Support System for flood management. It is based on the analysis of probabilistic and deterministic hydrological forecasts, carried out from MeteoSwiss meteorological forecasts, and considers the current state of the reservoirs. The result is the optimal management of hydropower plants taking into account the concept of risk management.

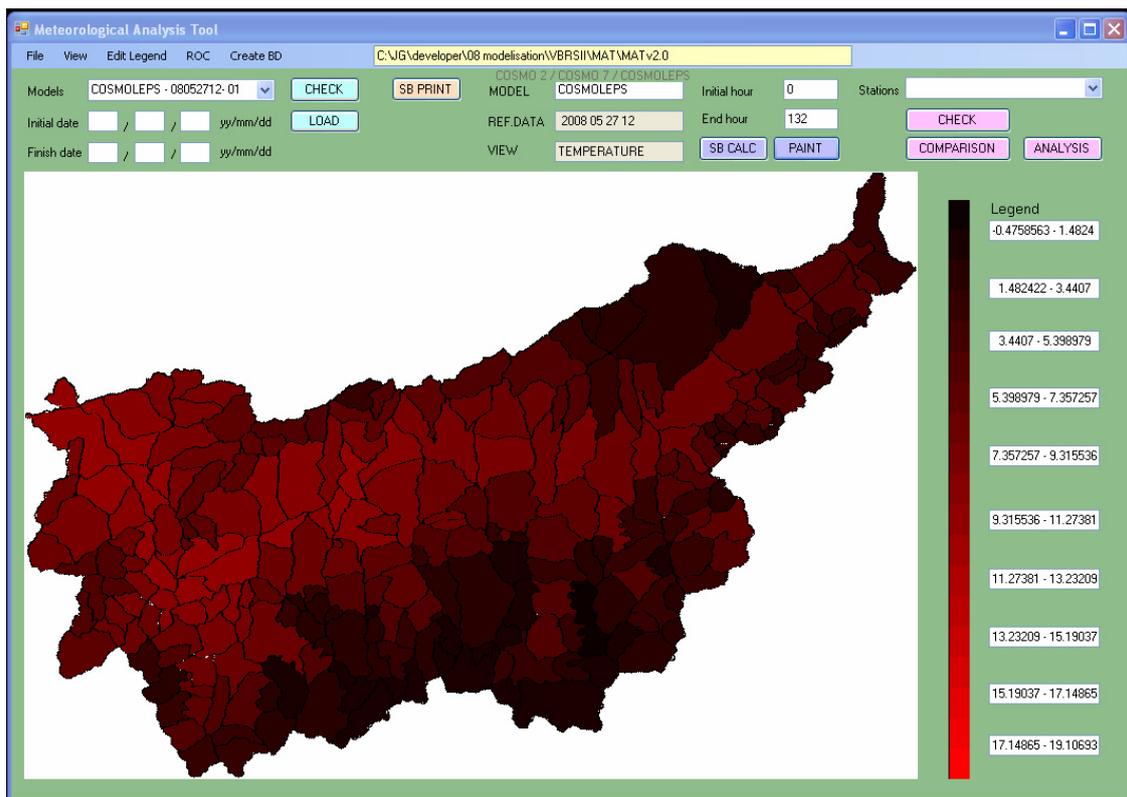


Figure 1: Interface de l'outil d'analyse météorologique / *Meteorological Analysis Tool interface*

Un outil de téléchargement des prévisions de MétéoSuisse en temps réel a été développé. En outre, un outil d'analyse météorologique (Figure 1) a été créé afin de définir la performance des trois prévisions météorologiques: COSMO-LEPS (prévision probabiliste), COSMO-7 et COSMO-2 (prévisions détermi-

A tool for downloading in real time MeteoSwiss' forecast files has been developed. Besides, a Meteorological Analysis Tool (Fig. 1) has been created in order to define the performance of the three furnished meteorological forecasts: COSMO-LEPS (probabilistic forecast), COSMO-7 and

nistes). Les intensités de précipitation et les températures ont été comparées à celles observées à différentes stations.

Des indexes comme le biais d'intensité ou de température et le biais de volume ou moyenne de la température pour différentes périodes, ainsi que des index utilisés généralement en météorologie tels que le Brier Score (BS) et le Relative Operating Characteristic (ROC) sont utilisés.

Le BS compare la probabilité de réussite d'une prévision à un événement et son occurrence. Il dépend de trois facteurs : fiabilité, résolution et incertitude.

COSMO-2 (deterministic forecasts). The precipitation intensities and temperatures have been compared to the ones observed at different stations.

Indexes like the intensity or temperature bias and volume or average temperature bias for different time periods as well as indexes commonly used in meteorology such as the Brier Score (BS) and the Relative Operating Characteristic (ROC) are used.

The BS allows the comparison of the forecast probability of an event and its occurrence. It depends on three factors: reliability, resolution and uncertainty.

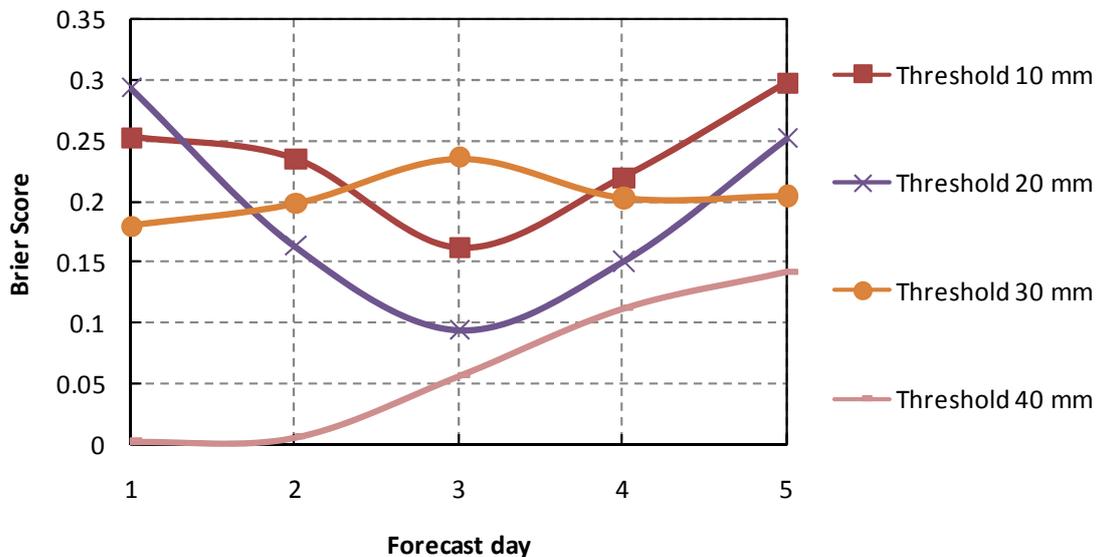


Figure 2: Brier Score pour la prévision COSMO-LEPS du 21.05 au 31.05.2008 pour des différents seuils / Brier Score for the COSMO-LEPS forecasts 21.05 to 31.05.2008 and different thresholds

La courbe de ROC définit la capacité d'un système probabiliste de prévisions à distinguer les situations prévoyant l'occurrence et la non-occurrence d'un événement. Il est fréquemment appliqué pour évaluer la capacité des prévisions d'ensemble à distinguer entre l'occurrence et la non-occurrence des précipitations cumulées au-dessus d'un seuil spécifique.

Les index proposés permettent la comparaison des prévisions déterministes et probabilistes pour des périodes différentes.

Les indicateurs de biais montrent une grande dispersion de l'intensité des précipitations pour les prévisions déterministes ainsi que pour la moyenne pondérée des précipitations probables. En outre, une surestimation de la précipitation est en général produite, en augmentant le temps de la prévision. Les températures sont habituellement plutôt bien prévues.

The ROC curve defines the ability of a probabilistic or categorical forecasting system to distinguish between situations predicting the occurrence and the non-occurrence of an event. It is frequently applied to assess the ability of ensemble forecast systems to discriminate between the occurrence and non-occurrence of precipitation accumulations over a specific threshold.

The proposed indexes allow the comparison of deterministic (COSMO-7 and COSMO-2) and probabilistic forecasts (COSMO-LEPS) for different time periods.

Bias indicators show a big dispersion in the precipitation intensity for the deterministic forecasts as well as for the weighted average of the probabilistic one. Besides, an overestimation of the precipitation is in general produced which increases by a long way the forecast period. Temperatures are usually rather well predicted.

Le BS montre généralement des valeurs plus petites que 0.4 pour toutes les prévisions étudiées (Figure 2). Les prévisions sont généralement meilleures que la persistance (prolongation de l'observation mesurée pendant le premier jour). Cependant, une évaluation approfondie est nécessaire pour des intensités plus élevées. Ceci sera possible lorsque les re-simulations d'événements passés par MétéoSuisse auront été faites.

BS commonly shows values smaller than 0.4 for all studied forecasts (Fig. 2). Forecasts are generally better than the persistence (prolongation of the observations measured on the first day). However, a thorough assessment is necessary for higher rain intensities. This will be possible when the re-simulations of past events from MeteoSwiss will be reached.

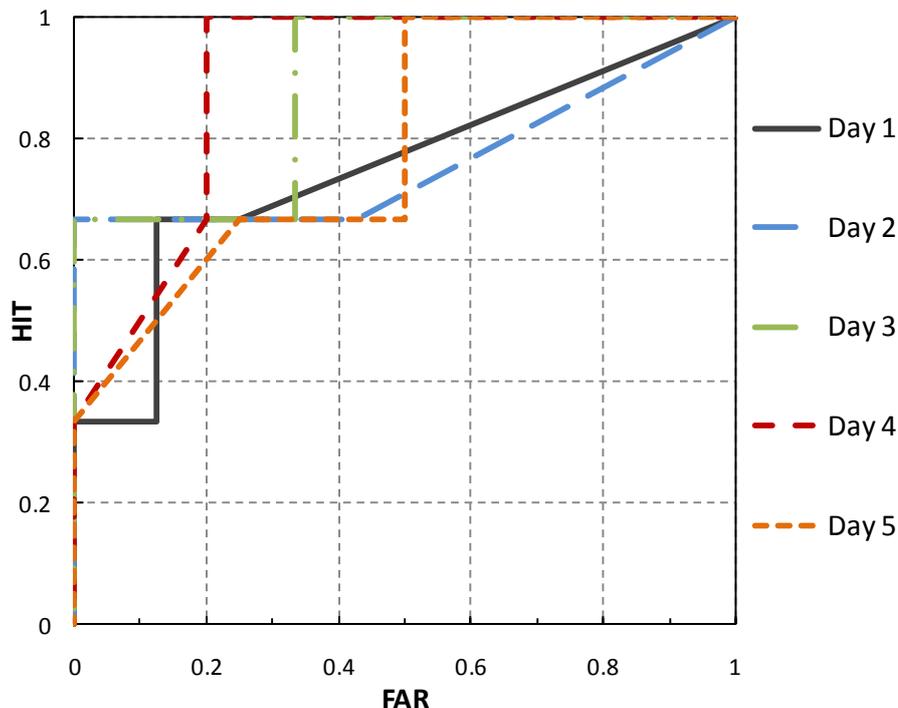


Figure 3: ROC pour la prévision COSMO-LEPS du 21.05 au 31.05.2008, seuil de 20 mm /24 h / ROC for the COSMO-LEPS forecasts 21.05 to 31.05.2008, 20 mm /24 h threshold

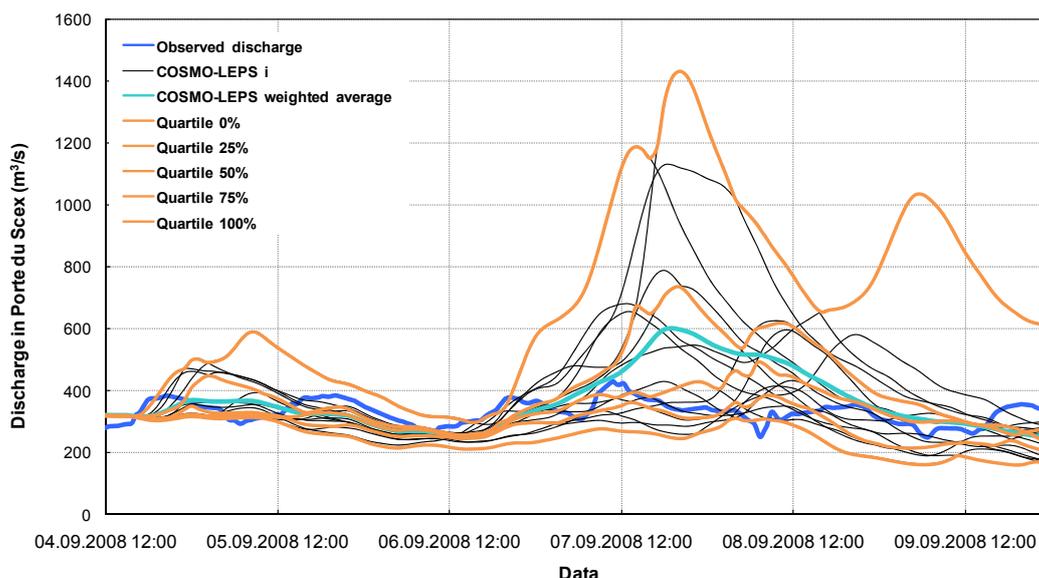


Figure 4: Routing System M. prévision COSMO-LEPS du 04.09.2008 12h / Routing System M. 04.09.2008 12h COSMO-LEPS forecast

L'index de ROC montre que la prévision probabiliste est meilleure pour choisir un événement excédant un seuil. La performance des prévisions probabilistes est plus grande pour des petits seuils (Figure 3). Des re-simulations seront également réalisées pour des données de précipitation plus élevées.

Par rapport aux simulations hydrologiques, le programme Routing System M est capable maintenant de réaliser des simulations multiples avec des données probabilistes et déterministes (Figure 4).

Une caractérisation statistique avec moyenne, médiane et quantile a été implémentée pour une meilleure évaluation et représentation des prévisions probabilistes. Actuellement, des simulations multiples se font pour les comparer entre elles et évaluer leurs performances.

Recherche financée par le canton du Valais et par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)
Doctorant : Javier García Hernández

The ROC index proves that the probabilistic forecast is better for choosing an event exceeding a threshold. The performance of the probabilistic forecasts is high for smaller thresholds (Fig. 3). Re simulations will also be required for heavier precipitation data.

Regarding the hydrological simulations, the Routing System M program is capable nowadays of running multiple simulations with deterministic as well as probabilistic data (Fig 4).

Statistical characterisation with average, median and quartiles has been implemented for a better automatic evaluation and representation of the probabilistic hydrological forecasts. Presently, multiple simulations are being run in order to evaluate their performance and to compare them.

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

Ph.D. Student: Javier García Hernández

1.1.7 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. Pourtant, 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.

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 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

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

Nowadays, river rehabilitation is being applied worldwide with the objective to recover the vital space required for rivers which have been degraded by human interventions.

In fluvial networks, confluences are important points marking significant flow changes. The knowledge of confluence streams acquired over the last years has been extremely important in understanding the complex three-dimensionality of flow and in connecting flow structures to the fluvial dynamics of confluences. Despite these advances, the understanding of sediment transport and morphological dynamics in confluences remains limited, jeopardizing confluence rehabilitation projects.

The aim of this thesis is to increase the understanding of the flow structure and morphological development in Alpine confluences in order to provide practical recommendations for confluence projects in the framework of river rehabilitation. Special attention is given to

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.

Les essais en laboratoire sont réalisés dans une confluence de deux canaux, facilement ajustée pour tester diverses configurations. Le canal principal a une longueur de 8.50 m et une largeur de 0.50 m. L'affluent a une longueur de 4.90 m et une largeur de 0.15 m et est connecté au canal principal avec un angle de 90°, 3.60 m en aval de l'entrée du canal principal. Ce dernier a la possibilité d'être élargi dans son tronçon aval.

Cinq différentes géométries sont considérées : la configuration appelée "reference", avec l'affluent de largeur 0.15 m dans tout son tronçon et quatre différents élargissements (0.30m x 0.30m, 0.30m x 0.45m, 0.45m x 0.45m et 0.45m x 0.60m).

Pour chaque configuration, quatre différents rapports de débits sont testés ($Q_t/Q_m=0.07, 0.15, 0.23$ et 0.30). Le débit total dans le tronçon en aval de la confluence (Q_p-c) est maintenu à 20 l/s. Les sédiments utilisés pour le fond et le débit solide ont une granulométrie étendue (coefficient de gradation $\sigma = 4.15$). Le d_{50} est égal à 0.82 mm et le d_{90} vaut 5.7 mm.

Tous les tests sont réalisés avec un débit solide de 0.30 kg/min introduit dans la partie amont de l'affluent. Cette valeur a été adoptée basée sur des calculs théoriques et des tests préliminaires. Tous les tests sont réalisés jusqu'à l'équilibre.

L'évolution du niveau d'eau (limnimétries ultrasoniques), du niveau du fond (Mini EcoSounder) et le bilan des sédiments sont mesurés pendant les essais. A la fin de chaque essai, la vitesse de l'écoulement en surface est mesurée avec la technique PIV et des échantillons du fond sont prélevés à différents endroits.

Une série d'essais préliminaires a été réalisée au LCH et d'importantes remarques par rapport à l'élargissement de l'affluent peuvent être notées. Le remplissage avec des sédiments de la partie amont de l'élargissement est une indication que cette zone ne contribue pas à l'écoulement. Néanmoins, la zone élargie est caractérisée par une large gamme de

the widening of the tributary channel and its influence on bed morphology evolution in the confluence zone.

Laboratory experiments are performed in a channel confluence, adjustable for testing several configurations. The main channel is 8.5 m long and 0.50 m wide. A second channel (tributary), 4.9 m long, 0.15 m wide and 0.50 m deep is connected with an angle of 90°, 3.60 m downstream of the inlet of the main channel (Figure 1). The tributary channel has the possibility of being widened in its downstream reach.

Five different geometry configurations are considered: the configuration called "reference", where the tributary is 0.15 m wide on the whole reach and four different tributary widenings (0.30m x 0.30m, 0.30m x 0.45m, 0.45m x 0.45m and 0.45m x 0.60m). For each configuration, four different discharge scenarios ($Q_t/Q_m=0.07, 0.15, 0.23$ and 0.30) are tested. All scenarios have 20 l/s discharge on the post-confluence channel. Poorly-sorted sediments (gradation coefficient $\sigma = 4.15$) is used for the bed constitution and the solid discharge. The d_{50} is equal to 0.82 mm and d_{90} equal to 5.7 mm.

All tests are run with a sediment discharge of 0.30 kg/min on the upstream of the tributary channel. This discharge was adopted after preliminary calculations and tests carried out on the experimental set-up. Tests are run until bed equilibrium.

The evolution of water surface (automatic ultrasonic limnimeters), bed topography (Mini EcoSounder) and sediment balance are recorded during the experiments. At the end of the tests, surface flow velocities are measured by means of PIV techniques and sediment samplings (grain size analyze) are performed in different locations.

Based on preliminary tests related to the tributary widening carried out at the LCH, important preliminary conclusions could be noted. The filling up of the left side of the widening zone is an indication that this zone does not contribute to the flow once the tributary channel is widened (Figure 1). However, the widened zone is characterized by high variability on water depths, velocities and particle size distribution. Because of the river ecology degradation generated by river training works in the past, this type of solution would be adequate to improve ecological value of the confluences in river rehabilitation.

profondeurs d'eau, vitesse et taille des sédiments au fond. En raison de la dégradation des écosystèmes générée par des travaux d'aménagements hydrauliques par le passé, ce type de solution peut se montrer adéquat pour augmenter la valeur écologique des confluences.

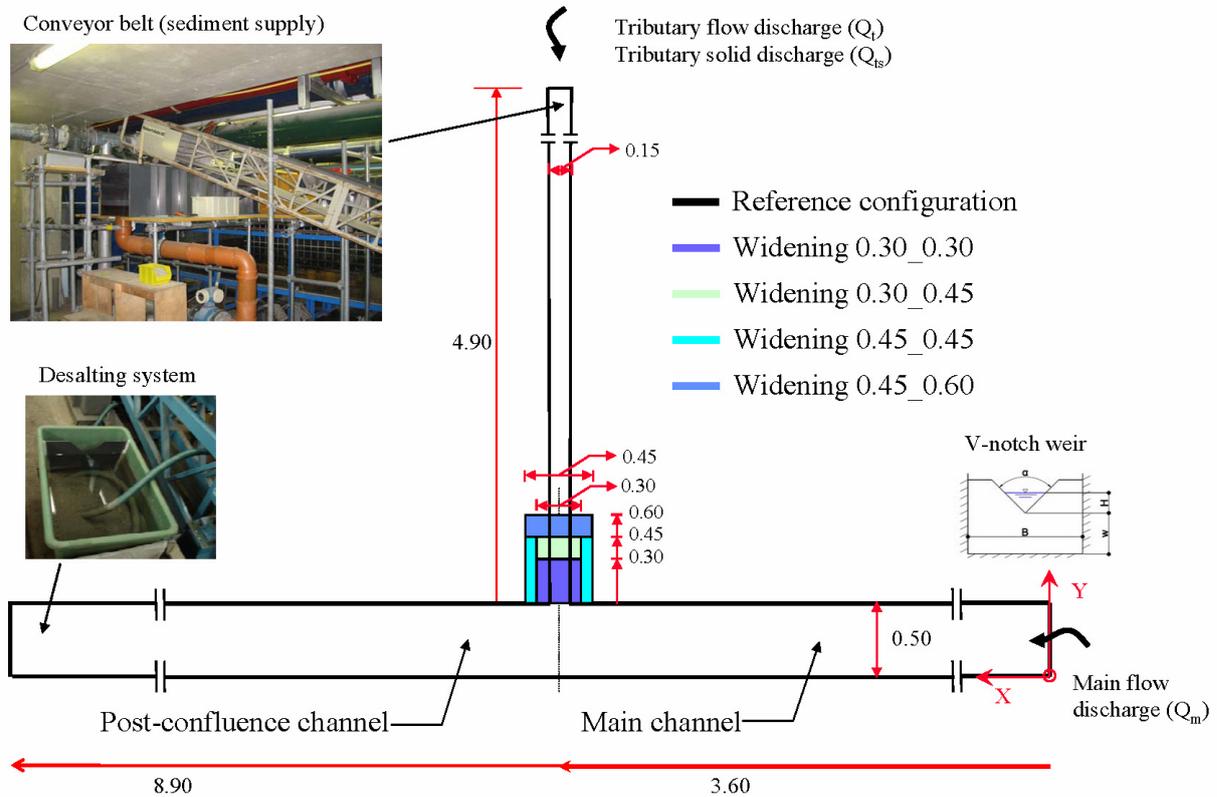


Figure 1: Vue en plan de l'installation expérimentale / Plan view of the experimental set-up

La combinaison entre les essais en laboratoire et des observations sur le terrain proposé dans cette recherche vont augmenter la compréhension du développement morphologique et le transport de sédiments dans une confluence. Ainsi, 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

The combination of experimental and field analyses proposed for this project will increase the knowledge on morphological development and sediment transport in Alpine confluences. 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?*
- *What 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?*

The LCH is partner of the interdisciplinary project called integrated river management

la plus bénéfique du point de vue environnemental ?

Le Laboratoire de constructions hydrauliques est partenaire dans le projet interdisciplinaire appelé gestion intégrale des réseaux fluviaux avec pour objectif de comprendre le 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 "Intégrales Flussgebietsmanagement" est financé par l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) et par d'autres partenaires tels que : l'EAWAG, le WSL et la VAW-ETH Zurich.

Doctorant : Marcelo Leite Ribeiro

which has the objective of understanding the ecological and 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 project is financed by Integrated River Management of the Swiss Federal Office of Environment (FOEN) and project partners such as EAWAG, WSL and VAW-ETH Zurich.

Ph.D. Student: Marcelo Leite Ribeiro

1.1.8 Refuges à poissons aménagés dans les berges de rivières soumises aux éclusées: influence de la géométrie du refuge sur son attractivité / Influence of geometry of fish shelters in river banks on their attractiveness during hydropeaking

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

Hydropeaking by turbine operations can strongly influence the flow regime of rivers and disturb aquatic habitats. Fishes are affected by the rapid changes of flow conditions characterized by high velocities during hydropeaking. A possible mitigation measure is to build shelters for fishes in river banks.

A systematic ecohydraulic study was performed with the purpose to find optimum refuge configurations which the fishes can find to take shelter during hydropeaking. In a 12m long and 1.2 m wide artificial channel, a lateral rectangular fish refuge of 1.2 m deep and 2 m long was installed. The channel set-up was continuously fed with fresh water from a run of river reservoir. Velocity patterns were measured by using UVP and LSPIV methods.

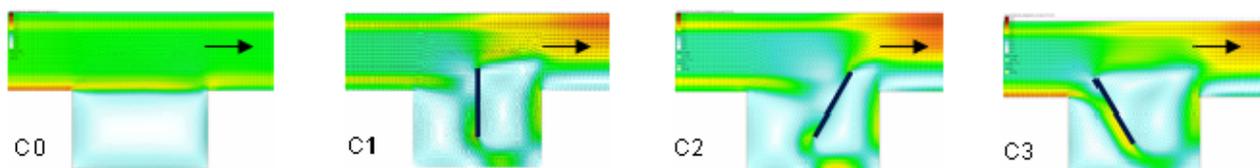


Figure 1: Configurations testées avec des poissons dans le canal "Maigrage" et simulées avec Basement-2D (VAW-ETHZ) / Configurations tested with fish in the "Maigrage" channel and simulated with Basement-2D (VAW-ETHZ)

Afin d'observer où, quand et sous quelles conditions hydrauliques les poissons entrent et sortent du refuge, un canal de 12 x 1.2m, alimenté en eau de rivière, a été réalisé, avec dans sa partie centrale, une surlargeur unilatérale de 1.2m x 2m. En 1ère phase, 10 truites

In order to favour the water exchange between the main channel and the shelter, and to create attractive velocities for fishes, a transverse wall element was installed in the middle of the shelter. By changing the angle of this wall in both upstream and downstream

fario sauvages et juvéniles (0+ et 1+) sont lâchées à l'entrée du canal puis soumises durant 3 heures à un débit d'écluse de 220 l/s (vitesse moyenne > 1 m/s dans le canal).

Par la suite, les champs de vitesses d'écoulement sont reconstitués à partir de mesures UVP et LSPIV. Par superposition des champs de vitesses et des trajectoires des poissons, les configurations sont évaluées et comparées afin de dégager les solutions préférables. Pour ce faire, chaque passage d'un poisson à travers le plan vertical de contact canal-refuge est repéré et compté. Dans cette même section, les vitesses normales sont mesurées.

directions (60°, 90° or 120°), water exchange and velocity distribution can vary in a wide range (Fig.1).

All configurations were tested with juvenile wild brown trout (0+ and 1+) caught by electrofishing in a stream. These trout were released at the upstream end of the main channel under normal flow conditions. Then the discharge was increased during 3 hours, creating hydropeaking conditions with a factor of 10. The movement of the fish was continuously recorded by video camera and then digitalized. Every configuration was tested with a new sample of 20 wild trout.

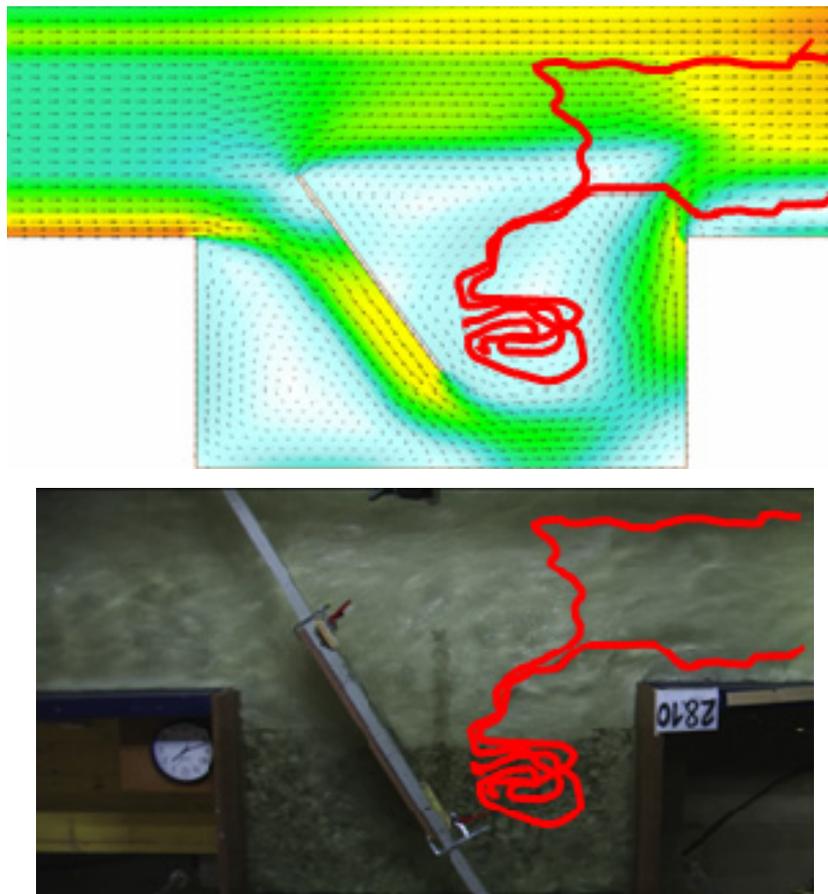


Fig. 2 : Exemples de trajectoires de poissons sur images vidéo et sur champ de vitesses simulées avec Basement 2D (VAW-ETHZ), pour la configuration C3 / *Examples of fish trajectories on video images and velocities field simulated with Basement 2D (VAW-ETHZ), for the C3 configuration*

Les observations préliminaires ont montré l'attrait d'une circulation d'eau forcée dans le refuge. C'est pourquoi les 5 configurations testées, 3 fois chacune avec 4 groupes de 20 poissons, comportent une paroi verticale pénétrant partiellement dans le refuge, à partir du centre de la section de contact canal-refuge, qu'elle coupe avec un angle de 60°, 90° ou 120° (Figure 1). Si plus de 80% des poissons sont présents dans le refuge après

By comparing the velocity patterns with the fish trajectories the attractiveness of 5 different configurations of fish refuges could be analyzed. For the best configuration, more than 80% of the fish found the refuge by either swimming from upstream or downstream, at the latest 20 minutes after the beginning of hydropeaking (Fig. 2).

Research financed by the Federal Office for the Environment FOEN and the College of

20 minutes, ils y pénètrent par l'aval (Figure 2) ou par l'amont selon l'orientation de la paroi.

Recherche financée par l'Office fédéral de l'environnement OFEV et par l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, avec le soutien de l'Etat de Fribourg, Groupe-E, KWO et Ribí SA dans le cadre du projet CTI N° 9676-1.

Doctorant : Jean-Marc Ribí

Engineering and Architecture of Fribourg, with the support of the State of Fribourg, Groupe-E, KWO and Ribí SA in the frame of the CTI project N° 9676-1.

Ph.D. Student: Jean-Marc Ribí

1.1.9 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 de 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 afin de retrouver les conditions naturelles d'avant la construction du barrage. Ceci est même possible sans perte de volumes d'eau précieuse si l'on évacue les sédiments par les turbines. Pour faire entrer les sédiments dans l'eau de turbinage il faut qu'ils soient en suspension immédiatement devant la prise d'eau. Un écoulement ascendant est requis pour lever les sédiments et les maintenir en suspension. La présente recherche a comme but de fournir des méthodes favorisant ce processus avec un minimum d'énergie externe et en utilisant les dérivations des bassins versants voisins. La quantité de mouvement de ces dérivations, introduite dans des jets, peut être utilisée pour créer une turbulence artificielle, un écoulement en même temps rotationnel et ascendant, si on introduit ces adductions dans une configuration adéquate. Cet écoulement devrait entraîner des sédiments jusqu'au niveau de la prise d'eau où ils seront évacués lors des heures d'exploitation.

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

L'étude de recherche des processus physiques cités auparavant est basée sur une

The sedimentation process is a severe threat for 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 evacuate the sediments out of the reservoir in order to get back as much as possible to the natural conditions that prevailed before the construction of the dam. This can be done even without losing some precious water volume by releasing it 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 upward flow is required to lift up the sediments. The present research study should provide methods which will allow this process using a minimum of external energy and making use of the inflow from water transfer tunnels feeding the reservoir. The momentum fluxes of these water transfer tunnels, introduced into jets, can be used to create an artificial turbulence, meaning a rotational upward flow, if arranged in an adequate configuration. This flow should entrain the sediments up to the level of the water intake from where they are evacuated during operating hours.

The purpose of the research project is to find an economically feasible and ecologically attractive method which can easily be 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 process is based on an approach of numerical and experimental modeling.

The first laboratory experiments are carried out with a first configuration, where four jets of

approche numérique et expérimentale.

Les premiers essais en laboratoire ont été effectués avec une configuration initiale où quatre jets équivalents en diamètre et en vitesse sont arrangés dans un cercle sur une plaine horizontale. Chaque jet est dirigé avec un angle droit vers la sortie du jet voisin ainsi il se crée un écoulement circulaire dans la même plaine.

equivalent diameter and jet velocities are arranged in a circle lying on a horizontal plain. Each jet points at a 90°-angle to the neighboring one. In this way a rotational flow is introduced.



Figure 1: Photo prise dans l'installation expérimentale, montrant la première configuration des jets avec dans l'arrière-fond le trou de la prise d'eau / *Physical model with the first jet configuration installed and with the hole of the water intake in the back ground*

Les mesures montrent que pour une quantité de mouvement équivalente, les jets avec des vitesses majeures apportent plus et permettent d'évacuer plus de sédiments. Les influences géométriques n'ont pas encore été testées, mais un premier aperçu des simulations numériques, faites à la base du logiciel commercial ANSYS-CFX, montre la tendance que des améliorations pourraient encore être atteintes en changeant la position des jets par rapport à la prise d'eau.

Au moyen de simulations numériques, les mêmes configurations que dans le modèle physique sont calculées et calibrées. Pour la suite, il est envisagé d'utiliser le modèle numérique pour développer d'autres configurations, pour tester celles-ci 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

The measures show that for an equivalent momentum, the jets with the highest velocity allow evacuating more sediment. The influence of the geometrical parameters of the arrangement has not yet been tested. But a first glimpse on the numerical simulations, done with the commercial software ANSYS-CFX, shows that higher sediment quantities could probably be evacuated by changing the position of the jets in relation with the water intake.

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 existing topography.

Research financed by swisselectric research.

Ph.D. Student: Jolanda Jenzer Althaus

1.1.10 Développement d'un modèle hydrologique et hydraulique pour le bassin versant du Zambèze (projet ADAPT) / Development of a hydrologic-hydraulic model for the Zambezi basin (ADAPT project)

Le projet "barrages en Afrique" vise à accroître les bases scientifique dans le domaine de la gestion intégrée des ressources en eau sur le continent africain en développant des modèles hydrologiques et hydrauliques qui seront utilisés pour améliorer le schéma d'exploitation des barrages existants et dimensionner les nouveaux projets. Ces modèles incluront des nouveaux concepts d'optimisation multicritère et de simulation en temps réel. Les différentes phases du projet ADAPT et leurs interactions sont illustrées à la Figure 1.

The African Dams Project aims to enhance the scientific basis of integrated water resources management on the African continent by developing hydrologic-hydraulic models which will be used to improve the operating of the existing dams and to design future schemes at the basin scale. These models will incorporate new concepts of multi-objective optimization and real-time control. The different phases of the ADAPT project and the interactions between them are shown in Fig. 1.

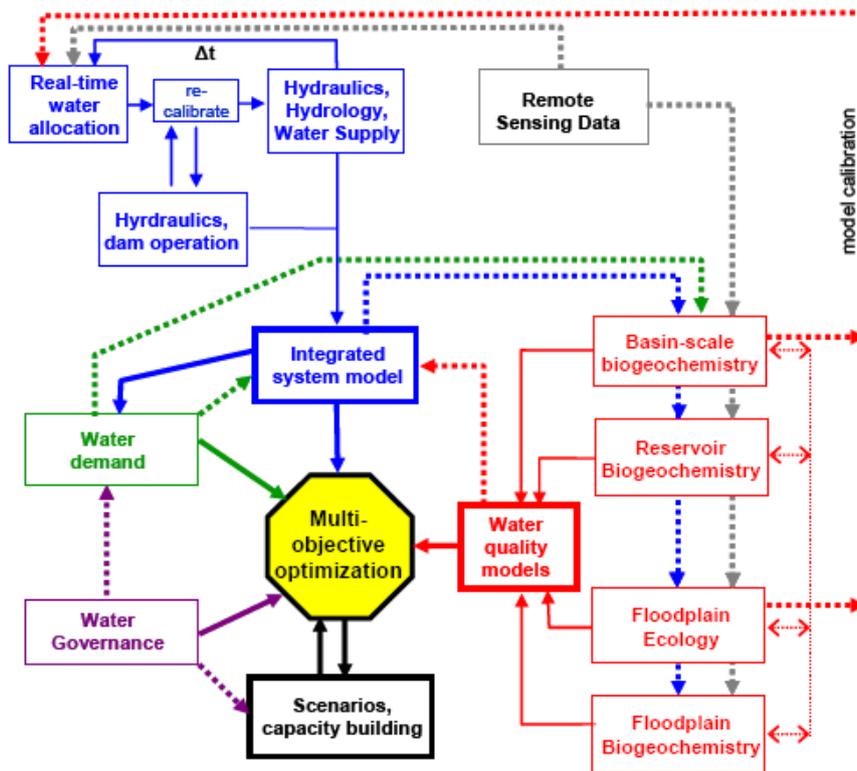


Figure 1: Vue d'ensemble du projet ADAPT. Les lignes continues symbolisent les principaux liens et les lignes trait-tilleés les échanges d'informations entre les sous-projets / Overview of the ADAPT project. Solid lines represent the main workflow; dashed lines indicate information exchange between projects.

Le but principal de la thèse est de développer un modèle hydrologique et hydraulique qui soit applicable au climat aride et semi-aride du bassin du Zambèze (Figure 2). Le modèle couplera une approche semi-distribuée et une approche distribuée; il sera basé sur deux codes existants : Routing System II, outil développé au LCH pour la gestion des crues dans le haut-bassin du Rhône et SWAT 2005, programme déjà utilisé pour la modélisation hydrologique en Afrique.

The main goal of the PhD project is the development of a hydraulic-hydrologic model corresponding to the semi-arid and arid climate of the Zambezi basin (Figure 2). The model will couple semi-distributed and distributed approaches; it will be based on "Routing System II", a code used for flood management in the Upper Rhone River and SWAT 2005, a programme already applied for hydrologic modelling in Africa.

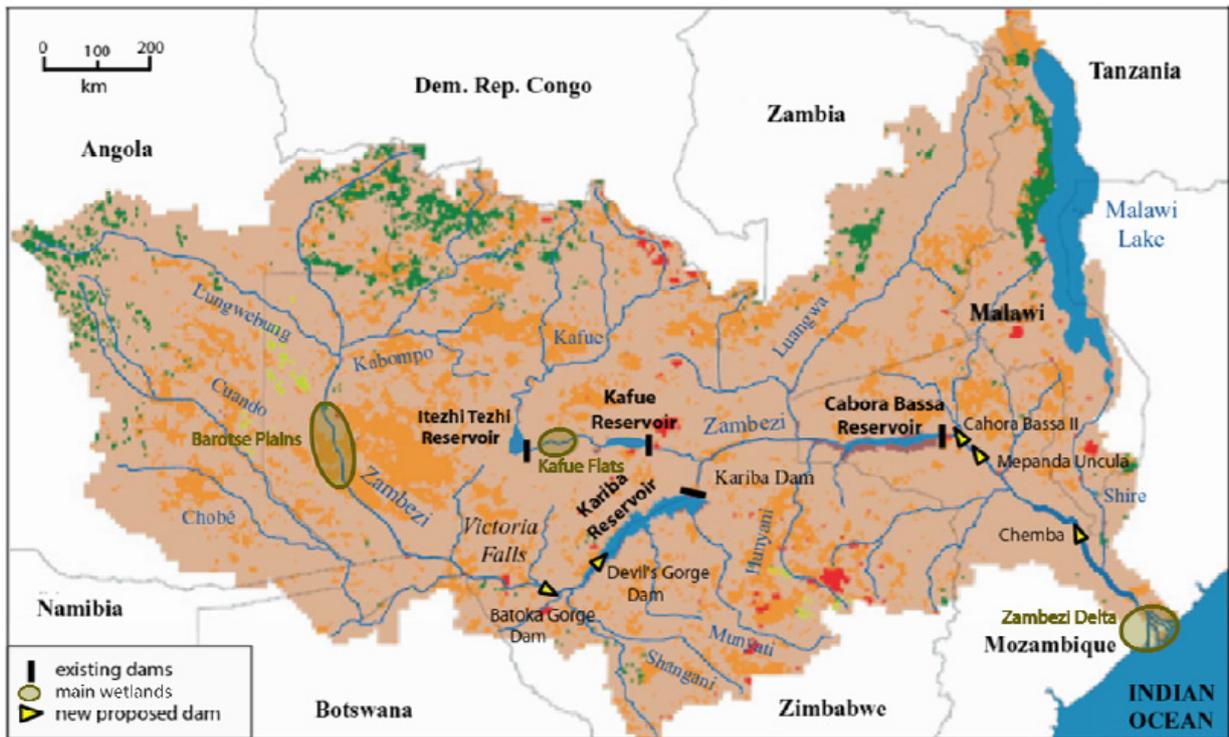


Figure 2: Bassin versant du Zambèze avec les principaux barrages construits et les futurs projets / *Zambezi River basin with the hydropower plants already constructed and planned*

Afin de compenser le manque de compréhension des mécanismes liés aux processus hydrologiques dans les régions arides et semi-arides, l'évapotranspiration, l'infiltration et la circulation de l'eau dans le sol seront étudiés en détails (Figure 3).

In order to compensate the lack of understanding of the mechanisms of the hydrological process in this region, evapotranspiration, infiltration and water circulation in the soil will be studied in detail (Fig. 3).

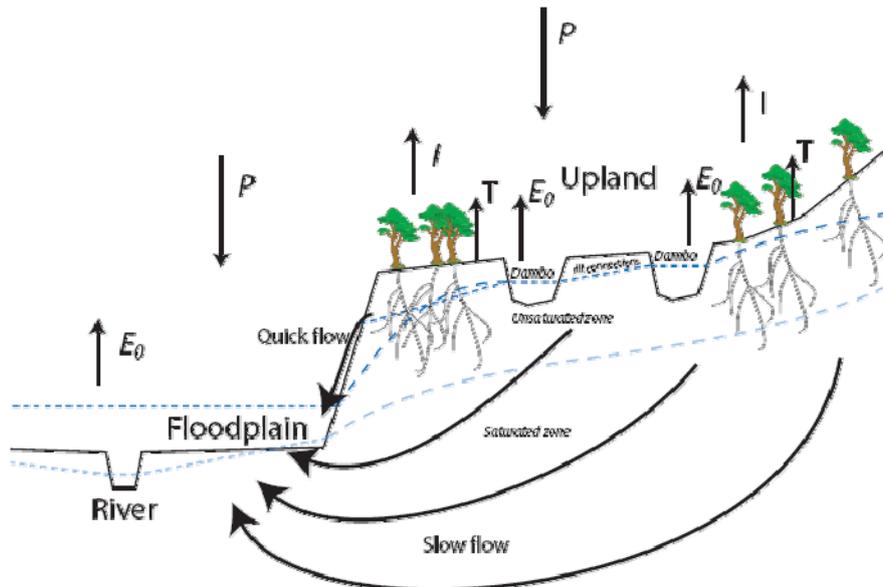


Figure 3: Principaux processus hydrologiques dans le bassin du Zambèze (Winsemius et al, 2005) / *Major hydrological process in the Zambezi basin (Winsemius et al, 2005)*

L'utilisation d'estimations dérivées d'images satellites comme données d'entrée pour le modèle sera évaluée par analyse statistique et

The use of satellite-derived estimations for the input data will be assessed by statistical analysis and their reliability will be estimated

leur fiabilité sera estimée par comparaison avec des données provenant de stations au sol ou d'expéditions sur le terrain.

Les simulations correspondront à différents scénarios d'exploitation des barrages et de développement économique de la région. L'impact du changement climatique sera aussi évalué. Une ou plusieurs solutions optimisées seront développées dans le but de donner des directives pour dimensionner durablement les nouveaux projets de structures hydrauliques. Les modèles partiels développés dans les autres parties du projet seront intégrés ou reliés au modèle complet.

Partenaire: Institut de recherche de l'eau du domaine des EPF (EAWAG), Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (ETH)

Financement: Centre de compétence pour l'environnement et la durabilité du domaine des EPF (CCES).

Doctorante: Théodora Cohen

by comparing them to data from ground-level stations or field expeditions.

The simulations will correspond to various scenarios of dam exploitation and economic development of the basin. The impact of climate change will also be evaluated. An optimization analysis will be applied in order to develop guidelines for sustainable design of multi-purpose dam projects. The other partial models of the project will be integrated or linked to the complete model.

Partners: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (EAWAG), Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH)

Funding: Competence Center Environment and Sustainability (CCES).

PhD Student: Theodor Cohen

1.1.11 Index de diversité hydro-morphologiques: un indicateur de l'intégrité écologique d'un cours d'eau / *The Hydro-morphological Index of Diversity: an Indicator for the Ecological Integrity of a Water Course*

Ce projet de recherche vise à rechercher le lien direct entre les caractéristiques hydro-morphologiques d'un cours d'eau et son intégrité écologique. En intégrant les caractéristiques hydro-morphologiques dans un seul Index des diversités, il devrait être possible de fournir un outil permettant aux ingénieurs hydrauliciens de mener à bien des projets hautement bénéfiques à l'intégrité écologique des cours d'eau, pour autant que ces projets traitent de renaturation de rivières ou de protection contre les crues. Simultanément, ces outils devraient être une aide à la finalisation de projets de dérivation des eaux, que ce soit pour le turbinage, l'irrigation ou d'autres activités, de façon à ce que les impacts sur l'écologie fluviale soient minimisés.

Le but est de rassembler tous les paramètres hydro-morphologiques qui influent sur l'intégrité écologique d'un système fluvial de façon à les fusionner en un seul index. D'atteindre ce but pourrait certainement signifier une avance considérable dans le domaine de l'écohydraulique.

En respectant les règles de l'art, le travail peut être positionné comme suit:

- Dans un certain nombre de campagnes de terrain et de projets de recherche, le lien entre certains paramètres hydro-

This research project aims at investigating the direct link between the hydro-morphological characteristics of a water course with its ecological integrity. By gathering the hydro-morphological characteristics in a unique Index of Diversity, it should be possible to provide a tool that allows hydraulic engineers to carry out projects highly beneficial to the ecological integrity of river courses, provided that these projects deal with river restoration or flood protection. At the same time these tools should help to design water diversion projects, be it for hydropower generation, irrigation or other scopes, so that negative impacts on river ecology are minimized.

The target is to assemble all those hydro-morphological parameters that are influencing the ecological integrity of a river system, in order to merge them in a unique index. Reaching this target would certainly signify a considerable advancement in the field of ecohydraulics.

With respect to the state of the art, the work can be positioned as follows:

- *In many field campaigns and research projects the link between certain hydro-morphological parameters and biodiversity was investigated. The development of the HMI has the goal to gather the*

morphologiques et la biodiversité a été étudié. Le développement du IHM a pour but de récolter les paramètres hydro-morphologiques significatifs. De cette façon, l'hétérogénéité physique dans son ensemble sera considérée.

- En Europe centrale, plusieurs méthodes ont été développées afin d'évaluer différents aspects de façon modulaire (par exemple l'éco morphologie, la qualité chimique, les macro-invertébrés, les poissons). Contrairement à ces méthodes, l'IHM compte établir un lien entre l'hydro-morphologique et les paramètres de biodiversité.

Les projets de protection contre les crues couronnés de succès ou les projets de renaturation ad hoc jouent un rôle de plus en plus important car de grands investissements financiers sont consentis. Mais le contrôle réussi, par nature, est une méthode qui est appliquée dès qu'un projet ait été réalisé alors que l'IHM serait un outil qui permettrait de prédire les conséquences d'un projet sur la biodiversité.

significant hydro-morphological parameters. In such a way the physical heterogeneity in its whole will be considered.

- *In central Europe, many methods have been developed to assess different aspects (for instance ecomorphology, chemical quality, macroinvertebrates, and fishes) in a modular way. Contrary to these methods, the HMI intends to link hydro-morphological parameters directly with biodiversity.*

Success control of flood protection projects or ad hoc restoration projects plays a more and more important role as there are large economical resources invested in these projects. But success control, by its nature, is a method that is applied after a project was realized, whereas the HMI will be a tool that allows predicting the consequences of a project on biodiversity a priori.

Reach	(1) Floodplain	(2) Natural	(3) Channelized	(4) Restored
Reach gradient (-)	0.015	0.0075	0.003	0.0015
Reach survey length (m)	150	115	55	140
Number of transects	15	12	7	10
Mean distance between transects (m)	10.7	10.4	9.2	15.6
Totally surveyed points	436	209	66	177
Survey discharge (m ³ /s)	0.71	0.71	0.71	0.71

Table 1. Vue d'ensemble des mesures hydromorphologiques enregistrées / Overview of the recorded hydromorphological measurements

L'étude de la littérature s'est focalisée sur la recherche dans laquelle le lien entre les paramètres de l'hydro-morphologique et l'intégrité écologique est présenté.

En 2008 une étude in situ a été menée sur la rivière Buenz en Suisse qui a permis de récolter des données abiotiques ainsi que sur les macro-invertébrés dans des cours d'eau présentant des conditions morphologiques variables. Un aspect typique de cette rivière est la diversité des conditions morphologiques présente le long du cours d'eau, dont les méandres s'étalent de façon quasi naturelle avec des tronçons canalisés ainsi que restaurés. Les sites étudiés comprennent (Figure 1) (1) une large zone inondable qui est apparue après une crue majeure en 1999 (S1), (2) un cours d'eau dans un état morphologique naturel (S2), (3) un cours d'eau contrôlé de façon

The literature review focused on research in which the link between hydro-morphological parameters and ecological integrity is presented.

In 2008 a field study was conducted at the River Buenz, Switzerland, that gathered abiotic data and data on macroinvertebrates in several reaches of differing morphological condition. A characteristic feature of the river is the variability of morphological conditions present along its course, ranging from near-natural meandering to channelized as well as restored reaches. The investigated sites include (Fig. 1): (1) a broad floodplain that emerged after a major flood in 1999 (S1), (2) a reach in its morphologically near-pristine state (S2), (3) an artificially regulated reach with a homogenous trapezoidal profile (S3), and (4) a reach restored in 2005 from a previously

artificielle avec un profil trapézoïdal homogène (S3) et (4) un cours d'eau restauré en 2005 à partir d'un état canalisé précédemment (S4).

channelized state (S4).



Figure 1. Sites d'échantillonnages / *Sampling sites*

Les données hydro-morphologiques ont été mesurées avec succès. Les ressources et les déviations normalisées des profondeurs d'écoulement, vitesse d'écoulement, largeur mouillée, nombre de Froude et déviation de l'élévation du lit à partir de l'élévation moyenne ont été déterminées.

En combinant les déviations normalisées des différents paramètres hydro-morphologiques avec une vitesse d'écoulement moyenne, une diversité physique globale peut être obtenue (Schleiss 2005). Une proposition de l'Index des Diversités Hydro-Morphologiques (IDHM) a été développée, fournissant la meilleure combinaison pour la classification des quatre zones testées.

Dans le cours d'eau S2, l'IDHM est le plus proche de l'IDHM idéal contrairement aux cours d'eau S2 et S4 puis S3 avec des indices hydro-morphologiques les plus bas. La formule proposée présente une première approche, basée sur seulement trois paramètres hydrauliques pour exprimer la diversité hydro-morphologique comme index. Au fur et à mesure que des données supplémentaires seront intégrées dans la base de données, l'index sera amélioré.

The hydro-morphological data were successively elaborated. Means and standard deviations of flow depth, flow velocity, wetted width, Froude number and deviation of bed elevation from mean bottom elevation were determined.

By combining standard deviations of different hydro-morphological parameters at a mean flow stage, an overall physical diversity can be obtained (Schleiss 2005). A proposal of the hydro-morphological index of diversity (HMID) was developed providing the best fit for the verbally assigned hydro morphological diversity classification of the four sample reaches.

In reach S2 the HMID comes closest to an ideally best HMID, whereas S2 and S4 have lower hydro morphological diversity and S3 the lowest. The proposed formula represents a first approach, based on three hydraulic parameters only, to express hydro morphological diversity as an index. As more data become available, it will be improved.

During the year 2009 a second field campaign is planned to be carried out at river Sense in order to collect more and exhaustive field data that will serve for the further development of the HMID.

En 2009 une deuxième étude de terrain est prévue sur la rivière Singine de façon à récolter des données plus précises et plus nombreuses, qui serviront pour le développement ultérieur de l'IDHM.

Recherche financée par l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV) et par d'autres partenaires tels que : l'EAWAG, le WSL et la VAW-ETH Zurich.

Doctorant : Walter Gostner

Research financed by the Swiss Federal Office of Environment (FOEN) and other project partners such as EAWAG, WSL and VAW-ETH Zurich.

Ph.D. Student: Walter Gostner

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

1.2.1 L'Aire au Pont des Marais – Prise d'eau et galerie de décharge / Aire River at Marais Bridge – Water intake and flood diversion tunnel

La galerie de décharge de l'Aire au Rhône a été mise en service en 1987. Elle a pour but de laminier les pointes de crues de l'Aire et ainsi de protéger les zones d'habitation à l'aval du pont des Marais. La crue de l'Aire du 15 novembre 2002 a conduit à l'envolement de la prise d'eau, démontrant une insuffisance de capacité de l'ouvrage de la galerie de dérivation. A moyen terme, l'Aire va être renaturée dans ce secteur. Les eaux seront dérivées plus en amont de la position actuelle, de manière à réactiver un ancien méandre. La prise d'eau ainsi que le tronçon amont seront alors modifiés.

The flood diversion tunnel guiding water from the Aire River to the Rhône River was built in 1987. Routing the flood peaks of the Aire River allows protecting the inhabited zones downstream of Marais Bridge. During the flood of 15th November 2002 the diversion tunnel revealed a reduced capacity and the water intake was flooded. In medium-term, the Aire River will be revitalized. The water will be diverted upstream of the actual position in order to reactivate an old meander. The water intake, as well as the upstream part of the river close by will have to be modified.

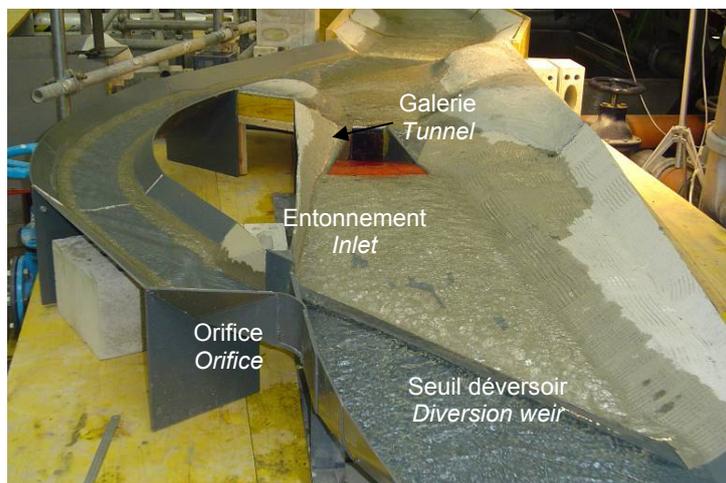


Figure 1: Modèle physique de l'ouvrage de dérivation de l'Aire / Physical model of Aire flood diversion work

Dans le cadre de cette étude, il s'agit, de manière théorique et par essais sur modèle physique (échelle 1/30, figure 1), de :

- déterminer la capacité existante effective du système "prise d'eau + galerie de décharge"
- proposer et analyser des modifications

Based on theoretical calculations and hydraulic modelling (scale 1/30, fig. 1), this study should

- *determine the capacity of the entire existing system "water intake + diversion tunnel"*
- *propose and analyze modifications of this*

du système pour assurer une débitance maximale de la galerie

- proposer et vérifier des modifications simples de la prise d'eau et de l'ouvrage de dérivation existants en vue d'augmenter les débits acheminés dans l'Aire à l'aval de la prise d'eau

La capacité de la galerie est moins importante que prévue initialement. Elle est fortement affectée par les changements de rugosité (figure 2a). Lors d'une visite in situ une rugosité importante et des hors-profil ont été constatés sur le principal tronçon de la galerie. Des pertes de charge supplémentaires dues à des séquences d'élargissement et de rétrécissement réduisent la capacité de la galerie d'environ 10 % par rapport à la capacité calculée (figure 2b). La mise en œuvre de mesures constructives permettrait d'améliorer l'état de la galerie et d'augmenter sa capacité.

system in order to insure a maximal capacity of the tunnel

- propose and verify simple modifications of the intake and the diversion works with the aim of raising the discharge in the natural river bed

The capacity of the diversion tunnel is smaller than predicted initially. It is heavily influenced by changes of the roughness (fig. 2a). On a visit in situ, rough walls and changes in the cross section were observed along the main reach. Additional head losses due to alternating widening and necking lead to a reduction of the tunnel capacity of about 10 % compared to the calculated value (fig. 2b). Constructive measures could be undertaken in order to improve the state of the diversion tunnel and increase its capacity.

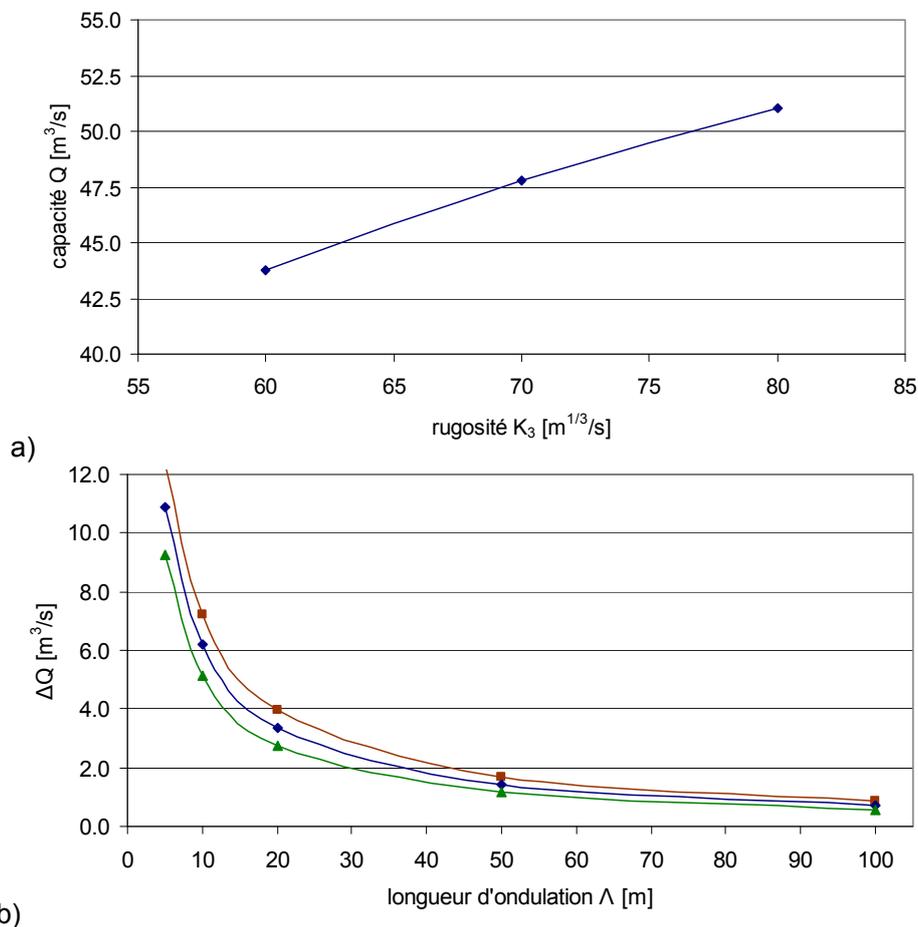


Figure 2 : a) Sensibilité de la capacité de la section au coefficient de Strickler, b) Sensibilité de la perte de capacité à la longueur d'ondulation / a) Sensitivity of tunnel capacity due to Strickler roughness coefficient, b) Sensitivity of capacity loss due to undulation length

Des essais de répartition du débit permettent d'établir la relation "débit amont – débit dérivé" (figure 3) et de déterminer le fonctionnement du système, c'est-à-dire le début du déversement sur le seuil, les écoulements de retour

An analysis of the discharge distribution allows describing the relation "upstream discharge – diverted discharge" (fig. 3). The behaviour of the system, such as the beginning of the diversion, backflow from the natu-

depuis le cours d'eau aval, la condition de mise en charge de l'orifice et de la galerie. En vue d'augmenter le débit dans le cours d'eau naturel aval, des adaptations simples de l'ouvrage de dérivation ont été analysées et comparées. Un rehaussement du seuil déversoir de 0.6 m, ainsi que l'ouverture complète de l'orifice permettent de réduire le débit déversé vers la galerie jusqu'à 20 % (figure 3).

ral river, submersion of the orifice and flow conditions in the tunnel, was determined. With the objective to increase the discharge in the natural river bed, some simple modifications of the flood diversion works were studied and compared on the physical model. A heightening of the diversion weir of 0.6 m combined with a complete opening of the orifice permit to reduce the diverted flow towards the tunnel by up to 20 % (fig. 3).

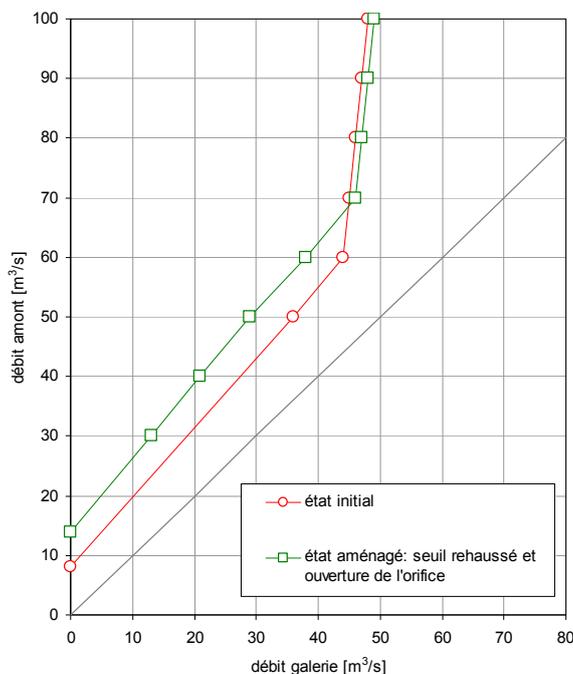


Figure 3 : Courbe "débit amont – débit dérivé" pour l'état initial et l'état aménagé / *Curve "upstream discharge – diverted discharge" for initial and modified configurations*

Des essais avec sédiments et bois flottants ont permis d'une part de reconstituer les dépôts sédimentaires observés in situ et d'autre part de simuler le phénomène d'accumulation de corps flottants devant l'orifice.

Etude confiée par: Service de renaturation des cours d'eau, Genève

Ingénieurs de projet: Martin Bieri et Michael Müller

Additional model tests with sediment and pieces of floating wood allowed to reconstitute the formation of sediment deposits observed on the prototype and to simulate the phenomenon of accumulation of floating debris in front of the orifice.

Study entrusted by : Service de renaturation des cours d'eau, Geneva

Project engineers: Martin Bieri and Michael Müller

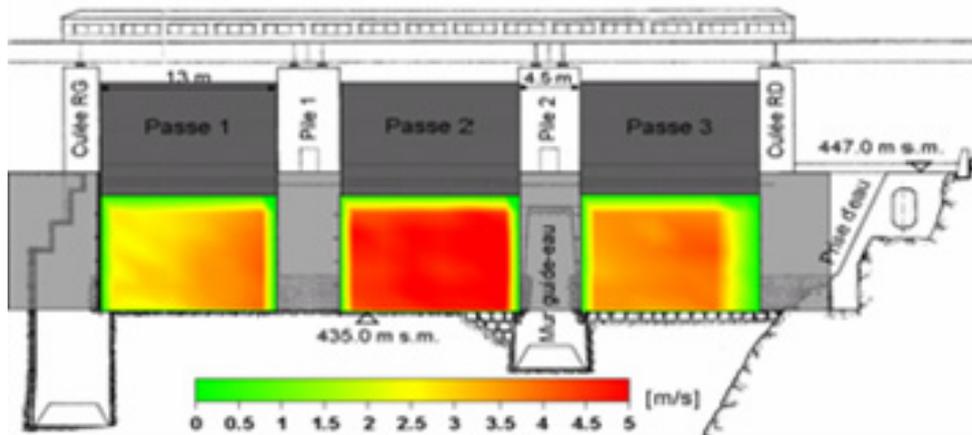
1.2.2 Barrage de Lavey – Etude des écoulements et du transport solide dans le Rhône: Etude de l'état actuel / *Lavey Dam – Study of flow conditions and sediment transport in the Rhone River: Present configuration*

Lors de la crue d'octobre 2000, la capacité hydraulique du Rhône a atteint sa limite au droit du barrage de Lavey (Valais, Suisse). Il a été observé par la suite que les profils en travers relevés dans le Rhône en amont du barrage montraient une importante tendance à

During the flood in October 2000, the hydraulic capacity of the Rhone River revealed to be insufficient at Lavey Dam. Later on, transversal cross sections of the reservoir were measured and showed a considerable tendency of filling up with sediments. This storage loss has

l'alluvionnement, conduisant à une réduction de sa capacité hydraulique. Suite à ces constatations, le propriétaire du barrage de Lavey a lancé une étude pour améliorer la gestion de l'alluvionnement du Rhône en amont du barrage. Dans le cadre de cette étude, il s'agit donc à partir d'essais sur modèle physique (échelle 1/40), de vérifier et d'optimiser la capacité de transit des crues, le comportement hydraulique du barrage et de la prise d'eau et le comportement sédimentaire dans la zone influencée par l'ouvrage.

lead to a reduction of the hydraulic capacity. Due to these observations, the owner of the hydropower scheme decided to realize a physical model of the Lavey site. Using a physical model (scale 1/40), the aim of this study is to check and optimize the flood capacity of the dam, the hydraulic behaviour of the intake and the dam and sedimentation problems in the approach zone



a)



b)

Figure 1 : a) Répartition des vitesses à travers les passes du barrage, b) modèle physique (vue d'amont) / a) Flow velocities across the dam gates, b) physical model (upstream view)

La répartition du débit entre les pertuis du barrage est hétérogène, la passe centrale étant plus chargée que les autres (figure 1). La passe en rive gauche est affectée par l'effet d'écoulement en courbe et la passe en rive droite souffre de la présence du mur guide-eau séparant les passes 2 et 3. Les légères différences observées entre ces résultats et ceux d'un modèle numérique 2D démontrent les effets tridimensionnels de l'écoulement

The discharge distribution between the dam gates is heterogeneous; the capacity of the central gate is the highest (fig. 1). The left bank gate is affected by the curve flow concentrated on the exterior of the bend; the right bank gate suffers from the guiding wall separating gates 2 and 3. The difference observed between the results of physical and numerical modeling, respectively, underlines the three-dimensional effects of the

d'approche.

Il n'y a pas de différence de capacité significative entre les deux trompes d'entrée de la prise d'eau. Etant située dans une zone où les masses d'eau ont tendance à entrer en rotation (vortex) ou bien à être évacué par-dessus la vanne 3, l'ouverture la plus proche du barrage est la moins chargée (figure 2). Les vitesses maximales à l'approche de la grille atteignent des valeurs autour de 1.2 m/s et restent dans une limite acceptable pour une prise d'eau en rivière.

approaching flow conditions.

Between the two water intake trumpets, no difference in capacity has been observed. The entry situated closest to the dam is affected by rotational flow (vortex) and the water evacuation over the third gate. It is therefore the entry with the lowest capacity (fig. 2). The maximal flow velocities measured in front of the trash rack are 1.2 m/s and remain acceptable for a river water intake.

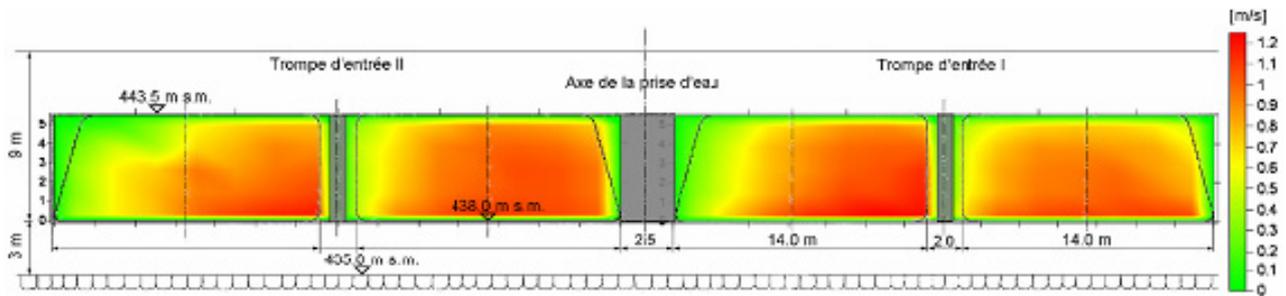


Figure 2 : Champs de vitesse à l'entrée de la prise d'eau / Flow velocities at the water intake

En respectant les conditions d'exploitation du barrage, une bathymétrie similaire à celle mesurée dans la retenue avant la purge de 2005 a pu être reconstituée sur modèle (figure 3). Les niveaux atteints, les volumes déposés et la forme des dépôts reproduisent bien la réalité.

Respecting the exploitation conditions and manoeuvres, the bathymetry in the retention area measured before the flushing in 2005 was reconstituted on a physical model (fig. 3). The levels, the deposited volumes and the shape of the sediment accumulation reproduce reality.

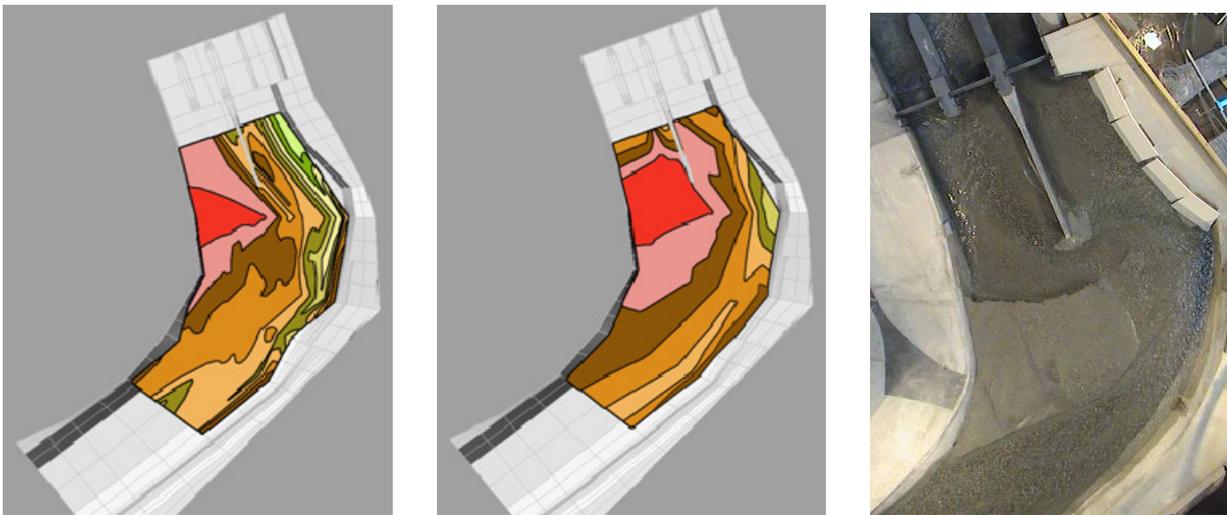


Figure 3 : Dépôts sédimentaires avant purge sur modèle (à gauche) et sur prototype (milieu), essai de purge (à droite) / Sedimentation before flushing on the physical model (left) and on prototype (middle), simulation of flushing (right)

Dans l'essai de purge, les caractéristiques principales du processus d'érosion ont pu être reproduites et la purge peut être considérée comme efficace. Toutefois, une zone de dépôt subsiste à l'intérieur de la courbe et la passe 2 du barrage se remplit de sédiments.

During the flushing simulation, the main characteristics were recreated in the physical model and the flushing can be considered as efficient. However, a deposit of sediments remains on the inner side of the bend and the central gate is filled up with sediments.

Etude confiée par la Commune de Lausanne,
Direction des Services Industriels, Service de
l'électricité

Ingénieurs de projet: Martin Bieri, Michael
Müller

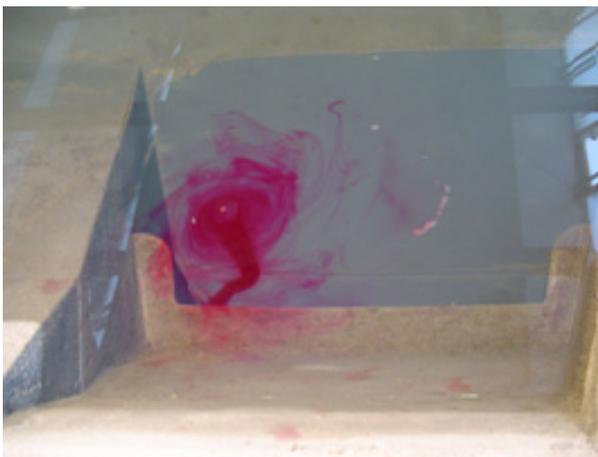
Study entrusted by: Commune de Lausanne,
Direction des Services Industriels, Service de
l'électricité

Project engineers: Martin Bieri, Michael Müller

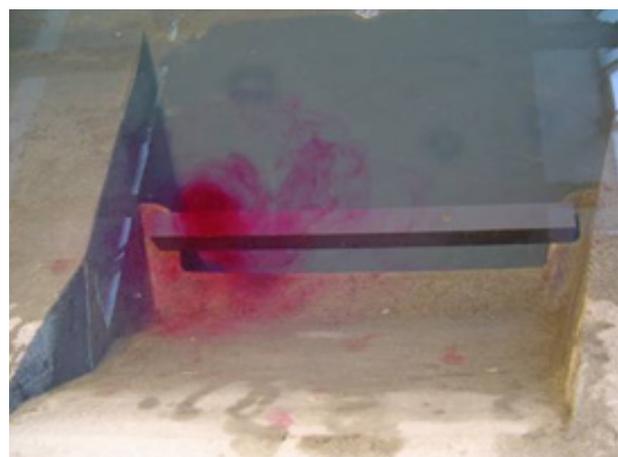
1.2.3 Essais sur modèle des prises d'eau de l'aménagement de pompage turbinage de Linth-Limmern (réservoir inférieur de Limmernsee) / *Model tests on the intakes of the pump storage scheme of Linth- Limmern (Limmernsee lower reservoir)*

Le projet d'aménagement de Linth-Limmern
consiste en l'installation d'une centrale sou-
teraine de pompage-turbinage entre le réservoir
existant Limmernsee et le bassin de Muttsee,
situé 630 m plus haut. L'eau est amenée au
travers d'une conduite de 8 m de diamètre à la
centrale comportant quatre unités de produc-
tion d'une puissance totale de 1000 MW.
Dans le cadre de cette étude, il s'agit, à partir
d'essais sur modèle physique, (échelle 1/36)
de vérifier et d'optimiser le comportement
hydraulique des prises 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 630 m higher. The intake guides the
water into a conduit of 8 m in diameter, which
feeds the power station composed of four pro-
duction units with a total power of 1000 MW.
Using a physical model (scale 1/36), the aim
of this study is to check and optimize the
hydraulic behaviour of the intakes and their
interaction with the reservoirs.*



a)



b)

Figure 1 : a) Vortex en mode pompage dans l'état initial ; b) Réduction voire élimination du vortex
par poutre transversale / a) *Vortex in pumping mode* b) *reduction or elimination of vortex due to
crossing beam*

En mode pompage, les écoulements
secondaires et la formation de vortex au-
dessus de la prise d'eau 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. La géométrie de l'ouvrage a ainsi
été optimisée afin que la limite critique
d'entraînement d'air ne soit pas atteinte. Une
poutre transversale est proposée sur les deux
prises (Figure 1). Cette poutre agit comme un
obstacle direct pour les vortex et provoque un
effet injecteur. L'efficacité optimale de cet

*In pumping mode, secondary flow 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 profil-
ers. The geometry of the structure was thus
optimized so as not to reach the critical limit of
air entrainment. It is recommended to imple-
ment a crossing beam over each of the two
intakes (Fig. 1). On one hand these beams act
as a direct obstacle for eddies and on the
other, they provoke an injector effect behind*

élément dépend de sa taille et de sa position au-dessus des prises.

the bar. The optimal efficiency of the beam depends on its size and position above the intake.



a)



b)

Figure 2 : Comportement des sédiments devant les prises d'eau en fonction du mode d'exploitation: a) turbinage, b) pompage) / *Sediment behaviour in front of the intake according to the exploitation mode: a) generating mode, b) pumping mode*

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 avec de la poudre d'amandes concassées ($\rho=1'380 \text{ kg/m}^3$ et $d_m=50 \text{ }\mu\text{m}$). Une différence de comportement a ainsi été mise en évidence entre les deux modes d'exploitation (Figure 2). En mode pompage, l'écoulement uniformément réparti devant la prise d'eau limite le transport de sédiments aux alentours immédiats de l'ouvrage. En mode turbinage par contre, le jet sortant de la prise d'eau est instable et concentré sur seulement 2/3 de la section. Ce phénomène provoque des vitesses d'écoulement élevées et des courants de retour dans la partie extérieure de la prise. En conséquence, les sédiments sont remobilisés jusqu'à environ 80 m devant la prise d'eau. La répartition de l'écoulement en mode turbinage peut être améliorée en installant deux murs guideaux à l'intérieur des prises.

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

The intakes being constructed at the reservoir bottom level, close attention was given to their interaction with the reservoir alluvium. On the physical model, the sediments were simulated with crushed almond powder ($\rho = 1'380 \text{ kg/m}^3$ and $d_m = 50 \text{ }\mu\text{m}$). A difference in behaviour between the two exploitation modes was thus highlighted (Fig. 2). In pumping mode, the flow uniformly distributed in front of the intake, limits the sediment transport to the immediate neighbourhood of the intake. In generating mode, the water jet flowing out of the structure is unstable and concentrates on only 2/3 of the cross section. This phenomenon causes high flow velocities and reverses currents on the exterior of the intake. Thus, sediments are transported up to eighty meters in front of the intake. The flow distribution during turbining mode can be improved by installing two guide walls inside the intakes.

Finally, the hydrodynamic behaviour under the effect of an ice layer was studied on the model by simulating the ice sheets 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

1.2.4 Cheminée d'équilibre de l'usine de Vernayaz – Vérifications complémentaires. Etude numérique de coup de bélier et d'oscillation en masse / *The surge tank of Vernayaz hydropower plant – Complementary verifications. Numerical study of water mass oscillations*

Pour des raisons d'entretien de la cheminée d'équilibre de l'aménagement hydroélectrique de Vernayaz, l'exploitant projette la construction d'une voie de funiculaire dans le puits blindé. Cette voie de funiculaire à deux rails provoquera un effet de diaphragme dont l'influence a été étudiée dans un rapport de base (Rapport LCH N° 22/2007). La Figure 1 schématise la configuration de la cheminée d'équilibre et la position des voies de funiculaire à construire.

Le calcul par modélisation numérique a permis de conclure ce qui suit :

- Les deux rails de funiculaire posés à l'intérieur de la galerie créent une perte de charge singulière à la sortie de celle-ci. 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 14 % de la section initiale de la galerie), le niveau d'eau dans la cheminée d'équilibre ne descend pas en-dessous du niveau inférieur de la cheminée (1081.0 ms.m) pendant la manœuvre Fermeture-Ouverture conforme à la loi fournie par CETP.
- Pour des débits turbinés supérieurs à $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$, le niveau d'eau dans la cheminée descend plus bas que le niveau de 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 se produire pour un débit turbiné de $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$ avec des taux d'obturation supérieurs à 14 %.

L'étude de plusieurs configurations de manœuvre Fermeture-Ouverture (changement de la durée et de l'instant du début de la manœuvre d'ouverture) a montré que le niveau des oscillations descend toujours au-dessous du seuil de 1081.0 ms.m. Il en résulte que l'aménagement est sous-dimensionné pour un débit de $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ en présence des deux rails de funiculaire

For maintenance reasons, the operators of the hydroelectric power plant of Vernayaz proposed the construction of funicular rails in the intersection of the surge tank and the shaft. This structure of two rails leads to a blocking of the shaft section and influences the behaviour of the hydroelectric plant. The consequence of this section blocking has been studied in the basic report (LCH Report N° 22/2007). Fig. 1 shows a schematic presentation of the surge tank and the position of the funicular rails to be constructed.

The conclusions of the numerical model simulation of the problem can be summarized as follows:

- *The funicular rails constructed in the shaft create a local head loss. For a generating water flow of $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$ and a head loss coefficient less than 3.6 (which corresponds to a blocking percentage of the shaft section of about 14 %), the water level in the surge tank does not fall below the lower level of the surge tank fixed at 1081.0 masl during the Closing-Opening gate manoeuvre given by CETP*
- *For generating water flow higher than $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$, the water level in the surge tank goes below 1081.0 masl. This can cause an air aspiration from the surge tank towards the shaft. Such a phenomenon is to be avoided*
- *The same phenomenon of air aspiration can be produced for a generating water flow of $16.5 \text{ m}^3/\text{s}$ with an obstruction percentage of the shaft section higher than 14 %.*

The analysis of different gate manoeuvre configurations of closing and opening (by changing the manoeuvre duration and the start time of the gate opening) has shown that the water level in the surge tank always goes below the threshold level of 1081.0 masl. These results lead to the conclusion that this hydroelectric power plant with the funicular rails will not work properly for a generation water flow of $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

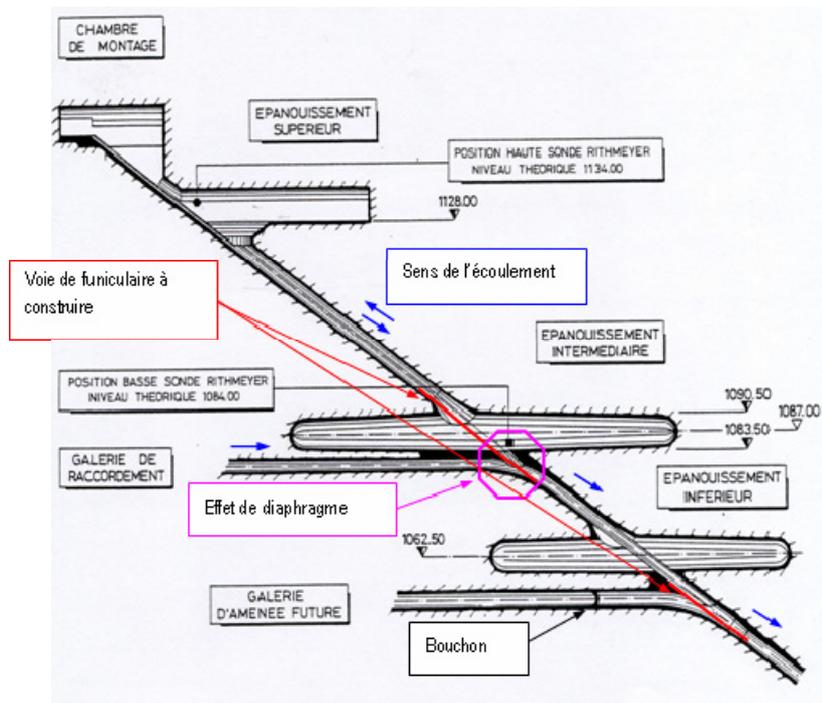


Figure 1: Configuration et détails de la cheminée d'équilibre dans les états actuel et futur / Schematic presentation of the surge tank with the installation of the funicular rails

A la lumière des conclusions de l'étude antérieure, les solutions techniquement possibles qui permettaient de maintenir la capacité du système à $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ en présence des deux rails de funiculaire se résument comme suit:

- L'agrandissement de l'épanouissement inférieur de la chambre d'équilibre (solution rejetée à cause de l'existence d'un blindage en béton précontraint couvrant la totalité de la surface intérieure de l'épanouissement)
- L'introduction d'une perte de charge singulière supplémentaire à l'entrée de la cheminée d'équilibre pour ralentir l'abaissement du niveau d'eau dans l'épanouissement
- L'ouverture séquentielle des trois turbines de la centrale électrique
- La définition du niveau minimal d'exploitation du bassin des Marécottes.

Un effet de diaphragme a été introduit dans le modèle numérique à l'entrée de l'épanouissement inférieur de la cheminée d'équilibre. Plusieurs coefficients de perte de charge singulière associés à ce diaphragme ont été testés pour un débit turbiné de $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ sous une charge statique minimale égale à 1098.0 ms.m (niveau minimal du bassin des Marécottes) et en présence des rails de funiculaire. Le comportement du système a été examiné pour la manœuvre d'ouverture rapide jugée la plus critique pour le niveau minimal atteint

Based on the conclusions of the previous study, the possible technical solutions to the problem that can maintain the generating flow capacity of $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ in presence of the funicular rails are:

- The expansion of the lower chamber of the surge tank (solution rejected due to the presence of post-tensioning concrete lining covering the interior surface of the lower surge tank chamber)
- The construction of a local head loss at the entrance of the surge tank to reduce the decreasing speed of the water level inside the lower chamber
- The change of the gate manoeuvre of the three turbines using a sequential opening law
- The determination of a minimum exploitation level for the water in the "Marécottes" reservoir.

The head loss effects have been incorporated into the numerical model at the entrance of the surge tank. Different values for the head loss coefficient have been tested for a generating water flow of $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$, under a minimum static water head of 1098.0 masl (minimum water level in the "Marécottes" reservoir) and in the presence of the funicular rails. The system behaviour has been examined for the rapid opening gate manoeuvre considered as critical for the determination of the minimum

dans la cheminée d'équilibre.

Les résultats de calculs numériques effectués sous les conditions précitées ont montré que le système modifié n'arrive pas à maintenir un niveau d'eau supérieur à celui correspondant au bas de la cheminée (1081.0 ms.m).

Ouverture séquentielle des trois turbines de la centrale électrique:

Trois séquences différentes d'ouverture rapide des turbines (séquences 1, 2 et 3) ont été étudiées afin d'analyser la réponse de la chambre d'équilibre à une augmentation progressive (en 3 paliers) du débit turbiné, partant de zéro jusqu'au débit maximal de 17.4 m³/s (voir Tableau 1). Il est à noter que le modèle de calcul utilisé pour ces simulations ne contient pas de perte de charge singulière à l'entrée de la chambre d'équilibre.

Il a été conclu que l'application d'une consigne d'exploitation basée sur un changement de la séquence d'ouverture rapide des trois turbines ne résout pas le problème. Le point bas des oscillations atteint toujours le niveau 1081.0 ms.m, il est simplement retardé dans le temps

water level inside the surge tank.

Under these conditions, the numerical results have shown that the modified system cannot maintain the water level inside the surge tank above the critical entrance level of 1081.0 masl.

Sequential gate opening for the three hydro-power plant turbines:

Three different sequential configurations for the gate opening maneuver of the three turbines (sequences 1, 2 and 3) have been studied to analyse the water level response in the surge tank to a progressive increase (three levels) of the generating water flow (Table 1). It has to be noted that the numerical model used in this verification does not have a local head loss at the entrance of the surge tank.

It has been concluded that these sequential opening maneuvers of the gate are not valid solutions of the problem. In fact, the minimum water level in the surge tank always reaches the threshold level of 1081.0 masl. This minimum value is simply shifted in time according to the sequence used.

Séquence	Durée totale de manœuvre [sec]	Turbine 1 (Q=4.0 m ³ /s)	Turbine 2 (Q=6.7 m ³ /s)	Turbine 3 (Q=6.7 m ³ /s)
		Temps d'enclenchement [sec]		
1	990	960	0	630
2	1290	1260	0	330
3	1920	960	0	630

Tableau 1: Manœuvres séquentielles d'enclenchement des turbines examinées

Le bassin des Marécottes est le bassin d'alimentation et de mise en charge du palier inférieur de l'aménagement de Vernayaz. En admettant que le niveau dans la chambre d'équilibre ne doit pas descendre en dessous du niveau inférieur de l'épanouissement (1083.5 ms.m), le débit maximum turbinable dans l'état actuel est égal à 17.4 m³/s. L'ajout de la voie de funiculaire à l'aval de la galerie réduit ce débit à environ 16.7 m³/s.

Pour garantir le débit à 17.4 m³/s, il est donc nécessaire de rehausser le niveau minimal d'exploitation du bassin des Marécottes à un niveau suffisant pour annuler l'effet de perte de charge dû aux rails de funiculaire. Ce niveau a été déterminé en considérant la manœuvre la plus critique (ouverture rapide) et il a été vérifié pour une manœuvre d'ou-

The "Marécottes" is the upstream reservoir of the lower scheme of "Vernayaz" hydroelectric power plant. Considering that the minimum water level in the surge tank must not go below 1083.5 masl, the maximum generating water flow in the actual hydroelectric configuration is equal to 17.4 m³/s. By adding the funicular rails inside the downstream end of the conveying gallery, the maximum flow will be reduced to 16.7 m³/s.

To guarantee a flow of 17.4 m³/s, it is necessary to increase the minimum exploitation water level in the "Marécottes" reservoir to an appropriate level that compensates the effect of the local head loss produced by the funicular rails. This level has been determined by considering the most critical gate maneuver (rapid opening) and it was verified for a

verture rapide en séquence (séquence 1). Le niveau d'exploitation minimal acceptable du bassin des Marécottes, pour un débit maximal turbiné de $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$, se situe à 1099.5 ms.m , soit 1.5 m au-dessus du niveau minimal actuel (voir Figure 2).

sequential rapid opening (sequence 1). The minimum acceptable water level for the exploitation of the "Marécottes" reservoir for a generating flow equal to $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$, is estimated to 1099.5 masl , 1.5 m above the actual minimum level (Fig. 2).

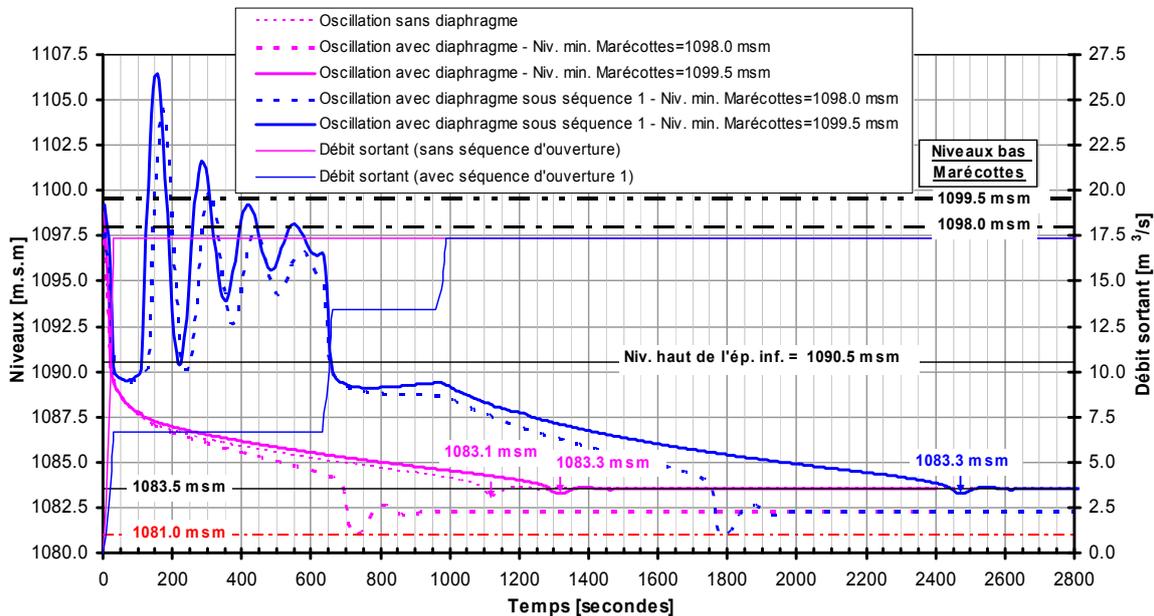


Figure 2: Oscillations dans la cheminée d'équilibre (ouverture rapide et en séquence) pour un débit turbiné de $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ pour deux niveaux minimaux aux Marécottes / Water level oscillations in the surge tank (rapid gate opening and in sequence) for a generating flow of $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$ and for two water levels in the "Marécottes" reservoir

Différentes solutions au problème posé par l'installation de rails de funiculaires dans la cheminée d'équilibre de l'aménagement hydroélectrique de Vernayaz ont été examinées.

L'agrandissement de l'épanouissement inférieur de la chambre d'équilibre, l'introduction d'une perte de charge singulière supplémentaire à l'entrée de celle-ci et le changement de la consigne d'ouverture rapide des trois turbines de la centrale électrique sont rejetés soit en raison d'une contrainte technique pour la 1^{ère}, ou d'une inefficacité hydraulique pour les deux autres.

En considérant la perte de charge provoquée par les rails de funiculaire à l'extrémité aval de la conduite d'amenée, la solution consistant à surélever le niveau minimal d'exploitation au bassin des Marécottes de 1098.0 à 1099.5 ms.m , soit un rehaussement de 1.5 m est la seule qui permet de garantir un débit turbiné de $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Etude confiée par : CETP – Ingénieurs Conseils

Ingénieur de projet: Fadi Hachem

Different solutions have been considered and studied concerning the problem issued from the installation of two funicular rails at the entrance of the surge tank of the hydroelectric power plant of "Vernayaz".

The expansion of the lower chamber of the surge tank, the construction of a local head loss at the entrance of the surge tank and the change of the gate manoeuvre of the three turbines are rejected due to technical reasons (for the first one) or to hydraulic inefficiency (for the others).

The most efficient solution consists in increasing the minimum exploitation water level of the "Marécottes" reservoir from 1098.0 masl to 1099.5 masl . This increase of 1.5 m above the actual minimum reservoir level will guarantee a generating flow of $17.4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Study entrusted by: CETP – Ingénieurs Conseils

Project engineer: Fadi Hachem

1.2.5 Barrage des Gloriettes – Etude sur modèle des évacuateurs de crue / Les Gloriettes Dam – Hydraulic model tests of the spillways

Le barrage des Gloriettes présente un déficit d'évacuation des crues. Pour pallier cette insuffisance de capacité, la solution envisagée consiste à ajouter un évacuateur complémentaire en rive droite, de type seuil libre labyrinthe en "touches de piano" (Piano Keys Weir) et à aménager la restitution aval de manière à rejoindre en toute sécurité le canyon principal par le biais d'un chenal.

Afin d'étudier en détail le comportement hydraulique de cet ouvrage, un modèle réduit de l'aménagement à l'échelle 1:30 a été construit au LCH. Ce modèle a pour objet :

- L'étude hydraulique de la débitance des évacuateurs de crue du barrage : débitance des quatre passes existantes et de la nouvelle passe, influences et interactions entre évacuateurs existants et projetés.
- L'étude hydraulique de la dissipation d'énergie de l'écoulement transitant dans le chenal de restitution aval pour rejoindre le canyon principal.

The Gloriettes hydropower scheme shows a deficit in flood evacuation. To eliminate this problem of insufficient capacity, the chosen solution contains the installation of a complementary spillway on the right riverbank. The new spillway is a free overflow labyrinth type, which is called Piano Keys Weir (PK-Weir). The secure restitution of the evacuated water to the main canyon is foreseen by a stepped spillway.

To study in detail the hydraulic behaviour of the different elements, a representative hydraulic model with the main parts of the scheme, scale 1:30, was built at the LCH. The model tests have the following objectives:

- *Hydraulic study of the capacity of the spillways: capacity of the four existing free overflow spillways on the dam crest and of the new weir as well as influence and interaction between them*
- *Hydraulic study of the dissipated energy of the water evacuated by the new weir and flowing through the dissipation channel joining up with the main canyon downstream*



Figure 1: Figure 1: Vue de la face aval du barrage existant des Gloriettes /View of the downstream face of the existing dam

Le barrage des Gloriettes (Figure 1), de type voûte en béton, situé sur le Gave d'Estaubé, est implanté dans le département des Hautes-Pyrénées sur la commune de Gèdre (France). Il a été construit entre 1949 et 1951. Pour la crue de projet d'une période de retour de 1000 ans et un débit de pointe de 150 m³/s, le déficit de l'évacuateur de crue existant, de type

Les Gloriettes Dam (Fig. 1), a concrete arch dam on the Gave d'Estaubé River, is located in the "Hautes-Pyrénées" department in a village called Gèdre (France). It was built between 1949 and 1951. For the design flood of a return period of 1000 years and a peak discharge of 150 m³/s, the deficit of the existing flood evacuator, a free overflow spillway,

déversoir à surface libre est de l'ordre de $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Les crêtes des différents évacuateurs de crue se trouvent au même niveau à 1667.0 NGF. Deux configurations des PK-Weirs ont été testées, une à 4 et l'autre à 7 alvéoles.

Des zones géotechniquement instables ne permettent pas un tracé simple et direct du chenal de restitution. La variante développée est composée de trois parties principales (Figure 2), un premier tronçon en marches d'escalier de 1 m de haut reliant le PK-Weir à un bassin amortisseur intermédiaire, le bassin amortisseur précité (1636.0 NGF) permettant d'opérer un changement de direction à 120 degrés et un tronçon final en escalier qui rejoint le cours d'eau naturel (1609.5 NGF). A l'extrémité aval du chenal la dissipation d'énergie totale est de l'ordre de 80 %.

is about $80 \text{ m}^3/\text{s}$. The crests of the different spillways are situated at the same altitude of 1667.0 NGF. Two configurations of PK-Weirs were tested, one of 4 and the other of 7 alveoli.

The geotechnically instable zone doesn't allow a simple and direct trajectory of the restitution channel. The developed alternative is composed of three elements (Fig. 2), the first part of the stepped spillway with 1 m steps linking the PK-Weir to an intermediate stilling basin, the mentioned spilling basin (1636.0 NGF) allowing the operation of a change in direction of 120 degrees and the second part of the stepped spillway joining up with the natural river downstream (1609.5 NGF). The efficiency of the energy dissipation of the whole restitution channel is about 80 %.

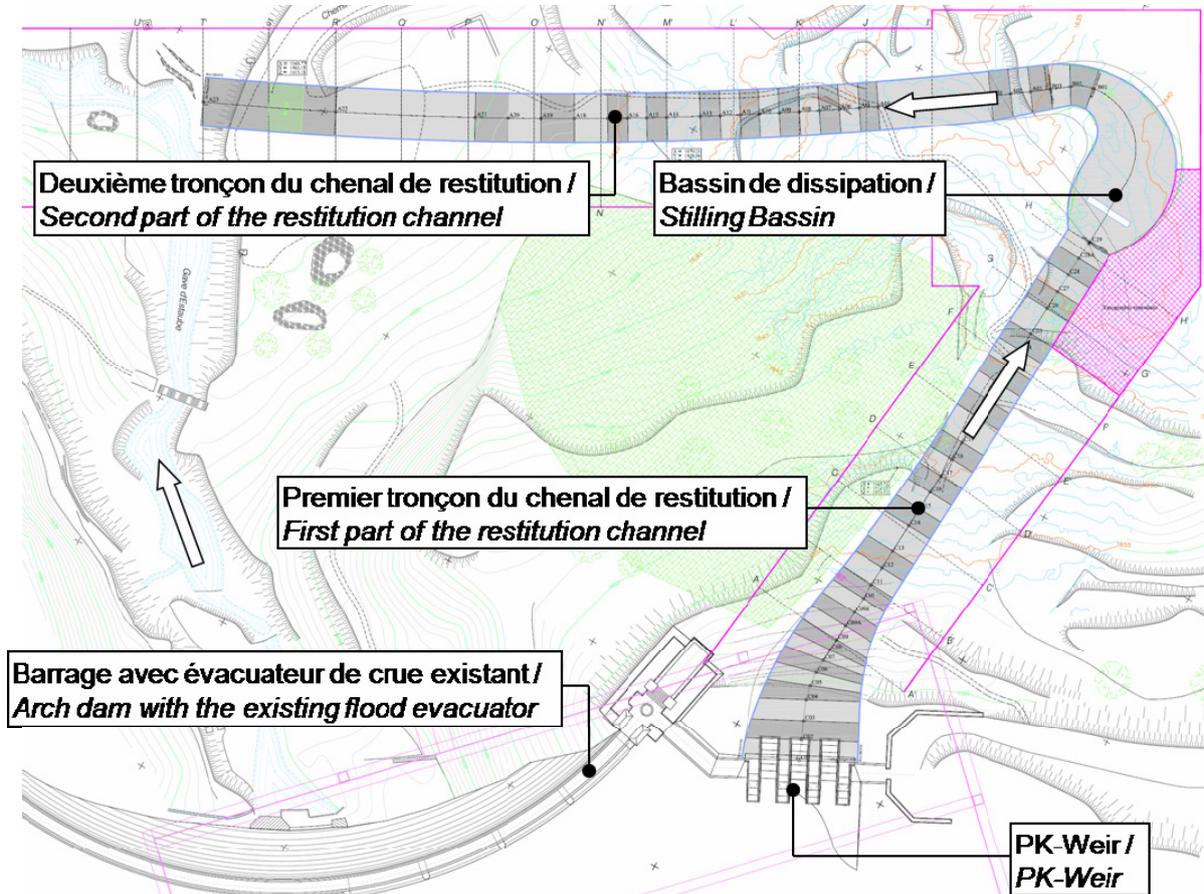


Figure 2: Configuration finale du chenal de restitution / Final configuration of the restitution channel

Le modèle des évacuateurs de crues et du chenal de restitution (Figure 3) est exploité en similitude de Froude, c'est-à-dire en admettant la conservation du rapport entre les forces d'inertie et de gravité.

The hydraulic model of the spillways and the restitution channel (Fig. 3) is run by Froude similarity, which means that the relation between inertia and gravity forces is retained.

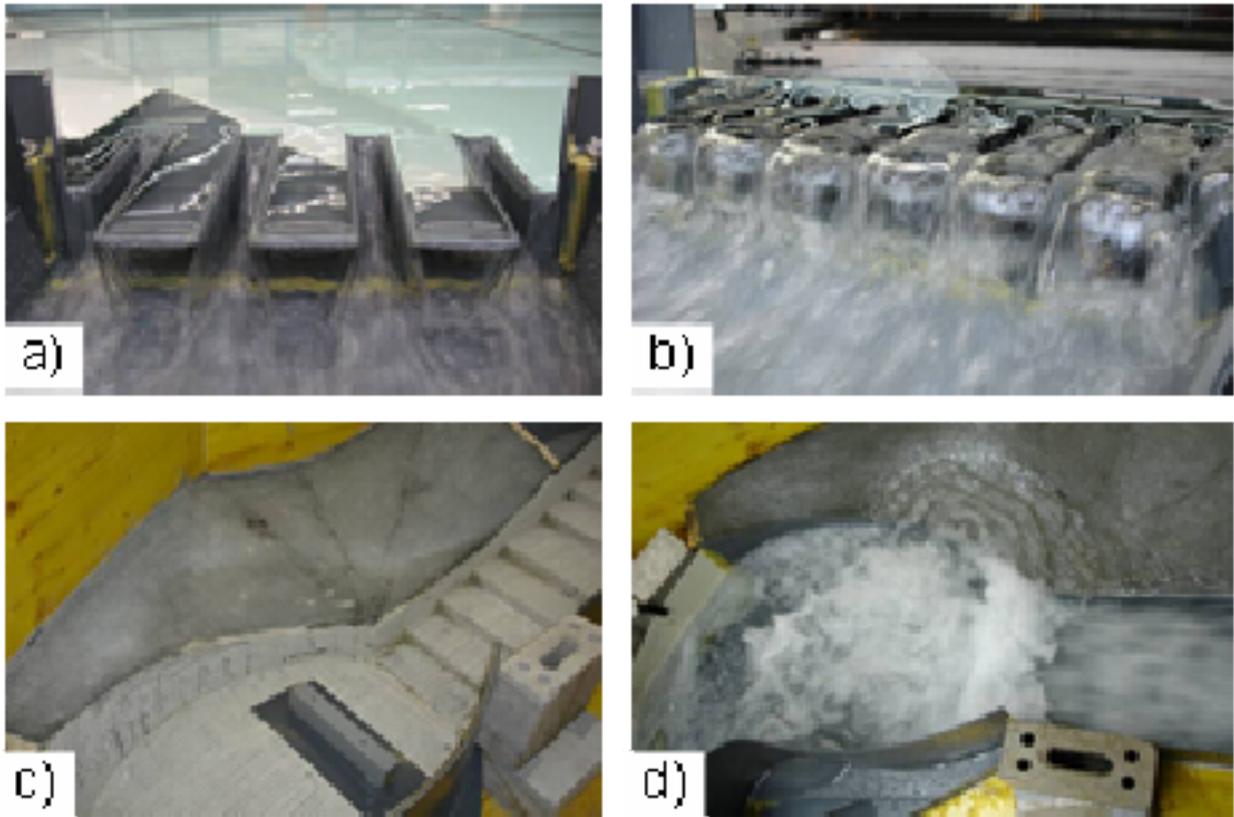


Figure 3 : Modèle physique a) PK-Weir à 4 et b) à 7 alvéoles, c) bassin amortisseur sec et d) en charge (ressaut hydraulique) / Hydraulic model of the PK-Weir with a) 4 and b) 7 alveoli, c) the stilling basin empty and d) in function (hydraulic jump)

Le PK-Weir à 4 alvéoles permet de pallier l'insuffisance de capacité par rapport à la crue de projet. Les relations Niveau-Débit, sans et avec PK-Weir sont montrées dans Figure 4.

The PK-Weir of 4 alveoli allows solving the problem of the insufficient capacity, taking into account the design flood. The level-discharge relations of the dam with and without the new PK-Weir of 4 alveoli are shown in Fig. 4.

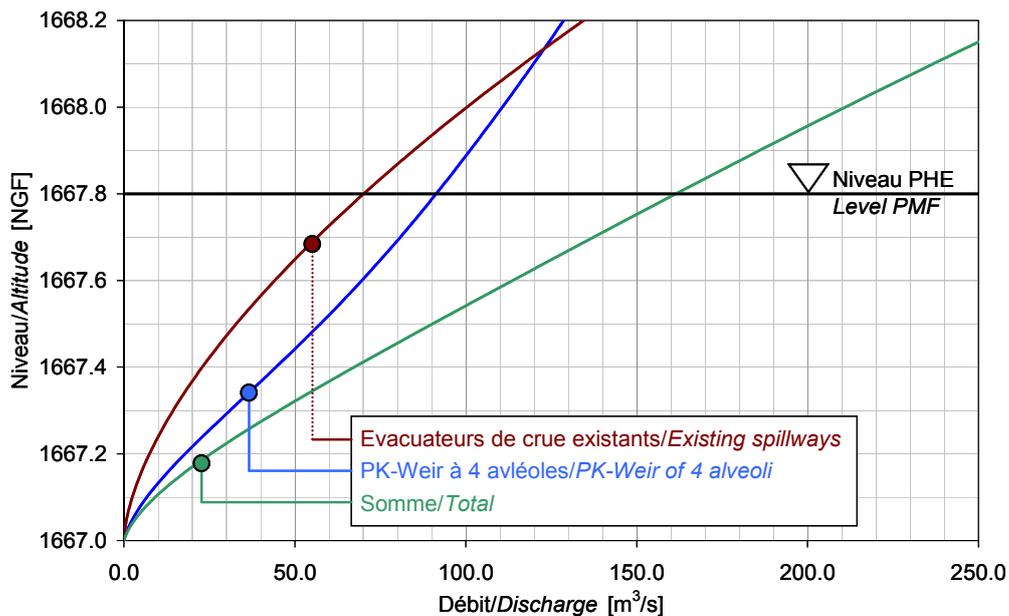


Figure 2 : Relations Niveau-Débit de l'évacuateur existant et du PK-Weir à 4 alvéoles / Level-Discharge relation of the existing flood evacuator

La géométrie finale du chenal de restitution et du bassin de dissipation permet l'évacuation de la crue de projet.

Etude confiée par: EDF – Electricité de France
Ingénieur de projet: Martin Bieri

The final design of the restitution channel and the stilling basin allows the evacuation of the defined flood.

Study entrusted by: EDF – Electricité de France

Project engineer: Martin Bieri

1.2.6 Rejet de la STEP de Pully dans le Léman – Détermination du point de rejet optimal / Waste water treatment plant of Pully – Definition of the optimal outlet point

Le rejet des eaux traitées à la Station d'épuration des eaux usées (STEP) de Pully (Figure 1) s'effectue actuellement dans le ruisseau de la Paudèze, quelques centaines de mètres seulement avant son embouchure dans le Léman. Ce cours d'eau ne possède pas de régime hydraulique permettant d'offrir en toutes saisons une capacité d'accueil suffisante à la dilution de la charge polluante résiduelle de la STEP. La diffusion de cette charge en bordure du littoral est en outre problématique en regard de la salubrité des plages à maintenir et du voisinage de la station de pompage d'eau potable de Lutry (Figure 1). Afin d'améliorer cette situation et de la rendre conforme aux exigences relatives aux conditions de rejet des eaux polluées, la Commune de Pully envisage de construire une conduite immergée destinée à conduire ces eaux directement dans le Lac Léman.

The waste water treatment plant of Pully (Fig. 1) discharges nowadays the treated water into the Paudèze River, some hundred meters upstream of its mouth in Lake Geneva. This small river has no adequate flow regime which could allow a sufficient dissolution of the residual pollution at all seasons. The diffusion of the discharge close to the lakeside is environmentally problematic due to the hygiene and cleanliness of the near-by beaches to be kept up and the proximity of the drinking water pumping station of Lutry (Fig. 1). To improve the existing situation and to bring it into conformity with the currently applicable directives of waste water restitution, the city of Pully plans the implementation of an immersed conduit bringing the treated water directly into the lake.

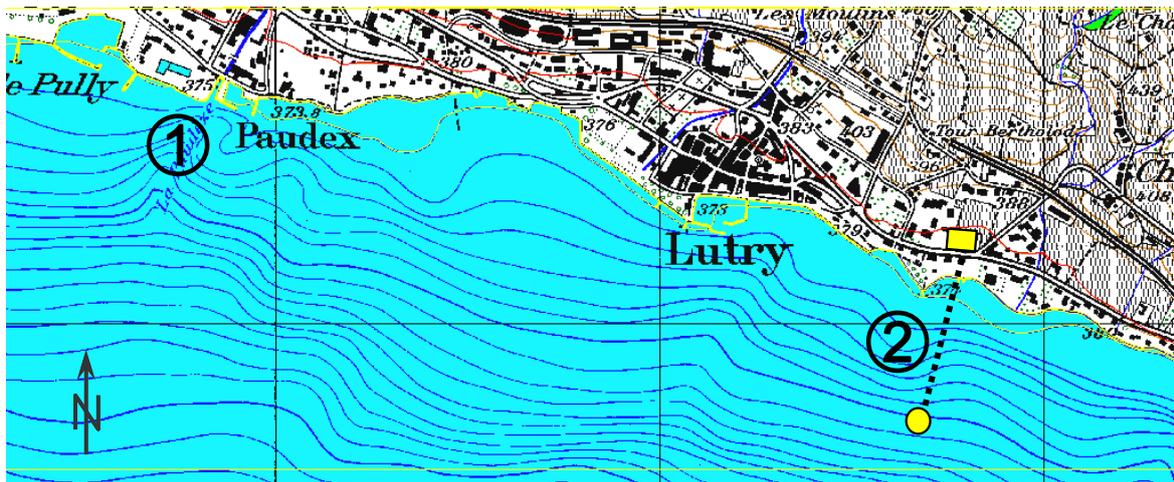


Figure 3: Situation générale de la STEP de Pully 1) Embouchure de la Paudèze, 2) Station de pompage de Lutry /General situation of the waste water treatment plant 1)Mouth of the Paudèze River, 2) Pumping station of Lutry

Dans cette étude il s'agissait d'étudier le comportement hydrodynamique lacustre local, pour différentes conditions anémométriques et de rejet, notamment :

- Les vitesses de vent et les vagues asso-

In this study the local hydrodynamic behaviour of the lake-side has been analyzed under various wind conditions and at different restitution points:

- *The wind speed and the wave*

ciées aux orientations déterminantes pour le projet et ceci, pour différentes périodes de retour.

- Les courants générés par la propagation des vagues à l'embouchure de la Paudèze et dans la zone de rejet pressentie de la conduite immergée.
- La diffusion du flux de la Paudèze et de la plume du rejet pour différentes orientations de vent.

Les résultats des simulations effectuées avec le programme MIKE 21 ont été analysés indépendamment et par comparaison avec la situation actuelle.

Lors de deux visites à l'embouchure de la Paudèze, des mesures de vitesse des courants ont été réalisées dans le Lac Léman. Ces mesures ont été obtenues par un suivi d'objets flottants, représentatifs du déplacement de la tranche d'eau superficielle d'une épaisseur d'environ 1 m. Ces valeurs ne sont pas directement comparables aux vitesses moyennes calculées sur toute la hauteur d'eau, mais correspondent assez bien aux vecteurs obtenus par la simulation numérique (Figure 2).

characteristics associated with deterministic orientations for several critical return periods.

- The flows generated by the wave propagation at the mouth of the Paudèze River and at the restitution points in the lake for several alternatives.
- The flux diffusion of the Paudèze River and the discharged water from the plant under different wind regimes.

The results of the simulations using MIKE 21 software have been analyzed independently and by comparing them to the present situation.

During two in situ test periods at the mouth of the Paudèze River, flow speed measurements were performed in Lake Geneva. These measurements consisted in the observation of special buoys, representing the surface water flow at a depth of up to 1 m. These values cannot directly be compared to the average speed calculated for the whole depth. Despite this lack of comparability, they correspond rather well in terms of magnitudes and directions to the numerical simulations (Fig. 2).

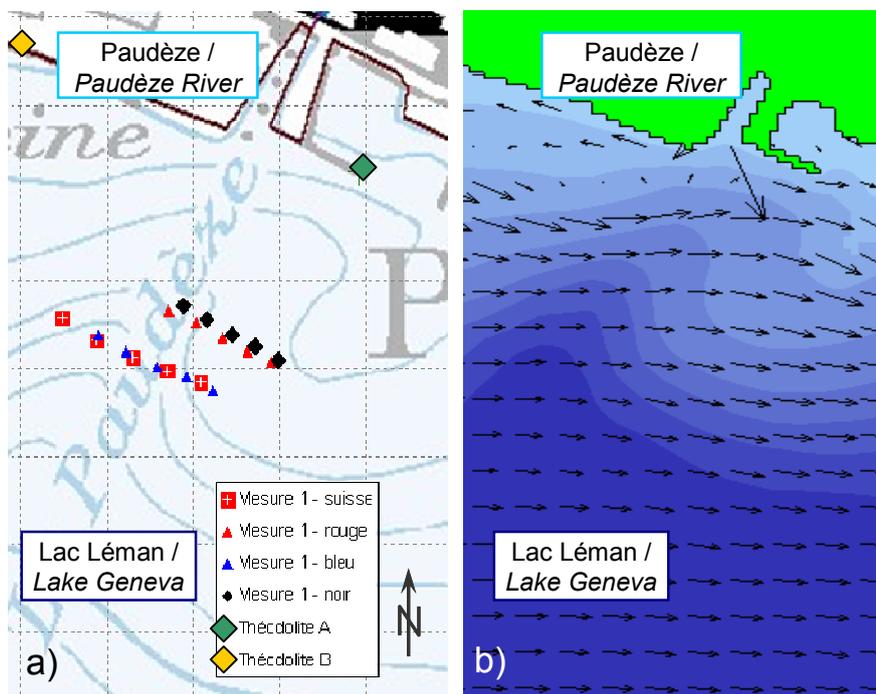


Figure 2: Courants à l'embouchure de la Paudèze (Vent Blanc) a) mesurés in situ, b) simulés par MIKE 21 / Flowfield at the mouth of the Paudèze River (West wind) a) tested in situ, b) simulated by MIKE 21

La courantologie a d'abord été simulée dans un modèle à grande échelle. Pour l'analyse numérique de la dispersion spatio-temporelle du rejet de la STEP de Pully, la zone modélisée a ensuite été recadrée sur la zone rive-

At first, the courantology was simulated in a big scale model. For the numerical analysis of the dispersion of the discharged output of the waste water treatment plant of Pully in space and time, the focus was limited to the coastal

raîne de Pully, Paudex et Lutry (Figure 3). Différents endroits de rejet dans le Léman ont finalement été comparés au rejet actuel dans la Paudèze.

Les simulations courantologiques confirment les mesures de courants réalisées in situ dans la zone de l'embouchure de la Paudèze. En modifiant la bathymétrie, le régime de vent, la période de retour et le point de rejet, seize différents scénarii ont pu être étudiés. Les résultats montrent que la restitution dans le lac est plus favorable que le rejet actuel dans la Paudèze pour ce qui concerne la contamination de la zone riveraine. Un point de rejet optimal a pu être défini.

zone near Pully, Paudex and Lutry (Fig. 3). Different restitution points in Lake Geneva were compared to the existing one in the Paudèze River.

The courantological simulations confirm the measurements performed during the in situ tests for the lakeside zone near the mouth of the Paudèze River. By varying the bathymetry, the wind regime, the return period and the restitution point, sixteen different scenarios have been simulated, analyzed and compared. The results showed that the contamination of the coast can be considerably reduced by a direct restitution into the lake. An optimal restitution point has been defined.

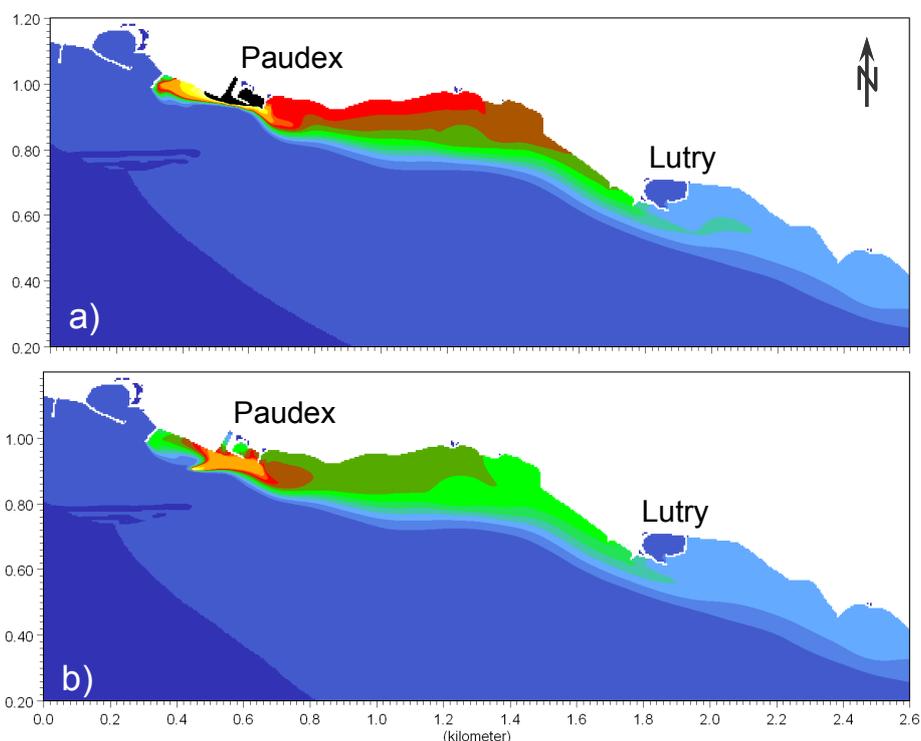


Figure 3 : Concentration après 8 h (Vent Blanc, T= 50 ans) rejet dans a) la Paudèze, b) le Léman
Concentration after 8 h (West wind, T= 50 years) restitution into a) the Paudèze River, b) Lake Geneva

Etude confiée par la Ville de Pully
 Ingénieurs de projet: Rémi Martinerie et Martin Bieri

*Study entrusted by the City of Pully
 Project engineers: Rémi Martinerie and Martin Bieri*

1.2.7 Transport des déchets ménagers par voie navigable sur le Rhône : Etude sur le batillage / Transport of domestic wastes on the Rhone River by shipping: study of the waves

Depuis 1967, l'usine de traitement et de valorisation des déchets des Services Industriels de Genève (SIG), achemine une partie des déchets ménagers genevois (env. 55%) par transport fluvial sur le Rhône. Les barges sont

Since 1967, the waste treatment plant of the Industrial Services of Geneva (SIG in French) conveys an important part of the Genevan domestic wastes by shipping on the Rhone River. The barges are loaded when they go

chargées en descendant le fleuve et remontent à vide.

Le dispositif navigable (pousseur et barge) génère des vagues qui altèrent à certains endroits les berges du Rhône. Les SIG souhaiteraient trouver un moyen de les réduire en modifiant la morphologie du convoi sans perturber le système d'amarrage et de déchargement.

L'étude est séparée en trois parties. La première est consacrée à la modélisation numérique. La deuxième partie, en cours, correspond à l'étude sur modèle physique en bassin. La dernière étape est destinée à l'optimisation de l'aménagement le plus efficace, à la fois en bassin expérimental et numériquement.

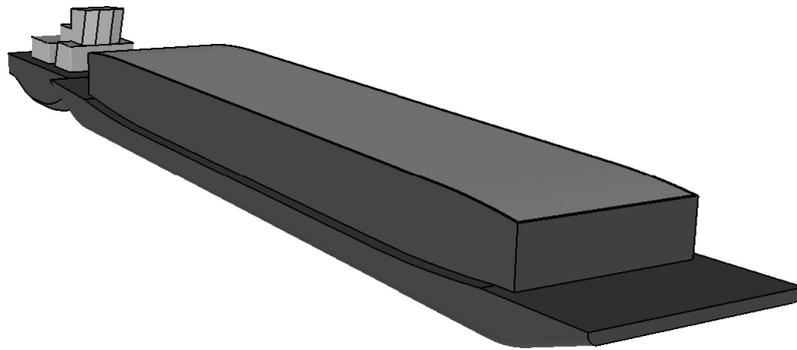


Figure 1: Modèle 3D du convoi / 3D model of the convoy

Les résultats sont présentés en fonction de la vitesse relative du convoi, c'est-à-dire de sa vitesse par rapport à l'eau. Une comparaison est faite entre les données expérimentales datant de 1972, collectées dans le cadre d'un ancien mandat du LCH et celles obtenues numériquement et physiquement lors de cette nouvelle étude.

Le profil de référence est de 60 m de largeur et de 6.6 m de profondeur. Les vitesses testées vont de 16 à 24 km/h.

La simulation numérique a été effectuée avec le logiciel Flow 3D. Le convoi (Figure 1) était maintenu fixe et la vitesse du courant variée. Différentes finesses de maillage ont été testées afin de déterminer la configuration la meilleure et la ligne d'eau a été tracée pour plusieurs profils parallèles au convoi. Sur chaque profil, les amplitudes suivantes ont été mesurées (Figure 2):

- la vague d'étrave de la barge
- la vague de poupe de la barge
- la vague de poupe du pousseur
- la plus grande vague transversale derrière le convoi

down the river and empty when they go up.

The tugboat and the barge generate waves which deteriorate the banks of the river. The SIG would like to find a way to reduce these waves by modifying the morphology of the tugboats and the barges without disturbing the mooring and discharge system.

The study is separated in three parts: the first is dedicated to the numerical modelling, the second, which is ongoing, focuses on the physical modelling in the laboratory and the third is intended for the optimization of the most effective arrangement both with the experimental and numerical ways.

The results are presented in function of the relative speed of the boats, which means the velocity with regard to the water. They are compared to the experimental data obtained during a mandate by the LCH done in 1972.

The profile of reference is 60 m wide by 6.6 m deep. The tested speeds vary from 16 to 24 km/h.

The numerical simulation was performed with the program Flow 3D. The convoy (Fig. 1) is maintained still and the flow rate modified. Several mesh sizes were tested in order to find the right configuration and the water level was drawn for different profiles parallel to the convoy. On each profile, the following magnitudes were measured (Fig. 2):

- The bow wave of the barge
- The poop wave of the barge
- The poop wave of the tugboat
- The largest transversal wave behind the convoy

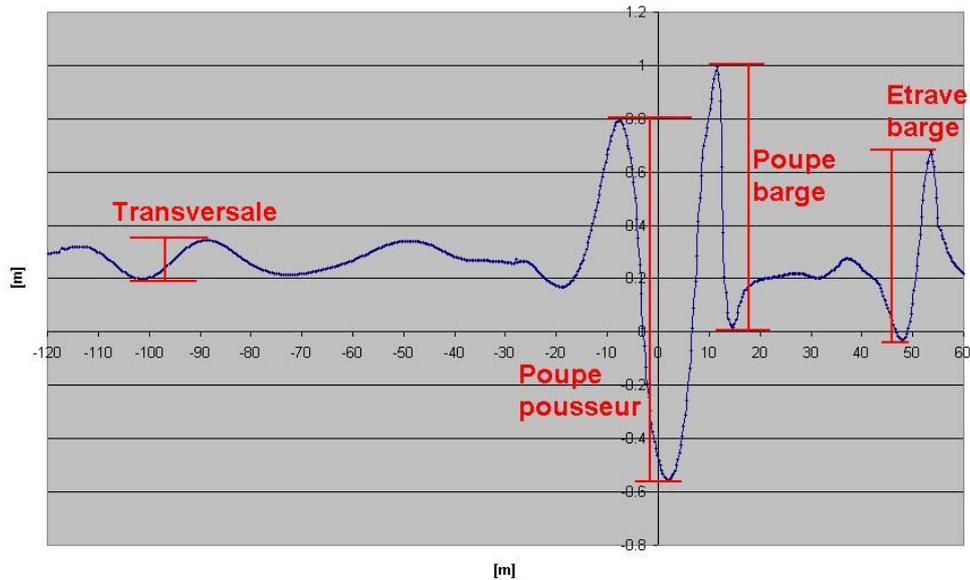


Figure 2 : Amplitude des vagues générées à 4.5 m du convoi pour une vitesse de 24 km/h / Wave amplitude at 4.5 m from the ships for a speed of 24 km/h

Quatre types d'aménagements morphologiques ont été testés numériquement :

- bulbe sur la barge
- trimtab sur la barge
- trimtab sur le pousseur
- trimtab sur la barge et le pousseur.

Comme le montre la Figure 3, le trimtab sur la barge avec ou non celui sur le pousseur est la configuration la plus efficace

Four types of adjustments were tested numerically:

- a bulb on the barge
- a trimtab on the barge
- a trimtab on the tugboat
- a trimtab on the barge and on the tugboat

As shown on Fig. 3, the trimtab on the barge with or without the one on the tugboat is the most effective configuration.

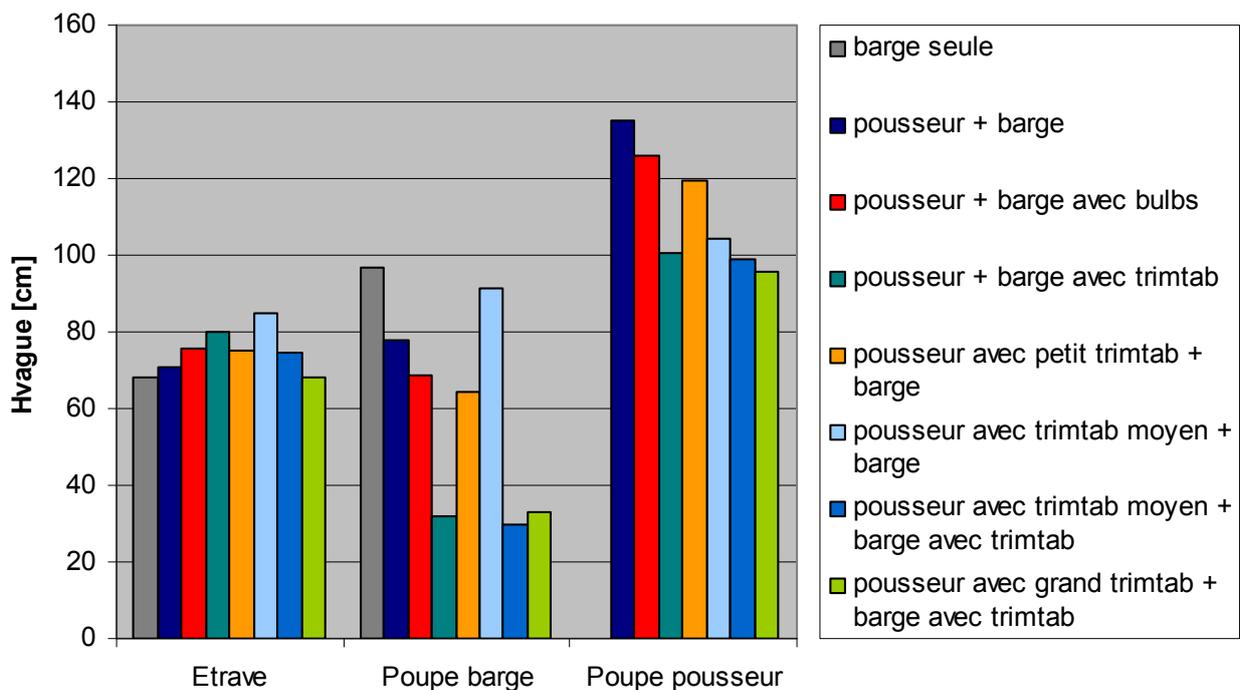


Figure 3 : Hauteur des vagues du convoi pour différentes configurations à 5m du convoi / Maximum height of the waves for the different configurations tested 5 m from the convoy

Les essais sont conduits dans le canal Vevey du LCH, en bougeant le modèle réduit du convoi dans un plan d'eau stable (Figure 4). L'échelle géométrique adoptée est 1:30 et les résultats sont interprétés dans le respect de la similitude de Froude.

The laboratory tests are conducted in the LCH "Vevey" canal, by moving the scale model of the convoy to a stable water level (Fig. 4). The geometric scale chosen is 1:30 and the results are interpreted in respect with the Froude similitude.



Figure 4 : Convoi tiré à 24 km/h ($V_{\text{prototype}}$) / Ships in convoy pulled at 24 km/h

La mesure de la ligne d'eau se fait de manière directe par des films et indirecte par des sondes à ultrasons. La force de traînée est mesurée par une balance électronique.

The water level is measured directly by filming and indirectly by ultrasound probes. The drag force is measured by an electronic weighting scale.

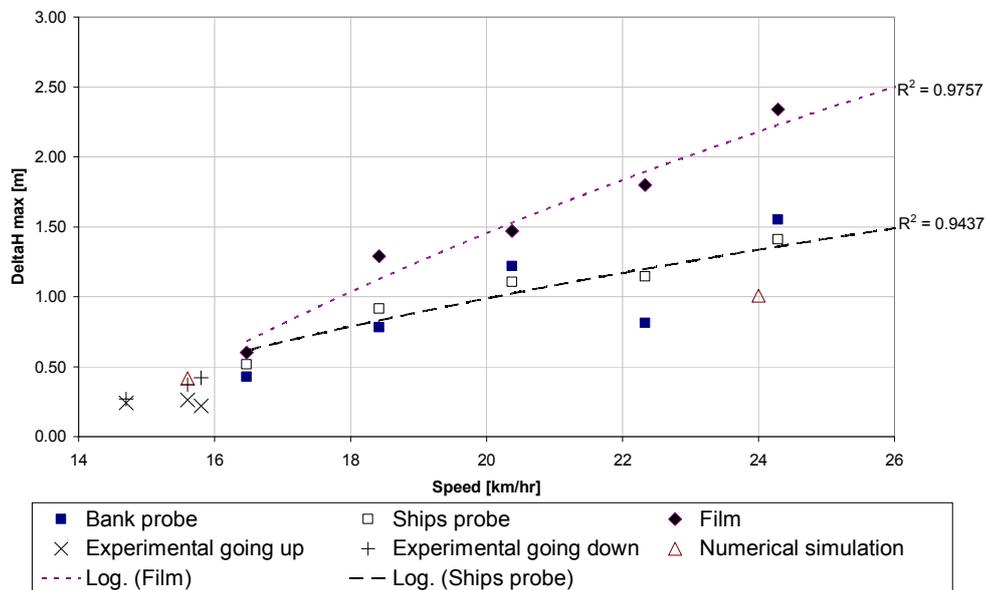


Figure 5: Hauteur maximale des vagues pour le convoi tiré / Maximum wave height for the tugged convoy

Les premiers résultats sont consistants. Par un travail en relatif, il va donc être possible de comparer les aménagements à l'état actuel et de quantifier le pourcentage de diminution des

The first results are well-founded. As the goals are relative to the actual state, it will be possible to quantify the percentage of diminution of the wave height and the difference in drag

vagues ainsi que la différence de force de traînée.

Etude confiée par les Services Industriels de Genève

Ingénieure de projet : Théodora Cohen

force for the different configurations.

Study entrusted by the Industrial Services of the City of Geneva

Project engineer: Theodora Cohen

1.2.8 Agrandissement du Port de la Nautique, Modélisation numérique et physique des courants et des vagues / *Expansion of the harbour "Port de la Nautique", numerical and physical modelling of the currents and the waves*

Dans le cadre du projet d'agrandissement du Port de la Nautique à Genève (figure 1), il est nécessaire d'évaluer les sollicitations hydro-dynamiques des ouvrages de protection projetés, principalement par régime de Bise. Outre les digues principales de l'enceinte, une plage artificielle est envisagée à l'amont du port dont la stabilité doit être étudiée.

Concrètement, il s'agit d'étudier le comportement hydro-dynamique sous un régime de forte Bise, en particulier :

- Les courants générés par les vagues et le vent dans la zone du projet
- La transformation des vagues de Bise à proximité des ouvrages (réfraction, diffraction et déferlement)
- La transmission des vagues à l'intérieur du port
- L'effet des vagues sur la plage
- La comparaison entre les situations actuelle et projetée

In the frame of the expansion project of the harbour "Port de la Nautique" in Geneva (Fig. 1), it is necessary to evaluate the hydro-dynamic stresses of protection works, mainly under North wind regime (Bise). In addition to the main dyke of the enclosure, an artificial beach is considered upstream of the harbour where the stability must be studied.

In concrete terms, it is foreseen to study the hydro-dynamic behaviour during strong North wind, in particular:

- *The currents generated by waves and wind in the project area*
- *The transformation of North wind generated waves near protection works (refraction, diffraction and breaking of waves)*
- *The transmission of waves within the harbour*
- *The effect of waves on the beach*
- *The comparison between current and projected situations*

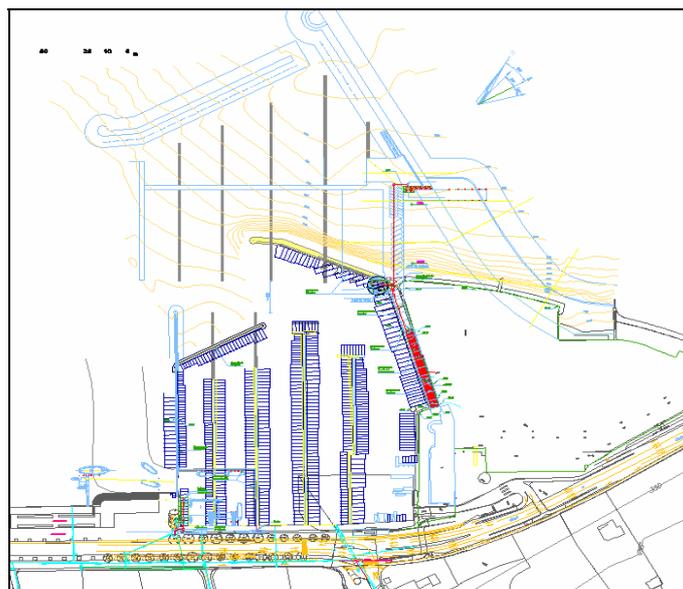


Figure 1: Situation actuelle du port et du projet d'agrandissement / *Current situation of the harbour and the expansion project*

Un modèle numérique a été établi avec le logiciel Mike 21 pour simuler les courants dans la Rade de Genève, avec le port agrandi (figure 2) et le port actuel. Le modèle considère :

- Le débit du Rhône (débit maximum de 550 m³/s)
- Les vagues de Bise pour différentes périodes de retour
- La vitesse et l'orientation du vent

A numerical model was established with Mike 21 software to simulate currents in the bay off Geneva with the enlarged (Figure 2) and the current harbour. The model considers:

- *The discharge of the Rhône river (maximum discharge of 550 m³/s)*
- *The North wind waves for different return periods*
- *The velocity and the direction of the wind*

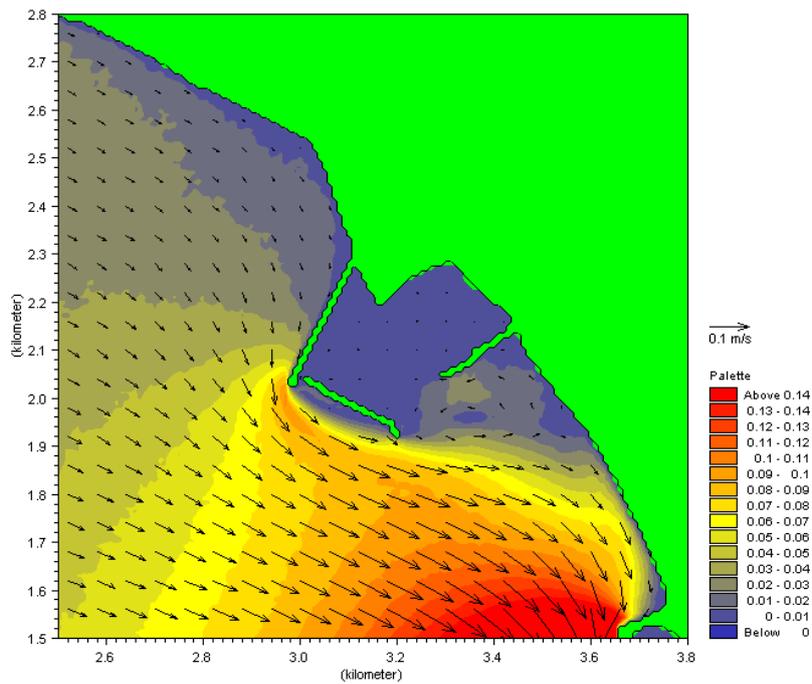


Figure 2 : Champ de vitesses autour du port agrandi, par régime de Bise (T=1an) et un débit du Rhône de 550 m³/s / *velocity field around the expanded harbour by North wind (T = 1 year) and a Rhône river discharge of 550 m³/s*

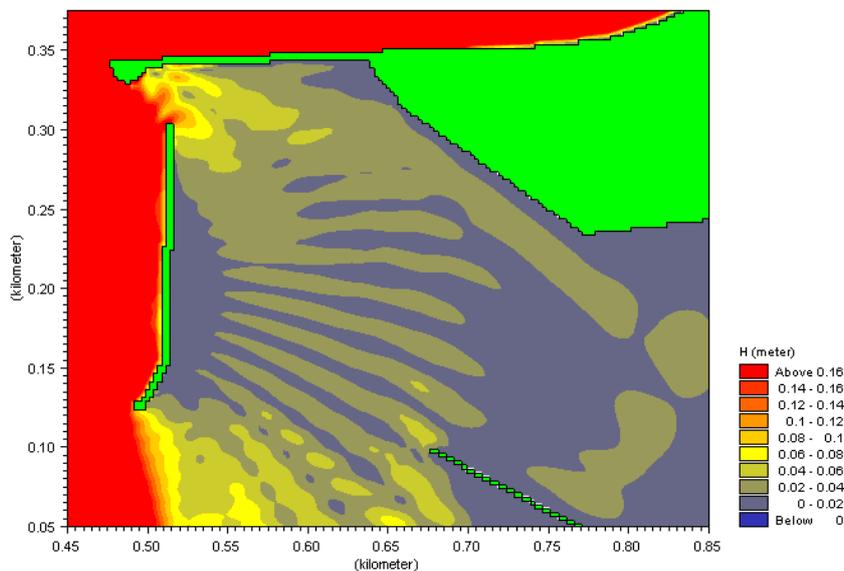


Figure 3: Hauteur des vagues à l'intérieur du port par régime de Bise (T=1an) / *Wave height in the harbour by North wind (T = 1 year)*

L'agrandissement du port de la Nautique ne modifie pas la courantologie globale du Petit Lac. Il entraîne toutefois la redistribution des courants côtiers et améliore la protection du quai Gustave Ador contre l'érosion.

Un modèle numérique à plus petite échelle a été construit pour simuler la propagation des vagues dans la zone du port. Les différents mécanismes de transformation des vagues, réfraction, diffraction, déferlement et réflexion, sont reproduits.

Le nouveau port est protégé des vagues de Bise par une digue nord, face aux vagues, et une digue ouest, perpendiculaire. A l'extrémité des digues, les vagues subissent une diffraction avant de se propager dans l'enceinte du port (figure 3).

The expansion of the harbour "Port de la Nautique" does not change the overall currents of the bay, but it has an influence on the redistribution of coastal currents and improves the protection of the Gustave Ador quay against erosion.

A small scale numerical model was built to simulate the propagation of waves in the harbour area. Different mechanisms of the transformation of waves, refraction, diffraction, and wave reflection were reproduced.

The new harbour is protected from the North wind waves by a north embankment facing the waves, and a perpendicular westward dike. At the end of the dikes, the waves undergo diffraction before spreading in the harbour (Fig. 3).



Figure 4: Plage à l'amont du port avec épis de protection / Beach upstream of the harbour with protection groynes

La modélisation physique du port a été réalisée à échelle distordue (1/150 horizontale – 1/75 verticale) dans l'objectif d'examiner l'impact des vagues sur le site. Le modèle met en évidence une zone protégée en aval du port agrandi. Il permet également l'étude du transport sédimentaire dans la zone de projet.

Pour garantir la stabilité des sédiments en amont du port, la proposition d'aménager un épi de part et d'autre de la plage a été testée. Dans cette configuration, un profil de plage beaucoup plus stable est obtenu dans lequel la migration des sédiments est fortement réduite (figure 4).

Les interactions de ce projet d'agrandissement du port de la Nautique avec celui de la création d'une plage en remblai sur le quai Gustave Ador situé à l'aval immédiat, ont fait

The physical modelling of the harbour was done at distorted scale (1/150 horizontal - 1/75 vertical) with the aim of examining the impact of waves on the site. The model shows a protected area downstream of the harbour extension. It also allows the study of sediment transport in the project area.

To ensure the stability of sediments upstream of the harbour, the proposition to plan a groyne on both sides of the beach was tested. In this configuration, a profile of a more stable beach is obtained in which the migration of sediment is strongly reduced (Fig. 4).

The interactions between the expansion project of the harbour "Port de la Nautique" with the creation of a beach fill on the Gustave Ador quay located immediately downstream, are the subject of a separate study.

l'objet d'une étude séparée.

Etude confiée par la Société Nautique de Genève (SNG)

Ingénieur de projet : Olivier Le Doucen et Jean-Louis Boillat

Study entrusted by the Société Nautique de Genève (SNG)

Project engineer: Olivier Le Doucen and Jean-Louis Boillat

1.2.9 Parc plage sur le quai Gustave Ador à Genève, Modélisation numérique et physique des courants et des vagues / Beach park on the Gustave Ador Quay in Geneva, numerical and physical modelling of currents and waves

La création d'un nouveau parc est à l'étude sur le tronçon du quai Gustave-Ador, situé entre la jetée des Eaux-Vives et le Port de la Nautique à Genève. La configuration des lieux permet un aménagement en remblai qui prolonge l'espace du quai vers le lac (figure 1). Ce projet est en interaction avec celui de l'agrandissement du port de la Nautique.

Les buts de l'étude visent à :

- évaluer l'impact du projet sur l'hydrodynamique de la rade;
- vérifier les sollicitations de la grève remblayée le long du quai Gustave-Ador et examiner la longévité de la plage;
- mettre en évidence les interactions entre l'extension du port de la Nautique et le remblayage du quai.

The creation of a new park is considered on the section of the Gustave-Ador quay, located between the dike of "Les Eaux-Vives" and the harbour "Port de la Nautique" in Geneva. The configuration of the area allows a backfilling work which extends the quay towards the lake (Fig. 1). This project is in interaction with the expansion of the harbour "Port de la Nautique".

The aims of the study are:

- To assess the project's impact on the hydrodynamics of the bay;
- To check the stresses of the filling along the Gustave Ador quay and the sustainability of the beach;
- To highlight the interactions between the extension of the harbour "Port de la Nautique" and the filling-up of the quay.



Figure 1: Situation du projet d'aménagement du quai Gustave Ador/ Localisation of the Gustave Ador work project

Un modèle numérique a été construit avec le logiciel Mike 21 pour simuler les courants dans la Rade de Genève (figure 2). Les

A numerical model was built using Mike 21 software to simulate currents in the bay of Geneva (Fig. 2). The following are considered:

éléments suivants sont considérés :

- Le débit du Rhône ($Q_{max} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
 - Les vagues de Bise pour différentes périodes de retour ;
 - Le forçage du vent sur le plan d'eau.
- *The Rhône river discharge ($Q_{max} = 550 \text{ m}^3/\text{s}$);*
 - *The North wind waves for different return periods;*
 - *The forcing of the wind on the water.*

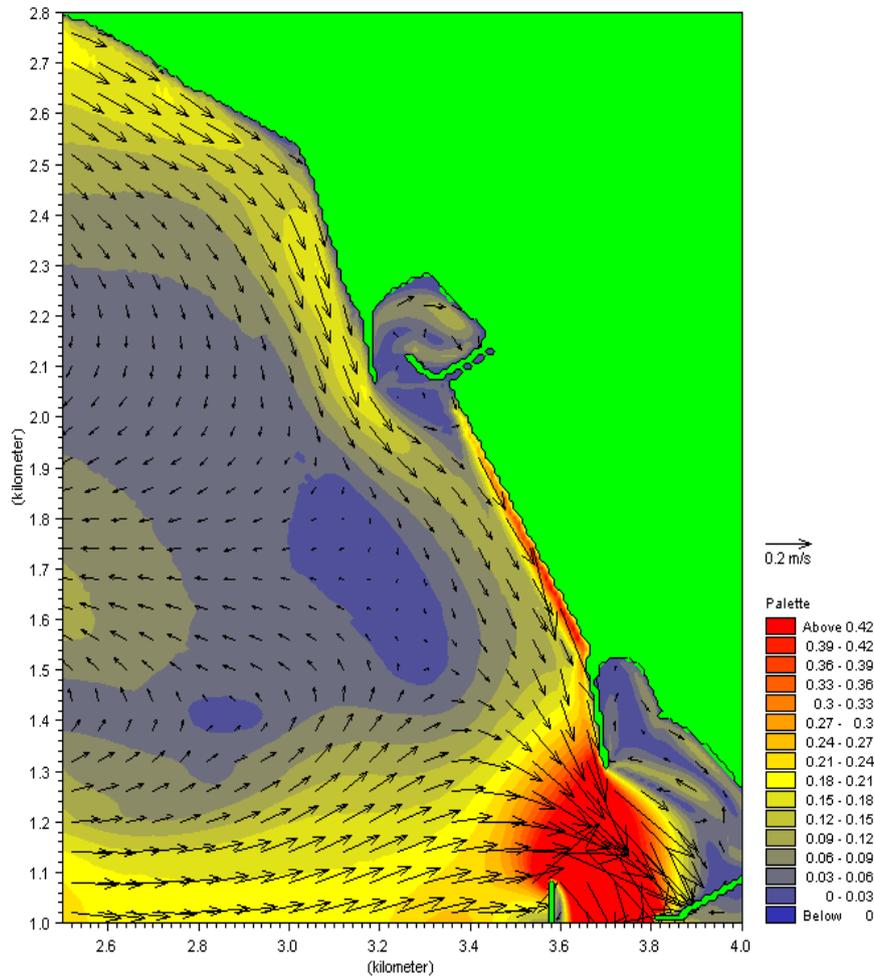


Figure 2: Courants générés par la houle + vent $T=1\text{an} + \text{Rhône } 550\text{m}^3/\text{s}$ (port actuel avec remblayage du quai) / *Currents generated by the swell + wind $T = 1\text{year} + \text{Rhône } 550\text{m}^3/\text{s}$ (current harbour with filled quay)*

Le remblayage du quai tend à accélérer les écoulements côtiers, en particulier à son extrémité aval. Les sollicitations du quai remblayé sont fortement influencées par l'agrandissement du port qui provoque une avancée sur le lac. La zone protégée derrière le nouveau port est agrandie et l'écoulement principal rejoint la rive plus en aval.

Un modèle numérique à petite échelle a permis de simuler la propagation des vagues dans la zone du quai Gustave Ador. L'agrandissement du port et le diamètre critique des sédiments sont déterminants pour la stabilité de la plage.

Influence de l'agrandissement du port:

Par régime de Bise, les vagues entrent et se propagent dans le Petit Lac selon une direc-

The back-filling of the quay tends to accelerate coastal flow, particularly at its downstream end. The stresses of the filled quay are strongly influenced by the expansion of the harbour which causes an advance on the lake. The protected area behind the new harbour is enlarged and the main flow reaches the shore further downstream.

A small scale numerical model was used to simulate the propagation of the waves in the area of the Gustave Ador quay. The expansion of the harbour and the critical diameter of sediments are decisive for the stability of the beach.

Influence of the harbour expansion:

With the North wind, the waves enter and spread in the bay following a preferential

tion préférentielle de 30° nord. Au contact des digues, les vagues se déforment (diffraction à l'extrémité des digues) avant de pénétrer dans l'enceinte du port. A l'aval, les vagues subissent des déformations le long du quai Gustave Ador et 2 zones se distinguent : la zone proche du port qui est protégée par la digue et la zone opposée qui n'est plus protégée (figure 3). Avec le port agrandi, la zone protégée du quai remblayé s'étend sur la moitié de la distance.

direction of 30° North. In contact with the dikes, the waves are distorted (diffraction at the ends of the dikes) before entering the harbour. The downstream waves undergo deformation along the Gustave Ador quay and 2 distinctive zones stand out: the area near the harbour protected by the dike and the opposite area which is no longer protected (Fig. 3). With the expanded harbour, the protected area of the back-filled quay covers half the distance.

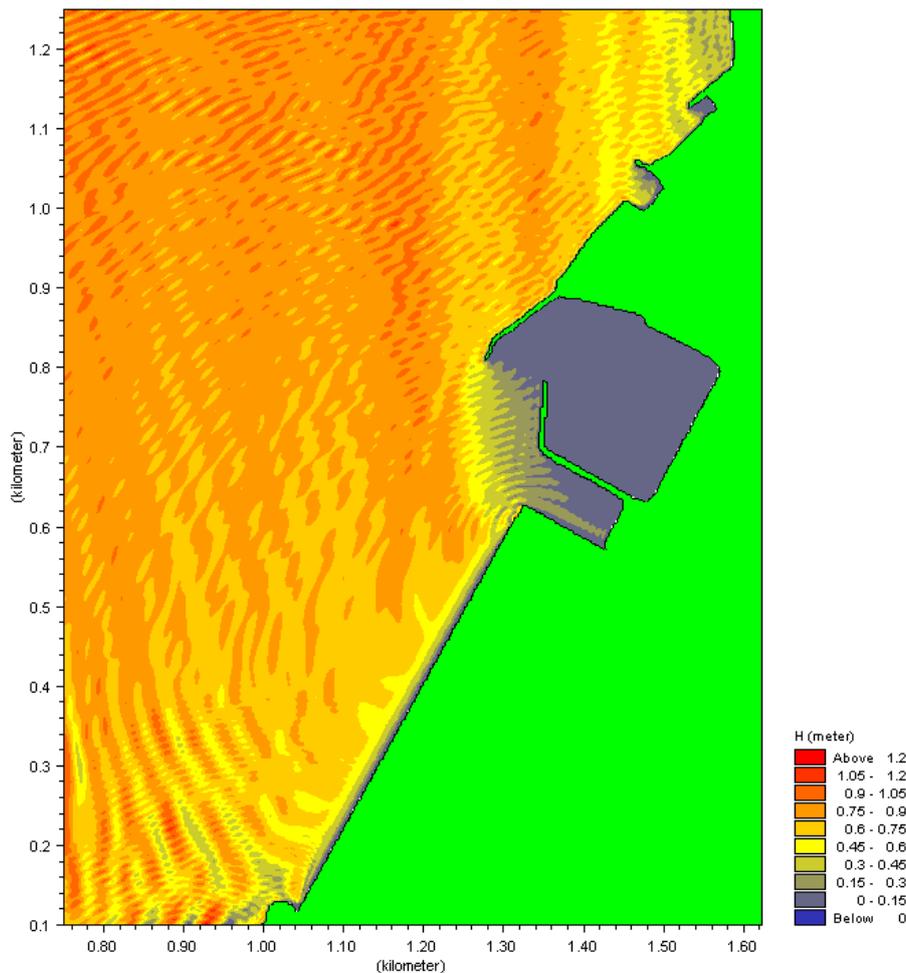


Figure 3: Hauteurs de vagues avec houle + vent $T = 1\text{an} + \text{Rhône } 550\text{m}^3/\text{s}$ (port actuel avec remblayage) / *Wave heights with swell + wind $T = 1\text{year} + \text{Rhône } 550\text{m}^3/\text{s}$ (current harbour with filling)*

Le diamètre critique de mise en mouvement des sédiments a été calculé pour différentes périodes de retour et configurations d'aménagement. Dans la situation actuelle du port, le diamètre critique calculé est quasi uniforme le long du quai remblayé. Les aménagements de protection en épis ne modifient pas de manière significative le diamètre critique mais les épis contribuent à la stabilisation de la plage face aux courants côtiers.

The critical diameter of sediments was calculated for different return periods and management configurations. In the current situation of the harbour, the calculated critical diameter is almost uniform along the filled quay. The groynes protection works do not significantly change the critical diameter but groynes contribute to the stabilization of the beach facing the coastal currents.

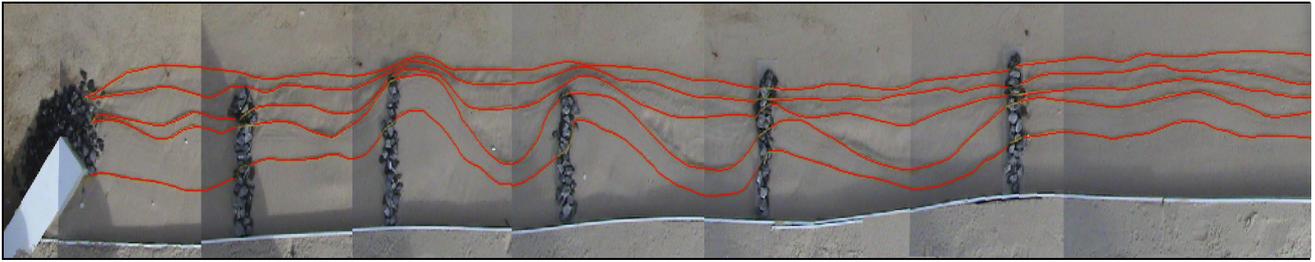


Figure 4: Développement morphologique sur la partie aval du quai Gustave Ador avec un aménagement en épis / *Morphological development of the downstream part of the Gustave Ador quay with groyne works*

La modélisation physique du port a été réalisée à échelle distordue (1/150 horizontale – 1/75 verticale) dans l'objectif d'examiner l'impact des vagues sur le site. Le modèle met en évidence une zone protégée en aval du port agrandi. Les épis confirment leur capacité à réduire la migration des sédiments dans la partie aval du quai (figure 4).

Etude confiée par la République et Canton de Genève

Ingénieur de projet : Olivier Le Doucen et Jean-Louis Boillat

The physical modelling of the harbour was done at distorted scale (1/150 horizontal - 1/75 vertical) with the aim of examining the impact of waves on the site. The model shows a protected area downstream of the expanded harbour. Groynes confirm their ability to reduce the migration of sediments into the downstream part of the quay (Fig. 4).

Study entrusted by the Republic and City of Geneva

Project engineer: Olivier Le Doucen and Jean-Louis Boillat

1.2.10 Aménagement hydroélectrique de TEESTA VI, Sikkim-India, Essai sur modèle physique / *TEESTA VI HPP Sikkim-India, Hydraulic model tests*

Des essais sur modèle hydraulique ont été effectués afin d'établir la faisabilité du projet Teesta VI. Un aménagement spécial du barrage et des prises d'eau avec quatre dessableurs sur la rive droite du fleuve Teesta ont été proposés.

Pendant des crues telles que la mousson, les sédiments transportés par le fleuve, soit par charriage soit par suspension, seront déviés par les ouvertures de déversoirs placés au niveau du lit de la rivière. Les divers modes d'opération du déversoir ont été étudiés et validés. Les travaux mentionnés comprennent les structures suivantes:

- barrage avec déversoir contrôlé par vanne
- prises d'eau sur la rive droite avec quatre dessableurs
- 2 prises d'eau et galeries d'amenées à la centrale hydraulique

En ce qui concerne les objectifs de l'étude ainsi que la taille du modèle et compte tenu des règles de similitude et des possibles effets d'échelle, le modèle physique a été établi à l'échelle 1:75.

Comme présenté sur la figure 1, le modèle inclut une partie de la section amont du fleuve (réservoir), le barrage avec les quatre passes,

Hydraulic model tests were carried out in order to establish the viability of the arrangement of barrage, desanders and power intake. A special arrangement of dam and river intake with four desanders on the right bank of the Teesta River has been proposed.

During high Monsoon floods, river bed load and suspended sediments will be diverted through the spillway openings placed at riverbed level. The various operation modes of the spillway openings were studied and validated. The works mentioned consisted of the following structures:

- *dam with gated spillway*
- *upstream river intakes on the right bank with four subsequent desanders and*
- *power intake arrangement after the desanders for 2 head race tunnels*

With respect to the objectives of the study, the size of the model and considering the similarity rules and possible scale effects, the physical model was built at scale 1:75.

As presented in Fig. 1, the model includes a part of the upstream river section (reservoir), the barrage with the four spillway passages, the river intakes and the four desander basins, power intake and a part of the river down-

les prises d'eau et les quatre bassins de des-sableur, les 2 prises d'eau et galeries d'amenés et la partie aval du fleuve.

Le débit maximum pour la SPF est de 11'600 m³/s à l'échelle du prototype. Le débit de dimensionnement pour le HPP est de 531 m³/s divisés en deux prises d'eau.

stream.

The maximum discharge for the Standard Project Flood SPF is 11'600 m³/s at prototype scale. The design discharge for the HPP is 531 m³/s divided into two power intakes and headrace tunnels.

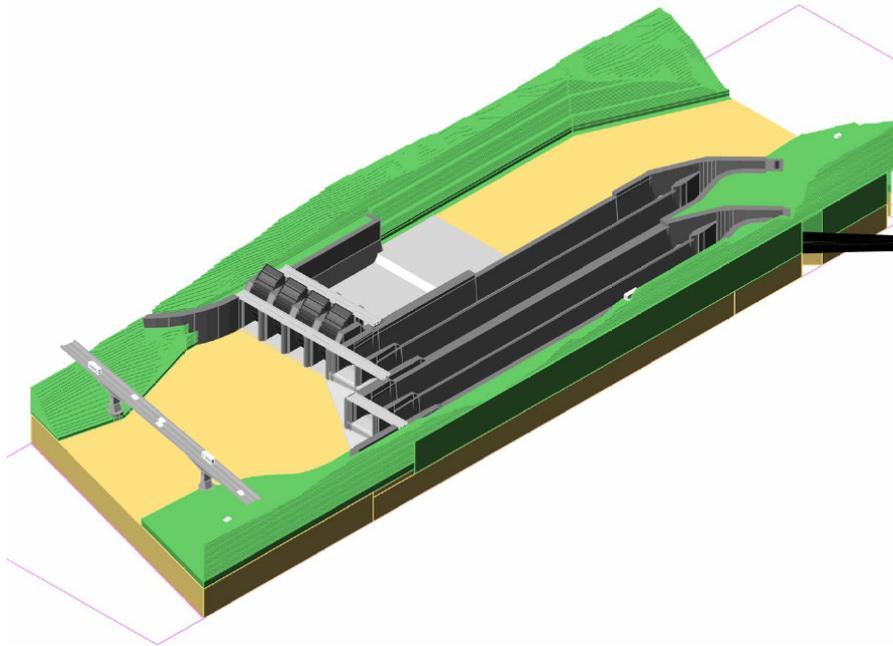


Figure 1 : modèle AutoCad 3D préparé pour la construction du modèle physique / *AutoCad 3D model prepared for the construction of the physical model*

Toutes les structures sont interdépendantes et l'opération appropriée de chaque unité simple et leurs interactions ont été étudiées, en particulier:

- la capacité du déversoir pour différents scénarios de l'ouverture des vannes et la règle d'opération
- l'écoulement d'approche sur les prises d'eau, les déversoirs, le bassin de dissipation et la partie aval du fleuve
- l'écoulement d'approche devant les prises d'eau et des interactions entre les quatre passes du déversoir
- le charriage pour différents scénarios d'opération pendant les épisodes de mousson
- l'écoulement à l'intérieur des dessableurs et l'essai de divers dispositifs, opérations et techniques de purge
- l'évaluation du passage des dessableurs aux deux prises d'eau, risque d'entraînement d'air par la présence de vortex

Les essais physiques ont permis de proposer la nouvelle conception des prises d'eau sur la

All the structures are interdependent and the proper operation of each single unit and their interactions were studied, in particular:

- *spillway capacity for different scenarios of gate opening and sequence of operation*
- *approach flow conditions, flow through the spillway, stilling basin and downstream river*
- *approach flow in front of the river intake, and of the interactions between the four openings*
- *bed load movement for different operation scenarios at Monsoon floods*
- *flow inside the desanders and testing of various flushing devices, operations and techniques*
- *assessment of the passage from the desanders to the two power intakes, risk of vortex air entrainment*

The physical tests allowed proposing the new river intake design presented in Fig. 2 which avoids uneven discharge distribution among desander chambers. Furthermore, this new

rive droite présentée dans la figure 2. Cette configuration permet une distribution équilibrée du débit dans les dessableurs ainsi qu'une meilleure condition d'écoulement à l'intérieur de ceux-ci ce qui permet un meilleur fonctionnement du système.

design improves the flow conditions inside the chambers permitting a better functioning of the entire system.



Figure 2 : Photo du modèle physique pendant la SPF / *Photograph of the physical model during SPF*

En plus des essais physiques, des simulations numériques ont été effectuées avec le logiciel du LCH *Hydraulic System* pour évaluer le système de purge. Les simulations effectuées ont prouvé que la distance efficace de purge à l'intérieur des dessableurs peut être augmentée presque de 80% atteignant 60 m contre les 34 m initiaux.

En conclusion, les essais sur modèle physique et numérique ont permis d'améliorer la conception finale de l'aménagement Teesta.

Etude confiée par AF Colenco, Baden

Ingénieurs de projet : Juliano Martins Ribeiro, Sameh Kantoush et Giovanni De Cesare

In addition to physical tests, numerical simulations were performed with the LCH software Hydraulic System to evaluate the flushing arrangement. The simulations performed showed that the effective flushing distance inside the desanders can be increased by almost 80% reaching 60 m compared to the initial 34 m of the previous design.

In conclusion, the constraints of the previous design were identified during the physical and numerical tests. Modifications were duly addressed which resulted in an improvement of the final design of the Teesta head works.

Study entrusted by AF Colenco, Baden

Project engineers: Juliano Martins Ribeiro, Sameh Kantoush and Giovanni De Cesare

1.2.11 Barrage de Koman, Albanie – Etude sur modèle des évacuateurs de crue et fosse d'amortissement / *Koman dam, Albania - Hydraulic model tests for spillways and plunge pool*

Le barrage de Koman (Figure 1) est situé dans la partie nord de l'Albanie et est l'un des barrages existants de la cascade de la rivière Drin. C'est un barrage CFRD qui a été construit pendant une période s'étalant de 1980 à 1988. La centrale électrique a une capacité installée de 600 MW.

Les essais hydrauliques ont été effectués afin d'examiner l'état actuel des déversoirs N°3 et N°4, d'évaluer la géométrie de la fosse d'amortissement et de proposer des solutions pour améliorer la sûreté du pied du barrage à l'aval et la stabilité de la rive droite en aval du barrage s'il y a lieu.

Koman dam (Fig. 1) is located in the Northern part of Albania and is one of the existing dams of the Drin River cascade. It is a concrete face rockfill dam which was constructed between 1980 and 1988. The powerhouse has an installed capacity of 600 MW.

Hydraulic model tests have been carried out in order to test the current state of the spillway N°3 (with maximum capacity of 1900 m³/s) and N°4 (with maximum capacity of 1600 m³/s), to assess the plunge pool geometry and to propose solutions in order to improve the safety of the downstream toe of the dam and stability of the right bank downstream of the dam if necessary.

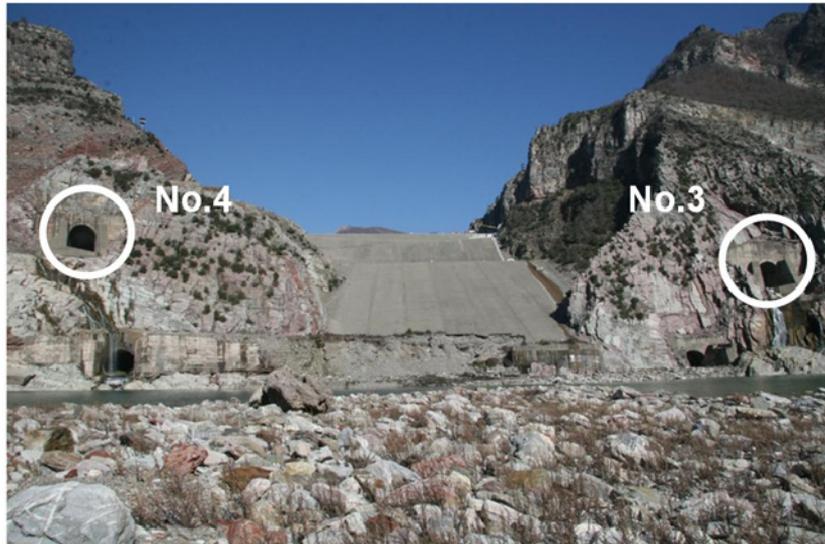


Figure 1: Vue de la face aval du barrage de Koman avec la partie érodée de pied du barrage et deux évacuateurs de crue / *View of the downstream face of the Koman dam with eroded dam toe and outlet works*

Afin d'étudier en détail le comportement hydraulique des déversoirs et de la fosse d'amortissement, un modèle réduit à l'échelle 1:65 a été construit au LCH. Ce modèle avait pour objet de :

- Vérifier l'écoulement dans les tunnels et aux sorties des déversoirs pour les différents scénarios de l'ouverture des vannes et des débits,
- Mesurer et vérifier la trajectoire théorique du jet et de la zone d'impact dans la fosse d'amortissement,
- Mesurer les niveaux d'eau dans la fosse d'amortissement,
- Étudier qualitativement le mouvement de

To study in detail the hydraulic behaviour of the different elements, a representative hydraulic model with the main parts of the scheme, scale 1:65, was built at the LCH. The model tests had the following objectives:

- *To verify the flow in the tunnels and at the spillway outlets for different scenarios of gate opening and discharges,*
- *To measure and verify theoretically the jet trajectory and impact zone in the plunge pool,*
- *To measure the water levels inside the plunge pool area,*
- *To study qualitatively the bed load movement and to assess the scour potential in*

charriage et l'évaluation potentielle de la fosse d'affouillement dans la fosse d'amortissement,

- Étudier la circulation d'écoulement dans la fosse d'amortissement, particulièrement au pied du barrage, vu la possibilité de courants renversés et également la formation de tourbillons,
- Mesurer localement la vitesse dans la fosse d'amortissement, particulièrement à côté du pied du barrage et le long de la rive droite,
- Mesurer les pressions dynamiques agissant sur le pied du barrage,
- Proposer et vérifier les modifications structurales aux sauts de ski où la trajectoire du jet pourrait être améliorée.

Selon les essais physiques, pour les deux déversoirs les sauts de ski peuvent guider les jets convenablement jusqu'à 50% de leur capacité nominale.

Pour des débits plus élevés (les déversoirs fonctionnant à 75% et à 100% de leur capacité nominale), le débit spécifique augmente et atteint des valeurs plus hautes que 110 m³/s/m, les sauts de ski ne peuvent plus guider l'écoulement comme théoriquement prévu et la longueur du jet diminue de 10 à 16 mètres comparé aux débits inférieurs (Figure 2).

the plunge pool,

- To study the flow circulation inside the plunge pool, especially in front of the dam toe, considering the possibility of reverse currents and also eddy formations,
- To measure the velocity inside the plunge pool area, especially next to the dam toe and along the right bank,
- To measure the dynamic pressures acting on the dam toe,
- To propose and verify the structural modifications at the spillway outlets where the jet trajectory could be improved

According to the physical tests, for both spillways the buckets are able to guide the jets appropriately up to 50% of their nominal capacity.

For higher discharges (the spillways operating at 75% and 100% of their nominal capacity), the specific discharge increases and reaches values higher than 110 m³/s/m, the buckets are no longer able to guide the flow as theoretically predicted and the jet travel length decreases by 10 to 16 meters compared to the lower discharges (Fig. 2).

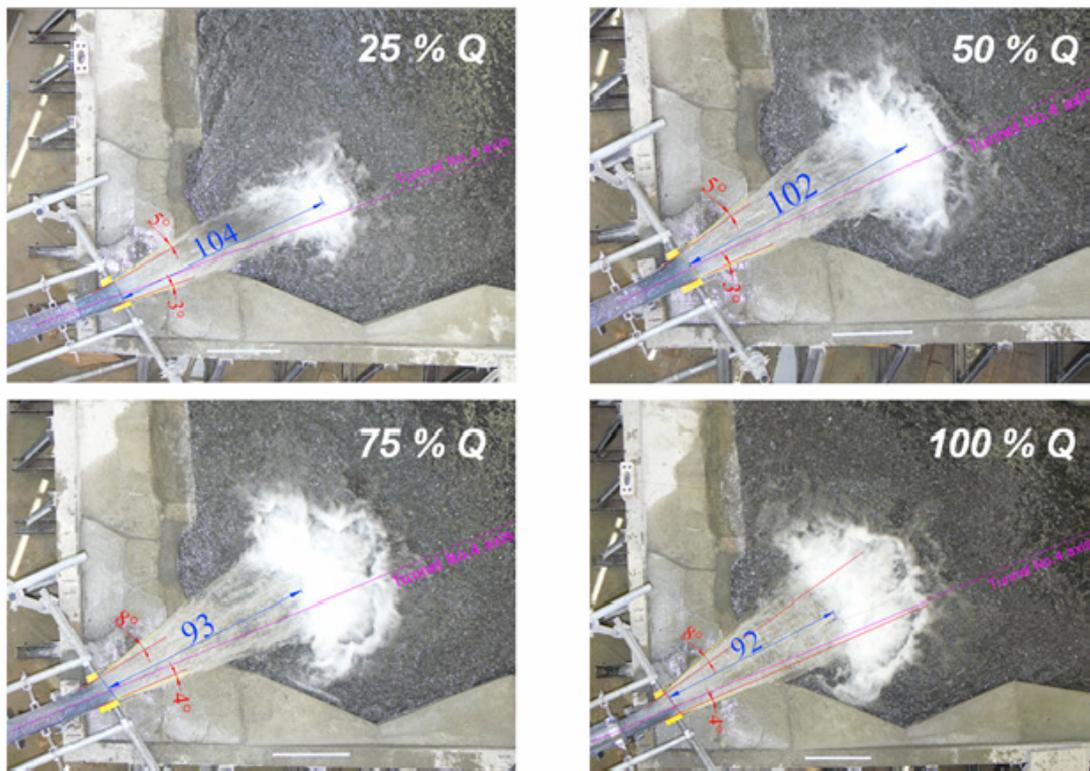


Figure 2: Longueur du jet pour déversoir N°4 / Jet length measurement for Spillway N°4

En raison de la mesure de vitesse dans la fosse d'amortissement, les vitesses maximales changeant de 4.5 à 4.8 m/s sont atteintes en rive droite du fleuve quand les déversoirs fonctionnent simultanément avec le débit maximum.

Pendant l'opération, les vortex horizontaux arrivent latéralement de chaque côté du pied du barrage. On a observé la vitesse maximale provoquée par des vortex pendant l'opération simultanée des déversoirs avec leurs capacités maximales qui était d'environ 4 m/s sur le côté droit.

De la mesure dynamique de pression au pied du barrage avec différents scénarios, on peut conclure qu'une des principales raisons de l'érosion du pied du barrage, est les vagues avec 1 à 3 mètres d'amplitude qui frappent le corps du barrage toutes les 5 secondes.

Une alternative (modification de saut de ski) a été mise en application dans le modèle physique sur le déversoir N°4 (Figure 3).

Néanmoins on ne peut conclure que le changement des sauts de ski pourrait augmenter la longueur du jet d'approximativement 5 mètres, mais n'élimine ni n'atténue les vitesses existantes d'écoulement et induisent des problèmes d'impact au pied du barrage et sur la rive droite.



Due to the velocity measurement in the plunge pool, the maximum velocities which vary from 4.5 to 4.8 m/s are reached on the right bank of the river when the spillways are working simultaneously with maximum discharge.

During spillway operations horizontal vortices arrive on the lateral sides of the dam toe. The maximum velocity caused by vortices was observed during simultaneous operations of the spillways with their maximum capacity which was about 4 m/s on the right-hand side.

From the dynamic pressure measurement at the dam toe with different scenarios it can be concluded that one of the principal reasons of dam toe erosion at Koman dam is the waves with 1 to 3 meters amplitude which hit the dam body every 5 seconds.

One alternative (modifying the flip bucket) has been implemented in the physical model on Spillway N°4 (Fig. 3).

Nevertheless it can be concluded that altering the flip buckets could increase the jet travel length by approximately 5 meters, but will neither eliminate nor attenuate the existing flow velocities and wave impact problems at the dam toe and on the right bank.

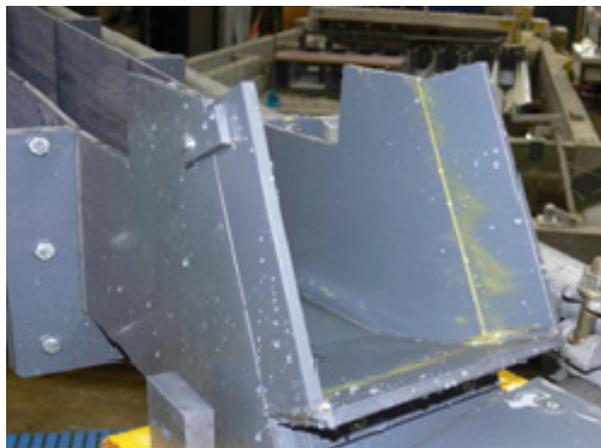


Figure 3: Le saut ski modifié / Modified flip bucket

En conclusion, en considérant la réadaptation du pied du barrage, la nouvelle structure doit pouvoir résister plus long temps aussi bien avec des vitesses élevées d'écoulement avec impacts fréquents que l'action forte des vagues.

Dans ce sens un matériel perméable avec une structure protectrice appropriée de type rip-rap hautement résistante contre l'action des vagues semble indispensable. Concernant la péninsule de rive droite séparant la fosse

Finally, when considering the rehabilitation of the dam toe, the new structure must be able to withstand over longer periods as well as with frequent impacts of high flow velocities and strong wave actions.

In this sense a permeable material with a proper protecting structure such as a high resistant rip-rap against wave action seems compulsory. Regarding the right bank peninsula separating the plunge pool from the powerhouse tailrace channel, a well adapted

d'amortissement du canal de fuite de la centrale électrique, une solution étudiée pour résister à l'écoulement de l'eau à vitesse élevée doit être considérée.

Étude confiée par : Pöyry Ltd, Zurich, Suisse
Ingénieurs de projet : Milad Daneshvari et Giovanni De Cesare

solution to withstand high velocity water flow must be considered.

Study entrusted by: Pöyry Ltd, Zürich, Switzerland

Project engineers: Milad Daneshvari and Giovanni De Cesare

1.2.12 Projet de réhabilitation du barrage de Dez, Iran - alluvionnement du réservoir par courants de turbidité / Dez Dam rehabilitation project, Iran - Reservoir sedimentation by turbidity currents

Le barrage de Dez a été construit en 1963 sur la rivière Dez dans le Sud de l'Iran (Khuzestan) pour la production hydroélectrique, l'irrigation, l'approvisionnement en eau potable et la protection contre les crues. Il s'agit d'un barrage-voûte à double courbure d'une hauteur de 203 m, le réservoir ainsi créé a une capacité initiale de $3'315 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Le réservoir de Dez est l'un des nombreux réservoirs d'Iran qui souffrent de la sédimentation. Depuis sa mise en eau, un taux de sédimentation de 15 à $20 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{année}$ a fait augmenter le niveau de sédiment derrière le barrage jusqu'au niveau des prises d'eau (avec un accroissement d'environ 1.2 m/année) et le delta formé par le charriage progresse en direction du barrage à raison de 0.5 à 1 km/année.

Actuellement, le souci principal du barrage de Dez est l'accumulation continue des sédiments à l'amont du barrage mettant en danger le bon fonctionnement de l'aménagement hydraulique dans son entier. L'objectif de l'étude est d'évaluer la plongée et l'avancement d'un courant de turbidité dans la partie étroite du réservoir de Dez en utilisant un modèle numérique hydrodynamique 2D.

Un événement de crue observé qui était à l'origine d'un courant de turbidité enregistré dans le réservoir a été utilisé comme base pour la simulation. Les conditions pour la formation de courants de turbidité sont : une différence importante de la densité (concentrations élevées de matières en suspension), une grande profondeur du réservoir à l'embouchure et une vitesse d'écoulement faible dans le réservoir.

La simulation du courant de turbidité a été effectuée avec le logiciel FLOW-3D® dans sa version 9.3 (travail fait dans le cadre d'un travail d'étudiant du MAS). Les simulations montrent le comportement du courant de turbidité le long du thalweg dans le réservoir de Dez, y compris ses caractéristiques

Dez Dam was constructed in 1963 on the Dez River in Southern Iran (Khuzestan) with the multiple purposes of power generation, irrigation, water supply and flood control. It is a double curvature concrete arch dam with a height of 203 m and the created reservoir has an initial storage capacity of $3'315 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Dez Reservoir is one of the many reservoirs in Iran which suffers from sedimentation. In its operational period, a sedimentation rate of 15 to $20 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ has caused the sediment level behind the dam to raise close to the power intakes level (with a rate of approximately 1.2 m/year) and the delta front of coarse grained material has progressed from 0.5 to 1 km/year towards the dam.

Currently, the major issue which threatens Dez Dam is the continual accumulation of silt in the reservoir near the dam endangering the operation of the entire hydraulic scheme. The aim of this study is to assess the plunging and the behaviour of a turbidity current event in the narrow part of Dez Reservoir using a 2D CFD model. An observed flood event with measured turbidity currents in the reservoir was used as a basis for the simulation. The conditions for the possible formation of turbidity currents are a significant density difference (high suspended sediment concentrations), a large reservoir depth at the flow entrance and a low flow velocity in the reservoir.

The simulations of the turbidity currents were performed using the software FLOW-3D® in its version 9.3 (performed within the frame of the Master of Advanced Studies' student work). The simulations reveal the behaviour of a turbidity current along the talweg in Dez Reservoir, including its local hydraulic characteristics. The simulations were performed non-stationary, with at its initial stage, the reservoir filled only with clear water and no movement with a silt laden discharge entering the reservoir upstream.

Immediately after the start of the computation,

hydrauliques locales. La modélisation numérique est non stationnaire, avec comme condition initiale, le réservoir plein avec de l'eau clair, sans écoulement et en amont l'affluent chargé en sédiments.

L'affluent ainsi chargé plonge aussitôt au fond du réservoir et poursuit son chemin sous forme d'un courant de turbidité avec sa tête caractéristique suivie de son corps. Le courant a des dimensions presque constantes, il ne perd pas sa charge en suspension et n'augmente pas en taille. Il n'accroît pas sa charge en suspension mais accélère dans la partie étroite du réservoir. Ces paramètres dévoilent un courant de turbidité conservatif.

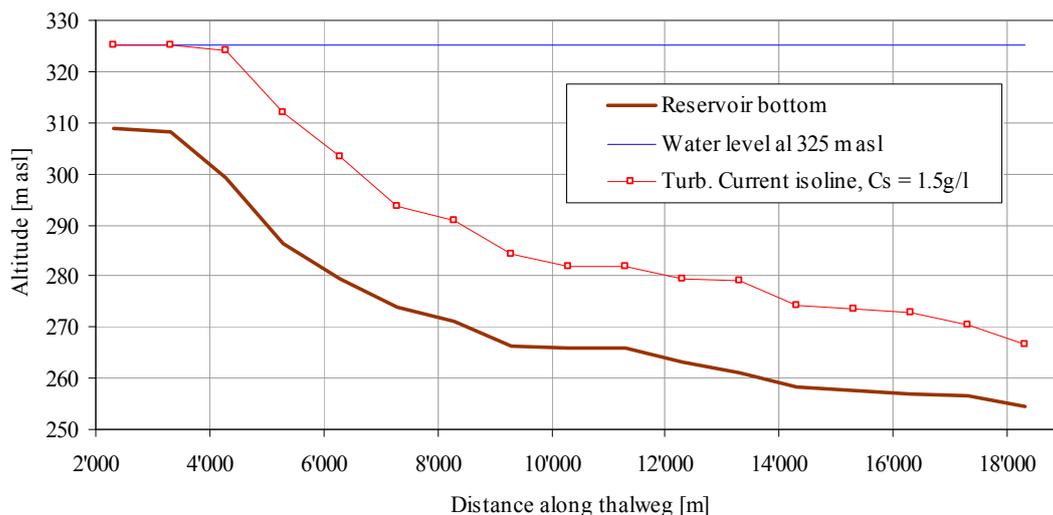
L'étude réalisée confirme que les courants de turbidité se constituent dans le réservoir de Dez. Ces courants sont presque conservatifs dans la partie étroite du réservoir, dès lors ils transportent leurs charges en suspension (avec d'éventuels matériaux suspendus additionnels pour des crues plus importantes) jusqu'à la partie large du réservoir. Les observations sur site montrent que ces courants atteignent bel et bien le barrage.

Une solution pour faire transiter ces courants de turbidité permettrait d'évacuer des quantités significatives de sédiments fins vers l'aval du barrage. Ceci est la solution la plus efficace permettant d'atténuer considérablement l'alluvionnement du réservoir de Dez. Par conséquent, cette solution peut être considérée comme durable.

after plunging, an advancing turbidity current forms with its characteristic head and following body. The current has an almost constant height, it does not dilute or increase in height, nor does it increase in concentration and accelerates in the narrow part of the reservoir. These parameters indicate a stable, conservative turbidity current.

The study performed confirms that turbidity currents occur in Dez Reservoir. These currents can be assumed to be almost conservative in the narrow part of the reservoir, therefore transporting its suspended load (with possible additional re-suspended material for larger flood events) all the way down the wider part of the reservoir. The field observations showed that these currents reach the dam.

A solution for venting these turbidity currents would help to evacuate significant amounts of sediments downstream the dam. Turbidity current venting is the most efficient solution which can considerably attenuate the sedimentation in Dez Reservoir. Therefore it could be considered as a sustainable solution.



Simulation 2D de la propagation d'un courant de turbidité dans le réservoir de Dez visualisé par la limite supérieure de $C_s = 1.5$ g/l de concentration de matières en suspension / *Simulated 2D turbidity current propagation in Dez Reservoir showing the upper limit of the current at $C_s = 1.5$ g/l of suspended sediment concentration*

Le comportement des courants de turbidité dans la partie élargie du réservoir de Dez, suivie du rétrécissement vers le barrage n'a pas été évalué dans cette étude, étant donné que le modèle est seulement en 2D. Afin d'évaluer le potentiel de transport des courants de turbidité jusqu'au barrage, seule une simulation 3D permettrait de le faire, ce qui est prévu dans la prochaine étape du projet.

Etude confiée par: Pöyry Ltd, Zurich

Ingénieurs de projet: Giovanni De Cesare, Milad Daneshvari

The behaviour of turbidity currents inside the enlarged part of Dez Reservoir and the subsequent narrowing towards the dam site has not been evaluated in this study, as the model is only 2D. In order to assess the transport potential of turbidity currents all the way down to the dam, only a full 3D simulation will allow doing so. This is planned to be performed in the following project stage.

Study entrusted by: Pöyry Ltd, Zürich

Project engineers: Giovanni De Cesare, Milad Daneshvari

1.2.13 Barrage de Choranche - Evacuateur de crue / Choranche Dam - Spillway

Le barrage de Choranche, implanté sur la rivière La Bourne situé dans la région Rhône-Alpes, plus précisément dans le département de l'Isère (France) est exploité par Electricité de France (EDF).

Dans le cadre du projet de réhabilitation de ce barrage, le Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) a été mandaté pour analyser le comportement du déversoir existant dans le cas du passage de la nouvelle crue de projet. Les buts principaux de l'étude sont :

- L'analyse de la débitance de l'évacuateur de crue existant
- L'analyse du risque de décollement de la lame d'eau sur le déversoir
- L'analyse du risque de cavitation sur la crête du déversoir

Le barrage de Choranche a été construit de 1948 à 1949. Il s'agit d'une voûte mince à crête déversante s'appuyant sur deux culées et seuls les plots centraux de la voûte sont déversants (Figure 1). La capacité totale des organes d'évacuation de crue est la somme des contributions du déversoir libre sur le couronnement et de la vidange de fond en rive gauche (170 m³/s environ).

La crue millénale considérée au moment de la construction du barrage en 1948 était de 500 m³/s au niveau PHE. La mise à jour des études hydrologiques sur le site du barrage en 2004 a défini le nouveau débit de pointe de la crue millénale à 720 m³/s. Entre la crue millénale de 1948 et celle de 2004, il y a ainsi une différence de 220 m³/s (+44%). En ce qui concerne la crue centennale, la nouvelle valeur est de 450 m³/s.

Le modèle physique du barrage de Choranche

Choranche dam, located on the river Bourne in the Rhone-Alp region, more precisely, in the Isere department (France) is owned by "Electricité de France" (EDF).

In the framework of the dam rehabilitation project, the Laboratory of Hydraulic Constructions (LCH) of the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) was asked to analyze the behaviour of the existing crest spillway solicited by the new project flood. The objectives of the study are:

- *Analysis of the relation discharge - water level of the existing crest spillway*
- *Risk analysis of detachment of the water sheet on the crest spillway*
- *Cavitation risk analysis along the crest spillway*

Choranche dam was built between 1948 and 1949 and consists of a thin arch dam with a crest spillway. Only the central part of the arch is used to discharge the water inflow (Fig. 1). The total evacuation discharge is the sum of the contributions of the crest spillway and the bottom outlet on the left bank (170 m³/s).

In 1948, the 1000-years flood was estimated at 500 m³/s. In 2004, an updating of the hydrological studies for the Choranche dam site defined a new flood peak for the 1000-years flood at 720 m³/s. Between the 1000-years floods of 1948 and 2004, there is an increase of 220 m³/s (+44%). The new value of the 100-years flood is 450 m³/s.

The physical model of Choranche dam (scale 1:10) was installed in a 2 m wide and 1 m high channel. This model represents only part of the dam: 20 m long and 5.5 m of the total dam height.

Pressure and velocity measurements were carried out to study the risk of the water sheet

(échelle 1:10) a été installé dans un canal de 2 m de large et ne représente qu'une partie du barrage. Une tranche de 20 m de large et de 5,5 m de haut est modélisée.

detachment along the crest spillway and the cavitation risks during the evacuation of the new flood event.

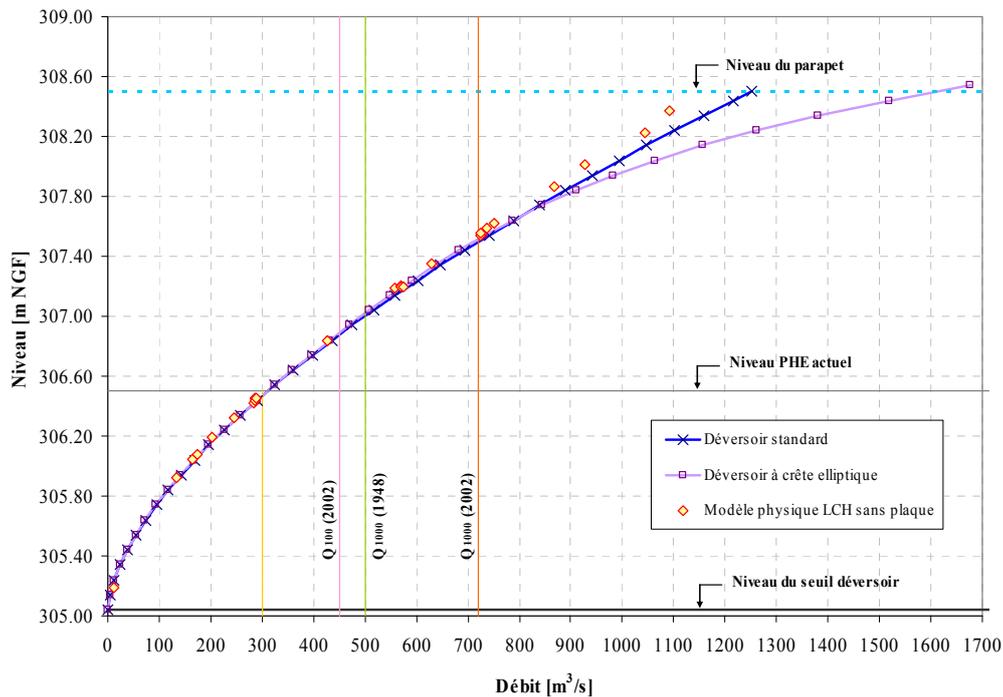


Figure 1: Vue aval du barrage de Choranche (en haut) et relations niveau-débit théoriques et mesurées sur modèle de l'évacuateur du barrage de Choranche (en bas) / *Downstream view of Choranche dam (top) and theoretical and measured water level-discharge relations on the Choranche dam model (bottom)*

Des mesures de pression et de vitesse d'écoulement ont été réalisées afin d'étudier le risque de décollement de la lame déversante et le risque de cavitation lors du passage de la nouvelle crue de projet.

If the bottom outlet is used for the flood control during the 1000-years flood, the flow evacuated by the crest spillway is 550 m³/s and the water level in the reservoir is 307.12 m NGF (2,08 m head). If the bottom outlet does not

Si la vidange de fond fonctionne lors de la crue de projet, le débit évacué par le déversoir est de 550 m³/s et le niveau d'eau dans le réservoir se situe à 307,12 m NGF (charge de 2,08 m). Si la vidange ne fonctionne pas, le niveau du plan d'eau s'établit à 307,55 m NGF pour le passage de la crue de projet, sans débordement sur le couronnement, qui se trouve à 308,50 m NGF (Figure 1).

L'apparition de pressions négatives sur le déversoir se manifeste pour des débits proches de l'ancienne crue millénaire (avec la vidange de fond en service). Ces sous-pressions augmentent avec le débit sur la partie incurvée du quadrant aval. Par contre, la pression retrouve des valeurs positives sur le dernier segment linéaire à l'extrémité du déversoir. Même en augmentant la charge au-delà des valeurs de dimensionnement, aucun décollement de la lame d'eau n'a été observé sur le modèle. Aucun risque de cavitation n'est à signaler sur ce déversoir en raison des faibles vitesses d'écoulement.

Etude confiée par : Electricité de France

Ingénieurs de projet : Matteo Federspiel et Marcelo Leite Ribeiro

1.2.14 Projet de réhabilitation de l'aménagement hydroélectrique d'Enguri, simulation numérique de l'écoulement à travers les pertuis de fond / *Enguri HEPP Rehabilitation Project, numerical modeling of the flow through low-level outlets*

Le barrage d'Enguri, à l'heure actuelle le plus haut barrage voûte du monde (271.5 m), est situé sur la rivière Enguri en Géorgie. La construction du barrage a débuté en 1961 et n'était pas complètement achevée lors de l'effondrement de l'Union Soviétique en 1989. L'aménagement hydroélectrique d'Enguri, exploité par ENGURHESI depuis 1975, est globalement dans un très mauvais état. Un des objectifs du projet de réhabilitation est d'améliorer la sécurité opérationnelle du barrage, particulièrement en ce qui concerne les orifices de fond.

Afin d'évaluer les caractéristiques hydrauliques et d'identifier d'éventuels phénomènes particuliers, l'écoulement à travers un des pertuis a été simulé numériquement en utilisant FLOW-3D®. Ce programme CFD résout numériquement les équations de continuité et de quantité de mouvement par une approche en volumes finis.

Le principal intérêt de l'étude était l'analyse de l'ouvrage de sortie dont la géométrie a subi plusieurs modifications depuis la mise en

work, the water level in the reservoir is 307.55 m NGF for the 1000-years flood. The dam crest is situated at an elevation of 308.50 m NGF (Fig. 1)

The appearance of negative pressures on the spillway occurs for flow discharges close to the old 1000-years flood (with the bottom outlet working). These negative pressures increase with the flow on the crest curved part of the downstream quadrant. The pressures become positive again on the linear segment at the end of the spillway. Even after an increase of the head beyond the designed head for the spillway, no detachment of the water sheet has been observed on the model. No cavitation risks are to be reported on the spillway due to low flow velocities.

Study entrusted by: Electricité de France

Project engineers: Matteo Federspiel and Marcelo Leite Ribeiro

Enguri Dam, currently the world's highest concrete arch dam with a height of 271.5 m, is located on the Enguri River in Georgia. The dam construction began in 1961 and was not completely achieved at the collapse of the Soviet Union in 1989. The Enguri hydroelectric power scheme, operated by ENGURHESI since 1975, was found to be in a very poor overall state. One objective of the rehabilitation project is to improve the dam operational safety, especially regarding the low-level outlets.

In order to assess the hydraulic properties and identify particular flow phenomena, the flow through one low-level outlet has been simulated numerically using FLOW-3D®. This CFD package solves the continuity and momentum equations numerically using a finite-volume approximation.

The main objective of the study was the analyses of the outlet structure which has been modified several times since its first operation in 1978. It is under operation some 1500 hours every year and considerable

service en 1978, environ 1500 heures de fonctionnement chaque année et des dégâts assez conséquents constatés en 2006.

La géométrie d'un pertuis en 3D a été insérée dans FLOW-3D® comme deux objets stéréolithographiques créés à l'avance dans AutoCad 3D sur la base des plans disponibles. La structure fixe du pertuis constitue le premier objet immobile, tandis que le deuxième objet représente la vanne de service avec une position verticale variable pour différentes ouvertures. Une surface de flux virtuelle a été insérée à 20 m de l'entrée, au milieu du pertuis, pour évaluer automatiquement le débit à travers l'ouvrage. Il y a au total 704'480 cellules dans le maillage avec une taille minimum de $0.21 \times 0.12 \times 0.21 \text{ m}^3$.

damage has been detected in 2006.

The geometry of one low-level outlet in 3D has been inserted into FLOW-3D® as two stereolithography objects created beforehand in AutoCad 3D based on the available drawings. One object is the fixed low-level outlet structure and the second is the service gate with variable vertical positions for different openings. A virtual flux surface has been inserted at 20 m from the inlet in the middle of the gallery to automatically assess the discharge. The total number of cells in the computational space reaches some 704'480 with a minimum size of $0.21 \times 0.12 \times 0.21 \text{ m}^3$.

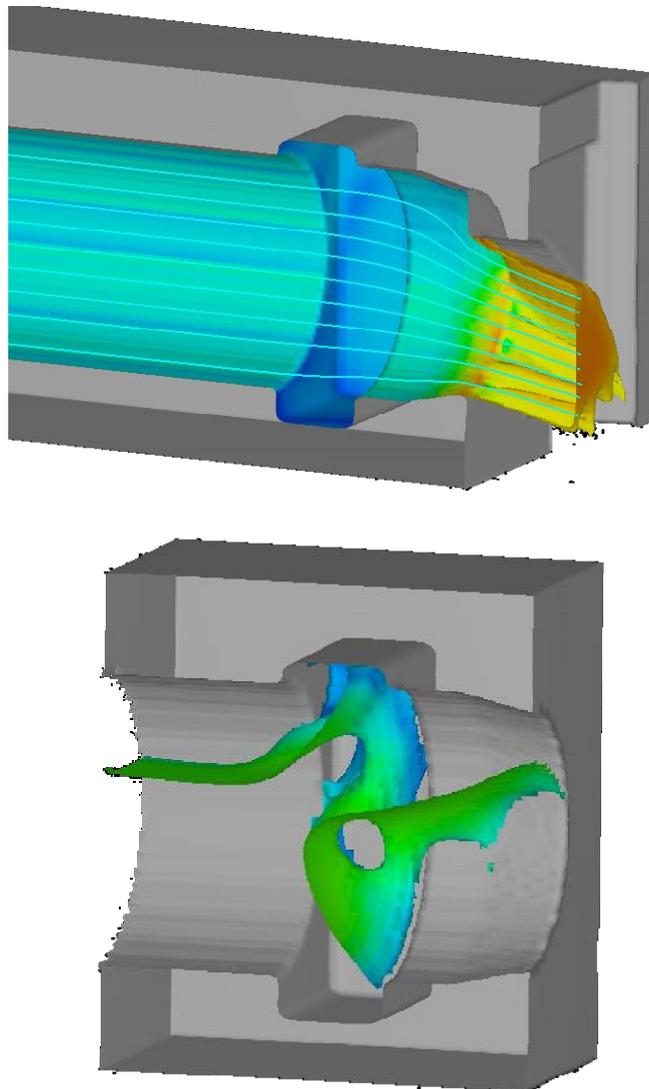


Figure 1: Ecoulement à travers la vidange de fond, visualisation à l'aide de lignes de courant (en haut) et d'une iso surface de pression de 1.24 MPa (en bas) pour une ouverture à 100% et un niveau du réservoir de 510 msm / Flow image with streamlines (top) and iso pressure surface of 1.24 MPa (bottom) of the low-level outlet for a 100% opening with diaphragm and 510 masl reservoir water level.

La capacité de l'ouvrage a été calculée pour 9 ouvertures de la vanne de service au niveau normal de la retenue (510 msm) et pour des niveaux de 350, 400 et 450 msm à une ouverture de 100%. Les pertes de charge ainsi que les coefficients de contraction du jet sortant ont pu être estimés. Les résultats montrent que la contraction du jet demeure pratiquement constante quelque soit le niveau du réservoir conformément à la théorie. La relation charge-débit à 100% d'ouverture ainsi que la relation ouverture-débit à lac plein ont pu être estimées. La distribution de pression le long du pertuis, et plus particulièrement autour des rainures de la vanne de garde a également été analysée. Aucune pression négative locale n'a pu être retrouvée.

Etude confiée par: Stucky SA, Renens

Ingénieur de projet: Giovanni De Cesare

Flow discharges have been calculated for 9 gate openings at full reservoir level (510 masl) and at 350, 400 and 450 masl levels for a 100% opening. The corresponding head losses and contraction coefficients of the out-flowing jet could be established. The results are in good agreement with theory regarding the jet contraction that remains comparatively constant for all simulated reservoir water level. The head-discharge for full opening as well as the opening-discharge relations at full reservoir level could be estimated. The pressure distribution along the low-level outlet and especially in the region of the gate slot was also analyzed and no local negative pressure could be observed.

Study entrusted by: Stucky Ltd, Renens

Project engineer: Giovanni De Cesare

1.2.15 Les effets de rétention sur le projet de la 3^{ème} correction du Rhône / Effects of retention on the project of the 3rd Rhone River correction

Dans la perspective d'une gestion active des crues du Rhône, un système de prévision et d'aide à la décision, appelé MINERVE, a été développé. Le principe de ce système est de réduire les débits de pointe du Rhône par la rétention des volumes ruisselés dans les retenues d'accumulation existant sur le bassin versant. Pour réaliser cette opération, le système se base sur des prévisions hydrologiques selon un concept de modélisation semi-distribué.

From the point of view of an active management of the Rhone River, a forecast and decision-making system, called MINERVE, was developed. The principle of this system is to reduce the peak flow of the Rhone by retention of the volumes in the existing reservoirs on the catchment area. To carry out this operation, the system is based on hydrological forecasts according to a semi-distributed modeling concept.

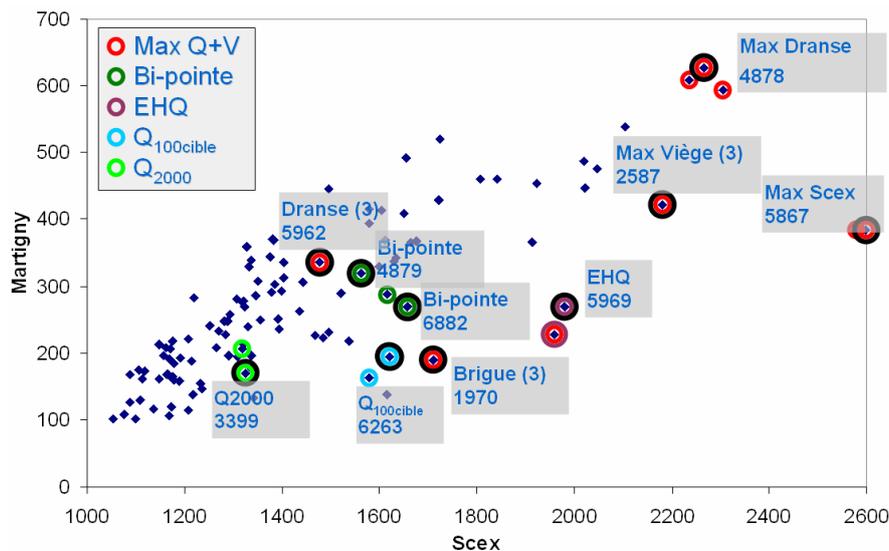


Figure 1: Débits de pointe de la Dranse à Martigny par rapport aux débits de pointe du Rhône à la Porte du Scex (117 crues). Sélection des 10 événements caractéristiques et motif de sélection / Peak output of the Dranse River at Martigny compared to the peak output of the Rhone River at Porte du Scex (117 floods). Selection of 10 characteristic events

Le potentiel de protection associé à des actions préventives de vidange et de turbinage puis d'arrêt de turbinage pendant la pointe de crue a été clairement démontré par la simulation d'événements historiques. Toutefois, aucune analyse systématique à valeur statistique n'a encore été faite sur l'influence de la gestion des crues par rétention dans les retenues d'accumulation pour des événements de type crue de projet ou crue extrême considérés dans le cadre de la 3^{ème} correction du Rhône.

Par ailleurs, le concept sécuritaire de protection contre les crues de la 3^{ème} correction du Rhône, pourrait inclure la création de zones d'épanchement dont le nombre, la position et la taille ont déjà fait l'objet d'une étude réalisée par le groupement d'ingénieurs Rhône 3, appelé GR3. La prise en compte de l'ensemble de ces éléments et la quantification de leur impact sur les crues ne peuvent être appréhendées que par un calcul de production et de transfert des débits sur l'ensemble du bassin versant aménagé.

The potential of protection associated with preventive actions during a peak flow were clearly shown by the simulation of historical events. However, no systematic analysis was yet made on the influence of the flow management by retention in reservoirs for events of the PMP precipitations considered within the framework of the 3rd Rhone River correction.

The security concept of protection against floods of the 3rd Rhone correction could include the creation of retention zones. Their number, position and size have already been the object of a study carried out by the grouping of engineers Rhone 3, called GR3. The taking into account of the whole of these elements and the quantification of their impact on the floods can only be apprehended by a calculation of the production and transfer of the flows on the whole catchment area.

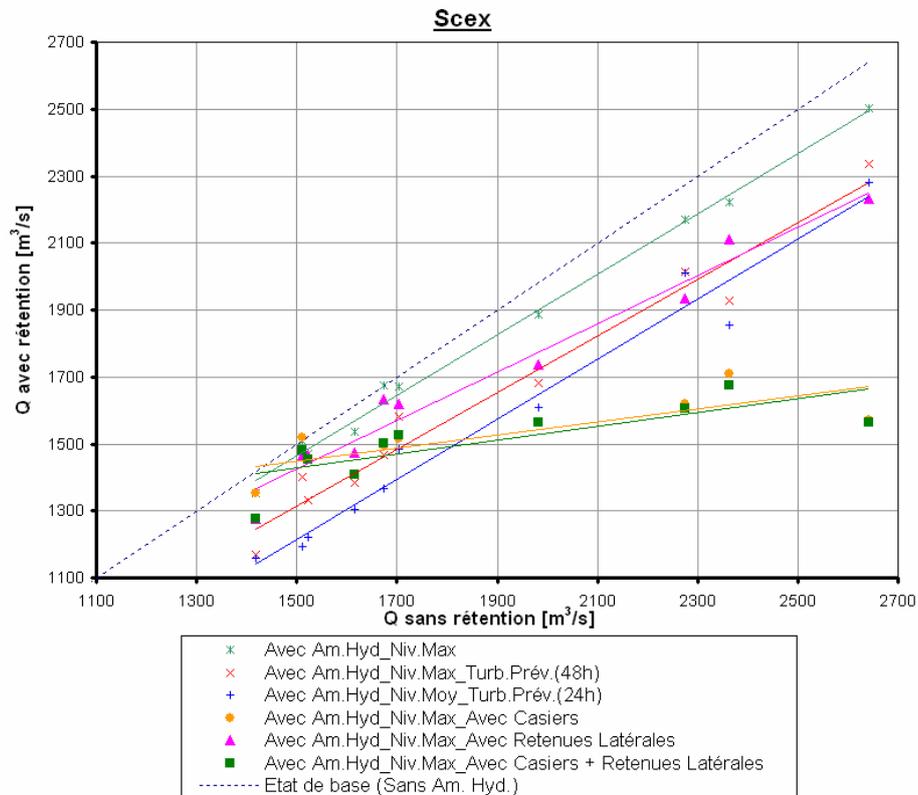


Figure. 2 : Influence des scénarios des rétentions sur le débit du Rhône à la porte du Scex / *Influence of the retention scenarios on the flow of the Rhone River at Porte du Scex*

Le LCH dispose d'un modèle de simulation numérique développé pour le compte de l'Etat du Valais dans le cadre du projet MINERVE qui, moyennant quelques adaptations a rapi-

The LCH has a numerical model developed for the Canton of Valais within the framework of the project MINERVE which, with the help of some adaptations, was able to be quickly

dement pu être mis en service pour l'analyse de l'influence probable sur les crues du Rhône de la gestion des retenues d'accumulation des aménagements hydroélectriques, de zones d'épanchement en plaine et de retenues additionnelles sur les principaux affluents. Dans le cadre de la planification du projet de la 3^e Correction du Rhône, il s'agit de quantifier l'influence de la rétention sur les débits de crue du Rhône.

La rétention peut être considérée dans les retenues des aménagements hydroélectriques, dans des zones d'épanchement (casiers) situés dans la plaine du Rhône ainsi que dans des retenues à créer sur les affluents de la Dranse et de la Viège. Différentes combinaisons de ces possibilités sont examinées dans le cadre de scénarios, avec pour objectif de quantifier leur impact sur les crues du Rhône. A cet effet, une sélection d'événements de crues représentatives a été extraite de l'étude CONSECRU 2 (Figure 1).

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. Cette opération 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.

Les crues de projet issues des simulations CONSECRU 2 considèrent le bassin versant naturel du Rhône sans aucune influence d'aménagements susceptibles de les modifier. Six scénarios d'aménagement et d'exploitation ont été considérés pour évaluer cette influence en 6 points de contrôle répartis le long du Rhône (Brig, Viège, Sion, Branson, Lavey, Porte du Scex). Les principaux enseignements obtenus peuvent se résumer comme suit (Figure 2):

Premièrement, l'influence des aménagements hydroélectriques est significative, en particulier entre Viège et Branson. Sur ce tronçon, une réduction minimale des débits de pointe de crue de 12% est obtenue. La condition de remplissage initial maximal des retenues, considérée pour la simulation, place les résultats du côté de la sécurité.

Deuxièmement, cette influence peut être augmentée par des opérations de vidange préventives des retenues (projet MINERVE), en particulier à l'aval de Branson où une réduction moyenne de l'ordre de 15% des

implemented for the analysis of the probable influence of the reservoir management, retention zones and additional reservoirs in two tributaries, on the floods of the Rhone. Within the framework of the planning of the project of the 3rd Rhone correction, the quantification of the influence of the retention on the flood flows of the Rhone River will be studied.

The retention can be considered hydropower plant reservoirs, in retention zones located in the Rhone River plain as well as in reservoirs being created on the tributaries of The Dranse and Viège rivers. Different combinations from these possibilities are examined in the framework of scenarios, with the objective of quantifying their impact on the floods of the Rhone River. For this purpose, a selection of representative flood events was extracted from the study CONSECRU 2 (Fig. 1).

A calibration and validation procedure was carried out comparing the results of the simulation and the values measured at the points of control of the model. This operation consists in adjusting the various hydrological parameters of the model to obtain the most adequate answer. During the calibration, neither the data input (precipitations, temperatures), nor the measurable parameters (surfaces, slopes, topology) are modified.

The project floods resulting from simulations CONSECRU 2 consider the natural catchment area of the Rhone River without any influence of hydropower plants. Six scenarios of disposition and exploitation were considered to evaluate this influence at 6 control points distributed along the Rhone River (Brig, Viège, Sion, Branson, Lavey and Porte du Scex). The main results obtained can be summarized as follows (Fig. 2):

Firstly, the influence of hydropower plant reservoirs is significant, in particular between Viège and Branson. On this section, a minimal reduction of the peak output of 12% is obtained. The condition of maximum initial filling of reserves, considered for simulation, places the results on the safety side.

Secondly, this influence can be increased by preventive operations (project MINERVE), in particular downstream of Branson where an average reduction of about 15% of the peak output can be obtained up to Porte du Scex. The preventive operations, however, are risky and can possibly not function.

Thirdly, retention in the plain can allow a reduction of the peak output to the value of project $Q_{100, target}$. The total volume of 115 Mio

débits de pointe peut être obtenue jusqu'à la Porte du Scex. Les opérations préventives sont toutefois soumises à l'aléa et peuvent éventuellement ne pas fonctionner.

Troisièmement, la rétention en plaine peut permettre la réduction des débits de pointe à la valeur de projet $Q_{100,cible}$. Le volume total de 115 Mio m^3 considéré pour la rétention en plaine correspond à une surface de 14'000 Ha (soit 28 fois l'emprise projetée de R3) et conduit à l'inondation de zones bâties. Malgré les casiers, la capacité actuelle du Rhône ($Q_{100,min}$) reste insuffisante.

Quatrièmement, les retenues latérales sur la Viège et la Dranse autorisent une réduction du débit de pointe significative surtout entre Viège et Branson, de l'ordre de 20%. La retenue sur la Viège est la plus efficace quand bien même elle n'a pas été véritablement optimisée dans cette phase d'étude. A l'aval de Branson, les débits de pointe sont réduits d'environ 7%. Il convient de préciser que, bien que considérées comme initialement vides, les retenues latérales conduisent à une réduction des débits de pointe, insuffisante pour atteindre $Q_{100,cible}$.

Au final, la capacité actuelle du Rhône ($Q_{100,min}$) demeure insuffisante pour garantir le transit des crues sans débordement, quel que soit le scénario d'aménagement considéré. La rétention en plaine peut conduire à une réduction des débits de pointe à la valeur $Q_{100,cible}$, mais au prix d'inondations sur 14'000 ha incluant des zones bâties. Les retenues latérales, dont la faisabilité reste à vérifier, apportent une réduction de débit locale entre Viège et Branson. La présence des aménagements hydroélectriques garantit par contre une réduction minimale du débit de l'ordre de 12% entre Viège et Branson, soit environ 200 m^3/s par rapport à la valeur EHQ.

Etude confiée par : Groupe R3 du SRCE, Valais

Ingénieurs de projet: Javier García Hernández, Fadi Hachem et Jean-Louis Boillat en collaboration avec le bureau d'ingénieurs conseils e-dric.ch

1.2.16 Modélisation numérique de l'eau provenant d'orages et du système d'évacuation des eaux usées de la ville de Lausanne / Numerical modelling of storm water and wastewater conveyance system of Lausanne

Le logiciel de modélisation numérique Routing System RS3.0 a été utilisé pour simuler l'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées

m^3 considered for the retention in the plain corresponds to a surface of 14'000 Ha (i.e. 28 times the influence projected of R3) and can lead to the flooding of built-up areas. In spite of the retention zones, the current capacity of the Rhone ($Q_{100,min}$) remains insufficient.

Fourthly, lateral reservoirs on the Viège and Dranse Rivers authorize a reduction of the significant peak output between Viège and Branson by about 20%. The reservoir on the Viège River is the most effective even when not truly optimized in this phase of study. Downstream of Branson, the peak output is reduced by approximately 7%. Even if the reservoirs are initially empty, they lead to a reduction of the peak output, which is insufficient to reach $Q_{100,target}$.

Finally, the current capacity of the Rhone ($Q_{100,min}$) remains insufficient to guarantee the transit of floods without overflow, whatever the scenario of the installations considered. The retention in the plain can lead to a reduction of the peak output to the value $Q_{100,target}$, but at the price of floods on 14'000 Ha including the built-up areas. Lateral reservoirs, of which feasibility remains to be checked, bring a local reduction of flow between Viège and Branson. The presence of hydroelectric installations guarantees on the other hand a minimal reduction of the flow of about 12% between Viège and Branson, approximately 200 m^3/s compared to value EHQ.

*Study entrusted by: Groupe R3, SRCE, Valais
Project engineers: Javier García Hernández, Fadi Hachem and Jean-Louis Boillat in collaboration with e-dric.ch, Consulting Engineers*

An original numerical tool Routing System RS 3.0 has been developed for storm water and wastewater networks modelling. The main

par le réseau d'assainissement de la ville de Lausanne. Dans sa version RS3.0, le logiciel permet de coupler l'hydrologie urbaine avec le système d'évacuation des eaux, en incluant les flux polluants. Les modèles hydrologiques, hydrauliques et polluants sont appliqués au système d'évacuation des eaux claires et usées de la ville de Lausanne. Ce réseau est partiellement unitaire et partiellement séparatif. Les résultats et analyses issus de simulations sont utilisés pour la planification du développement stratégique du système.

Le modèle est capable de simuler le transfert des eaux de ruissellement dans les zones urbaines à forte couverture imperméable ainsi que les zones rurales majoritairement perméables.

La Figure 1 montre la composition simplifiée du modèle hydrologique utilisé, qui passe par les étapes de calcul suivantes:

1. Interpolation spatiale des précipitations et des températures provenant de stations météo
2. Stockage des précipitations sous forme de neige en cas de température négative et de la fonte de neige pour les températures positives
3. Transfert des eaux de surface:
 - sur sol imperméable, le ruissellement est calculé comme un écoulement sur un plan incliné;
 - sur sol perméable, le stockage de l'eau est considéré. L'écoulement de base, l'évapo-transpiration et les eaux de ruissellement sont calculés selon l'intensité des précipitations et la saturation du sol.

concept allows coupling urban hydrology with water conveyance and pollutant dissemination in complex systems. The hydrological, hydraulic and contamination models are applied to the storm water and wastewater conveyance system of Lausanne. The wastewater network is partly mixed and partly separate. Results and analysis issued from simulations are currently used for planning the long term development strategy of the system.

Regarding the importance of permeable surfaces in Lausanne, the model must be able to calculate the rainfall-runoff transfer on urban areas with impermeable soil, and rural areas with permeable soil.

Figure 1 shows the simplified behaviour of the hydrological model used in RS 3.0. It is composed of the following calculation steps:

1. *Spatial Interpolation of rainfall and temperature from weather stations*
2. *Precipitation storage in a snow tank during negative temperatures, melting snow according to a linear relationship for positive temperatures*
3. *Rainfall-runoff transfer:*
 - *On impermeable soil the flow runoff is calculated according to a flow on an inclined plane.*
 - *On permeable soil, water storage is considered. Low water, evapo-transpiration and runoff is calculated according to the precipitation intensity and the soil saturation*

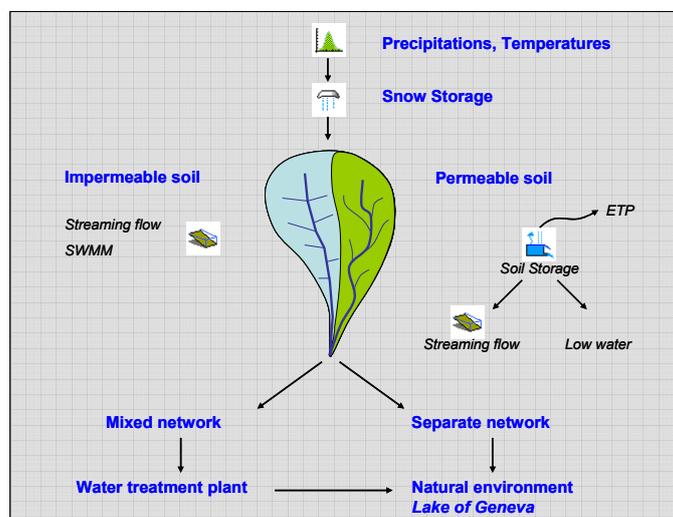


Figure 1: Modèle de transfert précipitation - ruissellement utilisé dans RS3.0 / Rainfall-runoff modelling used in RS3.0

Les eaux usées sont générées dans tous les sous-bassins versants en fonction de la population. La production moyenne quotidienne d'eaux usées considérée est de 250 litres par habitant. Ce choix est basé sur les mesures effectuées à la STEP.

Après le calcul du transfert des eaux de ruissellement et des eaux usées produites dans chaque sous-bassin, le modèle hydraulique simule l'acheminement dans des canalisations et réservoirs dans le respect de la topologie du réseau ainsi que les fonctions de régulation des stations de pompage et de turbinage.

Durant les périodes sèches, le volume total et le cycle quotidien sont parfaitement simulés.

Pendant les épisodes pluvieux, en raison des pentes raides de Lausanne, le comportement hydrologique est très réactif aux précipitations. Les calculs, effectués à des intervalles de 30 secondes, permettent de reproduire correctement le transfert précipitations – ruissellement.

La modélisation du flux polluants est basée sur le choix de polluants représentatifs des eaux usées domestiques ainsi que des eaux de ruissellement. Cinq indicateurs de pollution sont considérés: demande chimique et biochimique en oxygène (DCO et DBO₅), charge solide en suspension (CSS), phosphore total (P_{tot}) et ammonium (NH₄).

En conclusion, le logiciel Routing System RS3.0 se révèle très performant pour la modélisation numérique des réseaux d'assainissement complexes. Il permet de coupler l'hydrologie urbaine au réseau d'évacuation en incluant la gestion des flux polluants.

La modélisation effectuée montre qu'une contribution importante de pollution provient des eaux de ruissellement non traitées dans la partie séparative du réseau. Pour réduire cette source de pollution, l'eau de ruissellement pourrait être prétraitée avant d'être rejetée à l'exutoire naturel, par décantation et filtration par un nettoyage régulier des chaussées.

Etude confiée par le Service d'assainissement de la ville de Lausanne

Ingénieur de projet : Jean-Louis Boillat, expert.

Etude réalisée par le bureau d'ingénieurs conseils e-dric.ch

Waste water is generated in every sub catchment area according to the population. The average daily consumption considered is 250 litres per inhabitant. This choice is based on measurements on the network.

After calculating the rainfall-runoff transfer and the waste water production for every sub-basin, the hydraulic model simulates the channel and reservoir routing according to the topology of the network as well as regulation functions for pumping and storage plants.

During dry weather, the total volume and the daily cycle are perfectly simulated.

During storms, because of the steep slopes in Lausanne, the hydrological behaviour is very reactive to precipitation. The calculations, performed with a 30 seconds time-step, allow reproducing the rainfall-runoff transfer correctly.

Pollution modelling is based on the assumption that the pollutants are contained in domestic waste water and in streaming flow. Five pollution indicators are considered: chemical and biochemical oxygen demand (COD and BOD₅), suspended sediment load (SLL), phosphorus (P_{tot}) and ammonium (NH₄).

In conclusion, RS 3.0 is a numerical tool developed for storm water and wastewater networks modelling. It allows coupling urban hydrology with water conveyance and pollutant dissemination in complex systems.

Finally, modelling carried out with RS 3.0 shows that important pollution discharges come from untreated streaming flows in the separate network. To reduce this pollution source, streaming flow should be pre-treated before its rejection in the natural environment using, for example, vortex sand traps, water filtration or simply frequent pavement cleaning up.

Study entrusted by the Sanitation Services of Lausanne

Project engineer: Jean-Louis Boillat, expert

Study carried out by the Bureau d'ingénieurs conseils e-dric.ch

2 Enseignement / Teaching

2.1 Formation continue / Continuing education

2.1.1 Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering

En septembre 2007 a débuté l'actuelle session du Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering. L'objectif de ce programme d'études est d'offrir 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.

In September 2007, the actual session of the Master of Advanced Studies in Hydraulic Engineering began. The aim of this programme is to provide 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 professionals.



Excursion à Mauvoisin – photo de groupe devant la conduite forcée de la centrale de Riddes /
Excursion to Mauvoisin – group photograph at the Riddes powerplant penstock

Le programme offre 2 spécialisations: l'hydraulique et l'hydrologie. Après un module commun, les étudiants se sont séparés pour, en parallèle, mener à bien les modules de spécialisations respectifs. Le module B en hydrologie a eu lieu à Zürich avec un total de 6 étudiants alors qu'à Lausanne le module C en hydraulique a vu un total de 23 étudiants. Plusieurs excursions ont eu lieu durant l'année pour voir in situ les cas concrets et notamment à Mauvoisin ainsi qu'au barrage de la Grande Dixence.

The programme offers 2 specializations: hydraulics and hydrology. After a common module, the students were separated in order to follow, in parallel, the respective specialization modules. Module B in hydrology took place in Zurich with a total of 6 students while Module C took place in Lausanne with a total of 23 students. A number of excursions took place during the year in order to see on the spot concrete cases and in particular Mauvoisin and the Grande Dixence dam.

2.2 Cours à l'EPFL donnés par les collaborateurs du LCH (année académique 2007/2008) / Courses at EPFL given by LCH staff (academic year 2007/2008)

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

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

Cours ENAC III – Infrastructures dans le territoire <i>ENAC III course – Infrastructures in the territory</i> 216 étudiants / <i>students</i>	8 heures, Bachelor 3 ^{ème} semestre
Cours ENAC IV – Infrastructures dans le territoire <i>ENAC IV course – Infrastructures in the territory</i> 213 étudiants / <i>students</i>	8 heures, Bachelor 4 ^{ème} semestre
Semaine ENAC – Aménagement et renaturation des cours d'eau et des plaines alluviales <i>ENAC week – Development and revitalization of rivers and alluvial plains</i> 19 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Bachelor 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> 9 étudiants / <i>students</i>	56 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre avec Th. de Pourtalès et Ph. Heller
Aménagements hydrauliques I <i>Hydraulic structures and schemes I</i> 21 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre
Aménagements hydrauliques II <i>Hydraulic structures and schemes II</i> 21 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Barrages et ouvrages hydrauliques annexes <i>Dams and appurtenant hydraulic structures</i> 39 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres
Organisation, économie et droit de la construction I <i>Organisation, economics, construction law I</i> 30 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> 14 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> 26 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres 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> 12 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
---	---

Réseaux hydrauliques et énergétiques <i>Hydraulic and energy networks</i> 18 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres avec P.-A. Haldi, chargé de cours
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> 19 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 - Printemps et Automne 22 + 10 étudiants / <i>students</i>	35 heures, Master 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} semestres avec Prof. A. Schleiss
Projet GC 42 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Bachelor 6 ^{ème} semestre avec Prof. A. Schleiss
Projet de construction - Printemps et Automne 22 + 8 étudiants / <i>students</i>	35 heures, Master 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} semestres avec Prof. A. Schleiss
Projet de systèmes civils - Printemps et Automne 16 + 7 étudiants / <i>students</i>	35 heures, Master 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} semestres avec Prof. A. Schleiss
Projet interdisciplinaire à option 1 étudiant / <i>student</i>	28 heures, Master 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} semestres avec Prof. A. Schleiss
Laboratoire GC – Printemps et Automne 6 + 20 étudiants / <i>students</i>	70 heures, Master 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} semestres

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

Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i> 63 étudiants <i>students</i>	28 heures, Bachelor 5 ^{ème} semestre avec Dr. E. Bollaert
---	---

Bollaert Erik, Dr ès sciences techniques, ingénieur civil, / Ph.D., Civil Engineer

Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i> 63 étudiants <i>students</i>	28 heures, Bachelor 5 ^{ème} semestre avec Dr. G. De Cesare
---	--

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> 41 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> 39 étudiants / <i>students</i>	28 heures, Master 1 ^{er} et 3 ^{ème} semestres
Hydrologie urbaine / <i>Urban hydrology</i> 27 étudiants / <i>students</i>	42 heures, Master 2 ^{ème} semestre
Hydraulique des ouvrages <i>Hydraulics of structures</i> 41 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 C3.1.1 Classification et éléments essentiels des aménagements hydroélectriques / *Classification and main elements of hydropower plants*
2 heures
- Module C3.1.2 Basse chute – aménagements au fil de l'eau / *Low head – run-of-river plants*
2 heures
- Module C3.1.3 Moyenne et haute chute – aménagements à accumulation – pompage-turbinage / *Medium and high head – storage schemes – pumped storage*
2 heures
- Module C3.1.4 Systèmes complexes et combinés / *Complex and combined schemes*
2 heures
- Module C1.2.6 Approche globale et stratégie / *Global approach and strategy*
6 heures
- Module C2.3.1 Conception et fonctions des adductions d'eau / *Layout and functions of waterway systems*
4 heures
- Module C2.3.3 Dimensionnement des galeries et puits en charge / *Design of pressure tunnels and shafts*
8 heures
- Module C2.3.4 Exercice: Dimensionnement du revêtement des galeries / *Exercise: Design of funnel lining*
2 heures
- Module C2.3.5 Chambres de mise en charge et d'équilibre / *Surge chambers and surge tanks*
4 heures

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

- Module A2.3.8 Bases hydrauliques de la modélisation physique / *Hydraulic principles of physical modelling*
4 heures

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

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

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

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

2.2.4 Ecole doctorale en Environnement et en Energie / *Doctoral school in Environment and in Energy*

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

Hydropower plants / 18 étudiants / students
20 heures

2.3 Cours hors EPFL / Courses outside EPFL

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

Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD), Yverdon-les-Bains, Suisse
University of Applied Sciences of the Canton Vaud (HEIG-VD), Yverdon-les-Bains, Switzerland

Hydraulique (propriétés des fluides, hydrostatique, hydrodynamique, écoulements en charge et à nappe libre) / *Hydraulics (fluid properties, hydrostatics, hydrodynamics, pipe and free surface flow)*
10 étudiants / *students* 108 heures, Bachelor HES 3^{ème} semestre

2.4 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en section génie civil – semestres d'hiver 2007/2008 et d'été 2008 / Graduate student projects and laboratory work in Civil Engineering section – winter semester 2007/2008 and summer semester 2008

Projet de construction / *Construction project*

Dimensionnement des galeries en charge

Etudiant : Mathias MALQUARTI – 9^{ème} semestre

Bakhtiyari Dam, Iran

Etudiant : Stéphane TERRIER – 8^{ème} semestre

Laboratoires / *Laboratories*

Régulateur de débit à la sortie des bassins de rétention

Etudiant : Reto GRAF – 7^{ème} semestre

Etude d'un évacuateur de crue de type PK-Weir

Etudiant : Michael CHATELAN – 7^{ème} semestre

Modélisation numérique 3D de la prise d'eau Muttsee de l'aménagement pompage-turbinage de Linth-Limmern

Etudiant : Gaël EPELY-CHAUVIN – 9^{ème} semestre

Mesures en laboratoire: régulateur de débit de sortie pour ouvrage de rétention

Etudiants : Didier MUELHAUSER et Yacine EI BADAOUI – 8^{ème} semestre

Projet de systèmes civils / *Civil system project*

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

Etudiant : Guillaume THORENS – 9^{ème} semestre

Turbinage des eaux potables. Mini-centrales hydroélectriques

Etudiants : Olivier BROCARD et Yannis Pappasavvas – 9^{ème} semestre et Eric LATTION – 7^{ème} semestre

Aménagement du torrent de la Tinte à Verbier

Etudiante : Manuela FERRARI – 9^{ème} semestre

Influence de la fonte glaciaire sur les barrages et les débits des affluents du Rhône dans le Haut-Valais

Etudiants : Nicolas PASQUIER et Stéphane TERRIER – 7^{ème} semestre

Transport solide et développement morphologique dans un élargissement

Etudiant : Karim LARIBI – 9^{ème} semestre

Gestion optimale des ressources en eau du bassin supérieur de l'Aar

Etudiant: Adrian HUBER – 8^{ème} semestre

Projet GC / *Civil Engineering project*

Projet de renaturation d'un cours d'eau en Suisse romande. Cas particulier de la Sorge et de Chamberonne

Etudiant : Hugues CHALLES – 6^{ème} semestre

Projet de mini-centrale hydroélectrique à Wolthalden

Etudiants: Claudio CRAMERI, Prudence HOUNKPE, Manuel SCHMOCKER, EI Mehdi KHALDOUN, Luca BREMEN – 6^{ème} semestre

Projet ENAC / ENAC project

Projet de renaturation de la Broye

Etudiant : Frédéric NICOD – 9^{ème} semestre

Projet de mini-centrale hydroélectrique à Grandvillard

Etudiants : Ronny MOSER et Sébastien MICHELOUD – 9^{ème} semestre

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

Etudiants : Florian WINKLER et Markus STUDER – 9^{ème} semestre et Mario MATTER et Adrian Huber – 7^{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

2.5 Projets et laboratoires du 2^{ème} cycle en Section SIE – semestres d'hiver 2007/2008 et d'été 2008 / Graduate student projects and laboratory work in Environmental Science and Engineering Section – winter semester 2007/2008 and summer semester 2008

Projet ENAC / ENAC project

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

Etudiante : Rania FAKIH – 9^{ème} semestre

Projet SIE / *Environmental science and engineering project*

Projet de renaturation de la Broye

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

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

Etudiant : Philippe REYMOND – 9^{ème} semestre

Rivières vaudoises – Besoins de revitalisation et moyens à disposition

Etudiante : Tamara GHILARDI – 9^{ème} semestre

Renaturation du Rhône à Chancy (GE)

Etudiante : Théodora COHEN – 9^{ème} semestre

Influence de la fonte glaciaire sur les barrages et les débits des affluents du Rhône dans le Haut-Valais

Etudiante : Kathrina STEFFEN – 9^{ème} semestre

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

Etudiant : Guillaume BORDIER – 9^{ème} semestre

Etude hydrologique du bassin versant alimentant le site de projet du barrage Kersan III en Iran

Etudiant : Pierre Galière – 9^{ème} semestre

Grundlagenarbeit zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten in der Region Lenk (VS)

Etudiant : Samuel LOCHMATTER – 9^{ème} semestre

2.6 Travaux pratiques de Master 2007 – 2008 (Printemps) / Master thesis work 2007– 2008 (Spring)

Conception et dimensionnement des barrages intéroflux pour l'approvisionnement en eau potable de la région de Tamanrasset en Algérie

Diplômant GC: Anas AKRY (en collaboration avec le LMS)

Influence of anisotropic rock mass on the design of pervious pressure tunnels

Diplômant GC: John EICHENBERGER (en collaboration avec le LMS)

Evaluation morphologique du lit dans un élargissement de cours d'eau. Application au Rhône à l'amont de l'embouchure de la Borgne

Diplômant GC: Karim LARIBI

Morphologie des confluences naturellement aménagées

Diplômant GC: Simon WAMPFLER

Amélioration conceptuelle du réseau d'assainissement de Lausanne: Modélisation hydraulique

Diplômant GC: Guillaume THORENS

Analyse von Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen auf verschiedenen Typen von Blockrampen

Diplômant GC: Markus STUDER

Barrage et aménagement hydroélectrique de Khersan III en Iran

Diplômant GC: Allan ESTIVALET

Conception et optimisation de l'aménagement de pompage-turbinage de Linth-Limmern

Diplômant GC: Olivier BROCARD

Conception et optimisation de l'aménagement de pompage-turbinage de Linth-Limmern

Diplômant GC: Ronny MOSER

Aménagement de pompage-turbinage entre Mauvoisin et la Grande-Dixence

Diplômant GC: Sébastien MICHELOUD (Lauréat du Prix Maggia)

L'eau potable génératrice d'électricité. Du potentiel énergétique à l'exploitation

Diplômant GC: Yannis PAPASAVVAS

Modélisation physique du transport sédimentaire et de la propagation des vagues. Application à la rade de Genève

Diplômant GC: Florian WINKLER

Effets du changement climatique sur le bassin versant du Rhône à l'amont du lac Léman. Etude du cycle hydrologique et l'évolution glaciaire

Diplômant ERASMUS: Joan DEVAL CASTILLO

Aménagement du ruisseau de la Baume et de ses affluents dans le Doubs (France)

Diplômant SIE: Guillaume BORDIER

Renaturation de la zone alluviale de Vers Vaux en rive gauche du Rhône (GE)

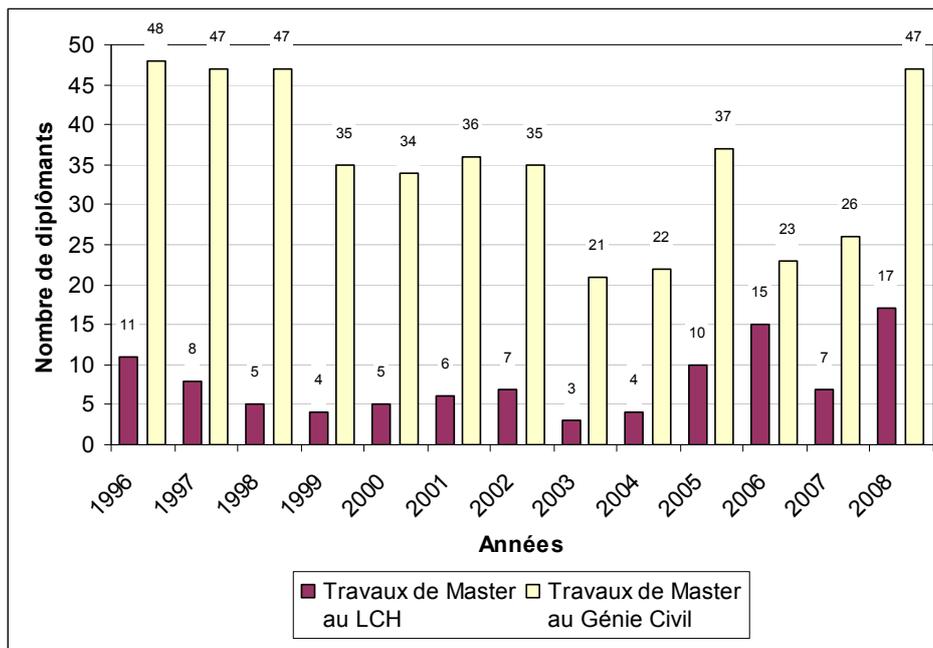
Diplômante SIE: Théodora COHEN

Modelling & conceptual improvement of the Lausanne sewer system network

Diplômante SIE: Rania FAKIH

Renaturation de la Broye

Diplômante SIE: Tamara GHILARDI



Nombre total des travaux de 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)

2.7 Excursions d'étudiants / *Student field trips*

Barrage de la Grande Dixence et Centrale de Bieudron, 30 étudiants de la 2^{ème} édition du MAS in Hydraulic Engineering (2 juillet 2008)



Photo de groupe prise sur le couronnement du barrage de la Grande Dixence

Barrage-poids de Maigrauge (FR) et Barrage-voûte de Schiffenen (FR), 30 étudiants de Master en génie civil dans le cadre du cours "Barrages et ouvrages annexes" (16 décembre 2008)



Essais de vidange de fonds du barrage de Schiffenen

2.8 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

Jenzer Althaus, J. et De Cesare, G.

"Reservoir Sedimentation", Interreg III Alpreserv Project "Sustainable Sediment Management in Alpine Reservoirs considering ecological and economical aspects", Volume 3/2006, Publisher Institut für Wasserwesen, Universität der Bundeswehr München, Germany, ed. Hartmann, S., Knoblauch, H., De Cesare, G. and Steinich, C., 117 pages, ISSN 1862-9636, available on-line at: <http://www.alpreserv.eu/>

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, nouvelle édition disponible par Hager W.H. et Schleiss A. à la Librairie polytechnique dès l'automne 2009

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.

2.9 Polycopiés / Student course books

Schleiss Anton

Aménagements hydrauliques, 484 pages, septembre 2008
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 2nd National Conference on Dams and Hydropower Plants, Teheran, Iran, 13 – 15 May, 2008

L'organisateur de cette conférence, avec plus de 900 participants, a invité M. Schleiss comme conférencier "key-note". Il a donné une conférence intitulée "*Reservoir sedimentation and sustainability of hydropower*", lors de la cérémonie d'ouverture en présence du vice-ministre de l'énergie de l'Iran. La conférence était organisée avec environ 50 "workshops" thématiques. M. Schleiss a présenté un workshop sur le dimensionnement des galeries et puits en charge (*design of pressure tunnels and shafts*). Cet atelier a été nommé meilleur "workshop" de la conférence et un diplôme ainsi qu'un trophée ont été décerné à M. Schleiss. Il a également donné plusieurs interviews à la télévision et à la radio iranienne, dont deux ont été transmis sur de grandes chaînes iraniennes lors des nouvelles du soir.



Monsieur Schleiss recevant un trophée pour le "meilleur workshop" de la conférence

3.2 Workshop "Erosion, Transport and Deposition of Sediment" – UNESCO International Hydrological Programme and the Int. Commission for the Hydrology of the Rhine Basin, Bern University, 28 – 30 April 2008

Lors de la première session de ce workshop, M. Schleiss a été invité à donner une conférence avec le titre "*Reservoir sedimentation and sustainable development*". Environ 80 personnes venant de 15 pays du monde entier ont participé à cet événement.

3.3 11. Kongress Interpraevent, Dornbirn, Autriche, 28 – 30 mai 2008

Jolanda Jenzer, représentant ses co-auteurs Sabrina Carvalho, Matteo Federspiel et Jean-Louis Boillat, a participé fin mai 2008 à la conférence Interpraevent à Dornbirn. La plupart des sujets

traient des dangers naturels. Le sien s'intégrait dans la présentation du projet de la 3ème correction du Rhône à Viège, en coopération avec Daniel Hersberger du Canton du Valais et Martin Fritsch d'EMAC Sàrl. Daniel Hersberger présentait le projet entier de la troisième correction du Rhône ("Rhonekorrektio: Ziele, Lösungen und Raumentwicklung"), Martin Fritsch illustre les discussions autour de l'amélioration foncière (Integrated and participatory land-use management: The implementation of integrated land consolidations in the context of the 3rd river Rhone training project"), et Jolanda a montré le modèle hydraulique monté à Viège et ses analyses: "Modellversuche der Rhone bei Visp (CH) unter Betrachtung mehrerer wasserbaulicher Aspekte". L'écho de cette présentation a été très positif et très spontané: après la présentation, l'organisateur principal de la conférence s'est levé en plenum et a exprimé son respect par rapport au management du projet de la 3ème correction du Rhône. Lui et plusieurs autres auditeurs étaient surtout impressionnés par la façon de l'information, de la coopération et la participation du peuple dans un projet de cette ampleur.

3.4 76th Annual Meeting of ICOLD, Sofia, Bulgaria, 2 – 6 June, 2008

En tant que président du comité suisse des barrages, M. Schleiss a participé à la 76ème réunion annuelle de la CIGB à Sofia en Bulgarie.

La Suisse a déposé sa candidature pour l'organisation d'une réunion annuelle en 2011 à Lucerne.

Un symposium international intitulé "*Operation, Rehabilitation and Up-grading of Dams*" a eu lieu lors de cette réunion annuelle, avec 650 participants.

Comme membre du comité technique "Hydraulique des barrages", M. Schleiss a participé également à la rédaction finale du bulletin "*Safe passage of floods*" qui paraîtra encore en 2008. Un autre Bulletin intitulé "Hydraulique environnementale" est en préparation par ce comité technique.

3.5 International Symposium on Sediment Management, I2SM, Lille, France, 8 – 11 juillet 2008

Jolanda Jenzer Althaus et Sameh Kantoush, accompagné par sa femme Rasha, ont participé à la conférence qui a eu lieu pour la première fois sous ce nom. Celle-ci a été initiée par l'école des mines de Douai en France et a eu lieu à Lille, une ville au nord de la France tout près de la frontière avec la Belgique. La conférence avait surtout comme but de discuter du traitement de sédiments pollués, l'utilisation future de sédiments dragués, ainsi que de déterminer comment neutraliser des sédiments pollués non dragués etc. Les présentations données par Sameh et Jolanda étaient un peu hors sujet mais tout de même bien appréciées par les organisateurs et les participants. L'encadrement de la conférence était sympa avec une soirée cocktail le premier jour et une excellente visite guidée du Palais des Beaux Arts de Lille, suivie par un dîner de gala.

Présentation de Jolanda :

Release of sediment laden water through power intakes of deep reservoirs

Jenzer Althaus, J.M. I., De Cesare, G. and Schleiss, A.J.

Présentation de Sameh :

Channel formation in large shallow reservoirs with different geometries during drawdown flushing

Sameh Kantoush, Jean-Louis Boillat and Anton Schleiss

3.6 2nd International Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures (2nd IJREWHS 2008), 30 juillet – 1^{er} août 2008

La deuxième édition de l'IJREWHS a eu lieu à Pise (Italie) du 30 juillet au 1er août 2008. Ce workshop est toujours une excellente occasion pour les jeunes chercheurs et ingénieurs de pouvoir présenter leur travail dans une ambiance décontractée et amicale.

La structure de ce workshop "oblige" les participants de collaborer de façon assez intense. A chaque session, le chairman, le rapporteur et l'*advocatus diaboli* sont désignés parmi les participants qui doivent jouer leur rôle pendant les présentations. A la fin de la journée, une table ronde a lieu et les divers aspects de chaque travail sont discutés.

Étant l'un des 36 participants venants des 5 continents, Marcelo Leite Ribeiro a eu la possibilité de présenter son projet de recherche (*Influence of the widening of a tributary on confluence morphology*) et également les résultats préliminaires des essais dans le laboratoire.

3.7 River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, September 3 -5, Izmir, Turkey

Seven participants from the LCH (A. Schleiss, J.-L. Boillat, K. Blanckaert, J.-M. Ribí, S. Kantoush, J. Jenzer Althaus and A. Duarte) took part in this conference on the coast of the Aegean sea near the city of Izmir. Some 20 topics with 350 full papers were presented representing 45 different countries. The next River Flow 2010 conference will be held in Braunschweig in Germany.

3.8 Sixth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering – 6th ISUD, 9 – 11 September 2008

Faculté de Génie Civil de l'Université Technique Tchèque à Prague. Dans la série de conférences ISUD, dont la troisième édition a eu lieu à Lausanne organisée par le LCH (lchwww.epfl.ch/3rd-ISUD), Alexandre Duarte et Giovanni De Cesare (membre du comité scientifique) ont participé avec les articles et présentations suivantes:

De Cesare G., Oehy Ch., and Schleiss A. "Experiments on turbidity currents influenced by solid and permeable obstacles and water jet screens"

Duarte A., Blanckaert K., and Schleiss A. "Influence of bank roughness and inclination on straight channel flows"

Martinerie R., Müller M., **De Cesare G.**, and Boillat J.-L. "Vortices at intake works of pump-storage schemes"



ISUD 6 - Photo de groupe devant l'entrée de la faculté de génie civil de l'Université Technique Trèque de Prague

Pour la partie sociale, les participants ont pu faire un tour en bateau mardi soir sur la Vltava (rivière qui traverse Prague) et mercredi il y avait le "Met-Flow dinner" dans un ancien monastère derrière le château de Prague avec dégustation de diverses bières fait maison. Le groupe s'y est rendu à travers la ville de Prague dans un tram historique de 1910 environ.

La prochaine édition du Symposium, le 7th ISUD aura lieu à Göteborg en août/septembre 2010. Il sera organisé par le SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology à Göteborg.

3.9 Internationales Symposium 2008 in Zürich - "Neue Anforderungen an den Wasserbau", 11-12 septembre 2008

MM Schleiss, Boillat, De Cesare et Jolanda Jenzer ont participé au Symposium donné par la VAW à Zürich. Ce Symposium a lieu tous les 2 ans, mais l'endroit varie d'une fois à l'autre entre la TU Munich (Laboratoire de Obernach), ETH Zürich et la TU Graz. La langue des présentations est alors sans exception l'allemand. Le public dans l'auditoire "Audimax" était, comme c'est un peu la tradition, composé par des académiques travaillant aux universités, des ingénieurs de bureaux privés ou des gens des entreprises de production d'électricité. L'événement était très sympathique et il y avait beaucoup de monde des scènes hydrauliques Suisse, Allemande et Autrichienne à rencontrer notamment Burkhard Rosier, ancien collaborateur du LCH de retour en Allemagne.

3.10 10. Treffen junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten (10. JuWi-Treffen), 6 – 8 août 2008

Le seul critère pour pouvoir participer à la dixième édition du JuWi-Treffen à l'Université d'Innsbruck entre le 6 et le 8 août était la maîtrise de l'allemand. La présence de deux représentants d'un institut francophone, Michael Müller et Martin Bieri, était donc plutôt "exotique". L'idée de cette rencontre décontractée est un échange de connaissance entre les 50 jeunes chercheurs des différents instituts d'hydraulique d'Allemagne, d'Autriche et de Suisse.

Michael Müller a présenté les résultats de ses études sur modèle concernant les vortex au-dessus d'une prise d'eau (Wirbel über Wasserfassungen : Geschwindigkeitsmessungen im hydraulischen Modell). Le grand nombre de questions et la vive discussion sont des indices de l'actualité de ce sujet. Martin Bieri, quant à lui, a introduit l'audience à un nouveau type d'évacuateur de crue (Einsatz von Piano-Key-Wehren zur Erweiterung der Abflusskapazität von Hochwasserentlastungsanlagen). Avant l'exposé, la majorité des collègues allemands, autrichiens et zurichois auraient probablement assimilé le Piano-Key-Weir plutôt à un instrument musical qu'à un déversoir.

Les deux articles correspondants ont été publiés dans le "Forum Umwelttechnik und Wasserbau – Band 2" de l'Université d'Innsbruck.

On ne sait pas si c'était la qualité des contributions de Lausanne ou l'attractivité de la destination qui a conduit au fait que la prochaine édition du JuWi-Treffen aura lieu du 26 au 29 août 2009 à l'EPFL. Ce sera la première fois que les germanophones seront les "exotiques".

3.11 International Summer School "Complex flow, turbulence, morphodynamics and ecology in rivers", Delft, 25 – 29 August 2008

Dans le cadre de l'International Summer School à Delft, Koen Blanckaert, co-organisateur avec Prof. W. Uijtewaal, a donné les cours suivants:

- Hydrodynamics of open-channel bends
- Sediment transport in 3D flows

3.12 Visite du chantier de Saint Marc à proximité de Limoges, France, 25 septembre 2008

Marcelo Leite Ribeiro et Olivier Le Doucen se sont rendu à Limoges, France avec le triple objectif lors de la visite du barrage français de Saint-Marc de:

- rencontrer les différents acteurs impliqués dans la conception de PK-Weirs, notamment M. Lempérière d'Hydrocoop et M. Laugier d'EDF.
- observer "en direct" la réhabilitation de la capacité d'évacuation du barrage par la mise en place d'un nouveau type de déversoir appelé PK-Weir dont l'étude sur modèle physique a été réalisé au LCH;
- discuter l'offre proposée par le LCH à EDF concernant l'étude paramétrique des PK-Weirs dans le cadre d'un projet MAS.



Le déversoir PK-Weir du barrage de Saint-Marc sur la rivière Taurion près de Limoges , France

3.13 Journée d'étude du Comité suisse des barrages à St-Gall, 25 – 26 septembre 2008

En tant que Président du Comité suisse des barrages, M. Schleiss a participé aux journées d'étude du Comité suisse des barrages à St-Gall, consacrées aux "Petites et moyennes retenues – construction, surveillance, entretien". A nouveau, ces journées ont été une très grande réussite avec plus de 220 participants. Le résumé des conférences ainsi que les copies des présentations peuvent être téléchargés sur www.swissdams.ch.

3.14 Séance au Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH), EDF au Bourget du Lac, le 22 octobre 2008

A la suite de la visite du chantier de Saint-Marc, une entrevue a été planifiée dans les bureaux d'EDF au Bourget-du-Lac avec les principaux acteurs afin de récapituler tout ce qui a déjà été étudié sur la réhabilitation de la capacité d'évacuation par intégration de PK-Weirs et lister les directions principales de recherche en cours afin d'éviter les redondances. Etaient notamment présents :

- EDF représenté par F. Laugier, A. Lochu et F. Delorme ; G. M. Cicero (Paris) ;
- Hydrocoop représenté par F. Lempérière ;
- l'Université de Liège représentée par M. Pirotton et S. Erpicum ;
- l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne représentée par J.-L. Boillat, M. Leite Ribeiro et O. Le Doucen

EDF a présenté le PK-Weir de Goulours (construit), Saint-Marc (en construction), l'Etoit (construction en 2009), Gloriettes (construction en 2009) et les essais sur modèle réduit du PKW de Malarce. F. Lempérière a présenté ses derniers essais ainsi que ses dernières réflexions. L'Université de Liège a présenté le PFE de Karelle ainsi qu'un projet de thèse traitant notamment du volet numérique. L'EPFL a présenté ses réflexions ainsi que ses projets d'essais avec EDF.

Cette entrevue a permis d'exposer les réflexions de chacun ainsi que les projets en cours ou qui vont être lancés. L'offre proposée à EDF par le LCH a pu ainsi être complétée et acceptée et le travail de recherche pratique du MAS accordé.

3.15 Umwelttagung "Stromwirtschaft im Klimawandel" à Jochenstein (Allemagne) du 23 – 24 octobre 2008

Comment la production d'électricité est et sera-t-elle influencée par le changement climatique ? Cette question a été au centre des discussions de l'Umwelttagung "Stromwirtschaft im Klimawandel" du Verein für Oekologie und Umweltforschung, une association Germano-autrichienne qui s'occupe des problématiques actuelles liées à l'environnement, l'économie et la société.

Dans la magnifique vallée du Danube près de l'aménagement au fil de l'eau de Jochenstein en Allemagne, une cinquantaine de personnes de provenance, métiers et domaines d'activité très différents ont discutés pendant deux jours de sujets tels que les variations de température, l'évolution glaciaire et le marnage – tous des domaines liés à la thèse de Martin Bieri. C'est pour cette raison qu'il a suivi avec beaucoup d'intérêt les exposés des divers experts.

3.16 Conférence sur l'Energie à l'EPFZ du 18 novembre 2008

Pendant une matinée, des experts de l'économie privée, de la recherche, de la politique et des associations de protection de l'environnement se sont retrouvés à la même table pour discuter des chances et des risques de l'énergie hydraulique de pointe en Suisse. Les effets sur l'économie et l'environnement de l'utilisation de l'énergie hydraulique comme énergie de pointe et des nouveaux scénarios énergétiques d'avenir avec les énergies éolienne et solaire pour le pompage-turbinage ont été approfondis, ainsi que les mesures contre le marnage et la protection de la nature. Martin Bieri, qui a représenté le LCH à cette séance, a pu profiter d'étudier son sujet de thèse.

3.17 Colloque SHF (Société Hydrotechnique de France) sur les prévisions hydrométéorologiques, Lyon, 18 et 19 novembre 2008

Ce colloque des prévisions hydrométéorologiques a eu lieu à Lyon les 18 et 19 novembre 2008 et a été organisé par la Société Hydrotechnique de France (SHF). L'objectif était de contribuer à favoriser le dialogue entre hydrologues et météorologues, d'une part en améliorant la compréhension par les météorologues des besoins et des attentes des hydrologues concernés par la prévision et d'autre part en expliquant aux hydrologues les progrès actuels et en cours en matière d'observations de l'atmosphère et de prévisions météorologiques.

Durant ce contexte, Javier García Hernández a présenté l'article intitulé "La prévision hydrométéorologique sur le bassin versant du Rhône en amont du Léman" (Javier García Hernández, Jean-Louis Boillat, Frédéric Jordan, Benoît Hingray). Selon l'article, l'objectif prioritaire du projet de la 3^{ème} Correction du Rhône est d'améliorer la protection contre les inondations dans la vallée du Rhône à l'amont du lac Léman. Dans ce contexte, le projet MINERVE vise à améliorer la gestion des flux hydrauliques lors des événements à fortes précipitations en tirant profit du réseau d'aménagements hydroélectriques existant sur le bassin versant.

3.18 6th EC Framework programme integrated infrastructure initiative hydralab III, Hull, UK, du 3 novembre – 12 décembre 2008

Du 3 novembre au 12 décembre 2008, Koen Blanckaert a fait des mesures à l'Université de Hull dans le cadre du 6th EC Framework programme integrated infrastructure initiative hydralab sur le projet "Flow separation in sharp meander bends". Ce projet était fait en partenariat entre Utrecht University (The Netherlands), l'EPFL, Delft University of Technology (The Netherlands), University of Leeds (UK), Durham University (UK), Leibnitz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries (Germany) and Politecnico di Torino (Italy).

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

Prévention de catastrophes "naturelles" en Amérique Centrale - Expériences faites dans un programme de coopération de la DDC

Ali NEUMANN

STUCKY S.A., Renens, Suisse (31.01.2008)

Fish Habitat Modelling – a Linking Tool between Hydraulic Engineering and Ecological Needs

Prof. Silke WIEPRECHT

Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart, Germany (28.02.2008)

3ème correction du Rhône : Le Plan d'Aménagement, de la source au Léman

Tony ARBORINO

Service des routes et des cours d'eau - DTEE, Canton du Valais, Sion, Suisse (10.04.2008)

Red Hill Creek river restoration project - from theory to design to results

Assistant Prof. William K. ANNABLE

Department of Civil & Environmental Engineering, University of Waterloo, Ontario, Canada (09.06.2008)

Morphodynamics, navigation and river training of Brahmaputra and Ganga Rivers in India

Prof. Nayan SHARMA

Department of Water Resources Development & Management, Indian Institute of Technology IIT Roorkee, India (26.06.2008)

Application of Smoothed Particle Hydrodynamics to free-surface hydrodynamics: the SPHysics code

Ben D. ROGERS

School of Mechanical, Aerospace & Civil Engineering, University of Manchester, UK (03.07.2008)

Managing Sediment: Tales of sand and water

Prof. Bruce MELVILLE

Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Auckland, New Zealand (20.08.2008)

De la détection des dangers à la gestion globale des risques en aval des ouvrages hydrauliques de prise d'eau

Olivier BERNARD

OXAND Sàrl, 1201 Genève, Suisse (08.10.2008)

An experimental study on main flow, secondary flow and turbulence in open-channel bends with emphasis on their interaction with the outer-bank geometry

Alexandre DUARTE

EPFL - LCH, Lausanne, Switzerland (28.11.2008)

Le réchauffement climatique et ses conséquences pour nos glaciers

Prof. Martin FUNK

Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETHZ, Zürich, Suisse (18.12.2008)

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

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

Sameh Kantoush (08.02.2008)

Secondary flow and turbulence in open channel bends

Alexandre Duarte (07.03.2008)

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

J.-M. Ribí (04.04.2008)

Reservoir Sedimentation (Projet Interreg III B ALPRESERV)

Jolanda Jenzer (25.04.2008)

Real-time decision making based on probabilistic flood forecasts : Application to the upper Rhone river basin in Switzerland

Javier Garcia Hernandez (23.05.2008)

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

Marcelo Leite Ribeiro (09.09.2008)

Secondary flow and turbulence in open channel bends

Alexandre Duarte (23.09.2008)

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

Matteo Federspiel (24.10.2008)

Design of steel lined pressure shafts and tunnels

Fadi Hachem (07.11.2008)

Monitoring and Prediction Methods for sedimentation in pumped storage plants

Michael Müller (28.11.2008)

Enhancement of complex storage hydropower schemes with multi-purpose schemes for ecological improvement of the influenced river system

Martin Bieri (19.12.2008)

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

Symposium KOHS: Protection contre les crues: nouveautés dans la planification et la réalisation des mesures de protection – une vue d'ensemble, Bienne, 18 janvier 2008

Anton Schleiss, Président du comité d'organisation

International Summer School "Complex flows, turbulence, morphodynamics and ecology in rivers", Delft du 25-29 août 2008

Koen Blanckaert avec Prof. W. Uijtewaal

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3 – 5 September 2008

Anton Schleiss, Session chairman

ISUD 6th International Symposium on Ultrasonic Doppler Method for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, Prague, Czech Republic, 9 - 11 September 2008

Giovanni Ce Cesare, Member of the scientific committee and jury of the student paper award

Internationales Symposium 2008 in Zürich (VAW – ETHZ) - "Neue Anforderungen an den Wasserbau", 11-12 September 2008

Anton Schleiss, Sessionsleiter, Mitglied Wissenschaftliches Komitee

Journée d'étude du Comité suisse des barrages à St-Gall - Petites et moyennes retenues – construction, surveillance, entretien, 25 – 26 septembre 2008

Anton Schleiss, Clôture de la conférence en tant que président du CSB

Hydro 2008 – Progressing World Hydro Development, Ljubljana, Slovenia, 6 – 8 October 2008

Anton Schleiss, Member of the scientific Committee

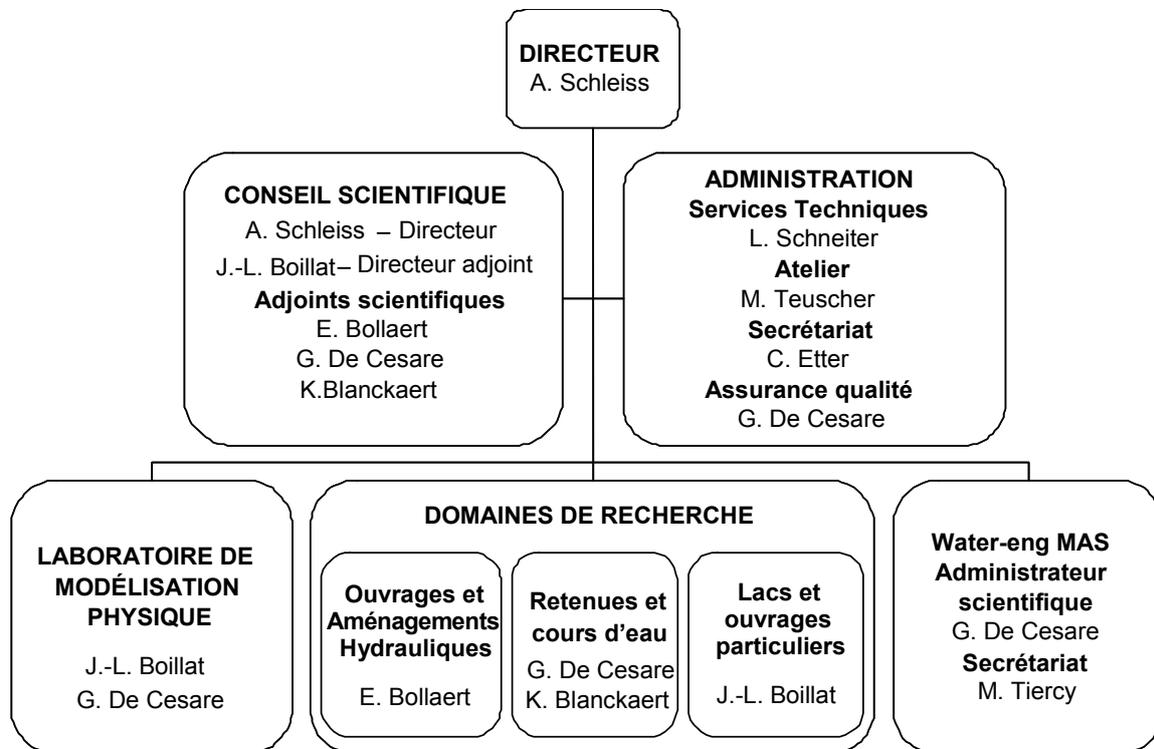
Séminaire du Rhône - Gestion sédimentaire: Conclusions et proposition, Genève, 20 novembre 2008

Giovanni De Cesare, Membre du comité scientifique et 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 2009 du LCH / Season's Greetings card 2009 of the LCH

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

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 2008 / Staff in 2008

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 Giovanni De Cesare depuis / since 09.03.1992

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

Markus Studer depuis / since 01.09.2008

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

Azin Amini 24.05.2003 – 31.03.2008

Sameh Kantoush 01.11.2003 – 31.12.2008

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 01.08.2008

Théodora Cohen depuis / since 01.09.2008

Post-doc / Post-doc

Márcia Maria Lara Pinto Coelho (Brésil) 01.10.2008 – 31.07.2009

Stagiaires / Trainees (étudiants MAS / MAS students)

Olivier Le Doucen depuis / since 01.10.2007

Juliano Martins Ribeiro depuis / since 01.10.2007

Milad Daneshvari depuis / since 01.05.2008

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

Ali Medelsi (Oran, Algérie) 10.05.2007 – 30.06.2008

Joan Deval Castillo (Espagne) 01.10.2007 – 30.04.2008

Robin Amacher (service civil) 29.09.2008 – 31.10.2008

Anton Tzenkov (Bulgarie) 01.11.2008 – 31.08.2009

Latifa Choufi (Algérie) 05.05.2008 – 30.09.2008

Stagiaires / Trainees (Programme Erasmus Mundus)

Atis Rektins	01.07.2008 - 30.09.2008
Teresa Landa Paradinas	01.07.2008 - 30.09.2008
Jordi Ayats	01.07.2008 - 30.09.2008
Xavier Valls	01.07.2008 - 30.09.2008

Services techniques / Technical Staff

Louis Schneider	25.10.1971 – 31.12.2008
Cédéric Bron	depuis / since 01.11.2008
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)	02.08.2005 – 01.08.2008
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. Nayan SHARMA, Indian Institute of Technology Roorkee, India

Hôte académique de la section de génie civil dans le cadre du support aux thèses en cours et participation à l'enseignement
du 01.06.2008 au 31.08.2008

Prof Bruce MELVILLE, University of Auckland, New Zealand

Hôte académique de la section de génie civil dans le cadre du suivi des doctorants (M. Federspiel et M. Leite) et participation à l'enseignement (école doctorale)
du 18.08.2008 au 31.08.2008

4.4 Événements spéciaux / Special events

4.4.1 50^{ème} anniversaire du diplôme EPFZ – volée Génie Civil 1958 le 13 juin 2008

Le 13 juin 2008, notre Ecole et en particulier le LCH ont reçu la visite d'un groupe de 13 anciens ingénieurs romands de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich, diplômés en 1958. Ils fêtaient donc le 50^{ème} anniversaire de leur diplôme.

La volée 1958 comportait 101 ingénieurs. Au cours des 50 ans passés, les romands et les francophones, au nombre de 20 à la sortie de l'école, se sont réunis régulièrement pour fêter l'anniversaire de leur diplôme, en Romandie ou en Suisse-alsacienne, à la cadence de 10 ans, puis de 5 et enfin de 3 ans. Tous ont gardé un lumineux souvenir de la qualité de l'enseignement qu'ils avaient reçu et ont le sentiment de s'être pleinement réalisés dans leur carrière grâce à cette formation. Ils ont gardé le souvenir de professeurs prestigieux, en particulier Henri Favre en mécanique rationnelle, Fritz Stussi en construction métallique, Paul Lardy en béton armé et précontraint et Gerold Schnitter en hydraulique, mécanique des sols, barrages et ports.

La raison de la visite de l'EPFL cette année résulte des liens très étroits créés avec l'EPFL par certains de ces ingénieurs ; nous citons les professeurs Jean-Claude Badoux, Raymond Lafitte et

Léopold Pflug et aussi Jean-Pierre Weibel, qui fut Rédacteur en Chef de la revue Ingénieur et Architecte Suisse (aujourd'hui Tracés).

La visite de l'EPFL a comporté un brillant exposé du Professeur Martin Vetterli Vice-président de l'EPFL, sur l'organisation de notre Ecole, ses objectifs et les défis à relever. Puis une présentation très remarquable des activités du Centre de Physique des Plasmas a été faite par le Professeur Minh Quang Tran, traitant aussi, en particulier, du projet international de réacteur à fusion, lancé à Cadarache en France. Le Professeur Anton Schleiss a enfin développé avec rigueur les axes de son enseignement et des recherches entreprises par le LCH. Une visite détaillée du laboratoire a été effectuée sous sa conduite et celle du Dr Giovanni de Cesare. Cette présentation a montré aux visiteurs la cohérence de l'activité du LCH et son dynamisme, en regard des projets actuels et futurs, dans notre pays et hors de Suisse, dans le domaine des constructions hydrauliques, confirmant aussi l'impérieuse nécessité de pouvoir continuer à former des ingénieurs universitaires de haut niveau dans cette technique.

Le soin porté à ces présentations et la qualité de l'accueil ont été grandement appréciés, par ces anciens ingénieurs, encore attentifs à l'importance de la mission d'une Ecole Polytechnique.

4.4.2 Sortie du LCH du 21 au 23 août 2008

Tous les deux ans, le LCH organise une sortie sur trois jours. Cette fois, le voyage s'est fait par étapes de demi-journées dont le programme a été distribué au fur et à mesure dans des enveloppes, suspense oblige. Merci à Matteo pour cette organisation sans faille dont il n'a même pas pu profiter puisqu'il était au service militaire.

Premier jour

Comme d'habitude, la journée commence par quelques heures de travail intense avec un départ fixé à 11h. Deux minibus nous attendent et la première enveloppe est distribuée.

Nous partons vers l'Italie par le tunnel du Grand-St-Bernard. Première halte dans une auberge un peu avant le tunnel où nous rencontrons nos guides : M. Ly-Chhay KHAU, directeur des travaux au barrage des Toules (bureau STUCKY) et M. Eric MAX, exploitant du même barrage.

Voilà qui présage l'activité de l'après-midi, très orientée constructions hydrauliques : la visite du barrage et du chantier (montée sur le couronnement et traversée de la galerie interne). Les travaux pour le renforcement du barrage Les Toules ont commencés cet été avec un abaissement du niveau du lac de retenue, l'installation du chantier et le début des trouées au pied du barrage. La voûte sera renforcée au pied sur les côtés, des tiges de métal seront placées à l'intérieur et la capacité de l'évacuateur de crue sera augmentée. Après la visite et l'apéro, nous entamons la longue route jusqu'à Parme où nous arrivons vers 22h, juste à temps pour manger !



Les participants à cette sortie, casqués comme il se doit

Deuxième jour

Petit déjeuner, distribution d'enveloppe et départ pour Maranello où nous visitons le musée Ferrari. Belles carrosseries qui ont déjà un adepte parmi nous...

Ensuite, nous reprenons la route vers le Nord (nouvelle enveloppe), direction le Lac de Garde. Là commence l'aventure sportive du canyoning. Equipés des pieds à la tête, nous marchons, glissons, sautons et descendons en rappel le torrent pendant quelques heures. Frissons garantis et paysage magnifique ! Pour une fois, les hydrauliciens ont été dans le cours d'eau !

Après un moment de repos bien mérité (biscuits et thé froid), nous partons vers le Tyrol (troisième enveloppe de la journée) où nous avons rendez-vous avec M. Walter GOSTNER, nouveau docteur au LCH. Malgré notre arrivée tardive (22h), il nous emmène dîner à Schleis dans une auberge typique. En entrée, soupe au foin... Pendant la soirée, Walter révèle ses talents de musicien à la voix et à l'accordéon avec notamment la célèbre chanson "Anton aus Tirol" et des valse tyroliennes sur lesquelles les plus motivés ont dansés.



Les mêmes mais avec un tout autre équipement!

Troisième jour

Le matin, nous allons voir le Lac de Resia dans lequel se dresse un clocher, dernier vestige d'un village inondé. Ensuite, nous montons à pied vers une ancienne ferme aménagée en restaurant où nous prenons un déjeuner tyrolien. L'après-midi, nous retournons à Lausanne par l'Autriche et le Liechtenstein avec un arrêt à Lucerne.

Rédaction: Théodora Cohen, doctorante au LCH

4.4.3 Visite d'une délégation indienne du modèle Teesta VI, 18 - 19 août 2008

Le futur aménagement hydroélectrique au fil de l'eau de Teesta VI, d'une puissance installée de 500 MW, fait l'objet d'essais sur modèle physique au LCH. L'aménagement se situe dans l'état du Sikkim dans le Nord-Est de l'Inde sur la rivière Teesta, un affluent du Brahmapoutre. Des essais sur modèle physique à l'échelle 1:75 sont effectués au LCH afin de confirmer le bon fonctionnement de l'aménagement, comportant un barrage avec quatre vannes secteurs, quatre désableurs placés directement dans le lit de la rivière en rive droite et deux prises.

Mardi et mercredi, 18 et 19 août 2008 une délégation de AF-Colenco Suisse et Inde, le bureau d'ingénieur avec une délégation indienne du client Lanco Energy Private Ltd a rendu visite au LCH.

AF-Colenco de Baden, Suisse, était représenté par MM. Peter Jewitt, Castillejo Nemesio et Markus Schmidmeister, AF-Colenco India Ltd, Delhi, par MM. Sri Prakash et Navin Kumar Jha et le client Lanco Energy Private Ltd, Haryana, Inde, par MM. Brijendra Sharma et Vinod Kumar Kapoor.



Vif intérêt du modèle réduit installé dans la halle d'hydraulique du LCH

La visite avait pour but de présenter les résultats principaux de l'étude en cours, notamment le fonctionnement de la prise d'eau avec désableurs, la capacité de l'évacuateur de crue ainsi que le passage de la crue extrême ($11'600 \text{ m}^3/\text{s}$). A la fin de la séance, il a été décidé de revoir le design de la prise d'eau, au vu des conditions d'approche non uniformes avec en conséquence un mauvais fonctionnement des désableurs, de modifier le modèle physique et de refaire les essais y référant.

4.4.4 Réunion pour le barrage Koman – 18 septembre 2008



Projet du modèle physique du barrage Koman

Une réunion a eu lieu au LCH le 18 septembre 2008 concernant le barrage Koman dont le projet du modèle physique est modélisé dans notre laboratoire. M. Dhimiter Tegu, M. Mark Ndou et

M. Tonin Dodani de l'Albanie et Dr Martin Wieland de Pöyry energy étaient nos invités.

Dr. De Cesare, Prof. Schleiss et M. Daneshvari étaient là respectivement comme chef de projet, directeur du LCH et ingénieur de projet. La réunion a commencé par une brève présentation des activités réalisées pour le projet de Koman et ensuite quelques discussions techniques ont eu lieu concernant des détails. Par la suite, nous avons effectué une visite dans la halle et leur avons présenté le modèle physique et les essais du modèle avec différents scénarios.

4.4.5 Visite d'une délégation des ingénieurs hydrauliques Nord-coréens, 30 octobre 2008

Depuis 2003, la direction pour le développement et collaboration (DEZA) finance un projet de conseil pour la réhabilitation des aménagements hydroélectriques en Corée du Nord avec des ateliers de formation pour des ingénieurs nord-coréens. Dans le cadre d'un tel voyage de formation, du 25 octobre au 10 novembre, et sous l'organisation du bureau ITECO, 12 ingénieurs ont visité le laboratoire de constructions hydrauliques pour s'informer sur l'état de l'art de la conception des aménagements hydroélectriques ainsi que les études sur modèles hydrauliques. Après une conférence donnée par le Prof. Schleiss, la délégation a visité la halle hydraulique, en particulier les modèles physiques de recherche fondamentale et appliquée.



MM. Schleiss et Bieri ont introduits la délégation nord-coréenne à la recherche fondamentale et appliquée grâce aux modèles physiques

4.4.6 Kick-off Meeting du projet de recherche APUNCH à l'ETH Zürich, 14 novembre 2008

M. Schleiss a participé au *Kick-off Meeting* du projet de recherche APUNCH – Advanced Process UNDERstanding and prediction of hydrological extremes and Complex Hazards – dans le cadre du centre de compétence en environnement et développement durable (CCES). Il a présenté le module "Investigations of flow conditions with intense sediment transport" qui est réalisé par le LCH en collaboration avec le LHE et le WSL (mesures in situ).

4.4.7 Calendrier 2009 des barrages en Suisse / 2009 Calendar on Swiss dams

Pour la cinquième fois, le comité suisse des barrages a édité un calendrier de barrages suisses (CSB). Le comité d'édition a été

For the fifth time, the Swiss Committee on Dams has edited a calendar on Swiss dams. The editing committee was chaired by Prof. Dr

présidé par Prof. Dr. A. Schleiss et l'assemblée des informations a été fait au LCH. Le calendrier illustre 13 grands barrages suisses avec de magnifiques photos et des informations techniques au verso. Les 4500 exemplaires imprimés ont très rapidement été commandés. Pour tous ceux qui s'intéressent au calendrier 2010, ils peuvent déjà s'inscrire auprès du CSB (www.swissdams.ch).

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. The 4500 copies printed were rapidly ordered. For all those interested in the 2010 calendar, they can already register at the Swiss Committee on Dams (www.swissdams.ch).

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) (2005 – 2008)*

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) (2004 – 2008)

Lafitte Raymond

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

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

Commission internationale des grands barrages – CIGB (Membre invité du Comité de la sécurité des barrages) / *International Commission on Large Dams – ICOLD (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 (membre)

Boillat Jean-Louis

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

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)*

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)*

De Cesare Giovanni

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)*

Erik Bollaert

ENAC Commission de recherche EPFL (membre) / *Research Commission of the faculty ENAC (member)*

EDEN Ecole Doctorale EPFL (membre) / *EDEN Doctoral School (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) / *Swiss Committee on Dams (member)*

Comité américain des barrages USCOLD (membre) / *American committee on Dams USCOLD (member)*

Association américaine des Ingénieurs civils ASCE (membre) / *American Society of Civil Engineers (member)*

Comité technique d'affouillement et érosion TC33-ISSMGE (membre) / *Committee on Geotechnics for Soil Erosion (member)*

Comité international de mécanique des sols ISMMGE (membre) / *International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (member)*

Amini Azin

Iranian Committee on Large Dams (IRCOLD)

Blanckaert Koen

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)

Leite Ribeiro Marcelo

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

Jenzer Jolanda

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)

Ribi Jean-Marc

Association suisse des professionnels de la protection des eaux – VSA / *Swiss Water Pollution Control Association*

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

Reservoir sedimentation and sustainable development

Workshop "Erosion, Transport and Deposition of Sediment", UNESCO International Hydrological programme and International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin, Université de Berne, 28 – 30 avril 2008

Reservoir sedimentation and sustainability of hydropower

2nd National Conference on Dams and Hydropower Plants, Teheran, Iran, 13th – 15th May, 2008

Workshop on Design of Pressure tunnels and shafts

2nd National Conference on Dams and Hydropower Plants, Teheran, Iran, 13th – 15th May, 2008

Boillat Jean-Louis

Protection des rives lacustres contre l'érosion

Colloque du groupe "Renaturation" de la Commission internationale de la protection des eaux du Léman (CIPEL), Changings, 24 janvier 2008

Rejet de la STEP de Pully dans le Léman

Colloque thématique, Hôtel de Ville de Pully, 11 avril 2008

Les structures hydrauliques et les bois flottants

Séminaire Crues, Bois flottants et Entretien des forêts, Grangeneuve, 6 juin 2008

Etude paramétrique de la capacité des PK-Weirs

Colloque sur les PK-Weirs, Le Bourget du Lac, France, 22 octobre 2008

Les effets de rétention sur le projet de la troisième correction du Rhône

Colloque R3, Sion, 13 novembre 2008

6.2 Autres conférences / Other conferences

Schleiss Anton

Velocity field measurements in the vicinity of an oil spill barrier using LSPIV method

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

Boillat Jean-Louis

Dam break in case of silted-up reservoirs

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

Deflectors as riverbank protection measures

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

Auslaufbauwerk des Geschiebesammlers Fromatta, Kelchbach Naters, Wallis, Schweiz

Internationales Symposium 2008, VAW – ETH Zürich – Neue Anforderungen an den Wasserbau, 11. – 12. September 2008

Lafitte Raymond

The Indus Waters Treaty 1960 and the problem of reservoir sedimentation. International Lecture British Dam Society. Annual General Meeting. 17th March 2008

Kantoush Sameh

Channel formation in large shallow reservoirs with different geometries during drawdown flushing

International Symposium on Sediment Management I2SM, Lille, France, 8 – 11 juillet 2008

Optical backscatter technique (obs) for suspended sediment concentration measurement in shallow reservoir

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

Comparison of ADV and UVP in terms of velocity and turbulence measurements in a uniform flow

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

Michael Müller

Wirbelbildung über Wasserfassungen: Geschwindigkeitsmessungen im hydraulischen Modell

10. Treffen Junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten, Innsbruck, Autriche, 6 – 9 août 2008

Martin Bieri

Einsatz von Piano-Key-Wehren zur Erweiterung der Abflusskapazität von Hochwasserentlastungsanlagen

10. Treffen Junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten, Innsbruck, Autriche, 6 – 9 août 2008

De Cesare Giovanni

Experiments on turbidity currents influenced by solid and permeable obstacles and water jet screens

Sixth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering – 6th ISUD, Université Technique Tchèque, Prague, Tchécoslovaquie, 9 – 11 septembre 2008

Vortices at intake works of pump-storage schemes

Sixth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering – 6th ISUD, Université Technique Tchèque, Prague, Tchécoslovaquie, 9 – 11 septembre 2008

Duarte Alexandre

Influence of bank roughness and inclination on straight channel flows

Sixth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering – 6th ISUD, Université Technique Tchèque, Prague, Tchécoslovaquie, 9 – 11 septembre 2008

Influence of outer-bank inclination on flow patterns in open-channel bends

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

García Hernández Javier

La prévision hydrométéorologique sur le bassin versant du Rhône en amont du Léman, Prévisions hydrométéorologiques

Colloque d'hydraulique, 191e session du Comité Scientifique et Technique de la Société Hydrotechnique de France, Lyon, 18 – 19 novembre 2008

Leite Ribeiro Marcelo

Influence of the widening of a tributary on confluence morphology

2nd International Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures (2nd IJREWS 2008) 30th July – 1st August 2008

Jenzer Althaus Jolanda

Modellversuche der Rhone bei Visp (CH) unter Betrachtung mehrerer wasserbaulicher Aspekte

Kongress Interpraevent, Dornbirn (AT), 28 – 30 mai 2008

Release of sediment laden water through power intakes of deep reservoirs I

International Symposium on Sediment Management I2SM, Lille, France, 8 – 11 juillet 2008

Release of sediment laden water through power intakes of deep reservoirs II

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

Abführung von Feinsedimenten über Triebwassersysteme als nachhaltige Massnahme gegen Stauraumverlandung

Internationales Symposium 2008, VAW – ETH Zürich – Neue Anforderungen an den Wasserbau, 11 – 12 September 2008

Ribi Jean-Marc

Breach formation in a fuse plug lateral weir

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey, 3rd – 5th September 2008

7 Participation aux congrès et visite des instituts de recherche / *Participation in congresses and visits of research institutes*

Symposium KOHS Protection contre les crues: nouveautés dans la planification et la réalisation des mesures de protection – une vue d'ensemble, Bienne
18 janvier 2008

Anton Schleiss, Président du comité d'organisation

2nd National Conference on Dams and Hydropower Plants, Teheran, Iran
13 – 15 May, 2008

Anton Schleiss, Key-note lecturer

11. Kongress Interpraevent, Dornbirn, Autriche
28 – 30 mai 2008

Jolanda Jenzer Althaus

76th Annual Meeting of ICOLD, Sofia, Bulgaria
2 – 6 June, 2008

Anton Schleiss

International Symposium on Sediment Management, I2SM, Lille, France
8 – 11 juillet 2008

Jolanda Jenzer Althaus et Sameh Kantoush

2nd International Junior Researcher and Engineer Workshop on Hydraulic Structures (2nd IJREWHWS 2008)

30 juillet – 1er août 2008

Marcelo Leite

10. Treffen Junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten, Innsbruck, Autriche

6 – 9 août 2008

Michael Müller et Martin Bieri

International Summer School "Complex flows, turbulence, morphodynamics and ecology in rivers" of the International Association of Hydraulic Research (IAHR), Delft, The Netherlands
25 – 29 août 2008

Michael Müller et Marcelo Leite Ribeiro

River Flow 2008 – International Conference on Fluvial Hydraulics, Izmir, Turkey
3 – 5 September 2008

Anton Schleiss, Session chairman, Jean-Louis Boillat, Koen Blanckaert, Jean-Marc Ribbi, Sameh Kantoush, Jolanda Jenzer Althaus and Alexandre Duarte

Sixth International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering – 6th ISUD

9 – 11 September 2008

Alexandre Duarte et Giovanni De Cesare (membre du comité scientifique)

Internationales Symposium 2008 in Zürich (VAW – ETHZ) - "Neue Anforderungen an den Wasserbau"

11-12 September 2008

Anton Schleiss, Sessionsleiter, Mitglied Wissenschaftliches Komitee, Jean-Louis Boillat, Giovanni De Cesare et Jolanda Jenzer Althaus

Journée d'étude du Comité suisse des barrages à St-Gall - Petites et moyennes retenues – construction, surveillance, entretien

25 – 26 septembre 2008

Anton Schleiss, Clôture de la conférence en tant que président du CSB

Colloque sur les prévisions hydrométéorologiques, Lyon, France
18 et 19 novembre 2008
Javier García Hernández, Jean-Louis Boillat, Frédéric Jordan

6th EC Framework programme integrated infrastructure initiative Hydralab III, Hull, UK
3 novembre – 12 décembre 2008
Koen Blanckaert

8 Participation au jury de thèses de doctorat / *Participation in doctoral thesis jury*

Schleiss Anton (Directeur de thèse)

Sameh Kantoush "Influence of reservoir geometry on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended load ", Thèse N° 4048, EPFL, 25.04 2008

Alexandre Duarte "An experimental study on main flow, secondary flow and turbulence in open-channel bends with emphasis on their interaction with the outer-bank geometry ", Thèse EPFL, No 4227, 10.10.2008

Schleiss Anton (Membre du jury de thèse)

An experimental study of coherent structures, secondary currents and surface boils and their interaction in open-channel flow

Doctorant : Ismail ALBAYRAK, EPFL, membre du jury, 29.05.2008

Hydraulische Verhalten von Treppengerinnen mit eingetieften Stufen– selbstinduzierte Abflussinstationaritäten und Energiedissipation

Doctorant : Jens THORWARTH, Aachen, 04.08.2008.

Modeling degradation processes of switches and crossings for maintenance and renewal planning on the Swiss railway network

Doctorant : Willem-Jan ZWANENBURG, EPFL, Président du Jury, 18.08.2008

9 Participation à des comités de lecteurs et jury de fonds de recherche / *Participation in review committees of journals and research funds*

Journal of Hydraulic Engineering (ASCE)	A. Schleiss
Journal of Hydraulic Research (JHR)	A. Schleiss
Experiments in Fluids	A. Schleiss
Tunneling and Underground Space Technology	A. Schleiss
FNRS, Belgique	A. Schleiss
ANR, France	A. Schleiss
FNSNF, Suisse	A. Schleiss
Advances in Water Resources	K. Blanckaert
Applied Rheology	G. De Cesare
Geophysical Research Letters (American Geophysical Union - AGU)	G. De Cesare
Journal of Hydraulic Research (IAHR)	G. De Cesare

10 Publications

10.1 Journaux scientifiques / *Scientific journals*

10.1.1 Référés / *Referred*

Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Trenncharakteristik einer seitlichen Notentlastung an Flüssen unter Berücksichtigung morphologischer Prozesse", **KW Korrespondenz Wasserwirtschaft**, (1) Nr. 2, pp. 85-91, 2008

André S., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Ecoulements aérés sur évacuateurs en marches d'escalier équipées de macro-rugosités – Partie I: caractéristiques hydrauliques", **La Houille Blanche – Revue internationale de l'eau**, N° 1, pp. 91-100, 2008

André S., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Ecoulements aérés sur évacuateurs en marches d'escalier équipées de macro-rugosités – Partie II: dissipation d'énergie", **La Houille Blanche – Revue internationale de l'eau**, N° 1, pp. 101-108, 2008

Manso P., Bollaert E., Schleiss A.; "Evaluation of high-velocity plunging jet-issuing characteristics as a basis for plunge pool analysis", **Journal of Hydraulic Research**, Volume 46, No. 2, pp. 147-157, 2008

André S., Schleiss A.; Discussion on "Pressures on a stepped spillway" by Sánchez-Juny M., Bladé E., Dolz J, **Journal of Hydraulic Research**, IJHR, Volume 46, Number 4, pp. 574-576, 2008

Boillat, J.-L.; Martinerie, R.; Garcia, J.; De Cesare, G.; "La gestion sédimentaire en milieu alpin". **La Houille Blanche**, 4 - 2008, 63(4), pp. 122-129

Amini, A.; Bollaert, E.; Boillat, J.-L.; Schleiss, A.J.; "Dynamics of low-viscosity oils retained by rigid and flexible barriers". **Ocean Engineering** 35 2008, pp. 1479-1491

Princevac, M.; Bühler, J.; Schleiss; A. J.: "Mass-based depth and velocity scales for gravity currents and related flows", **Environmental Fluid Mechanics** 2008, (ISSN: 1573-1510 (Online)) DOI: 10.1007/s10652-008-9105-4

Meile, T.; Boillat, J.-L.; Schleiss, A. J.; "Dämpfende Wirkung von grossmassstäblichen Uferrauheiten auf Schwall und Sunkerscheinungen in Flüssen" **WasserWirtschaft** 98 2008, Heft 12, S. 18-24

Kantoush, S. A.; Bollaert, E.; Schleiss, A. J.; "Experimental and numerical modelling of sedimentation in a rectangular shallow basin" **International Journal of Sediment Research**, Volume 23, Issue 3, September 2008, pp. 212-232

E. F. R. Bollaert (2008); Discussion of "Jet impact geometry and plunge pool dimensions effects on dynamic pressures at pool sidewalls", **Canadian Journal of Civil Engineering** 35 (11): pp. 1347-1348

A. J. Schleiss (2008); Discussion of "Jet impact geometry and plunge pool dimensions effects on dynamic pressures at pool sidewalls", **Canadian Journal of Civil Engineering** 35 (11): pp. 1349-1350

Blanckaert, K.; Buschman, F. A.; Schielen, R.; Wijbenga, J. H. A.; "Redistribution of Velocity and Bed-Shear Stress in Straight and Curved Open Channels by Means of a Bubble Screen: Laboratory Experiments", **Journal of Hydraulic Engineering**, February 2008, DOI: 10.1061, pp. 184-195

10.1.2 Autres / *Others*

Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Berücksichtigung morphologischer Prozesse bei der Bemessung einer seitlichen Notentlastung an Flüssen", **Wasser Energie Luft**, (100) Heft 1, pp. 1-6, 2008

Meile T., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Einfluss von grossmassstäblichen Uferrauheiten und Buchten auf Schwallwellen in Flüssen infolge Kraftwerksbetrieb", **Wasser Energie Luft**, (100) Heft 1, pp. 6-12, 2008

Kantoush S., Boillat J.-L., Bollaert E., Schleiss A.; "Influence of shallow reservoir geometry on the flow pattern and sedimentation process by suspended sediments", **Wasser Energie Luft**, (100) Heft 1, pp. 13-21, 2008

Heller Ph., Schleiss A.; "Aménagement hydroélectriques fluviaux à buts multiples: résolution du marnage artificiel et bénéfiques écologiques, énergétiques et sociaux", **Wasser Energie Luft**, (100) Heft 2, pp 101-108, 2008

De Pourtalès, T.; "Objectifs paysagers d'un aménagement hydraulique à buts multiples". **Wasser Energie Luft**, (100) Heft 3, pp. 181-186, 2008

Schleiss, A.; Peter, A.; Fäh, R.; Scheidegger, C.; "Dynamische Lebensräume und Hochwasserschutz - Forschungsprojekt «Integrales Flussgebietsmanagement»". **Wasser Energie Luft**, (100) Heft 3, pp. 187-194, 2008

Schleiss, A. J.; IAHR – A need for change!, Never change a well-known brand but change the strategy. **Hydrolink**, 5, 2008, pp. 70-71

10.2 Comptes rendus des congrès / Proceedings of congresses

10.2.1 Référés / Referred

Heller Ph., Schleiss A.; "Aménagements hydroélectriques fluviaux à buts multiples", **Interpraevent 2008, Dornbirn Vorarlberg Austria 26-30 May, Conference Proceedings**, Volume 1, pp. 89-97, 2008

Jenzer J., Carvalho Pereira S., Federspiel M., Boillat J.-L.; "Modellversuche des Rhône bei Visp (Schweiz) unter Betrachtung mehrerer Wasserbaulicher Aspekte", **Interpraevent 2008, Dornbirn Vorarlberg Austria 26-30 May, Conference Proceedings**, Volume 1, pp. 131-139, 2008

Jordan F., Garcia Hernandez J., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Flood forecast and flood management model", **Interpraevent 2008, Dornbirn Vorarlberg Austria 26-30 May, Conference Proceedings**, Volume 1, pp. 141-151, 2008

Rosier B., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Outflow angle for side weirs in a channel with mobile bed at flood discharges", **Interpraevent 2008, Dornbirn Vorarlberg Austria 26-30 May, Conference Proceedings**, Volume 1, pp. 199-208, 2008

Althaus J., J. M. I. , De Cesare G., Schleiss A. ; "Release of sediment laden water through power intakes of deep reservoirs", **Proceedings of International Symposium on Sediment Management 2008, Lille France 9-11 July 2008**, pp 103-110

Kantoush S., Boillat J.-L., Schleiss A.; "Channel Formation in Large Shallow Reservoirs with Different Geometries during Flushing", **Proceedings of International Symposium on Sediment Management 2008, Lille France 9-11 July 2008**, pp 663-673

van Balen, W.; Uijtewaal, W.S.J.; Blanckaert, K. (2008). LES and RANS computations of schematized river bends. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 109-117

Duarte, A.; Blanckaert, K.; Schleiss, A. (2008). Influence of outer-bank inclination on flow patterns in open-channel bends. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp.119-125

Bombar, G.; Kantoush, S.; Albayrak, I. (2008). Comparison of ADVP and UVP in terms of velocity and turbulence measurements in a uniform flow. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 281-288

Ribi, J.M.; Pury, J.; Boillat, J.-L. (2008). Breach formation in a fuse plug lateral weir. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 539-545

Boillat, J.-L.; Ribeiro, J.; Duarte, A.; Darbre, G. (2008). Dam break in case of silted-up reservoirs. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 689-695

Pereira, S.C.; Boillat, J.-L.; Kantoush, S.A.; Meile, T. (2008). Deflectors as riverbanks protection measures. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp.903-909

- Jenzer, J.; De Cesare, G.; Schleiss, A. (2008). Release of sediment laden water through power intakes of deep reservoirs. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 1173-1180
- Zeng, J.; Constantinescu, G.; Blanckaert, K.; Weber, L. (2008). Prediction of flow structure and equilibrium bathymetry in an open channel bend with a very strong curvature. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 1271-1278
- Kantoush, S.A.; Schleiss, A. (2008). Optical backscatter technique (OBS) for suspended sediment concentration measurement in shallow reservoir. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 2353-2363
- Amini, A.; Kantoush, S.A.; Schleiss, A. (2008). Velocity measurements in the vicinity of an oil spill barrier using LSPIV method. Proc. of **River Flow 2008, Ed. Altinakar M. S. and al., Çesme Turkey, 6. – 8. September 2008**, pp. 2391-2396
- De Cesare, G.; Baumann, R.; Zuglian, R.; Binder, F.; "Sedimentausleitung aus dem Speicher Gübsensee über die Triebwasserleitung". Proc. **Int. Symposium, Neue Anforderungen an den Wasserbau, ETH Zürich 11. - 12. September 2008, Mitteilungen 207 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, (VAW)**, pp. 317-326
- Jenzer Althaus, J.; De Cesare, G.; Schleiss, A.; "Abführung von Feinsedimenten über Treibwassersysteme als nachhaltige Massnahme gegen Stauraumverlandung". Proc. **Int. Symposium, Neue Anforderungen an den Wasserbau, ETH Zürich 11. - 12. September 2008, Mitteilungen 207 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, (VAW)**, pp. 349-360
- Müller, Ph.; De Cesare, G.; "Verlandungsproblematik in den Stauseen der Kraftwerke Sarganserland, Durchleitung von Trübeströmen als Lösungsvorschlag". Proc. **Int. Symposium, Neue Anforderungen an den Wasserbau, ETH Zürich 11. - 12. September 2008, Mitteilungen 207, der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, (VAW)**, pp. 383-393
- Boillat, J.-L.; Geiges-Mayaud, M.; Teyssie, P.; "Auslaufbauwerke des Geschiebesammlers Fromatta (Kelchbach Naters, Wallis, Schweiz) ". Proc. **der Int. Symposium, Neue Anforderungen an den Wasserbau, ETH Zürich 11. - 12. September 2008, Mitteilungen 207, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, (VAW)**, pp. 317-326
- Ferrari, E.; Meile, T.; Boillat, J.-L.; Schleiss, A.; "Zweidimensionale Geschwindigkeits- und Abflusstiefenberechnungen für Gerinne mit unterschiedlichen Morphologien und Abflüssen". Proc. **Int. Symposium, Neue Anforderungen an den Wasserbau, ETH Zürich 11. - 12. September 2008, Mitteilungen 208, der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, (VAW)**, pp. 943-953
- De Cesare, G.; Oehy, Ch.; Schleiss, A.; (2008). "Experiments on turbidity currents influenced by solid and permeable obstacles and water jet screens". Proc. of the **6th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 6th ISUD, 9-11 September 2008, Prague, Czech Republic, ISBN: 978-80-87117-05-7**, pp. 41-44
- Duarte, A.; Blanckaert, K.; Schleiss, A; (2008). "Influence of bank roughness and inclination on straight channel flows". Proc. of the **6th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 6th ISUD, 9-11 September 2008, Prague, Czech Republic, ISBN: 978-80-87117-05-7**, pp. 49-52
- Martinerie, R.; Müller, M.; De Cesare, G.; Boillat, J.-L ; (2008). "Vortices at intake works of pump-storage schemes". Proc. of the **6th International Symposium on Ultrasonic Doppler Methods for Fluid Mechanics and Fluid Engineering, 6th ISUD, 9-11 September 2008, Prague, Czech Republic, ISBN: 978-80-87117-05-7**, pp. 119-122
- Kantoush S., **2nd International Symposium on Shallow Flows, 10 – 12 December 2008, Hkust, Hong Kong**
- Leite Ribeiro, M.; Wampfler, S.; Blanckaert, K.; Schleiss, A. J.; "Influence of the widening of a tributary on confluence morphology: preliminary results"; Hydraulic Structures: Proceedings of the **second international junior researcher and engineer workshop on hydraulic structures. Pisa, Italy. 30.07 – 01.08.2008.**, pp 195-202.

Kantoush, S.; Dewals, B.; Erpicum, S.; Schleiss, A. J.; Piroton, M.; "Flow in shallow rectangular basins: experimental study and 2D numerical simulations"; ICHE 2008, **8th International Conference on Hydro-Science and Engineering, September, 2008, Nagoya, Japan**

10.2.2 Autres / Others

Jenzer J., De Cesare G., Schleiss A.; "Reservoir sedimentation and sustainable development", **Proc. of Workshop Erosion, Transport and Deposition of Sediments, UNESCO Int. Hydrological Program**, Berne, 28.-30. April 2008, pp. 23-28, 2008

Bieri, M.; Leite Ribeiro, M.; Boillat, J.-L.; Schleiss, A. J.; "Einsatz von Piano-Key-Wehren zur Erweiterung der Abflusskapazität von Hochwasserentlastungsanlagen" **10. Treffen Junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten 06 – 09 August 2008 Innsbruck**, pp. 57-62

Müller, M.; De Cesare, G.; Schleiss, A. J.; "Wirbel über Wasserfassungen: Geschwindigkeitsmessungen im hydraulischen Modell" **10. Treffen Junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Wasserbauinstituten 06 – 09 August 2008 Innsbruck**, pp. 81-86

10.3 Thèse de doctorat / PhD Thesis

Sameh Kantoush "Influence of reservoir geometry on the sedimentation of shallow reservoirs by suspended load ", Thèse N° 4048, EPFL 2008

Alexandre Duarte "An experimental study on main flow, secondary flow and turbulence in open-channel bends with emphasis on their interaction with the outer-bank geometry ", Thèse EPFL, No 4227 2008

10.4 Communications du LCH / LCH Communications

N° 36. T. Meile, "Influence of macro-roughness of walls on steady and unsteady flow in a channel" Communication 36, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2008

N° 37. S. A. Kantoush, "Experimental study on the influence of the geometry of shallow reservoirs on flow patterns and sedimentation by suspended sediments" Communication 37, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2008

N° 38. F. Jordan, J. García Hernández, J. Dubois, J.-L. Boillat, "Minerve - Modélisation des intempéries de nature extrême du Rhône valaisan et de leurs effets" Communication 38, Laboratoire de constructions hydrauliques, Ed. A. Schleiss, Lausanne, 2008

10.5 Rapports non publiés / Unpublished reports

No. 1 Bericht, Modellversuche Ein- und Auslaufbauwerke Unterbecken Limmernsee NOK, Baden, janvier (2008)

No. 2 Overview on the problematic of sedimentation and sediment management in alpine reservoirs BAFU, Bundesamt für Umwelt, février (2008)

No. 3 Gustave Addor République et Canton de Genève, février (2008)

No. 4 Barrage de Choranche. Analyse préliminaire EDF, mars (2008)

No. 5 Barrage des Gloriettes – Evacuateurs de crues EDF, mars (2008)

No. 6 Les effets de rétention sur le projet de la 3ème correction du Rhône Troisième correction du Rhône, avril (2008)

No. 7 Cheminée d'équilibre de l'aménagement hydroélectrique de Vernayaz. Etude numérique de coup de bélier et d'oscillation en masse. Vérifications complémentaires. CETP Ingénieurs Conseils, avril (2008)

- No. 8 Barrage de St-Marc. Piste d'accès au chantier. Relation Niveau-Débit au profil P80
EDF, mai (2008)
- No. 9 Barrage de Choranche. Rapport d'avancement No 1
EDF, mai (2008)
- No. 10 Teesta VI HEP India, Report Flushing System
Colenco, mai (2008)
- No. 10b Teesta VI HEP India, Report Flushing System Optimization
Colenco, mai (2008)
- No. 11 Rupture de barrages ensablés
OFEN, mai (2008)
- No. 12 Dez Dam turbidity current simulation 2D
Pöyry, août (2008)
- No. 13 Barrage de Choranche – Evacuateur de crue – rapport final
EDF, septembre (2008)
- No. 14 Rejet de la STEP de Pully dans le Léman
Commune de Pully, septembre (2008)
- No. 15 Aire au Pont-des-Marais – Prise d'eau et galerie de dérivation
Ville de Genève, novembre (2008)
- No. 16 Expertise provisionnelle Jaeggi et al.
Pouvoir judiciaire du Canton de Genève, octobre (2008)
- No. 17 Expertise de l'étude du réseau d'assainissement de Lausanne
Ville de Lausanne, octobre (2008)
- No. 18 Strömungsverhalten Rückhaltebecken bei Dichteunterschied
Lonza Walliser Werke AG Visp, novembre (2008)
- No. 19 Effets de rétention sur le projet de 3ème correction du Rhône. Etape 1
SRCE-VS / R3, novembre (2008)
- No. 21 3ème correction du Rhône. Mesures prioritaires de Viège. Première partie
SRCE-VS/R3, décembre (2008)
- No. 22 3ème correction du Rhône. Mesures prioritaires de Viège. Deuxième partie
SRCE-VS/R3, décembre (2008)
- No. 23 Expertise. Embouchure de l'Aubonne
Tribunal cantonal VD, décembre (2008)
- No. 24 Rupture de barrages ensablés. Rapport final enrichi
OFEN – section barrages, décembre (2008)

Edition finale Martine Tiercy
© LCH 2008