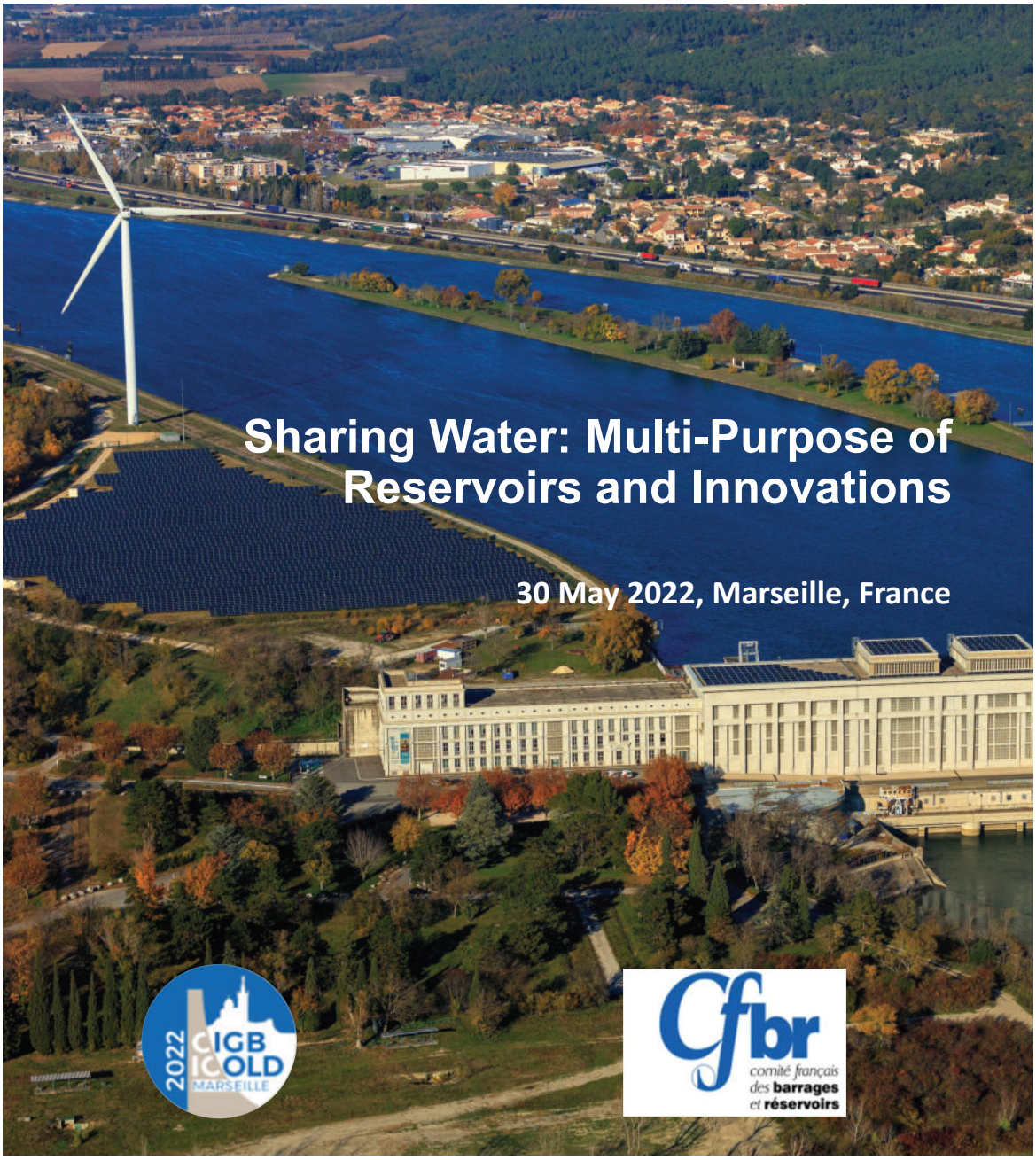

© Camille Moirenc

Sharing Water: Multi-Purpose of Reservoirs and Innovations

Book of abstracts

Editors:
Christine Noret
and Laurent Peyras

edp sciences

PREFACE

SHARING WATER: MULTI-PURPOSE OF RESERVOIRS AND INNOVATIONS

Christine Noret & Laurent Peyras, Chairpersons

In May-June 2022, the French Committee for Dams and Reservoirs (CFBR) will host the 27th Congress and the 89th annual meeting of the International Commission on Large Dams (ICOLD-CIGB) in Marseille.

As part of this global event, the CFBR will be organizing a symposium on the role of dams and particularly on the multi-use of water that these dams make possible. This theme has been particularly important for at least two decades and continues to focus the attention of more and more leaders around the world.

The theme of the 8th World Water Forum held in March 2018 in Brasilia, was "Sharing Water". Loïc Fauchon, President of the World Water Council, emphasized the pressing need for all to join what he calls the "House of Water" in his inaugural address. He introduced an approach of hydro-diplomacy: "Global Water Security is today an integral part of the national security and the foreign policy of every country. We must therefore establish a real hydro-diplomacy that is the art of building the country around this vital resource. Hydro-diplomacy in climate negotiations, hydro-diplomacy to explore and safeguard many "Hydrospots" and diplomacy to refinance the hydro-debts of the poorest countries and cities".

The dam profession is deeply involved in the question of the multiple use of water. In 2016, the European Club for Large Dams (EurCold) launched a Manifesto, a declaration to promote an honest and transparent public debate that will facilitate actions to promote the emergence of a European policy to support the role of reservoirs and dams in water supply, irrigation and energy generation, providing an effective contribution to climate change adaptation, preserving the environment and considering the increasing social resistance.

ICOLD also attaches great importance to this theme, which was the subject of a specific question at the Stavanger Congress (Q96) and a technical bulletin (B171: Multi-Purpose Water Storage, Essential Elements and Emerging Trends). The methods and experiences of the ICOLD member countries described in the articles and in the bulletin are an enrichment for the community of the dams' professionals but also for developers. This use of dams and reservoirs for multiple purposes is in full development.

During the last COP26 in Glasgow, for the first time, there was a multimedia pavilion dedicated to Water for Climate, which aimed at mobilizing the whole water community. It hosted several round tables with the objectives of sharing solutions and supporting ambitious, science-based global climate actions. Some of these events were linked with the theme of the multi-purpose use of hydro projects like, for example, "Meeting renewable energy targets while maintaining the resilience of rivers and communities" or "Water-wise, nature-based solutions to turn climate risks into opportunities for action".

© The Authors, published by EDP Sciences. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

The French Committee of Dams and Reservoirs is therefore seizing the opportunity of the 27th ICOLD Congress in France in 2022 to organize a Symposium on this topic, with the wish to involve all the relevant stakeholders. Both technical and societal, its theme "*Sharing Water: Multi-Purpose of Reservoirs and Innovations*" fundamentally touches on the role of dams in our societies in their traditional functions, such as water supply to populations, irrigation and electricity generation, but also as protection against floods, support of low water levels and more recreational uses. We will talk about our experiences on multi-purpose reservoirs and their adaptation to today's new challenges, such as the water resource, energy storage, climate change and environment. All these topics will be discussed and detailed during this Symposium.

The Symposium is organized around 4 themes and several sub-themes:

Theme 1: Territorial and Water Multi-purpose Issues

- **1A**. Evaluation of current and future resources and needs
- **1B**. Evaluation of socio-environmental and biodiversity benefits and impacts, positive and negative externalities
- **1C**. Analysis of resilience and adaptability of projects to respond to climate change and changing uses. Decision-making methods for choosing a solution, cost-benefit analysis on a regional scale
- **1D**. Lessons learnt from recent water resource crises (drought, floods…)

Theme 2: Governance and Funding

- **2A**. Institutional aspects, stakeholder commitments and inter-relationships
- **2B**. Financial aspects, project funding
- **2C**. Participatory approaches, stakeholder involvement
- **2D**. Special cases of cross-border assets

Theme 3: Innovative solutions in reservoir uses

- **3A**. Multi-purpose hydraulic projects: energy storage, hydropower, hybrid solutions with other intermittent renewable energy sources, irrigation, navigable waterways, water supply, flood mitigation, protection against marine submersion...
- **3B**. Combining structural and non-structural solutions
- **3C**. Integrating a project into a territory with multiple reservoirs
- **3D**. Complementarities and synergies with intermittent renewable energy, related issues

Theme 4: Operating Multi-purpose facilities

- **4A**. Hydrology for resource management in the short and medium term
- **4B**. Tools for operation-related decision making, including risk management
- **4C**. Short, medium and long-term operation simulation and modelling
- **4D**. Water sharing criteria, trade-off between uses, operational compatibility of additional uses
- **4E**. Performance evaluation of asset management methods

In preparation since 2019, the Symposium is now publishing about 100 articles selected by the International Scientific Committee, from 19 countries. It constitutes a complete state of the art of the question of the multiple-purpose of reservoirs in the world in connection with territorial issues, their governance and their financing. It shows the best innovative technological and management solutions in this field, in the service of better water sharing.

Chairpersons

- Christine NORET – Tractebel - France
- Laurent PEYRAS - INRAE - France

Co-chairpersons

Theme 1:

- Giovanni RUGGERI – ITCOLD - Italy
- Joël GAILHARD – EDF - France

Theme 2:

- Juha LAASONEN – FORTUM - Finland
- Catherine CASTEIGTS – Société du Canal de Provence (SCP) – France

Theme 3:

- Aries FIRMAN – INACOLD - Indonesia
- Laurence DUCHESNE – Compagnie Nationale du Rhône (CNR) – France

Theme 4:

- Henriette ANDERSON – Verve Civil Eng - South Africa
- Alain CARRERE – Expert Consultant - France

International Scientific Committee

- Henriette ANDERSON - South Africa
- Harry BLOHM - USA
- Alain CARRÈRE - France
- Catherine CASTEIGTS - France
- Enrique CIFRES - Spain
- François DELORME - France
- Luc DEROO – France
- Laurence DUCHESNE - France
- Aries FIRMAN - Indonesia
- Joël GAILHARD - France
- Jia JINSHENG – China
- Juha LAASONEN - Finland
- Michel LINO - France
- Guido MAZZA - Italy
- Adama NOMBRE - Burkina Faso
- Ali NOORZAD – Iran
- Michel POUPART – France
- Guirec PRÉVOT - France
- Alejandro PUJOL - Argentina
- Giovanni RUGGERI - Italy
- Craig SCOTT – United Kingdom
- Jean-Michel TINLAND - France
- Julien VERDONCK - France

Sommaire / Contents

Thème 1. Enjeux territoriaux et multi-usages de l'eau
Theme 1. Territorial and Water Multi-Purpose Issues

Partage de l'eau et des savoirs au barrage de la Verne
Sharing Water and Knowledge at the Verne Reservoir
Francis José-Maria and René Jam 17

Mode de réinstallation et de partage des avantages dans l'aménagement de la rivière Nam Ou au Laos
Resettlement and Benefit-Sharing Mode in Lao Nam Ou River Development
Haomiao Yu and Shaojun Chen 18

Analyse de la propagation spatio-temporelle de la sécheresse sur l'est de la Chine à l'aide de réseaux complexes
Analysis of the spatio-temporal propagation of drought over Eastern China using complex networks
Yiran Xu, Fan Lu, Benqing Ruan, Yanyu Dai, and Kangming Wang 19

Impact du changement climatique et des facteurs humains sur les variations des ressources en eau dans les barrages réservoirs (étude de cas : rivière Lighvan, Iran)
Impact of climate change and human factors on water resources variations in reservoir dams (case study: Lighvan River, Iran)
Reza Kanani 20

Recherche et application sur les centrales hydro-solaires
Research and application of water light complementary power station
Liu Xuege, Wang Pengfei, Zhang Yanzhi, Jia Chunlei, Zhao Wei, Liu Chengdong, Tan Xiaogang, Qu Weiqiang, Liu Bo, and Zhang Yanan 21

Water resources carrying capacity model and prediction in Shandong Province based on social and economic factors
Modèle et prévision de la capacité de charge des ressources en eau dans la province du Shandong sur la base de facteurs socio-économiques complets
Juan Du, JingTao Wang, Tao Zhang, and Shuang Wang 22

Planifier le développement durable de l'irrigation : quelle perspective pour le développement du Kosovo ?
Planning for a Sustainable Irrigation development: The Kosovo perspective
Julien Lecollinet 23

Concept de Large Digue Verte pour le revêtement en gazon dans des conditions côtières
Wide Green Dike (WGD) concept for grass revetment under coastal conditions
Maurits Kampen, Henrike Maris, Martijn Peters, Jana Steenbergen-Kajabová, Jos van Zuylen, Erik Jolink, and Henk van Norel 24

Une discussion sur les applications adaptatives de certains codes de conception chinois en Guinée et la localisation des normes d'inondation
A Discussion on Adaptive Applications of Some Chinese Design Codes in Guinea and Localization of Flood Standards
Zixuan Ma, Dan Zhu, and Caiming Du 25

Stratégies de gestion de l'eau pour la mise en œuvre et l'application souhaitables de la GIRE aux projets de l'initiative, Corée du sud
Water management strategies for desirable IWRM implementation and application to the initiative projects, Korea
Dongwon Kang, Hyunchul Park, and Miae Chae 26

Barrages et territoires : les initiatives d'ITCOLD pour promouvoir un dialogue proactif
Dams and territories: ITCOLD's initiatives to promote proactive dialogue
Guido Mazzà and Antonella Frigerio 27

La mise au point d'un outil d'indexation des risques pour prioriser les travaux de réparation de la sécurité des barrages
The development of a risk screening indexing tool for prioritizing dam safety remedial works
Przemyslaw A. Zielinski, Pra`mod Narayan, C. Richard Donnelly, Eric Halpin, Jonathan Quebbeman, Halla Maher Qaddumi, Chabungbam Rajagopal Singh, Satoru Ueda, and Marcus Wishart 28

Développement de la participation privée-publique dans les ressources en eau iraniennes pour stimuler l'industrie du tourisme
Development of Private-Public Participation in Iranian Water Resources to Boost the Tourism Industry
Hedyeh Tahmasbi and Mohammad Reza Zarsazi 29

Réalisation d'une nouvelle prise d'eau sur le barrage d'Idriss 1er, Maroc
Installation of a new water intake on the Idriss 1st Dam, Morocco
Cyril Caveriviere, Abdelhay Elfilali, and Saad Zemmouri 30

Utilisation du stockage inactif dans le réservoir d'un barrage pendant les périodes de sécheresse extrême
Utilizing inactive storage in a dam reservoir during extreme drought periods
Hongjun Joo, Donghyun Kim, Jaewon Kwak, Wonjoon Wang, Younghoon You, and Hung Soo Kim 31

Développement d'une méthode efficace de lâchers d'eau préventifs pour les barrages lors d'un super typhon par la prévision d'ensemble des précipitations à longue échéance
Development of effective pre-release method for dams during super typhoons using long-term ensemble rainfall forecasts
Kentaro Kido, Hiroaki Tano, Tetsuya Sumi, Daisuke Nohara, Yuri Michihiro, and Kazuhiro Kitani 32

Le développement du projet à usages multiples de Jamrani en Inde du point de vue d'une banque de développement
The development of Jamrani Multipurpose Project in India from a multilateral development bank perspective
Arnaud Cauchois, Marie L'Hostis, and Mukesh Mohan 33

Étude d'un système d'aide à la décision pour l'optimisation de la programmation des opérations de production d'électricité dans de grands réservoirs
Research on the decision support system for optimal operation of large reservoir power generation
Delong Li, Tianfu Wen, Xiaohua Xu, Yangyang Liu, Xiaoyu Yan, Shunxi Jiang, and Ping Huang 34

Le projet de barrage de Malewa au Kenya : de nécessaires adaptations au projet initia
Proposed Malewa dam in Kenya: Adequate adaptations to original design
Hervé Guerpillon, Arnaud Le Peillet, and Jean-François Frézet 35

Expérience du bassin de la Dordogne, au service de l'adaptation de la gestion des grands ouvrages hydroélectriques aux nouveaux enjeux sociaux, économiques et environnementaux
The Dordogne basin experience, adapting the management of large hydroelectric structures to new social, economic and environmental challenges
Céline Dusservais and Olivier Guerri 36

Dragage par injection d'eau pour améliorer et préserver la capacité de stockage des reservoirs
Water Injection Dredging for improving and preserving reservoir storage capacity: Modelling and measuring tools
Alex Kirichek, Katherine Cronin, Lynyrd de Wit, Ebi Meshkati, Johan Pennekamp, Arjan Wijdeveld, and Kees Sloff 37

Pratique et exploration de l'exploitation conjointe de réservoirs multifonctionnels en cascade du cours inférieur de la rivière Jinsha aux Trois Gorges
Practice and Exploration of Integrated Operation of the Lower Jinsha River - Three Gorges Cascade Multifunctional Reservoirs
Peng Li and Xiaoqian Zhou 38

Recherche sur la régulation du réservoir des Trois Gorges en réponse à l'intrusion d'eau salée dans l'estuaire du fleuve Yangtsé
Research on the regulation of Three Gorges Reservoir in response to saltwater intrusion in the Yangtze River Estuary
Xiaodong Cheng and Tao Xu 39

Aide à la décision pour l'opération de libération préalable d'un barrage pour la gestion des crues utilisant la prévision d'ensemble des précipitations à moyenne échéance du CEPMMT
Decision support for preliminary release of reservoir for flood control using ECMWF medium-range ensemble rainfall forecast
Daisuke Nohara, Kazuhiro Kitani, Yuri Michihiro, and Tetsuya Sumi 40

Modernisation du bassin de rétention des crues d'Odenkirchen en Allemagne
Upgrading of the flood retention basin Odenkirchen in Germany
Ronald Haselsteiner and Markus Mottner 41

Modélisation à long terme du réservoir polyvalent d'Arkun
Long-term modelling of the Arkun multipurpose reservoir
Ronald Haselsteiner, Resul Pamuk, and Kemal Tuncer 42

L'évolution du rôle de la China Three Gorges Corporation dans le fleuve Yangtsé : exploration du développement hydroélectrique à la gestion globale des bassins versants
The changing role of the China Three Gorges Corporation in the Yangtze River: Exploration from hydropower development to comprehensive watershed management
Dianchang Wang, Chong Li, and Ruimeng Zhou 43

Évolution récente et future de la ressource en eau dans les Alpes. Résultats d'une modélisation hydrologique spatialisée sur le bassin de l'Isère à Grenoble
Recent and future changes in water resources in the Alpes. Results of a spatially distributed hydrological model on the Isere catchment
Matthieu Le Lay, Agnès Brenot, Joël Gailhard, and Pierre Bernard 44

Le fonctionnement innovant d'Imha Reservoir
The innovative operation of Imha Reservoir
Jongchan Kim, Hwa Young Kim, Hyun Gu Choi, Seokil Jeong, and Youtae Lee 45

Thème 2. Gouvernance et financement
Theme 2. Governance and Funding

Utilisation de réservoirs pour panneaux photovoltaïques flottants
Using reservoirs for floating PV plants
Gabriella Vaschetti, Marco Bacchelli, and François Tronel 49

Gestion coordonnée des barrages du bassin du Niger
Coordinated management of Niger River basin dams
Christophe Brachet, Solène Laloux, Soungalo Kone, Arnaud de Bonviller, Bachir Tanimoun, and Blaise Dhont 50

Technologie de contrôle et de coordination dynamique du niveau d'eau pendant la saison des crues et son application sur les réservoirs en cascade de Xiluodu-Xiangjiaba et des Trois Gorges
Dynamic coordination and control technology of the operating water level during flood season and its application in Xiluodu-Xiangjiaba - Three Gorges cascade reservoirs
Song Zhang, Ting Hu, Man Zhou, and Xing'e Hu 51

La Durance du future (France) : le projet R2D2-250, la démarche C3PO ou la modélisation prospective pour aider la décision
The R2D2-250 project, the C3PO approach or prospective modeling to help decision-making
Pascal Dumoulin, Catherine Le Normant, and René Samie 52

Défis liés aux opérations de lutte contre les inondations et à la diffusion des informations - Leçons tirées des fortes pluies record de juillet 2018 au Japon
Challenges in flood control operation and dissemination of information - Lessons from the record-breaking heavy rain in July 2018, Japan
Tetsuya Sumi, Masakazu Mitsunari, and Tatsuo Hamaguchi 53

Analyse du rôle des périodes d'afflux à court et à long terme dans la planification des ressources en eau des reservoirs
Analysis of the role of long-term and short-term periods of inflow in reservoirs water resources planning
Reza Kanani 54

Rôle du projet de réhabilitation du barrage Dez dans la réduction des dommages dus aux inondations
Dez Dam Rehabilitation Project Role in Flood Damage Reduction
Roohollah Amini 55

Simplification du complexe : analyse de la fréquence d'élévation du plus grand réservoir d'USACE
Simplifying the Complex: Pool Stage-Frequency Analysis of USACE's Largest Reservoir
Joshua Melliger, Ilya Poluektov, Jennifer Christensen, and C. Haden Smith 56

Étude pour la réduction de l'impact des éclusées sur le fleuve Aude
Study to reduce the impact of hydropeaking on the Aude river
Philippe Cluzel 57

Projet Roselend - Ensemble, faire vivre notre patrimoine
Roselend Project - Together, bringing our heritage to life
Anne-Lise Bouvier and Sébastien Mailland-Rosset 58

Fonctionnement optimisé du réservoir basé sur des règles de couverture à l'aide d'algorithmes métaheuristiques
Hedging rule-based optimized reservoir operation using metaheuristic algorithms
Mojtaba Shourian and Javad Jamshidi 59

Leçons tirées de la gestion des inondations en Iran
Lessons Learned from Flood Management in Iran
Mostafa Fadaeifard and Mohammad Danesh-Yazdi 60

Évolutions et perspectives des enjeux territoriaux et des usages liés au barrage de la Manzo
Evolution of territorial issues and uses linked to the Manzo dam (Martinique, France)
Valéry Veilleur, Johanna Chalonec, Ronny Rosillette, and Laurent Peyras 61

Consultation et amélioration du PNPCA pour le développement hydroélectrique sur le fleuve Mékong
PNPCA Consultation and Improvement for Hydro-power Development on Mekong River
Haomiao Yu and Shaojun Chen 62

Thème 3. Solutions innovantes dans l'usage des réservoirs
Theme 3. Innovative solutions in reservoir uses

Implication des parties prenantes à travers des ateliers virtuels pour un futur aménagement transfrontalier : approche, défis et limites
Virtual stakeholder engagement for transboundary water management: Approach, challenges, and limitations
Kristin Gilroy, Nicholas Avisse, Cristian Nieto, and Marine Riffard-Chenet 65

Production hydroélectrique à Akosombo et développement de l'agriculture irriguée en amont : un juste équilibre à trouver pour concilier sécurités énergétique et alimentaire régionales - Enjeux de la Charte de l'eau du bassin de la Volta
Hydroelectric production in Akosombo, and the development of irrigated agriculture upstream, a fair balance to be found to reconcile regional energy and food security - Challenges of the Volta Basin Water Charter
Clément Balique and Sébastien Chazot 66

Effets des changements climatiques sur la production énergétique future à Namakhvani
Effects of climate change on future energy production of Namakhvani HPP
José Pedro Matos, Marcelo Leite Ribeiro, Grigol Matcharadze, and David Mirtskhulava 67

Ma Rivière et moi / Une plateforme numérique d'EDF Hydro pour renforcer le dialogue avec les usagers de la rivière et les acteurs des territoires
My River and I / An EDF Hydro digital platform to enhance dialog with river users and stakeholders
David Lemarquis, Pierre-Yves Boesch, Jean-François Escapil Inchauspe, Romain Roux, Rémy Peltier, and Anne Delvert 68

Partager les eaux transfrontalières
Sharing transboundary waters
Özge Türk and Necdet Türk 69

Gestion optimale d'un système multi-réservoirs pour le contrôle des crues et la production hydroélectrique
Optimal operation of multi-reservoir system for flood control and hydroelectric generation
Thanh Hao Nguyen and Philippe Gourbesville 70

Étude et modélisation du couplage PV/Hydroélectricité
Study and modelling of PV/Hydro hybridization
Lucile Botet and Samuel Renaud 71

Barrage à buts multiples de Pwalugu : histoire d'un grand projet concert
Pwalugu Multipurpose Dam Project: Story of a major collaborative project
Oriane Cornille, Jean-Michel Bocquet, and Kwaku Wiafe 72

Surveillance des rives de réservoirs sur la rivière Drava en Slovénie après de graves inondations
Surveillance of the banks of reservoirs on the Drava River in Slovenia after extensive floods
Pavel Žvanut 73

Pilotage Intégré des Crues et des Transferts d'Eau (PICTO) - Un outil de gestion dynamique des retenues destinées à l'alimentation en eau potable sur le territoire de la Vendée
PICTO: Integrated Flood and Water Allocation Management - Tool for Reservoirs dedicated to Drinking Water Supply in Vendée
Stéphane Delichère, Jérôme Bortoli, Brigitte Benatier, Elodie Philippe, Marie Germain, Xavier Thomas, and Jules Wijting 74

Un nouvel âge d'or pour les barrages ?
A new golden era for dams?
Luc Deroo, Jean-Jacques Fry, François Lempérière, and Adama Nombre 75

Mesures d'atténuation de l'alluvionnement du réservoir pour faire face à une grave sécheresse à Graaff-Reinet, Afrique du Sud
Reservoir sedimentation mitigation measures to deal with a severe drought at Graaff-Reinet, South Africa
Gerrit Basson, Eddie Bosman, and Jeanine Vonkeman 76

Étude sur l'exploitation de la galerie de dérivation des sédiments du barrage de Koshibu, basée sur la surveillance du charriage en amont
Study on the Koshibu Dam sediment bypass tunnel operation based on sediment transport monitoring in upstream reaches
Takahiro Koshiba, Sawa Miura, and Tetsuya Sumi 77

Intégrer un barrage sur un territoire avec plusieurs réservoirs
Integrating a dam on a territory with multiple reservoirs
Özge Türk and Necdet Türk 78

Quelle gouvernance pour l'acceptabilité sociale et environnementale de nouveaux réservoirs pour l'adaptation au changement climatique ?
What governance for the social and environmental acceptability of new reservoirs for climate change adaptation?
Charlotte Dayde, Alice Devot, Jérémy Savatier, Lyvia Manzato, Claire Tramond, and Daniel Loudière 79

Évaluation de la réponse des réservoirs aux conditions d'inondation pour optimiser les opérations hydroélectriques – Isimba HPP Ouganda
Assessment of reservoir response to flood conditions to optimize hydropower operations – Isimba HPP Uganda
Darren Edson Mukwanason, Enock Kajubi, Charles Mwase, Mary Akurut, Muzafalu Kayondo, and Harrison E Mutikanga 80

Ensemble vers l'avenir : des approches potentielles pour des réservoirs (nouveaux ou existants) à multifonctionnalité – De l'identification des bons partenaires au partage de la ressource en eau : des aspects opérationnels et juridiques
Together in the future: Possible approach for new/existing multipurpose reservoirs – From identifying the right partners up to sharing the resource water: Operational & legal aspects
Christian Dupraz and Bettina Geisseler 81

Simulation de gestion de réservoirs hydroélectriques pour des projets existants et potentiels sur le Niger et la Bénoué, au Nigéria
Reservoir operation simulation for existing and planned hydropower projects on the Niger and Benue catchments in Nigeria
Okechukwu Amogu 82

Présentation du réseau de barrages multi-usages de Vendée Eau : modernisation du barrage de Mervent
Presentation of the network of multi-purpose dams of Vendée Eau: Modernization of the Mervent dam
Anne-Sophie Prost and Jérôme Bortoli 83

Étude sur l'estimation du PMP pour l'évaluation des risques d'inondation des barrages hydroélectriques en tenant compte du changement climatique futur
Study on PMP estimation for the flood risk evaluation of hydropower dams in consideration of the future climate change
Yuzo Kobayashi, Eiichi Nakakita, Tetsuya Takemi, Yasunobu Otsuru, and Tomohiko Abe 84

Constitution du système global de préservation de l'environnement fluvial en collaboration avec les acteurs fluviaux sur la rivière Tenryu
Establishment of the comprehensive river environment conservation system in collaboration with river stakeholders on the Tenryu River
Yuichi Kitamura 85

Exploitation et gestion de l'eau du système cascade de barrage
Operation and Water Management of Dam Cascade System
Anom Prasetio and Abu Ashar 86

Modification des conditions météorologiques, solution et innovation pour la gestion durable de l'eau des réservoirs (étude de cas : le réservoir de ZayandeRoud)
Weather modification, solution and innovation to reservoirs water sustainable management (case study: ZayandeRoud reservoir)
Samaneh Poormohammadi, Ali Falahii, and Farid Golkar 87

Gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin du Loukkos (Maroc) : une approche pour améliorer la résilience face aux impacts du changement climatique
Integrated water resources management in the Loukkos basin (Morocco): An approach to improve resilience under climate change impact
Ikram Benchbani, Karima Sebari, and Mahmoud Zemzami 88

Barrage de Mossoul : défis et solutions innovantes
Mosul Dam: Challenges and Innovative Solutions
Juan Vargas, David Sawitzki, and Nagesh Malyala 89

Développement d'un modèle de prévision de la fonte des neiges à l'aide de l'intelligence artificielle (IA)
Development of the snowmelt prediction model using Artificial Intelligence (AI)
Masami Abe, Hiroki Takiguchi, and Yoshihisa Hida 90

Optimisation du fonctionnement du système de réservoir polyvalent (Étude de cas : barrages réservoirs de Sefidrud et Shahryar)
Optimization of multipurpose reservoir system operation (Case study: Sefidrud and Shahryar reservoir dams)
Naeemeh Abolvaset, Simin shahradfar, and Atosa Mihandoost 91

Complémentarités et synergies avec les énergies renouvelables intermittentes, problèmes spécifiques - études de cas du Burkina Faso
Complementarities and synergies with intermittent renewable energy, related issues - Burkina Faso cases studies
Adama Nombré, François Lemperière, Founemé Millogo, and Moussa Kaboré 92

Application du photovoltaïque flottant sur le réservoir du barrage en Indonésie
Application of floating photovoltaic on dam reservoir in Indonesia
Aries Firman, Hendriyawan, Akhmad M. Firdaus, and Farid P. Bakti 93

Multi-usage des barrages : le cas du bassin du Niger
Multipurpose storage dams: A Niger basin case study
Michel Lino, Jean-Michel Devernay, Jamie Skinner, Jean-Abdias Compaore, and Soungalo Kone 94

Thème 4. Exploitation des aménagements multi-usages
Theme 4. Operating multi-usage facilities

Enlèvement des sédiments des barrages de réservoirs profonds par aspiration et écoulement à jet
Sediment Removal from Deep Reservoir Dams by Suction and Jet Flow
Ali Ahmad Kianmehr and Nourooz Mohammad Nouri 97

Quels barrages pour l'Afrique sahélienne ?
What dams for Sahelian Africa?
Michel Lino, Arnaud de Bonviller, and Luc Deroo 98

Leçons tirées de la gestion des événements climatiques extrêmes - Le cas de L. Victoria et de la cascade du Nil Blanc
Lessons learnt from dealing with climatic extreme events - A case of L. Victoria and the White Nile Cascade
Wilberforce Manirakiza, Emmanuel Tumwesigye, Kevin Otim, Mary Akurut, and Harrison E. Mutikanga 99

Une approche pragmatique pour l'évaluation de la résilience climatique des projets hydrauliques
A pragmatic approach to assess the climate resilience of hydro projects
Pierre-Yves Bourgin and Sandrine Le-Clerc 100

Hydro-solaire : une nouvelle utilisation des réservoirs
Solar-hydro: A new utilization of dam reservoirs
Luc Deroo, Yves Sahut, and Benoit Defrance 101

Projet hydroélectrique Red Rock – Nouveau développement hydroélectrique à un barrage anti-crue existent
Red Rock Hydroelectric Project – New hydro development at an existing flood control dam
Rachael Bisnett, Nathaniel Grossmann, Thomas Andrews, Darren Milanowicz, and Hannah Maas 102

Système intégré de gestion de réservoirs à usage multiple au Sri Lanka
Integrated System for Multi-Usage Reservoir Management in Sri Lanka
Francois Welt, Semiu Lawal, Nimanthi Manjula, and Sandun Galappathi 103

Les données spatiales au service du suivi des ressources en eau
Use of spatial data for water resources monitoring
Yoann Aubert, Thomas Legay, Julien Verdonck, Damien Brunel, and Stéphane Delichere 104

Enseignements tirés de la gestion des bassins en Iran et dans le monde (étude de cas sur les bassins du Helmand, du Danube et du Colorado)
Lessons learnt from basin management in Iran and the world (case study Helmand, Danube and Colorado basins)
Faghihi Mohaddess Ali and Kianifar Reza 105

Comment concilier multi-usages de l'eau et bon état des milieux aquatiques ? L'exemple du Verdon
How can be combined the multiple uses of water and the good ecological state of aquatic environments? The example of the Verdon
Corinne Guin, Olivier Savoye, and Vincent Kuleza 106

Le rôle clé des PSPs dans le futur des pays ensoleillés
The key role of PSPs in the future of sunny countries
François Lemperière 107

Le grand potentiel de nouveaux barrages est basé sur le pompage…
The huge potential of new dams is based upon pumping…
François Lemperière, Adama Nombre, Jean-Jacques Fry, and Luc Deroo 108

Synergie hydro-solaire : recherche d'un optimum
Defining the optimum solar/hydro combination
Marine Bernicot, Luc Deroo, and Benjamin Peltié 109

Un retour d'expérience pour les ouvrages maritimes : l'urbanisation en mer à Monaco
Feedback from offshore works: Land reclamation in Monaco
Yahel Bert, Yves Stassen, and Hafid Tabet 110

L'hydro-électricité catalyseur de la transition énergétique du Pacte Vert européen - Partie I : l'urgence du Pacte Vert et le rôle de l'hydro-électricité
Hydropower as a catalyst for the energy transition within the European Green Deal - Part I: Urgency of the Green Deal and the role of Hydropower
Jean-Jacques Fry, Anton J. Schleiss, and Mark Morris 111

L'hydro-électricité catalyseur de la transition énergétique du Pacte Vert européen - Partie II : l'environnement complexe de l'hydro-électricité, les défis de la biodiversité et les pistes primordiales de recherche et développement
Hydropower as a catalyst for the energy transition within the European Green Deal - Part II: The complex environment for hydropower, biodiversity challenges and the main innovation and research directions
Jean-Jacques Fry, Anton J. Schleiss, and Mark Morris 112

La place de la Société du Canal de Provence dans le partage de l'eau en Provence
Société du Canal de Provence's position in water sharing in Provence
Annie Randrianasolo, Catherine Casteigts, Jean-François Brun, Bruno Grawitz, and Benoit Moreau 113

Deux transferts d'eau interconnectés pour l'irrigation et l'eau potable, un projet structurant pour les hautes plaines sétifiennes
Two interconnected water transfers for irrigation and drinking water, a structuring project for the high plains of Setif
Vincent Jouve, Abdelghani Si- Chaib, and Guillaume Souchon 114

Thème 1. Enjeux territoriaux et multi-usages de l'eau

Theme 1. Territorial and Water Multi-Purpose Issues

Sharing Water and Knowledge at the Verne Reservoir

Partage de l'eau et des savoirs au barrage de la Verne

Francis José-Maria*[1] and *René* Jam[2]

[1]Directeur du Syndicat Intercommunal de Distribution d'Eau de la Corniche des Maures (SIDECM) de 1985 à 2013, France
[2]Inspecteur d'Académie, Inspecteur Pédagogique Régional, France

Abstract. The Verne reservoir dates back to 1991. Its construction was approved on a referendum proposed because of the Malpasset tragedy, a memory still vivid for the inhabitants of the area. During the two years preceding its building the Owner (1) kept consulting the population including school children. The Verne reservoir has become the main source of drinking water for the towns in the St Tropez Gulf. It plays a central part in the resource diversification plan that has allowed the region to cope with successive droughts over the years and will help it face the detrimental effects of global warming over the next decades. It has also become the core of "l'Eau Partagée", an educational and cooperative program that has made it possible for nearly 20,000 students to discover the life and ecosystem of the Maures mountains, from the springs in their heights to the bay lying at their feet and moreover to take part in cooperative exchanges with the Sahelian villagers in Burkina Faso. This sharing of water and knowledge serves in truly educating people about climate change. (1) The intercommunal Water-Supply Federation of the Maures Coastal Area.

Résumé. Le barrage de la Verne a vu le jour en 1991 après avoir été approuvé lors d'un référendum organisé suite au drame de Malpasset, toujours présent dans la mémoire des habitants de la région. Pendant les deux ans qui ont précédé sa réalisation, le maître d'ouvrage (1) s'est engagé dans une démarche de concertation avec la population et le public scolaire. Le barrage de la Verne est devenu la principale source d'alimentation en eau potable des communes du golfe de Saint-Tropez au sein d'un dispositif de diversification des ressources qui a permis de faire face aux sécheresses successives et permettra d'affronter les aléas liés au réchauffement climatique pendant les prochaines décennies. Il est aussi devenu le cœur du projet d'éducation et de coopération l'Eau Partagée qui a permis à près de 20 000 élèves de découvrir les réalités vivantes du bassin versant des Maures, depuis les sources jusqu'à la mer, et de participer aux échanges de coopération avec les villageois du Sahel Burkinabé. Un partage de l'eau et des savoirs au service d'une véritable éducation au changement climatique. (1) Syndicat Intercommunal de Distribution d'Eau de la Corniche des Maures.

* Corresponding author: fjosemaria@orange.fr

Resettlement and Benefit-Sharing Mode in Lao Nam Ou River Development

Mode de réinstallation et de partage des avantages dans l'aménagement de la rivière Nam Ou au Laos

Haomiao Yu[1*] and *Shaojun* Chen[2]

[1]Hohai University, 210098 Jiangsu Nanjing, China
[2]POWERCHINA Kunming Engineering Corporation Limited, 650051, Yunnan Kunming, China

Abstract. Lao Nam Ou River Development is the priority project funded by Chinese enterprises in Belt and Road Initiative (based on Consultant, Contribution and Shared Benefit) which is integrally basin managed, planned and designed, constructed, commercially operated according to Chinese standards. Resettlement and Rehabilitation in Nam Ou Development were carried out on the basis of Benefit-sharing theory and principle, starting from planning and design, and finally realized win-win of project and social development in virtue of public participation. The thesis elaborated the benefit-sharing mode of Nam Ou resettlement mainly from avoiding and reducing resettlement, resettlement impact, public participation and sharing manners.

Résumé. Lao Nam Ou River Development est le projet prioritaire financé par les entreprises chinoises dans le cadre de l'initiative Belt and Road (basée sur un consultant, une contribution et un bénéfice partagé) qui est intégralement géré, planifié et conçu, construit, exploité commercialement selon les normes chinoises. La réinstallation et la réhabilitation dans le cadre du développement de Nam Ou ont été réalisées sur la base de la théorie et du principe du partage des avantages, en commençant par la planification et la conception, et en réalisant finalement un projet gagnant-gagnant et un développement social en vertu de la participation publique. La thèse a élaboré le mode de partage des avantages de la réinstallation de Nam Ou, principalement en évitant et en réduisant la réinstallation, l'impact de la réinstallation, la participation du public et les modes de partage.

* Corresponding author: acmelg@aliyun.com

Analysis of the spatio-temporal propagation of drought over Eastern China using complex networks

Analyse de la propagation spatio-temporelle de la sécheresse sur l'est de la Chine à l'aide de réseaux complexes

Yiran Xu[1,2], *Fan* Lu[*2], *Benqing* Ruan[2], *Yanyu* Dai[1,2], and *Kangming* Wang[1,2]

[1]State Key Laboratory of Simulation and Regulation of Water Cycle in River Basin, China Institute of Water Resources and Hydropower Research (IWHR), Beijing 100038, China
[2]Water Resources Department, China Institute of Water Resources and Hydropower Research (IWHR), Beijing 100038, China

Abstract. Understanding of the spatio-temporal propagation of drought is a challenging issue as the hydro-climatic processes are inter-connected. Recent developments in network theory offer new avenues to study the propagation of drought. Three metrics that quantify the strength, dominant orientation and distance of droughts are employed to investigate the spatio-temporal propagation. The results show that (1) the network approach based on the event synchronization is a useful tool to study the propagation of drought; (2) The drought events occurring in the south of the study area are more likely to spread outward, and the drought events occurring in the midwestern regions are more likely to be affected by drought events in other regions; (3) The dominant position of drought transmission in the study area has obvious regional characteristics. The midwestern regions are more susceptible to the influence of drought events in the western regions, while other regions are more likely to spread drought events to the inside world. The findings of this paper could help researchers to initially understand the propagation of spatio-temporal droughts over Eastern China.

Résumé. La compréhension de la propagation spatio-temporelle de la sécheresse est un problème difficile, car les processus hydro-climatiques sont interconnectés. Les développements récents de la théorie des réseaux offrent de nouvelles pistes pour étudier la propagation de la sécheresse. Trois indicateurs qui quantifient la force, l'orientation dominante et la distance des sécheresses sont utilisées pour étudier la propagation spatio-temporelle. Les résultats montrent que (1) l'approche réseau basée sur la synchronisation des événements est un outil utile pour étudier la propagation de la sécheresse ; (2) les épisodes de sécheresse survenant dans le sud de la zone d'étude sont plus susceptibles de se propager vers l'extérieur, et les épisodes de sécheresse survenant dans les régions du Midwest sont plus susceptibles d'être affectés par des épisodes de sécheresse dans d'autres régions ; (3) la position dominante de la transmission de la sécheresse dans la zone d'étude présente des caractéristiques régionales évidentes. Les régions du Midwest sont plus sensibles à l'influence des épisodes de sécheresse dans les régions occidentales, tandis que d'autres régions sont plus susceptibles de propager les épisodes de sécheresse dans le monde intérieur. Les résultats de cet article pourraient dans un premier temps aider les chercheurs à comprendre la propagation des sécheresses spatio-temporelles dans l'est de la Chine.

* Corresponding author: hsuijan@163.com

Impact of climate change and human factors on water resources variations in reservoir dams (case study: Lighvan River, Iran)

Impact du changement climatique et des facteurs humains sur les variations des ressources en eau dans les barrages réservoirs (étude de cas : rivière Lighvan, Iran)

Reza Kanani[1*]

[1]PhD. of Water Resources Engineering, East Azerbaijan Regional Water Corp., Iran

Abstract. In recent years, runoff of basins has changed due to climate change and human activities. Since river flow changes play a key role in reservoirs water resources planning purposes, the analysis of the role of climatic and human factors in river flow changes is of great importance in reservoirs development plans. In this study, the effect of climate change and human activities on the runoff responses was examined using hydrologic sensitivity analysis in the Lighvan basin located in the northwest of Iran. The Vanyar dam is located in downstream of the Lighvan basin. The Mann–Kendall test and the Pettitt test were applied to identify the monotonic and rapid trends respectively, in hydro-climatic data series. The results showed that there was negative trend in discharge data series. The effect percentages of the human factors and climatic factors on runoff reduction were 65%-84% and 16%-35%, respectively. Therefore, in addition to the role of climate change, there is a need to pay more attention to the impacts of human activities in the upstream of dams. Also, according to the rate of changes of climatic and human factors, the design and planning of water resources of reservoirs should be improved and adapted. Keywords: Climate change; Human activities; Lighvan River; Pettitt; Reservoir.

Résumé. Ces dernières années, le ruissellement des bassins a changé en raison du changement climatique et des activités humaines. Dans la mesure où les changements de débit des rivières jouent un rôle clé dans la planification des ressources en eau des réservoirs, l'analyse du rôle des facteurs climatiques et humains dans les changements de débit des rivières est d'une grande importance dans les plans de développement des réservoirs. Dans cette étude, l'effet du changement climatique et des activités humaines sur les réponses au ruissellement a été examiné à l'aide d'une analyse de sensibilité hydrologique dans le bassin de Lighvan situé au nord-ouest de l'Iran. Le barrage de Vanyar est situé en aval du bassin de Lighvan. Le test de Mann-Kendall et le test de Pettitt ont été respectivement appliqués pour identifier les tendances monotones et rapides, dans des séries de données hydroclimatiques. Les résultats ont montré qu'il y avait une tendance négative dans les séries de données sur les sorties. Les pourcentages d'effet des facteurs humains et climatiques sur la réduction du ruissellement étaient respectivement de 65 % - 84 % et 16 % - 35 %. Par conséquent, en plus du rôle du changement climatique, il est nécessaire d'accorder plus d'attention aux impacts des activités humaines en amont des barrages. En outre, en fonction du rythme des changements des facteurs climatiques et humains, la conception et la planification des ressources en eau des réservoirs devraient être améliorées et adaptées.

* Corresponding author: rezakanani@gmail.com

Research and application of water light complementary power station

Recherche et application sur les centrales hydro-solaires

Liu Xuege[1*], *Wang* Pengfei[1], *Zhang* Yanzhi[1], *Jia* Chunlei[1], *Zhao* Wei[1], *Liu* Chengdong[1], *Tan* Xiaogang[1], *Qu* Weiqiang[1], *Liu* Bo[1], and *Zhang* Yanan[1]

[1]The Yellow River water conservancy and Hydropower Development Corporation Henan Jiyuan 454681

Abstract. After years of development, solar photovoltaic power stations have become increasingly mature and have made great breakthroughs. Building solar photovoltaic power stations in hydropower station reservoirs can not only use the rich sunlight on the water surface of the reservoir, but also make full use of the load regulation speed. The problem of unstable load of solar photovoltaic power plants realizes "water and light complementation" and provides high-quality, reliable and clean energy for the power grid.

Résumé. Après des années de développement, les centrales solaires photovoltaïques ont beaucoup évolué et ont connus de grandes évolutions et progrès. La construction de centrales solaires photovoltaïques dans les réservoirs hydroélectriques permet non seulement d'utiliser l'énergie de la lumière solaire sur la surface de l'eau du réservoir, mais aussi d'utiliser pleinement la vitesse de régulation de la charge. Le problème de la charge instable des centrales solaires photovoltaïques est résolu par la complémentarité énergétique de l'eau et de la lumière et fournit une énergie de haute qualité, fiable et propre pour le réseau électrique.

* Corresponding author: *Liu* Xuege

Water resources carrying capacity model and prediction in Shandong Province based on social and economic factors

Modèle et prévision de la capacité de charge des ressources en eau dans la province du Shandong sur la base de facteurs socio-économiques complets

Juan Du[1], *JingTao* Wang[2], *Tao* Zhang[1], and *Shuang* Wang[3*]

[1]Water Supply Bureau of Shandong Yellow River Bureau, YRCC, 250013, Jinan, Shandong, China
[2]Shandong Provincial Party School Library and Culture Center, 250103, Jinan, Shandong, China
[3]Shandong Jianzhu University, 250101, Jinan, Shandong, China

Abstract. In this paper, considering the influence of economic, social, resource and environmental factors on water resources in Shandong Province, a fuzzy comprehensive evaluation model of water resources carrying capacity is established based on DPSIR index system, to evaluate the annual change of water resources carrying capacity in Shandong Province. Then the main influencing factors of total social water consumption are obtained by grey correlation, and the functional relation of total social water consumption is established on regression model. Finally, the development trend of social total water consumption is predicted by time series. The results show that: the development and utilization of water resources in Shandong Province has reached a very high level, water resources are in the stage of scarcity, and the shortage of water resources will continue to intensify in the future. Therefore, it is suggested that comprehensive water resources management policies should be formulated to save and use water resources intensively, in order to ensure the optimal allocation and scientific sustainable utilization of water resources in Shandong Province.

Résumé. Cet article examine l'impact des facteurs économiques, sociaux, de ressources et environnementaux de la province du Shandong sur la capacité de charge des ressources en eau. Premièrement, un modèle d'évaluation complet et flou de la capacité de charge des ressources en eau est établi sur la base du système d'indicateurs de la force motrice driving force-pression-situation-impact-réponse (DPSIR en anglais). Il analyse et évalue des changements interannuels de la capacité de charge des ressources en eau dans la province du Shandong. Ensuite, il applique la méthode de corrélation grise pour obtenir les principaux facteurs d'influence de la consommation sociale d'eau et établit la relation fonctionnelle de celle-ci sur la base du modèle de régression. Enfin, il utilise des séries chronologiques pour analyser et prédire la future tendance de développement de la capacité de charge des ressources en eau. Les résultats montrent que le développement et l'utilisation des ressources en eau dans la province du Shandong ont atteint un niveau très élevé. Les ressources en eau sont dans une phase de pénurie, pénuries qui continueront de s'intensifier dans le futur. Par conséquent, il est suggéré d'élaborer une politique de gestion intégrée des ressources en eau, d'optimiser continuellement la structure de l'allocation de ces dernières, d'économiser et d'utiliser intensivement les ressources en eau et d'assurer l'allocation scientifique et l'utilisation durable des ressources en eau dans la province du Shandong.

* Corresponding author: wangshuang@sdjzu.edu.cn
Foundation item: supported by Shandong Provincial Natural Science Foundation (ZR2019PA021).

Planning for a Sustainable Irrigation development: The Kosovo perspective

Planifier le développement durable de l'irrigation : quelle perspective pour le développement du Kosovo ?

Julien Lecollinet[1*]

[1]SCP Société du Canal de Provence, Le Tholonet - CS70064,13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France

Abstract. Kosovo aims to revitalize its agricultural sector by modernizing and boosting irrigation development, which is vital for the economic growth and to overcome the ongoing rural desertification. The Kosovo Irrigation Master Plan (KIMP) establishes a national strategy for developing irrigation across the country. Following a systematic analysis of the land, water, agriculture, environment and economic sectors, the planning of the irrigation development has been done with the use of a GIS based analytical tool. The assessment of the water resources conducted both in the current and in the future climate change impacted situations have evidenced an exposed situation for the future foreseen development. Currently, the gross irrigation area is 20,000 Ha, but the plan has evidenced a potential of 280,000 Ha. With limited existing storage capacities and a predicted increased hydrologic variability, investing in irrigation infrastructures without a secured access to water resources appears to be hazardous and calls for the development of storage capacities. The economic and institutional sustainability of this development appears to be found only through a multipurpose management of the planned infrastructures. This article presents the studies conducted within the Kosovo national irrigation master plan.

Résumé. Afin d'enrayer l'exode rural et l'émigration, le gouvernement du Kosovo a initié une politique de relance de l'agriculture. L'accès à l'irrigation est un des leviers essentiels de cette politique. Le Kosovo Irrigation Master Plan-KIMP vise à établir une feuille de route pour investir dans le secteur de l'irrigation au niveau national, afin de doter le pays des infrastructures et du renforcement de capacités nécessaires. En se basant sur une analyse systémique des secteurs de l'eau, de l'agriculture, de l'environnement, du territoire et de l'économie, la planification du développement de l'irrigation s'est faite avec l'appui d'outils analytiques basés sur un SIG. L'analyse des ressources en eau développée dans la situation actuelle et dans une situation future tenant compte des prédictions du changement climatique a mis en évidence une situation critique pour le développement proposé. Actuellement, 20,000 Ha sont irrigués, mais le plan a déterminé un potentiel de 280,000 Ha irrigables. Avec des capacités de stockage limitées et des prédictions pour une grande variabilité hydrologique future, de gros investissements dans l'irrigation paraissent risqués et appellent au développement des capacités de stockage. La durabilité économique et institutionnelle d'un tel développement ne pourra être trouvée que par le biais d'une gestion multiusage de ces infrastructures. Cet article présente les études développées au cours du Kosovo Irrigation Master Plan.

* Corresponding author: julien.lecollinet@canal-de-provence.com

Wide Green Dike (WGD) concept for grass revetment under coastal conditions

Concept de Large Digue Verte pour le revêtement en gazon dans des conditions côtières

Maurits Kampen[1], *Henrike* Maris[1], *Martijn* Peters[1], *Jana* Steenbergen-Kajabová[1*], *Jos* van Zuylen[1], *Erik* Jolink[2], and *Henk* van Norel[2]

[1]Sweco Nederland B.V., De Holle Bilt 22, 3732 HM De Bilt, The Netherlands
[2]Waterschap Hunze en Aa's, Aquapark 5, 9641 PJ Veendam, The Netherlands

Abstract. The Dike along the Dollard estuary in the northeast of the Netherlands has a grass cover. This revetment is not sufficiently strong for the local hydraulic conditions. Traditional dike strengthening leads to the replacement of grass with a hard revetment. An alternative under investigation is the "Wide Green Dike" (WGD) concept: a grass-covered dike with a gentle slope of around 1:7, naturally merging into the salt marsh located in front. The WGD concept is easily adaptable to future challenges, such as sea level rise. Furthermore, sediment of the estuary is currently being ripened to clay near the dike, potentially saving numerous truck movements needed for strengthening. The WGD is therefore the example of a circular, innovative and sustainable concept. However, the WGD needs to comply with the national flood safety standards to make it a feasible alternative, while the current assessment methods and instruments are not yet suited for this particular type of dike. During normative conditions, the grass cover is allowed to fail and the underlaying clay experiences erosion. A clay erosion model is used to design the thickness of the clay layer and proof that the WGD has sufficient residual strength to meet the norms of flood risk.

Résumé. Les talus de la digue le long de l'estuaire du Dollard au Nord-Est des Pays-Bas sont engazonnés. Ce revêtement n'est pas suffisamment solide pour les conditions hydrauliques locales. Le renforcement traditionnel des digues conduit au remplacement de l'herbe par un revêtement dur. Une alternative à l'étude est le concept de « Large Digue Verte » (LDV) : une digue en gazon avec une pente douce (1:7), se fondant naturellement dans le marais d'eau salé situé en face. Le concept LDV est facilement adaptable aux défis futurs, tels que l'élévation du niveau de la mer. De plus, les sédiments de l'estuaire déposés près de la digue sont actuellement en cours de maturation en argile, ce qui permettra d'éviter toute la logistique et le transport relatif à l'apport des terres nécessaires au renforcement. Le LDV est donc l'exemple d'un concept circulaire, innovant et durable. Cependant, le LDV doit se conformer aux normes nationales de sécurité contre les inondations pour en faire une alternative faisable, alors que les méthodes et instruments d'évaluation actuels ne sont pas encore adaptés à ce type particulier de digue. Dans des conditions normatives, la couverture herbeuse peut se rompre et l'argile sous-jacente subirait, le cas échéant, une érosion. Un modèle d'érosion d'argile est utilisé pour concevoir l'épaisseur de la couche d'argile et prouver que le LDV a une résistance résiduelle suffisante pour répondre aux normes de risques d'inondation.

* Corresponding author: jana.steenbergen@sweco.nl

A Discussion on Adaptive Applications of Some Chinese Design Codes in Guinea and Localization of Flood Standards

Une discussion sur les applications adaptatives de certains codes de conception chinois en Guinée et la localisation des normes d'inondation

Zixuan Ma[1*], *Dan* Zhu[1], and *Caiming* Du[1]

[1]China International Water and Electric Corporation, Guinea Souapiti Project, Building T1-Poly Daduhui, NO. 4, Guanyinan North Street, Tongzhou District, Beijing, China

Abstract. Chinese engineering team participated in the construction of several water conservancy and hydropower projects in areas which have differences in climate characteristics from China. Due to a lack of hydrological and climatic data and the absence of systematic design specifications in these areas, considering construction safety, most of the Chinese designs and constructions are based on the extreme values with the Chinese design codes. The S Project in Guinea established a rainfall-runoff model through open-source remote sensing satellite precipitation data and limited hydrological station measured runoff data , allowing to refine local hydrological data. Based on these data series, it was then possible to calculate flood control standards with more local hydrological characteristics in order to promote the progress of the project scientifically. In addition, combining the refined discharging curve of the outlet hole with the latest arc gate online monitoring technology, and the joint dispatch with the downstream hydropower station, permitted that the downstream K Hydropower Station created historic power generation in 2019 with significant economic and social benefits.

Résumé. L'équipe d'ingénierie chinoise a participé à la construction de plusieurs projets de gestion de l'eau et d'hydroélectricité dans des zones présentant des différences de caractéristiques climatiques par rapport à la Chine. En raison d'un manque de données hydrologiques et climatiques, et de l'absence de spécifications de conception systématiques dans ces domaines, lorsqu'il s'agit de la sécurité de la construction, la plupart des conceptions et constructions chinoises sont basées sur des valeurs extrêmes avec des codes de conception chinois. Le projet S en Guinée a établi un modèle pluie-débit grâce à des données de précipitations satellitaires de télédétection open source et à des données limitées de débit mesurées par des stations hydrologiques ce qui a permis d'affiner les données hydrologiques locales. Sur la base de ces séries de données, il a ensuite été possible de calculer des normes de lutte contre les crues avec des caractéristiques hydrologiques plus locales afin de promouvoir scientifiquement l'avancement du projet. En outre, le fait de combiner la courbe de décharge raffinée du trou de sortie avec la dernière technologie de surveillance en ligne de la porte d'arc, une gestion coordonnée avec la centrale hydroélectrique en aval a permis à la centrale hydroélectrique de K en aval de créer une production d'électricité historique en 2019 avec de significatifs avantages économiques et sociaux.

* Corresponding author: ma_zixuan@ctg.com.cn

Water management strategies for desirable IWRM implementation and application to the initiative projects, Korea

Stratégies de gestion de l'eau pour la mise en œuvre et l'application souhaitables de la GIRE aux projets de l'initiative, Corée du sud

Dongwon Kang[1*], *Hyunchul* Park[1], and *Miae* Chae[2]

[1]K-water, Future Strategy Department, 34350 Daejeon, S. Korea
[2]K-water, Engineering Department, 34350 Daejeon, S. Korea

Abstract. K-water has led national policymaking in South Korea through a master plan established in 2015 to raise national awareness on integrated water resources management (IWRM). It has promoted leading pilot projects as a short-term plan. Since the construction of the initial dam on the Seomjin River in 1928, inefficient water management has persisted. There was a jumble of agreements, treaties, regulations, and various institutions that could not keep up with the changing conditions in dam operation and water use caused by the construction of the new dam and auxiliary spillways on the river. Also, there were four agencies designated as dam usage right-holders: Two more were added to the original two dam licensees. Accordingly, the initiative project established a consensus on the need to streamline dam operations and promoted deriving social agreements through a council composed of the field-level departments of each water management agency. After government mediation, dam management regulations were revised to determine adjustments in the dam usage rights and the basic priorities in water use. This IWRM pilot model, which promotes the rational use of a dam by multiple users, successfully satisfied each stakeholder's agreed-upon rights in 2019, the first project year.

Résumé. K-water a dirigé l'élaboration des politiques nationales en Corée du Sud à travers un plan directeur en 2015 pour sensibiliser le pays à la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). Elle a promu des projets pilotes en tant que plan à court terme. Depuis la construction du barrage initial sur la rivière Seomjin en 1928, la gestion inefficace de l'eau persiste. Il y avait un fouillis d'accords, de traités, de règlements et de diverses institutions qui ne pouvaient pas suivre l'évolution des conditions de l'exploitation du barrage et de l'utilisation de l'eau causée par la construction du nouveau barrage et des déversoirs auxiliaires. En outre, quatre agences ont été désignées comme titulaires de droits d'utilisation des barrages. En conséquence, le projet a établi un consensus sur la nécessité de rationaliser l'exploitation des barrages et de parvenir à des accords sociaux à travers un conseil composé des départements fonctionnels de chaque agence. Après la médiation du gouvernement, les règlements de gestion des barrages ont été révisés pour ajuster les droits d'utilisation des barrages et les priorités de base en matière d'utilisation de l'eau. Ce modèle pilote de GIRE, qui promeut l'utilisation rationnelle d'un barrage par plusieurs utilisateurs, a satisfait aux droits convenus de chaque partie prenante en 2019, la première année du projet.

* Corresponding author: kwater2004@kwater.or.kr

Dams and territories: ITCOLD's initiatives to promote proactive dialogue

Barrages et territoires : les initiatives d'ITCOLD pour promouvoir un dialogue proactif

Guido Mazzà[1*] and *Antonella* Frigerio[1]

[1]Ricerca sul Sistema Energetico – RSE S.p.A., via R. Rubattino 54, 20134 Milan, Italy

Abstract. In Italy there are over 530 large dams mainly for energy production and water supply. At present, the multipurpose use of water resources is strongly influenced by problems related to the aging of dams and the ongoing climate change which affects the water availability. On the other hand, the European energy and climate directives require to preserve the existing hydropower generation and to increase storage capacity to better exploit non-programmable renewable energy sources. These choices require the identification of methods and actions to deal with the complex relationship between the dams and their host territories which represents a critical point on the way to attain the energy and climate goals considering that part of the media and public opinion often have a negative view on the role of dams and reservoirs. These considerations are at the basis of the regional initiatives "Dams and territory" promoted by ITCOLD (Italian Committee on Large Dams) which since 2014 has organized annual workshops whose aim is to promote dialogue between dam owners and interested parties to identify a point of balance between the various interests that sometimes conflict with each other. The paper represents an updating of the work presented during the 10th ICOLD European Club Symposium held in Antalya (Turkey) on October 2016 and synthesizes the results gathered in the 6 workshops held so far. The project could represent a possible point of reference for other countries wishing to undertake similar initiatives.

Résumé. En Italie, il existe plus de 530 grands barrages destinés principalement à la production d'énergie et à l'approvisionnement en eau. À l'heure actuelle, l'utilisation polyvalente des ressources en eau est fortement influencée par les problèmes liés au vieillissement des barrages et au changement climatique en cours qui affecte la disponibilité de l'eau. D'autre part, les directives européennes sur l'énergie et le climat exigent de préserver la production hydroélectrique existante et d'augmenter la capacité de stockage pour mieux exploiter les sources d'énergie renouvelables non programmables. Ces choix nécessitent l'identification de méthodes et d'actions pour faire face à la relation complexe entre les barrages et leurs territoires d'accueil qui représente un point critique sur la voie de l'atteinte des objectifs énergétiques et climatiques considérant qu'une partie des médias et l'opinion publique ont une vision négative sur le rôle des barrages et des réservoirs. Ces considérations sont à la base des initiatives régionales « Barrages et Territoires » promues par l'ITCOLD (Comité italien des grands barrages) qui organise depuis 2014 des ateliers annuels dont le but est de promouvoir le dialogue entre les propriétaires de barrages et les parties intéressées pour identifier un point d'équilibre entre les différents intérêts qui sont parfois en conflit les uns avec les autres. Le document représente une mise à jour des travaux présentés lors du 10e Symposium des clubs européens ICOLD qui s'est tenu à Antalya (Turquie) en octobre 2016 et synthétise les résultats rassemblés dans les 6 ateliers organisés jusqu'à présent. Le projet pourrait représenter un point de référence éventuel pour d'autres pays souhaitant entreprendre des initiatives similaires.

* Corresponding author: mazzguido@gmail.com

The development of a risk screening indexing tool for prioritizing dam safety remedial works

La mise au point d'un outil d'indexation des risques pour prioriser les travaux de réparation de la sécurité des barrages

Przemyslaw A. Zielinski[1], *Pra`mod* Narayan[2], *C. Richard* Donnelly[**3], *Eric* Halpin[4], *Jonathan* Quebbeman[5], *Halla Maher* Qaddumi[6], *Chabungbam Rajagopal* Singh[6], *Satoru* Ueda[6], and *Marcus* Wishart[6]

[1]HYDROSMS Inc., Toronto, Ontario, Canada
[2] Central Water Commission, Ministry of Jal Shakti, Govt. of India, India
[3]Hatch, Niagara Falls, Ontario, Canada
[4]Halpin Consulting, Stafford, VA, USA
[5]RTI International, Fort Collins, CO, USA
[6]The World Bank Group

Abstract. Under India's DRIP program over 5,000 large dams are to be rehabilitated in accordance with modern dam safety standards. In order to prioritize the rehabilitation works for such a large number of dams, India's Central Water Commission, needed a risk screening tool to allow for a portfolio risk screening. The tool was developed by simplifying sound principles of risk analysis followed by a comprehensive validation process. The application of the tool is relatively easy and the process of generating risk index for a single dam may take as little as few hours to 1-2 days, depending on the availability of data and personnel familiar with the dam making the tool ideal for helping to prioritize dam safety remedial projects for India's dam safety program and for other large portfolio's around the world.

Résumé. Dans le cadre du programme DRIP de l'Inde, plus de 5 000 grands barrages doivent être réhabilités conformément aux normes modernes de sécurité des barrages. Afin d'établir un ordre de priorité pour les travaux de réhabilitation d'un si grand nombre de barrages, la Commission centrale de l'eau de l'Inde avait besoin d'un outil d'évaluation des risques pour permettre un contrôle des risques en portefeuille. L'outil a été développé en simplifiant des principes solides de l'analyse des risques suivis d'un processus complet d'action valide. L'application de l'outil est relativement facile et le processus de génération d'un indice de risque pour un seul barrage peut prendre de quelques heures à 1 ou 2 jours selon la disponibilité des données et du personnel connaissant bien le barrage rendant l'outil idéal pour aider à prioriser les projets de réparation de la sécurité des barrages pour le programme de sécurité des barrages de l'Inde et pour d'autres grands portefeuilles à travers le monde.

* Corresponding author: Richard.donnelly@hatch.com

Development of Private-Public Participation in Iranian Water Resources to Boost the Tourism Industry

Développement de la participation privée-publique dans les ressources en eau iraniennes pour stimuler l'industrie du tourisme

Hedyeh Tahmasbi[1*], and *Mohammad Reza Zar*sazi[2]

[1]Tecnical Expert, Saman Ab Sarzamin Consultant Engineering Co., 1464645751 Tehran, Islamic Republic of Iran

[2]Director, Saman Ab Sarzamin Consultant Engineering Co., 1464645751 Tehran, Islamic Republic of Iran

Abstract. Nowadays, tourism is one of the fastest growing industries in the world. It plays a prominent role in countries' economies since not only it directly contributes to the national income, but it also indirectly benefits adjacent industries through spillovers. Tourism has been the primary source of income for many emerging countries. Unfortunately, Iran has not been taking advantage of this industry since 1979 due to its reliance on revenues from the oil industry. However, due to rapidly declining oil revenues in the recent past, Iran's economic cycle has been interrupted, resulting in a recession. During a recession, a significant portion of the government's projected resources for keeping the country up and running will not be realized. In such situations, Public-Private Partnership (PPP) could boost the economy by expanding the adjacent businesses. In this paper, we demonstrate a PPP plan which leverages water resources and facilities to boost the tourism industry in Iran. In particular, we study in detail the partnership evolution in Iran, and propose appropriate PPP implementation mechanisms by defining autonomous projects. We show that our proposed approach could boost Iran's economy. As a byproduct, it could also enhance the outlook of Iran's tourism industry.

Résumé. De nos jours, le tourisme est l'une des industries à la croissance la plus rapide au monde. Il joue un rôle de premier plan dans l'économie des pays, car non seulement il contribue directement au revenu national, mais il profite aussi indirectement aux industries adjacentes par le biais des retombées économiques. Le tourisme a été la principale source de revenus de nombreux pays émergents. Malheureusement, l'Iran n'en a pas profité, car depuis 1979, il dépendait des revenus de l'industrie pétrolière. Les revenus issus de cette dernière ayant connu une chute rapide dans un passé récent, le cycle économique de l'Iran a été interrompu, ce qui a entraîné une récession. Durant une récession, une partie importante des ressources prévues par le gouvernement pour maintenir le pays en état de marche n'est pas réalisée. Dans de telles situations, le partenariat public-privé (PPP) pourrait relancer l'économie en développant les activités adjacentes. Dans cet article, nous présentons un plan de PPP qui exploite les ressources en eau et les installations pour stimuler l'industrie du tourisme en Iran. Nous étudions en détail l'évolution du partenariat en Iran, et proposons des mécanismes appropriés de mise en œuvre du PPP en définissant des projets autonomes. Nous montrons que l'approche que nous proposons pourrait stimuler l'économie iranienne. Comme sous-produit, elle pourrait également améliorer les perspectives de l'industrie du tourisme en Iran.

* Corresponding author: hdye.tahmasbi@gmail.com

Installation of a new water intake on the Idriss 1st Dam, Morocco

Réalisation d'une nouvelle prise d'eau sur le barrage d'Idriss 1er, Maroc

Cyril Caveriviere[1*], *Abdelhay* Elfilali[2], and *Saad* Zemmouri[3]

[1] Directeur d'agence et chargé du projet Idriss 1er, Hydrokarst, 38360 Sassenage
[2] Chef de division Aménagement Est, ONEE, Maroc
[3] Maître d'œuvre, ONEE, Maroc

Abstract. The purpose of this project is to install a new water intake on the Idriss 1st Dam to supply drinking water to the cities of Fès and Meknès. This water intake has been created while keeping the production units operational; the dam has been drilled with a filled reservoir.

Résumé. L'objectif est de créer sur le barrage d'Idriss 1er une prise d'eau afin d'alimenter en eau potable les villes de Fès et Meknès. Cette prise d'eau a été créée tout en maintenant les unités de productions opérationnelles ; le percement du barrage a été réalisé en eau.

* Corresponding author: c.caveriviere@hydrokarst.fr

Utilizing inactive storage in a dam reservoir during extreme drought periods

Utilisation du stockage inactif dans le réservoir d'un barrage pendant les périodes de sécheresse extrême

Hongjun Joo[1], *Donghyun* Kim[2], *Jaewon* Kwak[3], *Wonjoon* Wang[2], *Younghoon* You[2], and *Hung Soo* Kim[4*]

[1]Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Korea
[2]Department of Civil Engineering, Inha University, Korea
[3]The Ministry of Environment, South Korea
[4]Korea Research Institute for Human Settlements, Korea

Abstract. The purpose of this study is to suggest a structural plan for improving the utilization of inactive storage in dam reservoirs, to mitigate extreme drought. Inactive storage in the dam is composed of emergency storage and dead storage. The emergency storage can be used in emergencies such as drought. But, in general, the dead storage for sedimentation is not used, even in an emergency. Therefore, we developed a methodology to determine how the dead storage space can be partially used during extreme drought periods when the sedimentation has not occurred yet. We call this partial space in a dam reservoir "drought storage". An accurate analysis of sediment levels needs to be performed before calculating drought storage, and so the present sediment level in the dam reservoir was estimated using SED-2D linked with the RMA-2 model of SMS. After considering the additional available storage capacity based on the estimated sediment level, drought storage was finally determined. We also predicted future sediment levels after 100 years, and suggest the amount of drought storage available in the future. As a result, we found that the available drought storage will be lower in the future compared to present drought storage, due to the gradual increase in reservoir sedimentation over time in the dam. Further research may be needed to effectively reduce sedimentation in order to increase the drought storage capacity.

Résumé. L'objectif de cette étude est de proposer un plan structurel pour améliorer l'utilisation du stockage inactif dans les réservoirs des barrages, afin d'atténuer la sécheresse extrême. Le stockage inactif dans le barrage est composé d'un stockage d'urgence et d'un stockage mort. Le stockage d'urgence peut être utilisé dans des situations d'urgence telles que la sécheresse. Mais en général, le stockage mort pour la sédimentation n'est pas utilisé, même en cas d'urgence. Nous avons donc développé une méthodologie pour déterminer comment l'espace de stockage mort peut être partiellement utilisé pendant les périodes de sécheresse extrême où la sédimentation n'a pas encore eu lieu. Nous appelons cet espace partiel dans un réservoir de barrage « stockage de sécheresse ». Une analyse précise des niveaux de sédiments doit être effectuée avant de calculer le stockage de sécheresse. Le niveau actuel de sédiments dans le réservoir du barrage a donc été estimé à l'aide de SED-2D lié au modèle RMA-2 du SMS. Après avoir considéré la capacité de stockage supplémentaire disponible sur la base du niveau estimé des sédiments, le stockage de sécheresse a finalement été déterminé. Nous avons également prédit les niveaux de sédiments futurs après 100 ans. Nous suggérons également la quantité de stockage de sécheresse disponible à l'avenir. Ainsi, nous avons constaté que le stockage de sécheresse disponible sera plus faible à l'avenir par rapport au stockage de sécheresse actuel, en raison de l'augmentation progressive de la sédimentation du réservoir au fil du temps dans le barrage. Des recherches supplémentaires pourraient être nécessaires pour réduire efficacement la sédimentation afin d'augmenter la capacité de stockage de sécheresse.

* Corresponding author: sookim@inha.ac.kr

Development of effective pre-release method for dams during super typhoons using long-term ensemble rainfall forecasts

Développement d'une méthode efficace de lâchers d'eau préventifs pour les barrages lors d'un super typhon par la prévision d'ensemble des précipitations à longue échéance

Kentaro Kido[1*], *Hiroaki* Tano[2], *Tetsuya* Sumi[3], *Daisuke* Nohara[3], *Yuri* Michihiro[4], and *Kazuhiro* Kitani[5]

[1]Japan Water Agency, Water Resources Engineering Department, 3380812 Saitama, Japan
[2]Japan Water Agency, Shimokubo Dam Operation and Maintenance Office, 3670313 Saitama, Japan
[3]Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute, 6110011 Kyoto, Japan
[4]Japan Weather Association, Kansai Regional Office, 5420081 Osaka, Japan
[5]Japan Weather Association, Social and Disaster Management Department, 1706055 Tokyo, Japan

Abstract. Against the background of increasing frequency of heavy rainfall due to climate change, an analytical approach to maximize the effective use of the reservoir from both flood control and water utilization was conducted. Simulations by applying statistical down-scaling method to the long-term ensemble rainfall forecast by ECMWF on a dam basin where a large inflow occurred during the Typhoon Hagibis in 2019 were shown. The results show that it is possible to use long-term ensemble rainfall forecasts to gain a temporal, stochastic understanding of total rainfall, required flood storage volumes, and recoverable reserves. Based on this understanding, a calculation method for setting release rates that correspond to effective pre-release start times and changes in rainfall forecasts in order to minimize both flood control and water service risks was proposed.

Résumé. Dans un contexte d'augmentation de la fréquence des fortes pluies dues au changement climatique, une approche analytique visant à maximiser l'utilisation efficace du réservoir à la fois pour le contrôle des crues et l'utilisation de l'eau a été menée. Des simulations en appliquant une méthode statistique de mise à l'échelle à la prévision à long terme des précipitations d'ensemble par ECMWF sur un bassin de barrage où un afflux important s'est produit pendant le typhon Hagibis en 2019 ont été présentées. Les résultats indiquent que la prévision d'ensemble des précipitations à longue échéance permet d'appréhender sous les angles chronologiques et stochastiques les précipitations totales ainsi que les volumes nécessaires de stockage de crue et potentiels de recharge des retenues. Sur cette base, une méthode de calcul pour fixer les taux de rejet qui correspondent aux heures de début effectives avant la libération et aux changements des prévisions de précipitations afin de minimiser à la fois le contrôle des crues et les risques liés au service de l'eau a été proposée.

* Corresponding author: kentaro_kido@water.go.jp

The Development of Jamrani Multipurpose Project in India from a multilateral development bank perspective

Le développement du projet à usages multiples de Jamrani en Inde du point de vue d'une banque de développement

Arnaud Cauchois[1*], *Marie* L'Hostis[1], and *Mukesh* Mohan[2]

[1]Asian Development Bank, Environment, Natural Resources and Agriculture Division, South Asia Department, 6 ADB Avenue, Mandaluyong City, 1550 Metro Manila, Philippines
[2]Chief Engineer (E-In-C), Dehradun, Department of Irrigation, Government of Uttarakhand, India

Abstract. The State of Uttarakhand in India has been studying the Jamrani Multipurpose Project in the last 40 years. The government's feasibility study has been completed and all statutory clearances were obtained. It comprises the construction of a 150-meter-high roller compacted concrete dam across the Gola River, a 14-megawatt toe powerhouse, the expansion and modernization of irrigation canal systems and a drinking water component. The project benefits will include 117 million liters per day drinking water for Haldwani Town, increased water availability for 150,000 ha cultivable command area and annual energy generation of 63 gigawatt-hour as a by-product. The project is estimated to cost $365 million and was proposed in 2019 for the Asian Development Bank's financial assistance. A memorandum of understanding was signed in 2018 between the states of Uttarakhand and Uttar Pradesh, defining how the cost and benefits will be shared. The paper will discuss the ADB project appraisal process and describe the steps being taken to confirm and enhance the project economic feasibility, improve the mitigation of environmental and social impacts and review and confirm the technical studies.

Résumé. Le projet à usages multiples de Jamrani est étudié par l'état d'Uttarakhand en Inde depuis près de 40 ans. L'étude de faisabilité est achevée et toutes les autorisations ont été obtenues. Le projet consiste en un barrage BCR de 150m de haut sur la rivière Gola, une usine hydroélectrique de 14MW, l'expansion et la modernisation de canaux d'irrigation et une station d'eau potable. Les objectifs du projet sont d'augmenter l'apport en eau potable de 117 millions de litre par jour pour la ville de Haldwani et d'augmenter la disponibilité en eau pour 150 000 ha de zone de commande cultivable. La production d'énergie est un sous-produit. Le cout estimé du projet est de 365 MUSD. L'état d'Uttarakhand a demandé en 2019 l'assistance de la Banque Asiatique de Développent pour son financement. Un mémorandum a été signé en 2018 entre les états d'Uttarakhand et Uttar Pradesh, définissant comment les coûts et les bénéfices vont être partagés. Cet article va discuter de comment ADB procède avec l'évaluation de ce projet. Il va décrire les différentes étapes afin de confirmer ou améliorer la faisabilité économique, améliorer la mitigation des impacts environnementaux et sociaux et revoir et confirmer les études techniques.

* Corresponding author: acauchois@adb.org

Research on the decision support system for optimal operation of large reservoir power generation

Étude d'un système d'aide à la décision pour l'optimisation de la programmation des opérations de production d'électricité dans de grands réservoirs

Delong Li[1,2*], *Tianfu* Wen[1], *Xiaohua* Xu[1], *Yangyang* Liu[1], *Xiaoyu* Yan[1], *Shunxi* Jiang[1], and *Ping* Huang[1]

[1]Jiangxi Provincial Institute of Water Science, Nanchang 330029, China
[2]State Key Laboratory of Hydrology Water Resources and Hydraulic Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China

Abstract. In order to give full play to the efficiency of power generation and improve the utilization rate of water resources, the optimal operation of reservoir power generation has become one of the hot researches by the experts and scholars. Luntan Key Water-Control Project is taken as an example, which gives consideration to the comprehensive benefits of flood control and power generation. Based on building both the mathematical models of flood pre-release control and the medium-long term power generation, a decision support system with fast online optimization is developed by using SOA architecture and J2EE technology. The results show the system can improve the operation level of the reservoir power generation, reduce effectively the water abandoning rate, realize the scientific optimal operation, provide scientific basis for the management decision, and create more comprehensive benefits.

Résumé. Afin de tirer pleinement parti de l'efficacité de la production d'électricité et améliorer le taux d'utilisation des ressources en eau, le fonctionnement optimal de la production d'électricité par réservoir est devenu l'un des sujets de recherche les plus brûlants pour les experts et les universitaires. Le projet de contrôle de l'eau de Luntan Key pris comme exemple, prend en considération les avantages globaux de la lutte contre les inondations et de la production d'électricité. Basé sur la construction à la fois des modèles mathématiques de contrôle préalable aux inondations et de la production d'électricité à moyen et long terme, un système d'aide à la décision avec une optimisation en ligne rapide est développé en utilisant l'architecture SOA et la technologie J2EE. Les résultats montrent que le système peut améliorer le niveau de fonctionnement de la production d'énergie du réservoir, réduire efficacement le taux d'abandon d'eau, réaliser le fonctionnement scientifique optimal, fournir une base scientifique pour la décision de gestion et créer des avantages plus complets.

* Corresponding author: lidelong_2009@126.com

Proposed Malewa dam in Kenya: Adequate adaptations to original design

Le projet de barrage de Malewa au Kenya : de nécessaires adaptations au projet initial

Hervé Guerpillon[1], *Arnaud* Le Peillet[2*], and *Jean-François* Frézet[3]

[1]Egis Eau, 34965 Montpellier Cedex 2, France
[2]Egis Eau, The Priory, Argwings Kodhek Road, Kilimani 508, Nairobi, Kenya
[3]Egis Structures et Environnement, 38180 Seyssins, France

Abstract. Malewa dam in Kenya was first studied in the 1990s at preliminary design stage, through a study funded by Japanese Government who entrusted JICA with it. At that time, its main purpose was water supply to Nakuru, Naivasha and Gilgil cities in the Rift Valley. Thirty years later, its design was reviewed within the frame of a feasibility study funded by World Bank to account for revised needs - now excluding Nakuru- also taking into account increased awareness of environmental impact on downstream Lake Naivasha (Ramsar zone), management of the water scarcity, climate change trends, reliability issue, quality of water, sedimentation, as well as growing concern with operation and maintenance costs. Among studied solutions, focused on supply by gravity for economic reasons, and as ground water poses a serious health problem in this area due to a high fluoride content detrimental to human consumption, the construction of Malewa dam was confirmed to be the best solution after a decision making process, subject to some changes to the basic design, such as using the compensation flow to generate hydro-power to pump water to a WTP nearby the dam, mixing water with groundwater, building check dams and implementing water management and compensation measures.

Résumé. Le barrage de Malewa au Kenya a fait l'objet d'une étude préliminaire dans les années 1990 financée par le Gouvernement Japonais et confiée à JICA. Sa principale fonction était l'alimentation en eau potable des villes de Nakuru, Naivasha et Gilgil dans la « Rift Valley ». Trente ans après, sa conception a été révisée par une étude de faisabilité financée par la Banque Mondiale pour considérer des besoins revus – excluant désormais Nakuru – une prise de conscience accrue de l'impact environnemental sur le lac Naivsaha (zone Ramsar), la gestion de la pénurie d'eau, le changement climatique, la fiabilité du projet, la qualité des eaux, la sédimentation ainsi qu'une préoccupation grandissante relative aux coûts d'exploitation et de maintenance. Parmi les solutions retenues d'alimentation gravitaire, et comme les eaux souterraines posent un grave problème de santé dû à un taux élevé de fluor préjudiciable à la consommation humaine, il s'avère à l'issue d'un processus décisionnel que la construction du barrage de Malewa est la meilleure solution, moyennant quelques modifications au projet d'origine telles que l'utilisation du débit réservé pour générer de l'hydro-électricité pour pomper l'eau à la station de traitement, le mélange de l'eau de la retenue avec des eaux souterraines, ou la construction de barrages de retenue des sédiments, ainsi que l'amélioration de la gestion de la ressource, sans oublier des mesures compensatoires.

* Corresponding author: arnaud.lepeillet@egis.fr

The Dordogne basin experience, adapting the management of large hydroelectric structures to new social, economic and environmental challenges

Expérience du bassin de la Dordogne, au service de l'adaptation de la gestion des grands ouvrages hydroélectriques aux nouveaux enjeux sociaux, économiques et environnementaux

Céline Dusservais[1*] and *Olivier* Guerri[2]

[1]EDF - Hydro Centre - Direction Concessions, Limoges, France
[2]EPIDOR, Établissement Public Territorial du Bassin de la Dordogne, Castelnaud-la-Chapelle, France

Abstract. The Dordogne basin is home to one of the main French hydroelectric dam complexes, initially intended to provide the country with the power it needed and used today for the real time balance of the grid. Since they were built, the context in which the facilities are managed has considerably evolved. Besides the evolutions of the power system itself, other usages and environmental issues have emerged as strategic for the future: the climate change impact of the water resources for drinking water and farming water supplies; the critical decrease of some biodiversity ensembles and the necessity to address all potential ecological issues that may have an impact, including dams; the value for the population and the economy of lakes and rivers as a landscape and as a leisure and tourism resource. Several innovating experiences have been carried out in the Dordogne basin: Partnership for reducing the impacts of water releases for power production (since 2004); Program for restoring the ecology of the basin Initiative Biosphère Dordogne (2013-2015); Dordogne 2050 prospective (2017-2020). All those actions also contribute to the recognition of the Dordogne basin as Biosphere Reserve by UNESCO since 2012.

Résumé. Le bassin de la Dordogne abrite l'un des principaux complexes français de barrages hydroélectriques, construit pour contribuer à l'autonomie énergétique du pays, puis à la régulation du réseau électrique. Depuis leur construction, le contexte de gestion des barrages a profondément changé. En plus des évolutions propres au domaine de l'énergie, de nouveaux enjeux de multiusages et d'environnement se sont affirmés comme des éléments stratégiques d'avenir : l'évolution, due au changement climatique, de la cartographie des ressources en eau disponibles pour les services d'adduction en eau potable et pour l'agriculture ; la nécessité, pour enrayer l'effondrement de certaines formes de biodiversité, de réduire tous les impacts écologiques dont ceux des barrages ; les nouvelles fonctions sociales et économiques des retenues et cours d'eau en matière de paysage, de loisirs et de tourisme. Plusieurs expériences innovantes ont été menées dans le bassin de la Dordogne : la convention sur la réduction de l'impact des éclusées hydroélectriques (depuis 2004) ; le programme de restauration écologique Initiative Biosphère Dordogne (2013-2015) ; l'exercice prospectif Dordogne 2050 (2017-2020). Ces démarches contribuent à l'engagement du bassin versant, reconnu comme Réserve de Biosphère depuis 2012 par l'UNESCO.

* Corresponding author: celine.dusservais@edf.fr

Water Injection Dredging for improving and preserving reservoir storage capacity: Modelling and measuring tools

Dragage par injection d'eau pour améliorer et préserver la capacité de stockage des réservoirs

Alex Kirichek[1,2*], *Katherine* Cronin[1], *Lynyrd* de Wit[1], *Ebi* Meshkati[1], *Johan* Pennekamp[1], *Arjan* Wijdeveld[3], and *Kees* Sloff[2,4]

[1]Deltares, Unit of Marine and Coastal Systems, Department of Ecosystems and Sediment Dynamics, 2629 HV, Delft, The Netherlands
[2]Delft University, Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft, 2628 CN, The Netherlands
[3]Deltares, Unit of Hydraulic Engineering, Department of Experimental Facility Support, 2629 HV, Delft, The Netherlands
[4]Deltares, Unit of Inland Water Systems, Department of River Dynamics and Inland Shipping, 2629 HV, Delft, The Netherlands

Abstract. Water Injection Dredging (WID) has been successfully applied for removing sediment deposits in reservoirs, which results in an increase of their storage capacity. This dredging method is based on the fluidization of the top sediment layer by pressurized injection of water by a dredging vessel. The fluidized sediment can be transported towards the dead storage of the reservoir or sluiced out of the reservoir through the bottom outlets of a dam. This flow can either occur by gravity induced flow or especially directed by the dredging strategy of the WID vessel. This dredging technique can increase the water storage capacity of the reservoir and prevent the erosion of the river downstream, hence the sediment blockage. Recent developments in modelling and measuring tools have enabled stakeholders to design, optimize and monitor WID in reservoirs. In this paper, we will demonstrate how modelling and measuring tools can be used to evaluate alternative dredging strategies for reservoir maintenance. In particular, we show how a mid-field and far-field modelling can be applied for designing WID actions and predicting sediment plume dynamics in a given reservoir. Additionally, we will present recently-developed in-situ measuring tools, that are currently used for monitoring turbidity in a water column and sediment properties during and after WID actions. Finally, potential benefit of applying WID in Shihmen Reservoir (Taiwan) is discussed.

Résumé. Le dragage par injection d'eau (WID) a été appliqué avec succès pour éliminer les dépôts de sédiments dans les réservoirs, ce qui permet une augmentation de leur capacité de stockage. Cette méthode de dragage est basée sur la fluidisation de la couche sédimentaire supérieure par injection d'eau sous pression par un navire de dragage. Le sédiment fluidisé peut être transporté vers le stockage inactif du réservoir ou évacué hors du réservoir par les sorties de fond d'un barrage. Cet écoulement peut se produire soit par écoulement gravitationnel, ou déterminé par la stratégie de dragage du navire WID. Cette technique de dragage peut augmenter la capacité de stockage de l'eau du réservoir et éviter l'érosion de la rivière en aval, et par conséquent le blocage des sédiments. Les développements récents des outils de modélisation et de mesure ont permis aux parties prenantes de concevoir, d'optimiser et de surveiller le WID dans les réservoirs. Dans cet article, nous démontrons comment des outils de modélisation et de mesure peuvent être utilisés pour évaluer des stratégies de dragage alternatives pour l'entretien des réservoirs. En particulier, nous montrons comment une modélisation en champ moyen et en champ lointain peut être appliquée pour concevoir des actions WID et prédire la dynamique du panache de sédiments dans un réservoir donné. De plus, nous présenterons des outils de mesure in-situ récemment développés, qui sont actuellement utilisés pour surveiller la turbidité dans une colonne d'eau et les propriétés des sédiments pendant et après les actions WID. Enfin, les avantages potentiels de l'application du WID dans le réservoir de Shihmen (Taiwan) sont discutés.

* Corresponding author: alex.kirichek@deltares.nl

Practice and Exploration of Integrated Operation of the Lower Jinsha River - Three Gorges Cascade Multifunctional Reservoirs

Pratique et exploration de l'exploitation conjointe de réservoirs multifonctionnels en cascade du cours inférieur de la rivière Jinsha aux Trois Gorges

Peng Li[1,2] and *Xiaoqian* Zhou[1,2*]

[1]China Yangtze Power Co., Ltd., Yichang 443133, China
[2]Hubei Key Laboratory of Intelligent Yangtze and Hydroelectric Science, Yichang 443133, China

Abstract. The Lower Jinsha River - Three Gorges Cascade Multifunctional Reservoirs include 4 reservoirs: Xiluodu, Xiangjiaba, Three Gorges and Gezhouba, which have many functions such as flood control, power generation, navigation, ecology, water supply, and public safety. In order to give full play to the comprehensive benefits of the cascade reservoirs, the operation and management authority carries out integrated operation. In dry season, the power generation, navigation, ecology, and water supply needs are considered as a whole, and integrated drawdown operation are carried out. In flood season, take the needs of flood control, power generation, shipping and public safety into consideration, carrying out integrated flood prevention operation and connecting with water impoundment operation. This article summarized the practical experience of integrated operation of cascade multi-functional reservoirs, introduced the technical support system, and explored the development of a broader integrated operation of reservoirs. Key words: Cascade reservoir; multi-function; Integrated Operation; comprehensive benefits

Résumé. Les réservoirs en cascade du cours inférieur de la rivière Jinsha aux Trois Gorges comprennent les réservoirs de Xiluodu, Xiangjiaba, Trois Gorges et Gezhouba, avec des fonctions telles que le contrôle des inondations, la production d'électricité, la navigation, l'écologie, l'approvisionnement en eau et la sécurité publique. Afin de tirer pleinement parti des avantages globaux des réservoirs en cascade, l'unité d'exploitation et de gestion de la centrale a réalisé l'exploitation conjointe des réservoirs en cascade. En saison sèche, les besoins en matière de production d'électricité, de navigation, d'écologie et d'approvisionnement en eau sont considérés comme un tout, et des opérations intégrées de rabattement sont réalisées. En période de crue, les besoins en matière de contrôle des inondations, de production d'électricité, de navigation et de sécurité publique sont pris en considération, et des opérations intégrées de prévention des inondations sont menées, en liaison avec des opérations de retenue d'eau. Cet article résume l'expérience pratique de l'exploitation conjointe de réservoirs multifonctionnels en cascade, présente le système de soutien technique pour l'exploitation conjointe et explore le développement d'une gamme plus large d'opérations conjointes de réservoirs. Mots clés : Réservoirs en cascade ; Multifonction ; Opération conjointe ; Avantages intégrés.

* Corresponding author: zhou_xiaoqian@ctg.com.cn

Research on the regulation of Three Gorges Reservoir in response to saltwater intrusion in the Yangtze River Estuary

Recherche sur la régulation du réservoir des Trois Gorges en réponse à l'intrusion d'eau salée dans l'estuaire du fleuve Yangtsé

Xiaodong Cheng[1*] and *Tao* Xu[1]

[1]Three Gorges Cascade Dispatch and Communication Center, Hubei Yichang, 443133, China

Abstract. With the changes of economic society and human activities to the natural environment, the impact of saltwater intrusion becomes more frequent and the degree of harm becomes more serious. The Yangtze River Estuary is a densely populated and economically developed area in China, but in terms of water resources utilization, the Yangtze River Estuary is often suffering from saltwater intrustion in dry season. As the backbone of the cascade reservoirs in the Yangtze River Basin, the scientific operation of the Three Gorges Reservoir plays an active role in reducing the saltwater intrusion in the Yangtze River Estuary. Therefore, based on the analysis of the characteristics of Yangtze River Estuary, this paper sums up the variations of saltwater intrusion and discusses the main dynamic factors of saltwater intrusion. In addition, it explores the internal relationship between the upstream water volume and the saltwater intrusion. It takes the allocation of the fresh water resources by the water resources regulation of the Three Gorges Reservoir as a main discussing point. In the end, this paper focuses on the countermeasures and effect of emergency water replenishment on the saltwater intrusion in the Yangtze River Estuary.

Résumé. Les activités économiques, sociales et humaines ayant modifié l'environnement naturel, l'impact de l'invasion de l'eau salée est devenu plus fréquent et les dégâts sont devenus plus graves. La zone de l'estuaire du fleuve Yangtsé est une zone densément peuplée et économiquement développée en Chine, mais en termes d'utilisation des ressources en eau, la zone de l'estuaire du fleuve Yangtsé est souvent affectée par l'intrusion de marée salée pendant la saison sèche. En tant qu'épine dorsale des réservoirs en cascade dans le bassin du fleuve Yangtsé, le fonctionnement scientifique du réservoir des Trois Gorges a un effet positif sur la réduction de l'intrusion de marée salée dans l'estuaire du fleuve Yangtsé. Par conséquent, sur la base de l'analyse des caractéristiques de l'estuaire du fleuve Yangtsé, cet article résume les changements dans l'intrusion de la marée salée et examine les principaux facteurs dynamiques qui affectent ses changements. L'allocation des ressources en eau douce dans l'estuaire du fleuve Yangtsé est le point de départ, et le réapprovisionnement en eau d'urgence est mis en œuvre via le réservoir des Trois Gorges pendant la période d'inversion de la marée salée dans l'estuaire du fleuve Yangtsé. Enfin, cet article se concentre sur les contre-mesures et l'effet de la réalimentation d'urgence en eau sur l'intrusion d'eau salée dans l'estuaire du fleuve Yangtsé.

* Corresponding author: cheng_xiaodong@ctg.com.cn

Decision support for preliminary release of reservoir for flood control using ECMWF medium-range ensemble rainfall forecast

Aide à la décision pour l'opération de libération préalable d'un barrage pour la gestion des crues utilisant la prévision d'ensemble des précipitations à moyenne échéance du CEPMMT

Daisuke Nohara[1*], *Kazuhiro* Kitani[2], *Yuri* Michihiro[3], and *Tetsuya* Sumi[4]

[1]Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute, Gokasho, Uji 611-0011, Japan
(Current affiliation: Kajima Technical Research Institute, Tobitakyu 2-19-1, Chofu 182-0036, Japan)
[2]Japan Weather Association, Social and Disaster Management Department, Higashi-Ikebukuro 3-1-1, Toshima 170-6055, Japan
[3]Japan Weather Association, Kansai Regional Office, Minami-Semba 2-3-2, Osaka 542-0081, Japan
[4]Kyoto University, Disaster Prevention Research Institute, Gokasho, Uji 611-0011, Japan

Abstract. A method for integrated reservoir operation is developed by considering medium-range ensemble rainfall forecast provided by European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) to enhance reservoir's flood storage capability while maintaining its function for water use. Preliminary release operation, in which storage water for water use is released just before a flood occurs, is considered here. The desired timing and amount of preliminary release are estimated from ensemble prediction, maximizing the flood control capacity while securing storage recovery after the flood event. The case study with Shin-Nariwagawa Reservoir in the Takahashi River basin, Japan, demonstrated the effectiveness of introducing long-range ensemble prediction in decision making for preliminary release.

Résumé. Une méthode d'aide à la décision pour l'exploitation intégrée des réservoirs est développée en tenant compte des prévisions de précipitations d'ensemble à moyen terme fournies par le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (CEPMMT) afin d'améliorer la capacité de stockage des crues du réservoir tout en maintenant sa fonction d'utilisation de l'eau. L'opération de rejet préalable, dans laquelle l'eau de stockage pour l'utilisation de l'eau est rejetée juste avant qu'une inondation ne se produise, est considérée ici. Le moment souhaité et la quantité de rejet préalable sont estimés à partir de la prévision d'ensemble, maximisant la capacité de contrôle des crues tout en assurant la récupération du stockage après l'événement de crue. L'étude de cas avec le réservoir Shin-Nariwagawa dans le bassin de la rivière Takahashi, au Japon, a démontré l'efficacité de l'introduction de la prédiction d'ensemble à longue distance dans la prise de décision pour la libération préliminaire.

* Corresponding author: noharad@kajima.com

Upgrading of the flood retention basin Odenkirchen in Germany

Modernisation du bassin de rétention des crues d'Odenkirchen en Allemagne

Ronald Haselsteiner[1*] and *Markus* Mottner[2]

[1]Bjoernsen Consulting Engineers, Hydraulic Department, 56070 Koblenz, Germany
[2]Niers Association, River Department, 41747 Viersen, Germany

Abstract. The flood retention basin Odenkirchen on the river Niers in Germany was constructed around 60 years ago as consequence of a major, harmful flood event. The complete design and structures do not comply with up-to-date national regulations, the DIN 19700 [3], so that the owner, the Niers Association, decided to upgrade the basin. The upgrading works include different measures such as the adjustment of the reservoir operation management in consideration of the updated flood hydrographs and discharges as well as adjustments in respect to sewage disposal compensation. Latter purpose is an urgent consequence of the continuous urban development which led to a steady increase of the sewage discharges for which the required retention volumes cannot be realized locally. As part of the dam rehabilitation the reconstruction of the outlet works – a controlled weir with three bays and sluice gates – and construction of an overflow spillway as part of an embankment dam shall be realized. The complete project is dominated by the environmental restrictions comprising both environmental protection areas as well as requirements of fish passability and groundwater. The project area is located within a region with mining subsidence, groundwater management and high sediment loads.

Résumé. Le bassin de rétention des crues d'Odenkirchen sur la rivière Niers en Allemagne a été réalisé il y a environ 60 ans à la suite d'une inondation majeure et dangereuse. La conception complète et les structures n'étant pas conformes à la réglementation nationale en vigueur, à savoir la DIN 19700 [3], le propriétaire, l'Association de Niers, a décidé de moderniser le bassin. Les travaux de modernisation comprennent différentes mesures telles que l'ajustement de la gestion de l'exploitation du réservoir, en tenant compte des hydrogrammes de crue et des décharges, ainsi qu'une compensation de l'évacuation des eaux usées. Cette dernière mesure est une conséquence urgente du développement urbain continu qui a conduit à une augmentation constante des rejets d'eaux usées pour lesquelles le volume d'eau du bassin ne peut pas être fourni localement. Dans le cadre de la réhabilitation du barrage, la reconstruction des ouvrages d'exutoire - un déversoir contrôlé avec trois baies et des vannes d'écluse - et la construction d'un déversoir de débordement dans le cadre d'un barrage en remblai seront réalisés. L'ensemble du projet est dominé par les restrictions environnementales comprenant à la fois les zones de protection environnementale ainsi que les exigences de viabilité des poissons et des eaux souterraines. La zone du projet est située dans une région caractérisée par un affaissement du terrain dû aux activités minières, une gestion des eaux souterraines et des charges sédimentaires élevées.

* Corresponding author: r.haselsteiner@bjoernsen.de

Long-term modelling of the Arkun multipurpose reservoir

Modélisation à long terme du réservoir polyvalent d'Arkun

Ronald Haselsteiner[1*], *Resul* Pamuk[2], and *Kemal* Tuncer[2]

[1]Bjoernsen Consulting Engineers, Hydraulic Department, 56070 Koblenz, Germany
[2]EnerjiSA, Engineering Management, Istanbul, Turkey

Abstract. The Arkun hydropower and dam project is located on the Coruh River in the North-west of Turkey. The project was completed in 2014. The reservoir is mainly used for energy generation. For this purpose, a main powerhouse with 225 MW and an environmental powerhouse with 12 MW were constructed. Additionally, the reservoir and operation scheme shall contribute to mitigate floods. A minimum ecological flow is mandatory in the Coruh River between the river section reaching from the eco powerhouse which is located downstream of the CFSGD dam and the main powerhouse which is connected to the reservoir via a 14 km headrace tunnel. During the feasibility stage the hydropower projects in Turkey frequently applied simplified methods for the estimation of the energy generation potential. This approach led to an overestimation of the energy general in many cases. Therefore, a reservoir operation model was created which considered monthly runoff data from 1963 to 2005. This model considered the operation of the two powerhouses, evaporation, potential irrigation uses, and spilling. In order to provide a reliable annual generation prognosis, the future development status was considered by the adaptation of the run-off time series. The results of this modelling confirm both the estimated power production during feasibility stage and the actual power production during the operation period.

Résumé. Le projet hydroélectrique et de barrage d'Arkun, achevés en 2014, sont situés le long de la rivière Coruh dans le nord-ouest de la Turquie. Puisque le réservoir est principalement utilisé pour la production d'énergie, une centrale électrique principale de 225 MW et une centrale environnementale de 12 MW ont été construites. En outre, le réservoir et le programme d'exploitation devront contribuer à atténuer les inondations. Un débit écologique minimal entre la centrale écologique située en aval du barrage CFSGD et la centrale électrique principale est obligatoire pour alimenter la rivière Coruh. Le barrage CFSGD et la centrale électrique principale sont reliées au réservoir par un tunnel d'amont de 14 km. Au cours de l'avant-projet de faisabilité, le projet hydroélectrique en Turquie a fréquemment appliqué une méthode simplifiée pour l'estimation du potentiel de production d'énergie. Cette approche a conduit à une surestimation de l'énergie générale dans de nombreux cas. Par conséquent, un modèle d'exploitation des réservoirs a été créé, qui considérait les données mensuelles des écoulements de 1963 à 2005. Ce modèle considérait le fonctionnement des deux centrales électriques, l'évaporation, les utilisations potentielles de l'irrigation et les déversements. Afin de fournir un pronostic de génération annuel fiable, le développement futur a été pris en compte par l'adaptation.

* Corresponding author: r.haselsteiner@bjoernsen.de

The changing role of the China Three Gorges Corporation in the Yangtze River: Exploration from hydropower development to comprehensive watershed management

L'évolution du rôle de la China Three Gorges Corporation dans le fleuve Yangtsé : exploration du développement hydroélectrique à la gestion globale des bassins versants

Dianchang Wang[1], *Chong* Li[1], and *Ruimeng* Zhou[2*]

[1]Department of Environment Protection, China Three Gorges Corporation, Beijing, China
[2]Yangtze River Environmental Engineering Research Center, China Three Gorges Corporation, Beijing, China

Abstract. As China's largest clean energy group and the world's largest hydropower development company, China Three Gorges Corporation (CTG) accounts for 3/4 of hydropower installed capacity, where most of which are distributed in the Yangtze River Basin. Since 2017, CTG has formally entered the field of water pollution control, taking the "water" as the core and the sewage treatment of cities/towns along the river as an entry point. From a technical point of view, with the advantages of hydropower dispatching and operation, the integration of water resources protection, water pollution control, as well as water ecological restoration will be gradually completed to achieve the "one water" control goal. From a management point of view, through the means of government-enterprise cooperation model, the establishment of a jointly sharing mechanism by relevant stakeholders, as well as the market-oriented commercial operation, the implementation and supervision of the watershed administration will be strengthened. CTG has started a new exploration of enterprises participating in the comprehensive governance of watershed management, which will provide ecological priority and sustainable development experience for the watershed management of the world.

Résumé. En tant que plus grand groupe d'énergie propre de Chine et plus grande société de développement hydroélectrique au monde, China Three Gorges Corporation (CTG) représente les 3/4 de la capacité hydroélectrique installée, dont la plupart est distribuée dans le bassin du Yangtsé. Depuis 2017, CTG est officiellement entré dans le domaine de la lutte contre la pollution de l'eau, en prenant « l'eau » comme noyau et le traitement des eaux usées des villes le long du fleuve comme point d'entrée. D'un point de vue technique, avec les avantages de la répartition et de l'exploitation de l'hydroélectricité, l'intégration de la protection des ressources en eau, du contrôle de la pollution de l'eau, ainsi que de la restauration écologique de l'eau sera progressivement complétée pour atteindre l'objectif de contrôle d'une seule eau. Du point de vue de la gestion, à travers les moyens du modèle de coopération gouvernement-entreprise, la mise en place d'un mécanisme de partage conjoint entre les parties prenantes concernées, ainsi que l'opération commerciale axée sur le marché, la mise en œuvre et la supervision de l'administration du bassin versant seront renforcées. Le CTG a commencé une nouvelle exploration des entreprises participant à la gouvernance globale de la gestion des bassins versants, ce qui fournira une priorité écologique et une expérience de développement durable pour la gestion des bassins versants du monde.

* Corresponding author: zhou_ruimeng@ctg.com.cn

Recent and future changes in water resources in the Alpes. Results of a spatially distributed hydrological model on the Isere catchment

Évolution récente et future de la ressource en eau dans les Alpes. Résultats d'une modélisation hydrologique spatialisée sur le bassin de l'Isère à Grenoble

Matthieu Le Lay[1*], *Agnès* Brenot[1], *Joël* Gailhard[1], and *Pierre* Bernard[1]

[1]EDF-DTG, Saint-Martin-le-Vinoux, France

Abstract. What will be the impact of the climate change on the water resources in the Alps area? Snow cover decreasing, glacier melting and severely lower level discharges are the main concern expected in this area for all water use, including hydroelectric generation. Answering to that question, imply to know how to model in details the functioning of hydrological systems and to know how to quantify climate change at these spatial scales. A new version, totally spatialized, of the EDF hydrological model MORDOR [1] was built to model the hydrology of the whole drainage basin of the Isère river at Grenoble. This hydrological model take into account all the data available on the basin (water discharge measurements, snow cover estimations through measurements and satellite observations, glacier mass balance…). The main scope of this hydrological model is to provide information about the hydroelectric generation exploitation of the Isère river basin through hydrological simulations for different sitting and for different climatic context. Inputs of the climatic scenarios, corrected and regionalized beforehand, enable to simulate river discharges and hydrological regime changes and to evaluate the trend expected for glacier melt contribution. All these results are of major interest to closely quantify the changes already observed with climate change and to get prepared for a better management and exploitation of hydroelectric generation on the Isère river basin.

Résumé. Comment évoluent les ressources en eau dans les Alpes sous l'effet du changement climatique ? Diminution de l'enneigement, fonte des glaciers, étiages plus sévères : autant de questions aujourd'hui cruciales pour l'ensemble des usages de l'eau dans ces régions, parmi lesquels la production hydro-électrique. Y répondre suppose à la fois de savoir modéliser finement le fonctionnement de ces hydro-systèmes et de savoir quantifier l'évolution du climat à ces échelles. Une nouvelle version spatialement distribuée du modèle hydrologique MORDOR d'EDF [1] a été déployée sur l'ensemble du bassin versant de l'Isère à Grenoble, en valorisant l'ensemble des données hydro-nivologiques disponibles sur ce bassin (mesures de débit, d'enneigement, images satellites de surfaces enneigées, bilans glaciaires…). Elle a pour objectif de répondre aux nombreux enjeux que pose l'exploitation hydro-électrique de la vallée, en simulant la réponse hydrologique en tout point du bassin et dans différents contextes climatiques. Forcée par des scénarios climatiques préalablement dé-biaisés et régionalisés, elle permet de simuler l'évolution des débits en rivière, les changements de régimes saisonniers, ou encore l'évolution des contributions glaciaires. Autant de données d'entrée précieuses pour quantifier finement les changements déjà observés et adapter au mieux la gestion et l'exploitation des aménagements de la vallée.

* Corresponding author: matthieu.le-lay@edf.fr

The innovative operation of Imha Reservoir

Le fonctionnement innovant d'Imha Reservoir

Jongchan Kim[1*], *Hwa Young* Kim[2], *Hyun Gu* Choi[2], *Seokil* Jeong[2], and *Youtae* Lee[2]

[1]IHE Delft / K-water, HISTI Department, 2611 AX Delft, The Netherlands
[2]K-water, Nakdonggang River Basin Head Office, 41914 Daegu, Republic of Korea

Abstract. Imha Reservoir has both a water transfer tunnel connecting Andong Reservoir and a selective withdrawal facility (SWF), which enable the innovative operation of the reservoir. Although these facilities had not been equipped when constructed in 1993, these structural measures were applied afterward as needed for the effective reservoir operation. The tunnel was constructed in 2015 to minimize the spillway discharge of a reservoir during floods by moving water to the other reservoir with free space. The SWF was installed in 2006 to address problems due to the persistent turbidity of Imha Reservoir. The effectiveness of these facilities was demonstrated through the operational cases in October 2019, while some improvements to non-structural measures were derived simultaneously. To prevent damage to the fish ecosystem of Imha reservoir, the tunnel currently was operated in a one-way water movement. However, a two-way water movement should be allowed as designed in the mid to long term. The SWF was operated effectively based on the prediction of the fate and transport of turbid water inside the reservoir using CE-QUAL-W2. Nevertheless, more action procedures on turbid water are required, such as setting clear criteria for the release timing of turbid water, predicting the downstream turbidity variations, etc.

Résumé. Imha Reservoir dispose à la fois d'un tunnel de transfert d'eau reliant Andong Reservoir et d'une installation de prélèvement sélectif (SWF), qui permettent l'exploitation innovante du réservoir. Bien que ces installations n'aient pas été équipées lors de leur construction en 1993, ces mesures structurelles ont été appliquées par la suite au besoin pour l'exploitation efficace du réservoir. Le tunnel a été construit en 2015 pour minimiser le déversement d'un réservoir lors d'inondations en déplaçant l'eau vers l'autre réservoir avec de l'espace libre. Le SWF a été installé en 2006 pour résoudre les problèmes dus à la turbidité persistante du réservoir Imha. L'efficacité de ces installations a été démontrée à travers les cas opérationnels d'octobre 2019, tandis que certaines améliorations des mesures non structurelles ont été obtenues simultanément. Pour éviter d'endommager l'écosystème halieutique du réservoir Imha, le tunnel fonctionnait actuellement selon un mouvement d'eau à sens unique. Cependant, un mouvement d'eau dans les deux sens devrait être autorisé comme prévu à moyen et long terme. Le SWF a été exploité efficacement sur la base de la prévision du devenir et du transport de l'eau trouble à l'intérieur du réservoir à l'aide de CE-QUAL-W2. Néanmoins, davantage de procédures d'action sur l'eau trouble sont nécessaires, telles que l'établissement de critères clairs pour le moment du rejet de l'eau trouble, la prévision des variations de turbidité en aval, etc.

* Corresponding author: j.kim@un-ihe.org

Thème 2. Gouvernance et financement
Theme 2. Governance and Funding

Using reservoirs for floating PV plants

Utilisation de réservoirs pour panneaux photovoltaïques flottants

Gabriella Vaschetti[1*], *Marco* Bacchelli[2], and *François* Tronel[3]

[1]Carpi Tech, Scientific Department, Via Passeggiata 1, 6828, Switzerland
[2]Carpi Tech, Sales Department, Via Passeggiata 1, 6828, Switzerland
[3]Carpi Tech BV Paris Branch, 68 rue Faubourg St Honoré, 75008 Paris, France

Abstract. The use of reservoirs as base layers for floating solar photovoltaic plants has been dramatically increasing in the last five years, especially in the far East and in areas where land is scarce or expensive. The floating solar technology has now more than a decade's experience, and about 7 years' experience on a large scale. Conversely, hybrid systems combining hydropower with floating solar photovoltaic plants are still in an early stage, while having high future potential. The paper will present the characteristics and benefits of floating solar photovoltaic plants, and discuss a project in Israel, where the existing floating cover of a reservoir was replaced by 616 floating PV panels, which will reduce water evaporation while producing about 230 kWpeak output. The paper will also present and discuss the peculiarities of an innovative project at present under study, where both the upper and the lower reservoirs of a pumped storage scheme to be constructed will be equipped with a floating solar power system, thus combining hydro and solar potentials.

Résumé. L'utilisation de réservoirs comme supports pour les centrales solaires photovoltaïques flottantes a considérablement augmenté au cours des cinq dernières années, en particulier en Extrême-Orient et dans les régions où les terres sont rares ou chères. La technologie solaire flottante a maintenant plus d'une décennie d'expérience et environ 7 ans d'expérience à grande échelle. À l'inverse, les systèmes hybrides combinant l'hydroélectricité et les centrales solaires photovoltaïques flottantes sont encore à un stade précoce, tout en ayant un potentiel futur élevé. L'article présente les caractéristiques et les avantages des centrales solaires photovoltaïques flottantes, et abordera le cas d'un projet en Israël, où la couverture flottante existante d'un réservoir a été remplacée par 616 panneaux photovoltaïques flottants qui réduiront l'évaporation de l'eau tout en produisant environ 230 kWpeak d'énergie. L'article présente et aborde également les particularités d'un projet innovant actuellement à l'étude, où les réservoirs supérieur et inférieur d'un système de transfert d'énergie par pompage à construire seront équipés d'un système d'énergie solaire flottant, combinant ainsi les potentiels hydro et solaire.

* Corresponding author: gabriella.vaschetti@carpitech.com

Coordinated management of Niger River basin dams

Gestion coordonnée des barrages du bassin du Niger

Christophe Brachet[1*], *Solène* Laloux[2], *Soungalo* Kone[3], *Arnaud* de Bonviller[4], *Bachir* Tanimoun[3], and *Blaise* Dhont[1]

[1]Office international de l'Eau (OiEau) – 21 rue de Madrid, 75008 Paris, France
[2] CACG - Chemin de Lalette, 65004 Tarbes, France
[3]Autorité du Bassin du Niger (ABN) – 288 Avenue du Fleuve Niger Plateau, Niamey, Niger
[4]ISL Ingénierie – 25-27 rue Lenepveu, 49100 Angers, France

Abstract. The Niger River Basin represents a significant potential for regional development, particularly in the areas of irrigation and hydroelectricity. A major challenge for the Niger Basin Authority (NBA) and its nine Member States is the overall coherence of the basin development and management. The existing large dams are Selingue in Mali, Kandadji in Niger, Kainji, Jebba, Shiroro, Dadin Kowa in Nigeria, and Lagdo in Cameroon. Current projects are Fomi and Taoussa in Guinea and Mali. Annex no.2 to the Niger basin water charter relating to the water regulations for the coordinated management of the structuring dams was drawn up in 2019 by the CACG - IOWater - Nodalis - ISL group and validated at the end of 2019 by the NBA Council of Ministers. Its implementation is based on an update of the NBA water resource allocation model and on a tactical management tool. In addition to data collection and operational forecast production, possible improvements in the coordinated management of Niger Basin large dams include the implementation of the NBA Permanent Technical Committee, in charge of the application of the coordinated management regulations. More generally, a coherent institutional organization is necessary, as well as a justified recognition of the role of the NBA.

Résumé. Le bassin du Niger représente un important potentiel de développement régional, en particulier s'agissant de l'irrigation et de l'hydroélectricité. Un enjeu majeur pour l'Autorité du Bassin du Niger (ABN) et ses neuf États membres est la cohérence globale de l'aménagement du bassin et de sa gestion. Les grands barrages structurants existants sont Sélingué au Mali, Kandadji au Niger, Kainji, Jebba, Shiroro, Dadin Kowa au Nigeria et Lagdo au Cameroun. Les projets en cours sont ceux de Fomi et Taoussa en Guinée et au Mali. L'Annexe 2 à la Charte de l'eau de l'ABN relative au Règlement d'eau pour la gestion coordonnée des barrages structurants a été élaborée en 2019 par le groupement CACG – OIEau – Nodalis - ISL et validée fin 2019 par le Conseil des Ministres de l'ABN. Sa mise en application repose sur une actualisation du modèle d'allocation des ressources en eau de l'ABN et sur un outil de gestion tactique. Outre le recueil des données et l'opérationnalisation des prévisions, les améliorations possibles de la gestion coordonnée des barrages du bassin du Niger concernent en particulier la mise en œuvre du Comité Technique Permanent de l'ABN, en charge de l'application du Règlement de gestion coordonnée. Plus généralement une organisation institutionnelle cohérente est nécessaire, ainsi qu'une reconnaissance justifiée du rôle de l'ABN.

* Corresponding author: c.brachet@oieau.fr

Dynamic coordination and control technology of the operating water level during flood season and its application in Xiluodu-Xiangjiaba - Three Gorges cascade reservoirs

Technologie de contrôle et de coordination dynamique du niveau d'eau pendant la saison des crues et son application sur les réservoirs en cascade de Xiluodu-Xiangjiaba et des Trois Gorges

Song Zhang[1*], *Ting* Hu[1], *Man* Zhou[1], and *Xing'e* Hu[1]

[1]Operation and Administration Center for River Basin Hydro Complex, China Three Gorges Corporation, The Three Gorges Dam District, China

Abstract. To satisfy the increasing multi-objective scheduling requirements in flood season of the Xiluodu-Xiangjiaba - Three Gorges multi-function cascade reservoir system located in the lower reaches of Jinsha River and the upper reaches of Yangze River, and simultaneously solve the key technical problems of the resource utilization of floods by joint optimal scheduling of cascade reservoirs. This paper explorers and presents a scientific solution of joint dynamic control of the reservoirs' operating water level during flood season that suitable for the flood resources comprehensive utilization of the large-scale cascade reservoirs in the Yangtze River Basin. Specifically, the solution is composed of a dynamic control mode for the operating water level of the cascade reservoir during the main flood season (ie, forecast and pre-impounding, grade regulating, and staged discharge control), a phased release theory of the flood control capacity at the end of flood season and a risk analysis model for the decision of the cascade reservoir scheduling. These new technical solutions were successfully applied to the 2016-2019 scheduling practices of the Xiluodu-Xiangjiaba - Three Gorges cascade reservoir system, the world's largest multi-function multi-reservoir system that operation and management by the China Three Gorges Corporation (CTG). The comprehensive benefits of the cascade reservoir in flood control, power generation, shipping, ecology, and the water supply during reservoir impounding and falling periods have been significantly improved, including greatly reducing downstream flood pressure, increasing power generation and water supply, improving navigation condition, promoting fish reproduction. Meanwhile, it also verifies that these new technologies are scientific, practical, universal and have a broad application prospect.

Résumé. Pour satisfaire les exigences croissantes de programmation multi-objectifs pendant la saison des crues du système de réservoirs en cascade multifonction Xiluodu-Xiangjiaba - Trois Gorges situé dans le cours inférieur du fleuve Jinsha et le cours supérieur du fleuve Yangze, et pour résoudre simultanément les principaux problèmes techniques de l'utilisation des ressources des crues par une programmation optimale conjointe des réservoirs en cascade, cet article explore et présente une solution de contrôle dynamique du niveau des réservoirs pendant la saison des crues qui permet la mobilisation complète des ressources des crues à l'échelle globale des réservoirs en cascade dans le bassin du fleuve Yangtze. Plus précisément, la solution est composée d'un mode de contrôle dynamique du niveau d'eau des réservoirs en cascade pendant la saison des crues, d'un modèle de libération progressive de la capacité de contrôle des crues à la fin de la saison des crues et d'un modèle d'analyse des risques pour la décision de la programmation des réservoirs en cascade. Ces nouvelles solutions techniques ont été appliquées avec succès aux pratiques 2016-2019 du système des réservoirs en cascade Xiluodu-Xiangjiaba - Trois Gorges, le plus grand système multi-réservoirs multifonctionnel au monde exploité et géré par la China Three Gorges Corporation (CTG). Les avantages des réservoirs en cascade dans le contrôle des crues, la production d'électricité, la navigation, l'écologie et l'approvisionnement en eau pendant les périodes de retenue et de chute du réservoir ont été considérablement améliorés, notamment en réduisant considérablement la pression des crues en aval, en augmentant la production d'électricité et l'approvisionnement en eau, en améliorant les conditions de navigation, en favorisant la reproduction des poissons. Parallèlement, cet article vérifie également que ces nouvelles technologies sont scientifiques, pratiques, universelles et ont une large perspective d'application.

* Corresponding author: zhang_song2@ctg.com.cn

The R2D2-250 project, the C3PO approach or prospective modeling to help decision-making

La Durance du future (France) : le projet R2D2-250, la démarche C3PO ou la modélisation prospective pour aider la décision

Pascal Dumoulin[1*], *Catherine* Le Normant[2], and *René* Samie[3]

[1]Syndicat Mixte d'Aménagement de la Vallée de la Durance, Mallemort, France
[2]EDF-Hydro-Méditerranée, Marseille, France
[3]EDF-R&D-Laboratoire Nationale d'Hydraulique et Environnement, Chatou, France

Abstract. Durance's watershed produces the main water resource of Provence-Alpes-Côte d'Azur region. Sustainable multifunctional water management is essential to the regional economy. In 2015, the R2D2-2050 project carried out a participatory foresight exercise in order to identify future issues related to the availability and use of water resources for several scenarios of climate and territory evolution. The results foreshadow episodes of stress on the resource. To meet the future challenges related to the water of the Durance, the SMAVD is leading the elaboration of one of the largest SAGEs in France. To support this political project, the SMAVD is developing a decision-making tool (resource-uses-infrastructure modelling): C3PO. This innovative project brings together stakeholders and scientists and will define the levers for sustainable adaptation to global changes. The mutual interests around this tool have given rise to an exemplary partnership between the SMAVD and EDF, manager of hydroelectric infrastructure, beyond the exchange of data.

Résumé. Le bassin hydrographique de la Durance constitue l'essentiel des ressources en eau de la région Sud-Provence-Alpes-Côte d'Azur. Une gestion durable des eaux et des nombreux aménagements multifonction est indispensable à l'économie régionale. En 2015, le projet R2D2-2050 a mené un exercice de prospective participative afin d'identifier les enjeux futurs liés à la disponibilité et à l'utilisation de la ressource en eau pour plusieurs scénarios d'évolution du climat et des territoires. Les résultats font présager des épisodes de tensions sur la ressource dans le futur et ont montré la nécessité de poursuivre et de renforcer les mesures d'adaptation. Pour répondre aux enjeux futurs liés à l'eau de la Durance, le SMAVD porte la démarche d'élaboration d'un des plus grands SAGE de France. Pour accompagner ce projet politique ambitieux sur le plan technique, le SMAVD développe un outil d'aide à la décision C3PO (modélisation ressource-usages-infrastructures sous WEAP). Cette démarche innovante associe les acteurs du bassin versant et du monde scientifique et permettra d'identifier les leviers d'adaptation durables aux changements globaux. Les intérêts réciproques autour de cet outil ont donné lieu à un partenariat exemplaire entre le SMAVD et EDF gestionnaire des aménagements hydroélectriques, bien au-delà de l'échange de données.

* Corresponding author: pascal.dumoulin@smavd.org

Challenges in flood control operation and dissemination of information - Lessons from the record-breaking heavy rain in July 2018, Japan

Défis liés aux opérations de lutte contre les inondations et à la diffusion des informations - Leçons tirées des fortes pluies record de juillet 2018 au Japon

Tetsuya Sumi[1*], *Masakazu* Mitsunari[2], and *Tatsuo* Hamaguchi[3]

[1]Professor, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Uji, Japan
[2]Director General for Nuclear Disaster Management, Cabinet Office, Tokyo, Japan (ex-Director, River Environment Division, Water and Disaster Management Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Tokyo, Japan)
[3]Adviser, HAZAMA ANDO CORPORATION, Tokyo, Japan

Abstract. In July 2018, a record-breaking heavy rain hit western part of Japan, leaving severe damages. 213 dams under the jurisdiction of the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) were engaged in flood control operation, and greatly contributed to the reduction of flood damages. Meanwhile, in case of 8 dams, the amount of rainfall was so huge that the emergency spillway gate operation by discharging equal to inflow volume was obliged to execute which caused severe flood damages in some of the downstream areas. In December 2018, Special Panel set up by MLIT finalized a report urging enhancement of flood control capability of dams and dissemination of related information, in preparation for the risk of extreme rainfall which may increase under changing climate condition. This paper briefly introduces the report, outlining the flood control activities at the 2018 flood event as well as the contents of the proposal.

Résumé. En juillet 2018, une forte pluie record a frappé l'ouest du Japon, causant de graves dommages. 213 barrages sous la juridiction du Ministère des Terres, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme (MLIT) ont été engagés dans des opérations de lutte contre les inondations, et ont largement contribué à la réduction des dommages dus aux inondations. Pendant ce temps, dans le cas de 8 barrages, la quantité de pluie était si énorme que l'opération d'urgence de la vanne de déversement en déchargeant un volume d'entrée égal a été obligée de s'exécuter, ce qui a causé de graves dommages dus aux inondations dans certaines des zones en aval. En décembre 2018, un groupe spécial mis en place par le MLIT a finalisé un rapport appelant à l'amélioration de la capacité de contrôle des crues des barrages et à la diffusion des informations connexes, en prévision du risque de précipitations extrêmes qui peuvent augmenter dans des conditions climatiques changeantes. Ce document présente brièvement le rapport, décrivant les activités de lutte contre les crues lors de la crue de 2018 ainsi que le contenu de la proposition.

* Corresponding author: sumi.tetsuya.2s@kyoto-u.ac.jp

Analysis of the role of long-term and short-term periods of inflow in reservoirs water resources planning

Analyse du rôle des périodes d'afflux à court et à long terme dans la planification des ressources en eau des réservoirs

Reza Kanani[1*]

[1]PhD. of Water Resources Engineering, East Azerbaijan Regional Water Corp., Iran

Abstract. Predicting of inflow discharge to reservoir dams is very important in achieving the purposes of reservoirs water planning. Due to climate change and human activities in the upstream of basins in recent years, the time series of discharge data has generally had downward trend. Therefore, estimating of the discharge in different statistical periods (long-term, medium-term and short-term) and analysing it in the selection of project purposes has undeniable importance. In this study, the estimate of inflow discharge in 4 dams located in East Azerbaijan province (northwest of Iran) in different statistical periods was performed, and the effect of selecting each statistical period in the dams water resources planning was analysed. The results showed that depending on the conditions of each basin, the selection of the appropriate discharge period will be different. But in general, choosing a short period of 15-20 years is appropriate and effective in achieving the goals of the project. Keywords: Inflow, Reservoir, Long-term, Short-term, East Azerbaijan.

Résumé. La prévision du débit entrant dans les barrages-réservoirs est très importante pour atteindre les objectifs de la planification de l'eau des réservoirs. En raison du changement climatique et des activités humaines en amont des bassins ces dernières années, la série chronologique des données de débit a généralement eu une tendance à la baisse. Par conséquent, l'estimation du débit dans différentes périodes statistiques (long terme, moyen terme et court terme) et son analyse dans le choix des finalités du projet a une importance indéniable. Dans cette étude, l'estimation du débit entrant dans 4 barrages situés dans la province de l'Azerbaïdjan oriental (nord-ouest de l'Iran) à différentes périodes statistiques a été réalisée, et l'effet de la sélection de chaque période statistique dans la planification des ressources en eau des barrages a été analysé. Les résultats ont montré qu'en fonction des conditions de chaque bassin, le choix de la période de rejet appropriée sera différent. Mais en général, choisir une courte période de 15 à 20 ans est approprié et efficace pour atteindre les objectifs du projet.

* Corresponding author: rezakanani@gmail.com

Dez Dam Rehabilitation Project Role in Flood Damage Reduction

Rôle du projet de réhabilitation du barrage Dez dans la réduction des dommages dus aux inondations

Roohollah Amini[1*]

[1]Technical Deputy/ Project Manager, Absaran Consulting Eng. Co. Tehran, Islamic Republic of Iran (Dez Dam Rehabilitation Project Manager (2017-2018), Behan Sad

Abstract. As a result of climate change, extreme precipitation events from mid-March to April 2019 in southwest Iran generated catastrophic floods taken 78 lives and left $4.1 billion financial damages. The extent of damages could have been even worse without the existence of upstream flood control dams including Dez dam. Dez Dam is the only large dam in its basin which play a significant role in flood control. A multi-purpose rehabilitation project including new power intakes, flushing tunnels and dam heightening with required investment of $350 million is defined in this dam to compensate reservoir live volume losses through 57 years of sedimentation. In this paper, the effect of dam heightening and the flushing tunnels will be evaluated by their roles in flood damage reduction. Assuming that the actual magnitude of a flood cannot be predicted beforehand, a flexible multi-stage routing method considering operator judgment during flood operations is proposed to produce an optimized flood routing policy. The related operation rule is derived for existing and rehabilitated dam and the expected annual damage (EAD) compared in both conditions. The results show that the dam heightening could be considered as an effective way to improve the dam role in flood damage reduction.
Keywords: Flood damage, multi-purpose rehabilitation project, Dez Dam Heightening, Expected annual damage (EAD), Optimized flood routing policy (OFRP).

Résumé. En raison du changement climatique, les événements de précipitations extrêmes de la mi-mars à avril 2019 dans le sud-ouest de l'Iran ont provoqué des inondations catastrophiques qui ont fait 78 morts et causé 4,1 milliards de dollars de dommages financiers. L'ampleur de ces dommages aurait pu être encore pire sans l'existence de barrages de protection contre les crues en amont, dont le barrage de Dez. Dez est le seul grand barrage de son bassin à jouer un rôle important dans le contrôle des crues. Un projet de réhabilitation polyvalent comprenant de nouvelles prises d'eau usinières, des tunnels de chasse et la surélévation du barrage avec un investissement requis de 350 millions de dollars est défini pour compenser les pertes de volume utile du réservoir au cours de 57 ans de sédimentation. Dans cet article, l'effet de la surélévation du barrage et des tunnels de chasse sera évalué en fonction de leur rôle dans la réduction des dommages dus aux inondations. En supposant que l'ampleur réelle d'une crue ne puisse pas être prédite à l'avance, une méthode de passage des crues flexible à plusieurs étages prenant en compte le jugement de l'opérateur pendant les opérations de crue est proposé pour produire une politique de passage de crue optimisée. La règle d'exploitation associée en est déduite pour le barrage existant et réhabilité, et les dommages annuels prévus (EAD) sont comparés dans les deux conditions. Les résultats montrent que l'élévation du barrage pourrait être considérée comme un moyen efficace d'améliorer le rôle du barrage dans la réduction des dommages dus aux inondations.
Mots clés : les dus dommages aux inondations, Projet de réhabilitation polyvalent, Surélévation du barrage Dez, Dommages annuels attendus (EAD), Politique de routage de crue optimisée (OFRP).

* Corresponding author: ro.amini@gmail.com

Simplifying the Complex: Pool Stage-Frequency Analysis of USACE's Largest Reservoir

Simplification du complexe : analyse de la fréquence d'élévation du plus grand réservoir d'USACE

Joshua Melliger[1*], *Ilya* Poluektov[1], *Jennifer* Christensen[1], and *C. Haden* Smith[2]

[1]U.S. Army Corps of Engineers Omaha District, Omaha, NE, USA
[2]U.S. Army Corps of Engineers Risk Management Center, Lakewood, CO, USA

Abstract. Lake Sakakawea in North Dakota, U.S.A., was formed following the closure of Garrison Dam in 1953 and is the largest U.S. Army Corps of Engineers (USACE) reservoir. It is the second of six mainstem reservoirs located in series on the Missouri River operated as a system by USACE. Critical for dam safety risk analysis, a pool stage-frequency curve, extending to water levels above the top of dam, was developed for an Issue Evaluation Study using a combination of tools, including Monte Carlo simulation with the recently released USACE reservoir frequency analysis software, RMC-RFA. This paper describes the hydrologic tools leveraged to expedite the pool stage-frequency analysis and discusses the challenges overcome during the study. The methods used to reduce a complex reservoir system to a simplified single reservoir model are presented, and statistical challenges associated with mixed population rain/snow floods, paleofloods, and regulated basin data are discussed. The simplified approach was capable of incorporating a variety of hydrology inputs, while providing a reasonable approximation for the complex reservoir operations. The results were transparent and easily understood by decision makers tasked with making portfolio-wide investment decisions.

Résumé. Le lac Sakakawea, dans le Dakota du Nord, aux États-Unis, a été formé à la suite de la fermeture du barrage Garrison en 1953 et est le plus grand réservoir du Corps des ingénieurs de l'armée américaine (USACE). Il s'agit du deuxième des six réservoirs principaux situés en série sur le fleuve Missouri et exploités en tant que système par l'USACE. Critique pour l'analyse des risques liés à la sécurité des barrages, une courbe de fréquence d'étages de piscine, s'étendant jusqu'aux niveaux d'eau au-dessus du sommet du barrage, a été développée pour une étude d'évaluation des problèmes en utilisant une combinaison d'outils, y compris la simulation de Monte Carlo avec le logiciel d'analyse de fréquence des réservoirs USACE récemment publié, RMC-RFA. Cet article décrit les outils hydrologiques mis à profit pour accélérer l'analyse de la fréquence d'étape de la piscine et aborde les défis surmontés au cours de l'étude. Les méthodes utilisées pour réduire un système de réservoir complexe à un modèle de réservoir unique simplifié sont présentées, et les défis statistiques associés aux inondations de pluie / neige dans une population mixte, aux inondations passées et aux données de bassin réglementé sont discutés. L'approche simplifiée était capable d'incorporer une variété d'entrées hydrologiques, tout en fournissant une approximation raisonnable pour les opérations complexes du réservoir. Les résultats étaient transparents et faciles à comprendre par les décideurs chargés de prendre des décisions d'investissement à l'échelle du portefeuille.

* Corresponding author: Joshua.J.Melliger@usace.army.mil

Study to reduce the impact of hydropeaking on the Aude river

Étude pour la réduction de l'impact des éclusées sur le fleuve Aude

Philippe Cluzel[1*]

[1]Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivières (SMMAR), Chargé de mission gestion quantitative, 11855 Carcassonne Cedex 9, France

Abstract. With its river basin as big as 5500 km², the Aude river is the main coastal river of the Occitanie region. It is subjected to hydropeaking which originates in state-of-the-art hydroelectric power production and, during the summer low-water period, the water is used to support white water sports and agriculture. This hydropeaking is synonymous with fluctuating instantaneous water flows brought on by releases of water in a time-defined period which are added to the natural flow. This system generates disruptions among the environment/milieu (hydromorphology, physical-chemistry and biology) and the tidal range phenomena present management issues to various categories of users, especially to samplers. This phenomenon could worsen on the medium term since setting up a complementary system to compensate the multi-users sampling from secured resources is still under discussion. In that particular context, SMMAR (Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivières) is conducting a specific study whose purpose is to better understand the hydropeaking phenomena as well as their consequences in order to offer development and management solutions which would meet the objectives set by the Directive Cadre regarding the good state of the milieus as well as guarantee its use.

Résumé. Avec un bassin versant de près de 5 500 km², l'Aude constitue le fleuve côtier le plus important de la Région Occitanie. Il est soumis à un régime d'éclusées ayant pour origine la production d'énergie hydroélectrique de pointe et, en période d'étiage estival, le placement de l'eau au service des sports d'eaux vives et de l'agriculture. Ces éclusées se traduisent par une fluctuation des débits instantanés, liée à des lâchers d'eau limités dans le temps se superposant au débit de base naturel. Ce fonctionnement est générateur de perturbations sur le milieu (hydromorphologie, physico-chimie, biologie), et les phénomènes de marnages posent des difficultés de gestion pour les différentes catégories d'usagers, notamment les préleveurs. Ce phénomène pourrait être aggravé à moyen terme puisque la mise en place d'un système complémentaire de compensation des prélèvements multi-usagers depuis des ressources sécurisées est en discussion. Dans ce contexte, le Syndicat Mixte des Milieux Aquatiques et des Rivières (SMMAR) mène une étude spécifique dont l'objectif est de mieux comprendre les phénomènes d'éclusées et leurs incidences, afin de proposer des solutions d'aménagement et de gestion visant à respecter les objectifs de bon état des milieux imposés par la Directive Cadre, tout en garantissant les usages.

* Corresponding author: philippe.cluzel@smmar.fr

Roselend Project - Together, bringing our heritage to life

Projet Roselend - Ensemble, faire vivre notre patrimoine

Anne-Lise Bouvier[1*] and *Sébastien* Mailland-Rosset[2]

[1]EDF Hydro, Direction Concessions, 134, rue de l'Étang, 38950 Saint-Martin-le-Vinoux, France
[2]Société d'Économie Alpestre de la Savoie, Maison de l'agriculture et de la forêt, 40, rue du Téraillet 73190 Saint-Baldoph, France

Abstract. The ambition of this project is to promote the balanced development of an emblematic area of Savoie, the Roselend mountain pastures in the Beaufortain region, by using the most innovative forms of consultation, governance and financing. It was born out of a shared observation of multi-uses in a sector where hydropower, tourism and pastoralism have coexisted, since the construction of the dam, in an area rich in remarkable biodiversity. With the Roselend Project, all the actors are part of a collective, underpinned by strong values, which allows each one to understand and appropriate the stakes of the others and to act in co-responsibility, for the common good. The shared territorial governance set up by the 4 founding partners: EDF, the Commune of Beaufort, the Société d'Economie Alpestre de Savoie and the Conservatoire des Espaces Naturels de Savoie, guarantees the organization of the framework for exchanges, proposes adapted and shared solutions and federates a dense ecosystem of private, institutional and civil society players. The method of financing the actions, which combines public and private funds, ensures the sustainability of the project, which already has 8 projects completed, 5 actions underway and 8 projects under consideration, which can be followed at www.projetroselend.com.

Résumé. L'ambition de ce projet est de favoriser le développement équilibré d'un territoire emblématique de la Savoie, celui des alpages de Roselend dans le Beaufortain, en ayant recours aux formes les plus innovantes de concertation, de gouvernance et de financement. Il est né d'un constat partagé de multi-usages sur un secteur où l'hydroélectricité, le tourisme et le pastoralisme coexistent, depuis la construction du barrage, dans un espace riche d'une biodiversité remarquable. Avec le Projet Roselend, tous les acteurs se retrouvent dans un collectif, sous-tendu par des valeurs fortes, qui permet à chacun de comprendre et s'approprier les enjeux des autres et d'agir en co-responsabilité, pour le bien commun. La gouvernance territoriale partagée mise en place par les 4 partenaires fondateurs : EDF, la Commune de Beaufort, la Société d'Économie Alpestre de Savoie et le Conservatoire des Espaces Naturels de Savoie, permet de garantir l'organisation du cadre d'échanges, proposer des solutions adaptées et partagées et fédérer un écosystème dense d'acteurs privés, institutionnels et issus de la société civile. Le mode de financement des actions mêlant argent public et fonds privés, assure la pérennité du projet qui compte déjà 8 réalisations, 5 actions engagées et 8 projets en réflexion à suivre sur www.projetroselend.com.

* Corresponding author: anne-lise.bouvier@edf.fr

Hedging rule-based optimized reservoir operation using metaheuristic algorithms

Fonctionnement optimisé du réservoir basé sur des règles de couverture à l'aide d'algorithmes métaheuristiques

Mojtaba Shourian[1*] and *Javad* Jamshidi[1]

[1]Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Abstract. In this study, optimal operation of a reservoir by incorporation of the hedging policy and the Bat Algorithm (BA) is investigated. The deficit in water supply by the dam is minimized as the objective function and the optimal monthly releases from the reservoir are determined and compared in three hedging-based operation rules. In the first rule, which has a single decision variable, a constant monthly release is considered for all 240 months of the operation period. In the second scenario, one fixed release is determined for each month of the year and is repeated in successive operating years which results 12 decision variables for the problem. In the third rule, all monthly releases are varied as the decision variables resulting 240 unknowns for the problem. The developed models are utilized for the Zhaveh reservoir in west of Iran. Results show that while BA is a suitable algorithm to be applied for optimal reservoir operation planning, the amount of water deficit is lower when a higher degree of freedom is defined for the operating rules.

Résumé. Dans cette étude, le fonctionnement optimal d'un réservoir par incorporation de la politique de couverture et du Bat Algorithm (BA) est étudié. Le déficit d'approvisionnement en eau du barrage est minimisé, car la fonction objective et les rejets mensuels optimaux du réservoir sont déterminés et comparés dans trois règles d'exploitation basées sur la couverture. Dans la première règle, qui a une seule variable de décision, une libération mensuelle constante est prise en compte pour les 240 mois de la période d'exploitation. Dans le second scénario, une version fixe est déterminée pour chaque mois de l'année et est répétée au cours des années d'exploitation successives, ce qui donne 12 variables de décision pour le problème. Dans la troisième règle, toutes les versions mensuelles sont modifiées en tant que variables de décision résultant de 240 inconnues pour le problème. Les modèles développés sont utilisés pour le réservoir de Zhaveh à l'ouest de l'Iran. Les résultats montrent que, bien que BA soit un algorithme approprié à appliquer pour la planification optimale de l'exploitation du réservoir, le montant du déficit en eau est plus faible lorsqu'un degré de liberté plus élevé est défini pour les règles d'exploitation.

* Corresponding author: m_shourian@sbu.ac.ir

Lessons Learned from Flood Management in Iran

Leçons tirées de la gestion des inondations en Iran

Mostafa Fadaeifard[1] and *Mohammad* Danesh-Yazdi[2,3*]

[1]Committee on Flood Assessment of Large Dams, ICOLD, Tehran, Iran
[2]Department of Civil Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran
[3]UNESCO Chair for Water and Environment Management in Sustainable Cities, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

Abstract. Iran has a longstanding challenge in supplying water during prolonged drought periods. This has drawn considerable attention towards the dam industry over the past four decades, leading to the study, construction and operation of several large dams. These dams played a critical role in controlling the massive floods of 2019 and 2020, among others. Nevertheless, due to the increased intensity and frequency of extreme events because of climate change, the downstream regions of these large storage dams still face significant damages. This is mainly attributed to the insufficient dredging of rivers and tributaries, lack of rule curve and operation guideline for some storage dams, inaccurate prediction of flood volume, violation of land-use and water management action plans, promotion of industries with high water need, and floodplain encroachment. In this study, we aim to evaluate the performance of several large dams in the Karkheh and Karoon river basin, located in southwestern Iran, in managing the floods took place in the aforementioned periods. We also discuss the challenges and the lessons learned, with suggestions for improving the flood management in the country.

Résumé. L'Iran est confronté à un défi de longue date concernant l'approvisionnement en eau en cas de sécheresse de longue durée. Une attention considérable s'est donc portée vers l'industrie des barrages au cours des quatre dernières décennies, menant à l'étude, la construction et à l'exploitation de plusieurs grands barrages. Ces derniers ont joué un rôle essentiel dans le contrôle des inondations massives de 2019 et 2020. Néanmoins, en raison de l'intensité et de la fréquence accrues des événements extrêmes, du fait du changement climatique, les régions en aval de ces grands barrages de stockage font toujours face à des dommages importants. En cause : un dragage insuffisant des rivières et des affluents, l'absence de courbe de règle et de guide d'exploitation pour certains barrages de stockage, des prévisions inexactes du volume des crues, la violation des plans d'action d'utilisation des terres et de gestion de l'eau, la promotion des industries à fort besoin en eau et l'empiètement des plaines inondables. Dans cette étude, nous visons à évaluer la performance de plusieurs grands barrages dans le bassin fluvial de Karkheh et Karoon, situé dans le sud-ouest de l'Iran, dans la gestion des crues survenues au cours des périodes susmentionnées. Nous évoquons également les défis et leçons apprises, avec des suggestions pour améliorer la gestion des inondations dans le pays.

* Corresponding author: danesh@sharif.edu

Evolution of territorial issues and uses linked to the Manzo dam (Martinique, France)

Évolutions et perspectives des enjeux territoriaux et des usages liés au barrage de la Manzo

Valéry Veilleur[1*], *Johanna* Chalonec[2], *Ronny* Rosillette[1], and *Laurent* Peyras[3]

[1]Collectivité Territoriale de Martinique, SOIE, 97200 Fort-de-France, France
[2]AgroParisTech, Gestion de l'eau, 34090 Montpellier, France
[3]INRAE, 3275 route de Cézanne, CS 40061, 13182 Aix-en-Provence, France

Abstract. The Manzo dam (Antilles island- France) is a 27 m hight riprap embankment structure allowing the storage of 8 Mm3 of water. Since 1980, this structure compensates for the lack of water during the dry season and allows, essentially, the irrigation of the lands of the south-east of Martinique. Thus, it meets the major territorial challenges of supporting competitive agriculture and maintaining employment. Over the years, the structure has become a part of the landscape of the municipalities of Ducos, François and Saint-Esprit. This article presents the analysis of resilience and adaptability of the dam to respond to changing uses and climate change. Natural hazards (storms, droughts, earthquakes), evolution of uses and concerns about global warming require greater hydrological resilience. The Martinique Regional Council, as the operator of the dam, must anticipate these issues in order to guarantee services in a sustainable and economic manner while minimizing socio-environmental impacts.

Résumé. Le barrage de la Manzo (Antilles - France) est un ouvrage en remblai d'enrochements, de 27 m de hauteur, permettant le stockage de 8 Mm3 d'eau. Depuis 1980, il remédie au manque d'eau durant la saison sèche et permet essentiellement l'irrigation des terres du sud-est de la Martinique. Ainsi, il répond aux enjeux territoriaux majeurs de soutien d'une agriculture compétitive et de maintien de l'emploi. Au fil des années, la structure s'est intégrée au paysage des communes de Ducos, François et Saint-Esprit. L'article analyse la résilience et la capacité d'adaptation de l'ouvrage vis-à-vis de l'évolution des usages et du changement climatique à partir de l'année 2000. Les aléas naturels intenses (tempêtes, sécheresses, séismes), l'évolution des usages et les préoccupations relatives au réchauffement climatique exigent une plus grande résilience hydrologique. La Collectivité Territoriale de Martinique, en tant qu'exploitant du barrage se doit d'anticiper ces questions pour garantir des services de manière durable et économique tout en minimisant les impacts socio-environnementaux.

* Corresponding author: valery.veilleur@collectivitedemartinique.mq

PNPCA Consultation and Improvement for Hydro-power Development on Mekong River

Consultation et amélioration du PNPCA pour le développement hydroélectrique sur le fleuve Mékong

Haomiao Yu[1*,2] and *Shaojun* Chen[1]

[1]Hohai University, 210098, Nanjing Jiangsu, China
[2]Kunming Engineering Corporation Limited, 650051, Kunming Yunnan, China

Abstract. As a trans-boundary river, the hydro-power development on the Mekong River has attracted the attention of the international community. Since the 1950s, the countries along the Mekong River discussed, consulted and established a multilateral mechanism to resolve disputes, reduce differences, authorize management, and share benefits. However it was not until 1995 that the available Procedures for Notification, Prior Consultation and Agreement (PNPCA) was basically established. This paper reviews the history of the development of a multilateral consultation mechanism by the countries along the Mekong River, analyzes the current consultation mechanism through a case example, and proposes relevant issues and corresponding improvement scheme.

Résumé. En tant que fleuve transfrontalier, le développement hydroélectrique sur le fleuve Mékong a attiré l'attention de la communauté internationale. Depuis les années 1950, les pays riverains du Mékong ont discuté, consulté et mis en place un mécanisme multilatéral pour résoudre les différends, réduire les différends, autoriser la gestion et partager les bénéfices. Cependant, ce n'est qu'en 1995 que les Procédures de Notification, de Consultation Préalable et d'Accord (PNPCA) disponibles ont été fondamentalement établies. Cet article passe en revue l'historique du développement d'un mécanisme de consultation multilatérale par les pays riverains du Mékong, analyse le mécanisme de consultation actuel à travers un exemple de cas, et propose des questions pertinentes et un schéma d'amélioration correspondant.

* Corresponding author: acmelg@aliyun.com

Thème 3. Solutions innovantes dans l'usage des réservoirs

Theme 3. Innovative solutions in reservoir uses

Virtual stakeholder engagement for transboundary water management: Approach, challenges, and limitations

Implication des parties prenantes à travers des ateliers virtuels pour un futur aménagement transfrontalier : approche, défis et limites

Kristin Gilroy[1*], *Nicholas* Avisse[1], *Cristian* Nieto[1], and *Marine* Riffard-Chenet[1]

[1]Tractebel Engineering, 92622 Gennevilliers, France

Abstract. Water security is a complex challenge in transboundary basins: competing upstream-downstream demands and the pursuit of sovereign interests are key factors often responsible for fragmented water resource management. Designing a transboundary structure under these conditions requires common interests from which each country can benefit. On the Ruzizi River, which delimits the border between Rwanda and the Democratic Republic of Congo (DRC) upstream and between the DRC and Burundi downstream, two structures have already been built. The three riparian countries have been engaged since 1976 within the Economic Community of the Great Lakes Countries. It is through this body that the three member states decided to build a third dam to complete the cascade. TRACTEBEL is involved through a climate change resilience assessment which requires stakeholder engagement from the three countries. While stakeholder engagement is generally a difficult exercise, the process has been exacerbated by the COVID-19 epidemic. To adapt, the TRACTEBEL team proposed virtual workshops for local stakeholders, as well as the launch of a project website to encourage maximum interaction. The challenges and limitations of these solutions will be presented. This approach is the first step towards establishing a sustainable governance of the Ruzizi cascade.

Résumé. La sécurité de l'eau est un défi particulièrement complexe dans les bassins versants transfrontaliers : la poursuite d'intérêts souverains et des asymétries amont-aval sont des facteurs-clé souvent responsables d'une gestion fragmentée des ressources en eau. Concevoir un ouvrage dans ces conditions requiert d'établir une base commune d'intérêts supranationaux dont chaque pays pourra bénéficier. Sur la Rivière Ruzizi qui délimite la frontière entre le Rwanda et la République Démocratique du Congo (RDC) à l'amont puis celle entre la RDC et le Burundi à l'aval, deux ouvrages ont déjà été construits. Les trois pays riverains sont en réalité engagés depuis 1976 dans une coopération étroite au sein de la Communauté Économique des Pays des Grands Lacs. C'est à travers cet organisme que les trois États membres ont décidé de construire un troisième barrage pour compléter la cascade. TRACTEBEL est engagé dans ce projet à travers la réalisation d'une étude de résilience au changement climatique du futur aménagement. Impliquer l'ensemble des parties prenantes des trois pays dans cette étude est un exercice particulièrement difficile, surtout en temps d'épidémie et d'impossibilité d'accéder au terrain. Nous proposons deux ateliers virtuels ainsi qu'un site internet pour favoriser au maximum les interactions. Les défis et limitations de ces solutions seront présentés. Cette démarche générale constitue la première étape en vue d'établir une gouvernance viable et pérenne de la cascade Ruzizi.

* Corresponding author: kristin.gilroy@tractebel.engie.com

Hydroelectric production in Akosombo, and the development of irrigated agriculture upstream, a fair balance to be found to reconcile regional energy and food security - Challenges of the Volta Basin Water Charter

Production hydroélectrique à Akosombo et développement de l'agriculture irriguée en amont : un juste équilibre à trouver pour concilier sécurités énergétique et alimentaire régionales - Enjeux de la Charte de l'eau du bassin de la Volta

Clément Balique[1*] and *Sébastien* Chazot[1]

[1]BRL Ingénierie, Département Gestion Intégrée des Ressources en Eau, 1105, av. Pierre Mendès France – BP. 94001, 30001 Nîmes Cedex 5, France

Abstract. The Volta River is a West African river that flows from Burkina Faso to Ghana where it empties into the Atlantic Ocean. It basin extends over six countries: Benin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali and Togo. These states, members of the Volta Basin Authority, have committed themselves to drawing up a Water Charter. One of the challenges of this international agreement is to agree on a reasonable level of abstraction to reconcile food and energy security for the populations, while guaranteeing the minimum needs of the ecosystems. Supported by an appropriation of the needs-resources balance through the use of Lego® bricks, their reflection was supported by a hydro-economic analysis. This analysis consisted in comparing the added value associated with an agricultural abstraction - which leads to a definitive consumption of water upstream of the basin, for example in Bagré in Burkina Faso - and the one associated with the same quantity of water if it had been allowed to flow and turbined in one of the hydroelectric facilities located further downstream, for example in the large Akosombo dam in Ghana. The results show that the agricultural valorisation of a continuous abstraction of one m3/s, i.e. 30 Mm3 per year, allows to irrigate 1,500 ha and generates an added value of 1,300 M FCFA per year, i.e. 44 FCFA/m3. This volume of 30 Mm3, taken upstream of the dam would induce a loss of hydroelectric production of 6 GWh/year, worth 297 M FCFA, i.e. 10 FCFA/m3. The economic value of each m3 withdrawn to develop irrigated agriculture upstream of the basin is thus higher than that of each m3 turbined in the Akosombo-Kpong complex. Within the limit of an acceptable reduction of hydropower production, the economic development of the basin as a whole would thus benefit from the development of irrigated agriculture.

Résumé. Le fleuve Volta est un cours d'eau d'Afrique de l'Ouest, qui s'écoule du Burkina Faso vers le Ghana où il se jette dans l'océan Atlantique. Son bassin versant s'étend sur six états : le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Mali, le Togo. Ces états, membres de l'Autorité du Bassin de la Volta se sont engagés dans l'élaboration d'une Charte de l'eau. L'un des enjeux de cet accord international est de s'entendre sur le niveau de prélèvements raisonnable pour concilier sécurité alimentaire et sécurité énergétique des populations, tout en garantissant les besoins minimums des écosystèmes. Appuyée par une appropriation du bilan besoins-ressources au travers de l'utilisation de briques Légo®, leur réflexion a été étayée par une analyse hydro-économique. Cette analyse a consisté à comparer la valeur ajoutée associée à un prélèvement agricole - qui entraine une consommation définitive de l'eau en amont du bassin, par exemple à Bagré au Burkina Faso -, à celle associée à cette même quantité d'eau si on l'avait laissée s'écouler et turbinée dans l'un des ouvrages hydroélectriques situé plus à l'aval, par exemple dans le grand barrage d'Akosombo, au Ghana. Les résultats montrent que la valorisation agricole d'un prélèvement continu d'un m3/s, soit 30 Mm3 par an, permet d'irriguer 1 500 ha et génère une valeur ajoutée de 1 300 M FCFA par an, soit 44 FCFA/m3. Ce volume de 30 Mm3, prélevé à l'amont du barrage induirait une perte de production hydroélectrique de 6 GWh/an, d'une valeur de 297 M FCFA, soit 10 FCFA/m3. La valorisation économique de chaque m3 prélevé pour développer l'agriculture irriguée en amont du bassin est ainsi supérieure à celle de chaque m3 turbiné dans le complexe Akosombo-Kpong. Dans la limite d'une réduction acceptable de production hydroélectrique, le développement économique du bassin dans son ensemble bénéficierait ainsi du développement de l'agriculture irriguée.

* Corresponding author: clement.balique@brl.fr

Effects of climate change on future energy production of Namakhvani HPP

Effets des changements climatiques sur la production énergétique future à Namakhvani

José Pedro Matos[1*], *Marcelo Leite* Ribeiro[1], *Grigol* Matcharadze[2], and *David* Mirtskhulava[3]

[1]Stucky SA, Department of Hydraulic Schemes, Rue du Lac 33, Renens, Vaud, Switzerland
[2]Stucky Caucasus Ltd, 11, Apakidze Str. 7th floor, Tbilisi, Georgia
[3]GNCOLD, 8, Politkovskaya, Str. Tbilisi, Georgia

Abstract. Climate change may be considered relevant for hydropower production schemes all over the world. Despite this, the assessment of the impact of climate change on hydropower is uncertain and must be interpreted with that in mind. The paper focuses on the Namakhvani HPP (400 MW), a new project under development in the Rioni River, in Georgia. Using it as an example, the paper emphasizes the critical role that is played by uncertainty in climate impact risk assessments and explores the interpretation of simulation results, providing ways in which they can be transformed in actionable information for decision-making.

Résumé. Les changements climatiques peuvent être considérés importants pour des aménagements hydroélectriques autour du globe. Néanmoins, l'évaluation des impacts de ces changements est incertaine et doit être interprétée comme tel. L'article se focalise sur le projet Namakhvani HPP (400 MW), un nouvel aménagement en cours de développement sur le fleuve Rioni, en Géorgie. En prenant l'exemple de Namakhvani, l'article met en évidence le rôle joué par l'incertitude dans les évaluations des risques liés aux changements climatiques et explore comment les résultats des simulations peuvent être interprétés de manière à les transformer en information utile pour la prise de décision.

* Corresponding author: jose-pedro.matos@stucky.ch

Ma Rivière et moi / Une plateforme numérique d'EDF Hydro pour renforcer le dialogue avec les usagers de la rivière et les acteurs des territoires

My River and I / An EDF Hydro digital platform to enhance dialog with river users and stakeholders

David Lemarquis[1*], *Pierre-Yves* Boesch[2], *Jean-François* Escapil Inchauspe[3], *Romain* Roux[4], *Rémy* Peltier[5], and *Anne* Delvert[6]

[1]EDF Hydro Alpes, 134 rue de l'Etang, 38950 Saint-Martin-le-Vinoux, France
[2]EDF Hydro Sud-ouest, 8 rue Claude Marie Perroud, 31000 Toulouse, France
[3]EDF Hydro Centre, 10 allée de Faugeras, BP 90016, 87067 Limoges Cedex 09, France
[4]EDF Hydro Méditerranée, GEH Durance-Verdon, Chemin du Thor, Bâtiment Le Vérance, 04220 Sainte-Tulle, France
[5]EDF Hydro, Direction Développement, 1 place Pleyel, 93200 Saint Denis, France
[6]EDF DSIT, 32 avenue Pablo Picasso, 92000 Nanterre, France

Abstract. Inform, increase public awareness, listen, and notify: this is what Ma Rivière et moi offers throughout a digital platform. Built in collaboration with territories' stakeholders, this tool meets the expectations for transparency and dialogue regarding rivers and hydropower. Digital data extracted from hydraulic installations' operations feed Ma riviere et moi database to provide users with information on hydropower plants' operating status, production, water levels of lakes and accessibility of boat launching ramps. Information is structured around hydropower facilities' descriptions, maintenance activities and their potential impacts, sport and cultural partnerships. Special attention is given to security issues through the mapping of influenced river stretches. Furthermore, any user can subscribe to notifications on outstanding events and converse with EDF Hydro notably in order to report a potentially abnormal situation. Project started with participatory workshops with stakeholders from Pyrenees and Alps. Prototype was tested by local residents and officials before being put online in July 2019. Today, Ma Rivière et moi covers about a hundred hydroelectric installations and is available in two versions: smartphone application and website.

Résumé. Informer, sensibiliser, écouter, notifier, voilà ce que Ma Rivière et moi propose au travers d'une plateforme numérique. Construit avec les parties prenantes du territoire, l'outil répond aux attentes de transparence et de dialogue autour de la rivière et de l'hydroélectricité. Des données numériques issues du fonctionnement des aménagements alimentent Ma Rivière et moi pour renseigner les utilisateurs sur l'état de fonctionnement des centrales hydroélectriques, la production, le remplissage des lacs, l'accessibilité des mises à l'eau. Les contenus s'articulent autour de la description des ouvrages, des chantiers et leurs impacts éventuels, des partenariats sportifs et culturels. Une dimension particulière est accordée à la sécurité grâce à la cartographie des tronçons de rivières influencés. Enfin, tout utilisateur peut s'abonner à des notifications sur des évènements exceptionnels, et dialoguer avec EDF Hydro notamment pour signaler une situation potentiellement anormale. Le projet a débuté par des ateliers participatifs avec les parties prenantes de la vallée d'Aspe (Pyrénées) et d'Arlysère (Alpes). Le prototype a fait l'objet de tests auprès de riverains et d'élus, avant d'être mis en ligne en juillet 2019. Aujourd'hui Ma Rivière et moi couvre une centaine d'ouvrages hydroélectriques, et est disponible en application smartphone et site internet.

* Corresponding author: david.lemarquis@edf.fr

Sharing transboundary waters

Partager les eaux transfrontalières

Özge Türk*[1] and *Necdet* Türk[2]

[1]PhD candidate at Public International Law Department, University of Geneva, Switzerland
[2]Emeritus Professor, Geological Engineering Department, Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey

Abstract. Sharing the water of transboundary watercourses sometimes become a source of dispute between riparian states. A general method to share the water of transboundary watercourses has not yet been applied. This article examines existing practices, disputes, and criteria of some of the international financial institutions to propose a simple water-sharing method to allocate the water of the transboundary watercourses between riparian states. This method will help each riparian country to know how much water it will get from the transboundary water flow. So, states can plan on how to divide water between different uses and on building infrastructures on the watercourse or not. The proposed method is expected to decrease water disputes between riparian states as it clarifies the amount of water every riparian state gets from the transboundary watercourse. This article proposes a simple water-sharing method based on sharing the transboundary water quantity by 1/3 ratio for the downstream state and 2/3 for the upstream state. The method envisages compensation payments to other riparian states in different forms in case of excess water usage. As the environment needs a regular water flow, the proposed method also inquiries about some water to be released for the environment.

Résumé. Le partage de l'eau des cours d'eau transfrontaliers devient parfois une source de différends entre les États riverains. Une méthode générale de partage de l'eau des cours d'eau transfrontières n'a pas encore été appliquée. Cet article examine les pratiques existantes, les différends et les critères de certaines institutions financières internationales pour proposer une méthode simple de partage de l'eau pour répartir l'eau des cours d'eau transfrontaliers entre les États riverains. Cette méthode aidera chaque pays riverain à savoir combien d'eau il tirera du débit d'eau transfrontalier. Ainsi, les États peuvent prévoir comment répartir l'eau entre différents usages et construire ou non des infrastructures sur le cours d'eau. La méthode proposée devrait aider à réduire les différends relatifs à l'eau entre les États riverains, car elle clarifie la quantité d'eau que chaque État riverain obtient du cours d'eau transfrontalier. Cet article propose un calcul simple de partage de l'eau basée sur le partage de la quantité d'eau transfrontière par 1/3 pour l'état aval et 2/3 pour l'état amont. La méthode prévoit des paiements de compensation aux autres États riverains sous différentes formes en cas de consommation excessive d'eau. Des versements, à titre de compensation aux autres États riverains sous différentes formes en cas de consommation excessive sont également prévus. Finalement, nous proposons dans ce calcul de réserver une certaine quantité d'eau qui sera rejetée pour l`environnement afin de tenir compte du besoin de l'environnement à un débit régulier d'eau.

* Corresponding author: ozge.turk93@gmail.com

Optimal operation of multi-reservoir system for flood control and hydroelectric generation

Gestion optimale d'un système multi-réservoirs pour le contrôle des crues et la production hydroélectrique

Thanh Hao Nguyen[1*] and *Philippe* Gourbesville[2]

[1]The University of Danang - University of Science and Technology, 54 Nguyen Luong Bang, Danang, Vietnam
[2]Polytech Lab, University Côte d'Azur, 06410 Biot, France

Abstract. In this research, a flood control operating strategy is developed based on a simulation-optimization model to reduce flood damage downstream of multi-reservoir systems by using spillway gates. For this purpose, an optimization algorithm is introduced, in which the maximum water level of the downstream control points and hydropower potential generation in the flood season are objective functions, and the level of the stages of spillway gates are the decision variables. A global optimization tool, Shuffled Complex Evolution (SCE) algorithm implemented in the AUTOCAL software was coupled with the Mike 11 from DHI simulation model for optimizing stages level of spillway gates. As a case study, the Vu Gia Thu Bon rivers catchment including multi-reservoirs of A Vuong, Song Tranh 2, Dak Mi 4 and Song Bung 4 is analyzed. The proposed method was demonstrated to provide an effective tradeoff between flood control and hydropower generation.

Résumé. Ce travail de recherche a comme objectif de développer les méthodes d'évaluation des opérations des retenues, nécessaires à la protection contre les crues du bassin versant Vu Gia Thu Bon. La stratégie de contrôle des crues est basée sur un modèle qui associe simulation-optimisation. La fonction objective consiste à minimiser les dégâts totaux d'inondation, qui dépend des débits ou des hauteurs d'eau dans les secteurs aval. La méthode proposée comporte trois composants majeurs : (1) la simulation des débits et des niveaux d'eau réalisée par un modèle hydraulique 1D ; (2) la simulation des opérations pour la production hydroélectrique réalisée par un module d'opération de structure ; (3) un modèle d'optimisation (algorithme Shuffled Complex Evolution) destiné à obtenir les règles optimales d'opération pour les retenues. La méthode a été mise en œuvre avec succès pour le système multi-réservoirs dans le bassin versant du Vu Gia Thu Bon, Vietnam. Les résultats obtenus indiquent que les stratégies proposées par le modèle offrent de bien meilleures performances pour la réduction du débit de pointe et sur la diminution du niveau maximal de crue dans les secteurs aval.

* Corresponding author: nthao@dut.udn.vn

Study and modelling of PV/Hydro hybridization

Étude et modélisation du couplage PV/Hydroélectricité

Lucile Botet[1*] and *Samuel* Renaud[2]

[1]Tractebel France, 129 rue servient, Lyon, France
[2]Tractebel France, 5 rue du 19 mars 1962, Gennevilliers, France

Abstract. Coupling a solar power plant to a hydroelectric scheme can be a relevant solution to optimize the generation of hydraulic energy: increase of productivity and optimization of the annual production (more flexible seasonal storage thanks to the additional solar production). Subject to an optimized solar/hydropower sizing, this hybridization is also relevant for the photovoltaic plant. Hydroelectricity could compensate the variability of solar during daily production drops (cloud effect), thus limiting the impact of solar production on grid stability. The amount of investment required for the installation of the solar plant could be optimized (especially the mutualization of grid interconnection infrastructure and access roads). The assessment of these synergies is complex. A tool has been specifically developed by Tractebel to quantify the synergies for all types of projects, and to identify the optimal operating conditions to maximize these benefits. This article presents the principle of hybridization and the functionalities of the HyPV tool. Examples of results are presented for the hybridization of the Kainji power plant in Nigeria. The conditions for maximizing these synergies are presented at the end of the document.

Résumé. Le couplage d'une centrale solaire à un ouvrage hydroélectrique peut être une solution pertinente pour optimiser la production d'énergie hydroélectrique : maximisation de la production et optimisation de la courbe de production annuelle (stockage saisonnier plus flexible grâce à la production solaire supplémentaire). Sous réserve d'un dimensionnement solaire/hydroélectricité optimisé, cette hybridation est également bénéfique pour la centrale photovoltaïque. L'hydroélectricité peut compenser la variabilité du solaire lors des baisses de production journalières (effet nuages), limitant ainsi l'impact de la centrale solaire sur le réseau. Le montant de l'investissement nécessaire à l'implantation de la centrale solaire peut être optimisé (mutualisation des infrastructures d'interconnexion au réseau et des routes d'accès notamment). L'évaluation précise de ces synergies est complexe. Un outil numérique a été spécifiquement développé par Tractebel permettant de quantifier les synergies pour tous types de projets et identifier les conditions optimales de fonctionnement pour les maximiser. Cet article présente le principe de couplage et les fonctionnalités de l'outil HyPV. Des exemples de résultats sont présentés pour l'hybridation de la centrale de Kanji au Nigéria. Les conditions de maximisation de ces synergies sont présentées en fin de document.

* Corresponding author: lucile.botet@tractebel.engie.com

Pwalugu Multipurpose Dam Project: Story of a major collaborative project

Barrage à buts multiples de Pwalugu : histoire d'un grand projet concerté

Oriane Cornille[1**], *Jean-Michel* Bocquet[*2], and *Kwaku* Wiafe[*3]

[1]Directeur d'agence et chargé du projet Idriss 1er, Hydrokarst, 38360 Sassenage
[2]Chef de division Aménagement Est, ONEE, Maroc
[3]Maître d'œuvre, ONEE, Maroc

Abstract. The Volta River Authority is starting this year the construction of the Pwalugu Multipurpose Dam Project (PMDP) on the White Volta River across the Upper East and Northern regions of Ghana with the aim to foster economic development in several ways: (i) developing the irrigation potential of the White Volta plains, (ii) mitigating the flood impacts downstream of the dam, (iii) improving Ghana's power system and (iv) generating secondary benefits through related activities such as fishery and domestic water supply. This project, studied by Tractebel since the early 1990s, was always governed by the principle to balance the benefits between antagonistic objectives. Dedicated operation rules have been defined to improve the overall benefits. Limitation of the extent of the reservoir and its related environmental and social impacts have also been taken into account to define the final design. This paper aims to present how all these benefits have been estimated and compared to lead to the final design under implementation.

Résumé. La Volta River Authority commence cette année la construction du projet de barrage à buts multiples de Pwalugu sur la White Volta River à travers les régions du Haut Est et du Nord du Ghana dans le but de favoriser leur développement économique par plusieurs biais : (i) développer le potentiel d'irrigation des plaines de la White Volta River; (ii) atténuer les effets des inondations en aval du barrage ; (iii) améliorer le réseau électrique du Ghana et (iv) générer des bénéfices secondaires par le biais d'activités connexes telles que la pêche et l'approvisionnement en eau domestique. Ce projet, étudié par Tractebel depuis le début des années 1990, a toujours été régi par le principe d'équilibrer les bénéfices entre les objectifs antagonistes. Des règles d'exploitation spécifiques ont été définies pour améliorer les bénéfices globaux. La limitation de l'étendue du réservoir et de ses impacts environnementaux et sociaux connexes a également été prise en compte pour définir la conception finale. Ce document vise à présenter comment tous ces avantages ont été estimés et comparés pour aboutir à la conception finale en cours de réalisation.

* Corresponding author: oriane.cornille@tractebel.engie.com; jean-michel.bocquet@tractebel.engie.com; kwaku.wiafe@vra.com

Surveillance of the banks of reservoirs on the Drava River in Slovenia after extensive floods

Surveillance des rives de réservoirs sur la rivière Drava en Slovénie après de graves inondations

Pavel Žvanut[*1,2]

[1]Committee on Flood Assessment of Large Dams, ICOLD, Tehran, Iran
[2]Slovenian National Building and Civil Engineering Institute, Ljubljana, Slovenia

Abstract. The Slovenian section of the Drava River is 133 km long, and over this distance it has a descent of 148 m. Eight HPPs are located on this section (six directly in the river course, whereas the other two in derivation channels of the river). Ten concrete gravity dams, with a structural height between 17 and 54 m, created eight reservoirs. In addition to their main use for electricity generation, reservoirs are also used for floods mitigation, irrigation, industrial water use and recreation. At the beginning of November 2012, extremely high flows of the Drava River, which exceeded 100-year flood, caused floods in the middle and lower reaches of the river. Extraordinary visual geotechnical inspections of the banks, in order to determine any instability of them, were carried out immediately after this event. Numerous landslides and landslips were identified, as well as damage to nearby buildings, but also damage and threat to transport infrastructure. Damaged banks of reservoirs and damaged infrastructure were instantly rehabilitated. In the future, it is necessary to perform regular and extraordinary surveillance of the banks of reservoirs, drawing attention to damage that needs immediate rehabilitation, thus preventing the occurrence of eventual disastrous consequences.

Résumé. Le tronçon slovène de la rivière Drava est long de 133 km, et sur cette distance, il présente une descente de 148m. Huit centrales hydroélectriques sont situées sur cette section (six directement sur le cours de la rivière, deux autres sur les canaux de dérivation). Dix barrages-poids en béton, d'une hauteur structurelle comprise entre 17 et 54 m, ont créé huit réservoirs. En plus de leur utilisation principale pour la production d'électricité, les réservoirs sont utilisés pour l'atténuation des inondations, l'irrigation, l'utilisation industrielle de l'eau et les loisirs. Début novembre 2012, les débits extrêmement élevés de la Drava, qui ont dépassé la crue centennale, ont provoqué des inondations dans les cours moyens et inférieurs de la rivière. Afin de déterminer toute instabilité des berges, des inspections géotechniques visuelles extraordinaires ont été réalisées immédiatement après cet événement. De nombreux glissements de terrain ont été identifiés, ainsi que des dommages aux bâtiments voisins, mais aussi des dommages et menaces aux infrastructures de transport. Les berges des réservoirs et des infrastructures endommagés ont été instantanément réhabilitées. À l'avenir, il est nécessaire d'effectuer une surveillance régulière et extraordinaire des berges des réservoirs, en attirant l'attention sur les dommages qui nécessitent une réhabilitation immédiate, prévenant ainsi l'apparition d'éventuelles conséquences désastreuses.

* Corresponding author: pavel.zvanut@zag.si

PICTO: Integrated Flood and Water Allocation Management - Tool for Reservoirs dedicated to Drinking Water Supply in Vendée

Pilotage Intégré des Crues et des Transferts d'Eau (PICTO) - Un outil de gestion dynamique des retenues destinées à l'alimentation en eau potable sur le territoire de la Vendée

Stéphane Delichère[1*], *Jérôme* Bortoli[2], *Brigitte* Benatier[2], *Elodie* Philippe[2], *Marie* Germain[1], *Xavier* Thomas[1], and *Jules* Wijting[1]

[1]BRL Ingénierie, 1105 Avenue Pierre Mendès France, 30000 Nîmes, France
[2]Vendée Eau, 57 Rue Paul Émile Victor, 85000 La Roche-sur-Yon, France

Abstract. Since 1961, Vendée Eau is in charge of supplying drinking water throughout almost the entire Vendée department. Drinking water supply in the Vendée Eau territory is mainly ensured by 13 multi-purpose dams: drinking water supply, flood control, irrigation and low-water support. Integrated, coordinated and optimized management of these hydraulics structures is crucial to anticipate and better manage extreme hydrological events, floods and droughts, and to guarantee the satisfaction of water uses. Two key issues must be considered: the increase in water needs and therefore the risk of scarcity, and the increase in the frequency of hydrological extremes and therefore the risk of flooding. Facing these issues, Vendée Eau mandated BRLi to develop a dynamic reservoir management tool in order to optimize the management of these reservoirs in current situation, and more specifically in crisis, flood and drought situations. This tool, based on BRLi's WIMES solution, was developed using the Agile method to meet the needs of Vendée Eau and named PICTO for "Integrated Flood and Water Allocation Management".

Résumé. Depuis 1961, Vendée Eau organise la production et la distribution de l'eau potable sur la quasi-totalité du département de la Vendée. La production d'eau potable du parc de Vendée Eau est assurée principalement par 13 barrages à usages multiples : alimentation en eau potable, écrêtement des crues, irrigation et soutien d'étiage. La gestion intégrée, coordonnée et optimisée de ces ouvrages est essentielle pour anticiper et gérer au mieux les épisodes hydrologiques extrêmes, crues et sécheresses, et pour garantir la satisfaction des usages de l'eau. Deux enjeux-clés sont à considérer sur le territoire de Vendée Eau : l'augmentation des besoins en eau et donc du risque de pénurie d'une part, l'augmentation de la fréquence des extrêmes hydrologiques et donc des risques d'inondation d'autre part. Face à ces problématiques, Vendée Eau a mandaté BRLi pour développer un outil de gestion dynamique des réservoirs afin d'optimiser la gestion de ces ouvrages en période normale, et plus spécifiquement en situations de crises, crues et sècheresses. Cet outil, basé sur la solution WIMES de BRLi, a été développé en méthode Agile pour répondre aux besoins de Vendée Eau et porte le nom de PICTO pour « Pilotage Intégré des Crues et des Transferts d'Eau ».

* Corresponding author: stephane.delichere@brl.fr

A new golden era for dams?

Un nouvel âge d'or pour les barrages ?

Luc Deroo[1*], *Jean-Jacques* Fry[2], *François* Lempérière[3], and *Adama* Nombre[4]

[1]ISL, Lyon, France
[2]European Club of ICOLD, Chambéry, France
[3]Hydrocoop, Paris, France
[4]Comité National des Barrages du Burkina-Faso, Ouagadougou, Burkina Faso

Abstract. The need for water, renewable electricity and protection against floods and droughts is considerable; water storage is a historical and natural way to contribute to this. Yet the pace of construction of new reservoirs is slower than the increase in needs. The ICOLD "Emerging Utilization of Reservoirs" committee has drawn up this observation and suggested ways to remedy it. One essential avenue is innovation. In addition to conventional works, it is possible to propose new options, driven by societal issues that are changing the game: falling prices of solar and wind energy, changes in public opinion regarding environmental issues, climate change: resource scarcity and natural disasters, changes in project financing methods, digitalization. This presentation offers an overview of new ideas, sometimes "wise", sometimes provocative, but always with strong potential, and in fact almost always multi-purpose. Dams at sea, hydro-solar reservoirs, twin dams, reservoirs fed by flood pumping, biodiversity reservoirs, etc. These ideas, and others, could well fuel a new golden age for dams (in the broadest sense!) as the needs are so great.

Résumé. Les besoins en eau, en électricité renouvelable et en protection contre les inondations et les sécheresses sont considérables ; le stockage d'eau est un moyen historique et naturel d'y contribuer. Pourtant, le rythme de construction de nouveaux réservoirs est plus lent que l'augmentation des besoins. Le comité « Utilisation émergente des réservoirs » de la CIGB a dressé ce constat et suggéré des pistes pour y remédier. Une piste essentielle est l'innovation. En plus des ouvrages classiques, il est possible de proposer des options nouvelles, pilotées par des enjeux sociétaux qui changent la donne : chute du prix du solaire et de l'éolien, évolution de l'opinion publique à l'égard des enjeux environnementaux, changement climatique : rareté de la ressource et catastrophes naturelles, évolution des modes de financement des projets, technologies informatiques. Cette présentation propose un tour d'horizon d'idées neuves, parfois « sages », parfois provocantes, mais toujours à fort potentiel, et en fait presque toujours multiusage. Barrages de bords de mer, réservoirs hydro-solaires, twin dams, réservoirs alimentés par pompage des crues, réservoirs à vocation de biodiversité, barrages écrêteurs vannés, etc... Ces idées, et d'autres, pourraient bien alimenter un nouvel âge d'or pour les barrages (au sens large !) tant les besoins sont forts.

* Corresponding author: deroo@isl.fr

Reservoir sedimentation mitigation measures to deal with a severe drought at Graaff-Reinet, South Africa

Mesures d'atténuation de l'alluvionnement du réservoir pour faire face à une grave sécheresse à Graaff-Reinet, Afrique du Sud

Gerrit Basson[*1], *Eddie* Bosman[1], and *Jeanine* Vonkeman[1]

[1]Department of Civil Engineering, Stellenbosch University, Stellenbosch, South Africa

Abstract. The Nqweba Dam is one of the oldest dams in South Africa and was commissioned in 1925 for irrigation. The original reservoir depth at the dam wall was 31 m, but over the years sedimentation has reduced the water depth to 9.8 m. The original storage capacity of 79 million m3 has decreased to 46 million m3 by 2020. The dam supplies the town of Graaff-Reinet and due to the growing population at 1.9% pa it was realised in 1995 that the water use should change from irrigation to 100% potable use. For the past 25 years the town has been supplied from the dam when it has water and from ground water when the dam runs empty during droughts. The current water requirement of the town is 3.3 million m3/a and during 2019 the dam ran dry, while the ground water resource only supplied less than 50% of the demand. Urgent short and medium term measures were sought to solve the water crisis. Dam raising was found not to be beneficial, but options to increase storage capacity such as dredging or a new off-channel dam, and reduce evaporation such as floating balls/solar panels on part of the reservoir will restore the dam's firm yield.

Résumé. Le barrage de Nqweba, l'un des plus anciens barrages d'Afrique du Sud, a été mis en service en 1925 pour l'irrigation. La profondeur initiale de la retenue était de 31m, mais au fil des ans, l'alluvionnement a réduit la profondeur de l'eau à 9,8m. La réserve totale initiale de 79 millions de m3 a été réduite à 46 millions de m3 en 2020. Le barrage alimente la ville de Graaff-Reinet et en raison de l'augmentation de la population (1,9 % par an), il a été établi en 1995 que l'utilisation de l'eau devait passer de l'irrigation à une utilisation 100 % potable. Depuis 25 ans, la ville est alimentée par le barrage lorsqu'elle a de l'eau et par les eaux souterraines lorsque le barrage se vide durant les sécheresses. Les besoins actuels en eau de la ville s'élèvent à 3,3 millions de m3 par an. En 2019, le barrage s'est asséché tandis que la ressource en eau souterraine a fourni moins de 50% de la demande. Des mesures urgentes à court et moyen terme ont été recherchées pour résoudre la crise de l'eau. L'élévation du barrage n'a pas été bénéfique, mais des options pour augmenter la capacité de stockage sont étudiées, tel que le dragage ou un nouveau barrage hors chenal, ainsi que l'utilisation de ballons flottants / panneaux solaires sur la retenue pour rétablir le rendement ferme.

* Corresponding author: grbasson@sun.ac.za

Study on the Koshibu Dam sediment bypass tunnel operation based on sediment transport monitoring in upstream reaches

Étude sur l'exploitation de la galerie de dérivation des sédiments du barrage de Koshibu, basée sur la surveillance du charriage en amont

Takahiro Koshiba[1*], *Sawa* Miura[2], and *Tetsuya* Sumi[1]

[1]Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Japan
[2]Graduate School of Engineering, Kyoto University, Japan

Abstract. SBTs (sediment bypass tunnels) are a leading technique to mitigate reservoir sedimentation. SBTs consist of a tunnel connecting the upstream and downstream reaches of a dam and diverts sediment-laden flood directly during flood events. A difficulty in operating SBTs is to reduce sediment inflow into the reservoir effectively, and simultaneously sustaining dam functions such as flood mitigation and hydropower generation. To optimize the problem in controlling the timings required in opening and closing the gates in the SBTs, which are governed by the hydrograph and inflow sediment data. Despite many studies on SBT operations considering hydrograph, there are few of those on the temporal change of sediment inflow. Ultimately, this study aims at improving SBT operations by understanding sediment inflow from upstream reaches using an indirect bedload monitoring system called an impact sensor. For this study, the Koshibu River basin was chosen because impact sensors are already placed in several locations around the basin including inside of the SBT. This observation has revealed the amount of transported sediment during each season in a year, are shown with relations between hydrograph and sediment inflow, and the spatial transient of sediment transport peak levels. According to these observations, desirable rules for SBT operations are suggested.

Résumé. Les galeries de dérivation des sédiments (en anglais Sediment Bypass Tunnels ; SBT) sont une technique de pointe pour limiter l'envasement des retenues. Les SBT consistent en une galerie reliant les zones amont et aval d'une retenue et détournant directement l'eau chargée de matériaux solides lors des crues. Une des difficultés du fonctionnement des SBT est de réduire efficacement l'apport des sédiments dans le réservoir tout en maintenant les fonctions du barrage : gestion des crues et production d'énergie hydroélectrique. Ces exigences régissent un problème d'optimisation qui détermine le moment d'ouverture et de fermeture des vannes des SBT en tenant compte de l'hydrogramme et des apports de sédiments. Malgré de nombreuses études sur le fonctionnement des SBT en tenant compte de l'hydrogramme, peu d'entre elles portent sur le changement temporel de l'apport de sédiments. En conséquence, cette étude vise à améliorer le fonctionnement des SBT en comprenant l'apport de sédiments en amont grâce à un système de surveillance indirect du charriage appelé plaques d'impact. Pour cela, le SBT du barrage de Koshibu (Japon) a été choisi parce que des plaques d'impact sont déjà placées à plusieurs endroits du bassin versant, ainsi qu'à l'intérieur du SBT. Cette observation a révélé la quantité de sédiments transportés à chaque saison de l'année, la relation entre l'hydrogramme et l'afflux de sédiments, et le transitoire spatial des pics de transport de sédiments. Selon ces observations, des règles souhaitables pour le fonctionnement des SBT sont suggérées.

* Corresponding author: koshiba.takahiro.4s@kyoto-u.ac.jp

Integrating a dam on a territory with multiple reservoirs

Intégrer un barrage sur un territoire avec plusieurs réservoirs

Özge Türk[1*] and *Necdet* Türk[2]

[1]PhD candidate at Public International Law Department, University of Geneva, Switzerland
[2]Emeritus Professor, Geological Engineering Department, Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey

Abstract. Water has been a vital resource for the continuity of life. This is why states are trying to ensure water security for their citizens by building water infrastructures on their rivers. It is important to consider the purpose of the dam when planning it, especially when the dam is to be built on a territory where multiple reservoirs exist. Hydropower dams are convenient choices in many conditions as they cause very small water loss in the basin. They can be integrated into multiple basins without causing many problems. They only cause water loss during the infilling of their reservoirs. Once the reservoir is filled with water, the water flow in the basin will be as it was before. However, compensation might be paid for the period of water filling to the downstream states or other dam owners. Before constructing a dam, economic, social, environmental and cultural impacts that the dam will create should also be examined. Also, the responsible should make sure that the dam is not planned on tectonically active zones. Another important issue building a dam in a multiple reservoir terrain causes induce earthquakes. Reservoir induced earthquakes are regarded as natural disasters in most countries.

Résumé. L'eau est une ressource vitale pour la continuité de la vie. C'est pourquoi les États tentent d'assurer la sécurité de l'eau pour leurs citoyens en construisant des infrastructures hydrauliques sur leurs rivières. Il est important de considérer l'objectif du barrage lors de sa planification, en particulier lorsque le barrage sera construit sur un territoire où il y a plusieurs réservoirs. Les barrages hydroélectriques sont des choix pratiques dans de nombreuses situations, car ils entraînent de très faibles pertes d'eau et peuvent être intégrés dans plusieurs bassins sans causer beaucoup de problèmes. En effet, ils ne provoquent des pertes d'eau que lors du remplissage de leurs réservoirs. Une fois ce dernier rempli, l'écoulement de l'eau dans le bassin reste tel qu'il l'a été avant la construction du barrage. Cependant, une compensation pourrait être versée pour la période de remplissage d'eau aux États en aval ou à d'autres propriétaires de barrages. Néanmoins lorsque qu'un projet de barrage est envisagé, il est important d'examiner et de prendre en compte les impacts économiques, sociaux, environnementaux et culturels que ce dernier pourrait engendrer. De plus, il faut s'assurer que le barrage n'est pas planifié sur des zones tectoniques actives. En effet, la construction d'un barrage sur un terrain à réservoirs multiples peut aussi provoquer des tremblements de terre, considérés, dans la p lupart des pays, comme des catastrophes naturelles sans lien avec les nouvelles structures.

* Corresponding author: ozge.turk93@gmail.com

What governance for the social and environmental acceptability of new reservoirs for climate change adaptation?

Quelle gouvernance pour l'acceptabilité sociale et environnementale de nouveaux réservoirs pour l'adaptation au changement climatique ?

Charlotte Dayde[1], *Alice* Devot[1], *Jérémy* Savatier[2], *Lyvia* Manzato[1], *Claire* Tramond[3], and *Daniel* Loudière[4**]

[1]Oréade Brèche, Pôle agriculture, Agence Sud, 31670 Labège, France
[2]ISL Ingénierie, responsable de l'activité Eau et environnement, 64500 Saint-Jean de Luz, France
[3]Oréade Brèche, Évaluation sociale, Agence Est, 67130 Schirmeck, France
[4]DLD Consult, président honoraire de la Société Hydrotechnique de France

Abstract. In recent years, implementation of Sivens and Caussade projects to mobilize water resources for irrigation and low-flow support have been a source of conflicts. In response to the experience of Sivens, the French government has defined the modalities of development of new water resource mobilization projects within the framework of the Territorial Projects for Water resource Management to strengthen the dialogue and support social and environmental acceptability of such projects. The article first presents the cases of Sivens and Caussade, then it analyses the territorial project approach and its ability to remove obstacles to the implementation of such projects. Finally, it considers Environmental and Social Standards required by international funders for the creation of large infrastructure projects. Notably, the involvement of stakeholders in the development process is a key point for the proper preparation and implementation of projects. At the end, the article concludes with key factors for the success and acceptability of water storage structure.

Résumé. Ces dernières années, les projets de mobilisation de la ressource en eau pour l'irrigation et le soutien d'étiage de Sivens et de Caussade ont fait l'objet de conflits. En réponse à l'expérience de Sivens, le gouvernement français a défini, dans deux instructions de 2015 et de 2019, les modalités de développement des nouveaux projets dans le cadre des Projets de Territoire pour la Gestion de l'Eau (PTGE) dans le but de renforcer les processus de concertation et de favoriser l'acceptabilité de ce type de projets. Dans un premier temps, l'article rappelle la chronologie des cas de Sivens et de Caussade, puis analyse le dispositif de PTGE et sa capacité à lever les freins à la mise en œuvre de tels projets. Enfin, il rappelle à quelles normes environnementales et sociales sont soumis les projets d'infrastructure financés par les bailleurs internationaux. Notamment, l'implication des parties prenantes dans le processus d'élaboration des projets est un point clé de leur bonne préparation et leur mise en œuvre. Ainsi, l'article propose en conclusion des facteurs clés pour la réussite et l'acceptabilité sociale et environnementale des ouvrages de stockage de l'eau.

* Corresponding author: daniel.loudiere@free.fr

Assessment of reservoir response to flood conditions to optimize hydropower operations – Isimba HPP Uganda

Évaluation de la réponse des réservoirs aux conditions d'inondation pour optimiser les opérations hydroélectriques – Isimba HPP Ouganda

Darren Edson Mukwanason[1*†], *Enock* Kajubi[2], *Charles* Mwase[1], *Mary* Akurut[1], *Muzafalu* Kayondo[1], and *Harrison E* Mutikanga[1]

[1]Uganda Electricity Generation Company Limited. Block C, Victoria Office Park Okot - Kiwanuka Close, Bukoto. P.O. Box 75831 Kampala, Uganda
[2]Busitema University, Jinja – Malaba Road, P.O. Box 236, Tororo, Uganda

Abstract. Lake Victoria is the largest tropical lake in the world and the source of river Nile, the longest river in the world. Due to prolonged precipitation above the average over the past two years, the lake water levels have increased surpassing the highest ever recorded of 13.41m in 1964. To mitigate the negative impacts on the people, navigation and developments in the flood zones, lake outflows were gradually increased from 1000cumecs to 2400cumecs. Isimba Hydropower Plant (HPP) with a reservoir capacity of 170 million cubic meters is the fourth hydropower plant along the upper Nile cascade with a design flood level of 1055m above sea level. Reservoir operation is constrained by the bridge construction and ferry operation works downstream which are affected by the increased discharges. There is also uncertainty of the incoming discharge magnitude and travel time due to lack of an upstream gauging station. This paper seeks to assess the reservoir response to the increasing flood conditions using Hydrologic Engineering software for flood routing and to model an operation water level (OWL) that optimizes power production and flood control whilst ensuring public safety of the downstream activities through real-time forecasts in the short term.

Résumé. Le lac Victoria est le plus grand lac tropical du monde et la source du Nil, le plus long fleuve du monde. En raison des précipitations prolongées au-dessus de la moyenne au cours des deux dernières années, les niveaux d'eau du lac ont augmenté dépassant le plus haut jamais enregistré de 13,41 m en 1946. Pour atténuer les impacts négatifs sur les populations, la navigation et les développements dans les zones inondables, les débits des lacs ont été progressivement augmentés de 1000cumecs à 2400cumecs. La centrale hydroélectrique d'Isimba avec une capacité de réservoir de 170 millions de mètres cubes est la quatrième centrale hydroélectrique le long de la cascade supérieure du Nil avec un niveau d'inondation de conception de 1055 m au-dessus du niveau de la mer. L'exploitation du réservoir est limitée par la construction du pont et les travaux d'exploitation des bacs en aval qui sont affectés par l'augmentation des rejets. Il existe également une incertitude quant à l'amplitude des rejets entrants et au temps de parcours en raison de l'absence d'une station de jaugeage en amont. Cet article cherche à évaluer la réponse du réservoir aux conditions de crues croissantes à l'aide d'un logiciel d'ingénierie hydrologique pour le routage des crues et à un niveau d'eau modal (OWL) qui optimise la production d'énergie et le contrôle des crues tout en assurant la sécurité publique des activités en aval grâce à des prévisions en temps réel dans le court terme.

* Corresponding author: darren.mukwanason@uegcl.go.ug

Together in the future: possible approach for new/existing multipurpose reservoirs – From identifying the right partners up to sharing the resource water: Operational & legal aspects

Ensemble vers l'avenir : des approches potentielles pour des réservoirs (nouveaux ou existants) à multifonctionnalité – De l'identification des bons partenaires au partage de la ressource en eau : des aspects opérationnels et juridiques

Christian Dupraz[1] and *Bettina* Geisseler[2*]

[1]Swiss Federal Office of Energy SFOE, 3000 Bern, Switzerland
[2]GEISSELER LAW (law firm), 79112 Freiburg, Germany

Abstract. Climate change has, in recent years, dramatically shown the importance and impact of the resource water: extreme situations such as floods respectively scarcity become more and more frequent. Multipurpose reservoirs can help to mitigate the negative impacts. Sharing water means in principle sharing the benefits and the risks. But how to balance the complementary, sometimes even conflicting interests of all "share-holders", i.e. the users concerned, - "Shareholders", which usually are independent non-connected legal entities? How to balance efficiency and sustainability? Defining the corresponding rights and obligations of the different users sharing the water stored in a reservoir is challenging from an operational as well as from a legal point of view. The authors will illustrate what could be a possible blueprint for a new/ existing multipurpose reservoir, from the planning up to the operation phase, and what the relationships among the users could look like, by taking into account operational needs and legal aspects. Additionally, the paper will discuss how the relationship of all users to other stakeholders such as the financing institutions, the state (bundled permitting/concession procedure?) or affected communities could be organised.

Résumé. Le changement climatique a démontré de manière dramatique ces dernières années l'importance et l'impact de la ressource eau : les situations extrêmes telles que les crues ou la sécheresse deviennent de plus en plus fréquentes. Les réservoirs multiusages peuvent contribuer à atténuer les impacts négatifs. Partager l'eau signifie le partage des gains et des risques. Mais comment équilibrer les intérêts complémentaires voire parfois contradictoires de tous les partenaires, soit les usagers concernés, qui sont généralement des entités juridiques indépendantes et sans lien entre elles ? Comment équilibrer l'efficacité et la gestion durable ? Définir les droits et devoirs des différents usagers partageant l'eau stockée dans le réservoir est un défi tant d'un point de vue opérationnel que juridique. Les auteurs illustreront ce que pourrait être le schéma directeur pour un réservoir existant/nouveau multifonctionnel, de la phase de planification à la phase d'exploitation, et ce à quoi pourraient ressembler les relations entre les utilisateurs, en tenant compte des besoins opérationnels et des aspects juridiques. En outre, le document abordera la relation de tous les usagers envers d'autres parties prenantes, comme des institutions financières, l'état (autorisation/procédure de concession) ou les communautés affectées, pourrait être organisée.

* Corresponding author: geisseler@geisseler-law.com

Reservoir operation simulation for existing and planned hydropower projects on the Niger and Benue catchments in Nigeria

Simulation de gestion de réservoirs hydroélectriques pour des projets existants et potentiels sur le Niger et la Bénoué, au Nigéria

Okechukwu Amogu[1*]

[1]Tractebel Engineering S.A., 92622 Gennevilliers Cedex, France

Abstract. In 2015/16, a hydropower site screening study was undertaken in Nigeria on the main stem of the Niger River and in the Benue River basin. The study assessed small (5-20 MW installed capacity), medium (20-100 MW) and large projects (> 100 MW) focusing on hydropower sites with potential multipurpose benefits. In the final stage of the study, three sites (two medium and one large project) were recommended for future development by the Government of Nigeria in liaison with the Niger Basin Authority (NBA). The study covered: Simulations of energy production and water demand satisfaction using the MIKE HYDRO Basin software. The modelling approach was based on maximizing energy production and maintaining a target mean load factor. (1) Impacts of reservoir development on hydropower production benefits, downstream flow variability, navigation downstream for three time horizons: current, mid development and maximum potential development. (2) Sensitivity analyses of water availability risks for hydropower generation for the three selected sites considering possible future abstractions and projected climate change. (3) Optimization of the use of the River Niger's White flood in Nigeria and study of the augmentation of the Kainji HPP in order to mitigate the potential future production losses due to upstream developments/abstractions outside Nigeria.

Résumé. En 2015-2016, un inventaire des sites hydroélectriques potentiels sur la branche principale du fleuve Niger et dans le bassin de son affluent la rivière Bénoué a été réalisé. L'objectif était d'identifier les sites potentiels pour développer de petits, moyens et grands projets hydroélectriques (puissances installées respectives de 5 à 20 MW, 20 à 100 MW >100MW), notamment pour les sites permettant le développement du multi-usages de l'eau. L'étude comprenait des : (1) Simulations du productible hydroélectrique et de satisfaction des demandes en eau avec le logiciel MIKE HYDRO. L'approche de modélisation était basée sur la maximisation de la production énergétique et le maintien d'un facteur de charge cible. (2) Impacts du développement des réservoirs sur la production hydroélectrique, la variabilité du débit et la navigation en aval, pour trois horizons : situation actuelle, horizons moyen et maximal de développement. (3) Analyses de sensibilité de la production hydroélectrique sur trois sites choisis par rapport aux prélèvements futures et projections climatiques. (4) Optimisation de l'utilisation de la crue dite « blanche » du fleuve Niger au Nigéria et étude de l'augmentation de la puissance de l'usine de Kainji pour réduire l'impact de la perte potentielle de production future due aux développements amont et externes du Nigéria.

* Corresponding author: okechukwu.amogu@tractebel.engie.com

Presentation of the network of multi-purpose dams of Vendée Eau: Modernization of the Mervent dam

Présentation du réseau de barrages multi-usages de Vendée Eau : modernisation du barrage de Mervent

Anne-Sophie Prost*[1] and *Jérôme* Bortoli[2]

[1]TRACTEBEL, Chef de Projet - Unité Eau France Europe, Agence de Nîmes, 21 allée Boissy d'Anglas, 30000 Nîmes, France
[2]VENDEE EAU, Directeur Général, 57, rue Paul Émile Victor, 85036 La Roche-sur-Yon, France

Abstract. For sixty years, Vendée Eau Public Service, has been organizing the production and distribution of drinking water in Vendée. With an exceptional network of 13 reservoirs, Vendee Eau ensures a production of 280 000m3 / day for the 430 000 Vendée subscribers and the coastal tourist areas. Dams also contribute to flood control, low water flows and hydropower. As dam owner, Vendee Eau is responsible for the surveillance, maintenance and modernization of the infrastructures. The last major works were carried out on the Mervent dam from 2015 to 2019 to increase its flood evacuation capacity. Tractebel acted as Engineer for the design and supervision of this work. They include renovation of the civil works, the hydromechanical equipment, the ecological continuity system, the monitoring and electrical production devices.

Résumé. Depuis soixante ans, Vendée Eau, Service Public de l'eau potable, organise la production et la distribution d'eau potable en Vendée. À partir d'un réseau exceptionnel comportant notamment 13 barrages-réservoirs, Vendée Eau assure une production maximale de 200 000m3/j à destination des 430 000 abonnés vendéens et des zones touristiques côtières. Ses barrages contribuent également à l'écrêtement des crues, au soutien d'étiage et à la production hydroélectrique. En tant que Maître d'Ouvrage, Vendée Eau prend en charge les missions de surveillance et les travaux d'entretien et de modernisation de son parc d'ouvrages. Les derniers travaux importants ont été réalisés sur le barrage de Mervent de 2015 à 2019 afin d'augmenter sa capacité d'évacuation des crues. Tractebel est intervenu en tant que Maitre d'Œuvre pour la définition et le pilotage de ces travaux. Ils ont permis de rénover le génie civil, les organes hydromécaniques, les dispositifs de continuité écologique, d'auscultation et de production électrique.

* Corresponding author: anne-sophie.prost@tractebel.engie.com

Study on PMP estimation for the flood risk evaluation of hydropower dams in consideration of the future climate change

Étude sur l'estimation du PMP pour l'évaluation des risques d'inondation des barrages hydroélectriques en tenant compte du changement climatique futur

Yuzo Kobayashi[1*], *Eiichi* Nakakita[2], *Tetsuya* Takemi[2], *Yasunobu* Otsuru[3], and *Tomohiko* Abe[4]

[1]Electric Power Development Co., Ltd., Tokyo, Japan
[2]Disaster Prevention Research Institute Kyoto University, Kyoto, Japan
[3]JP Design Co., Ltd., Tokyo, Japan
[4]Japan Weather Association, Tokyo, Japan

Abstract. It is important for hydropower dams to estimate PMP (Probable Maximum Precipitation) appropriately and to prepare the plan of facilities modification and operational changes in advance, because the future flood risk by climate change influence is getting higher. In this paper, we compared three methods of PMP estimation, the conventional method applying DAD (Duration Area and Depth) analysis based on the experienced rain results, the product of d4PDF (database for Policy Decision making for Future climate change) that is the latest climate model ensemble prediction, and the pseudo-global warming experimental results on the typhoon. It was showed that PMP by d4PDF and the pseudo-global warming experimental results were larger than that by DAD analysis and fluctuated smoothly and reasonably over time. It is preferable and reasonable to evaluate the PMP risk applying DAD analysis at the rough examination, and the estimations applying d4PDF or pseudo-global warming scenario is suitable for more detailed examination.

Résumé. Il est important pour les barrages hydroélectriques d'estimer correctement les précipitations maximales probables (PMP) et de préparer à l'avance la modification des installations et les changements d'exploitation, car le risque futur de crue sous l'influence du changement climatique est de plus en plus élevé. Dans cet article, nous avons comparé trois méthodes de l'estimation PMP : la méthode conventionnelle appliquant l'analyse de la durée et de la profondeur (DAD) basée sur les résultats de pluie observée, les résultats de d4PDF (base de données pour la prise de décision politique pour le changement climatique à venir) qui est la dernière prédiction du modèle climatique global, et les résultats expérimentaux du pseudo réchauffement global (PGW) sur le typhon. Il a été montré que les valeurs de la PMP obtenues par le d4PDF et les résultats expérimentaux du pseudo-réchauffement global étaient plus importants que ceux obtenus par l'analyse DAD, et fluctuaient de manière régulière et raisonnable au fil du temps. Il est préférable et raisonnable d'évaluer le risque PMP en appliquant l'analyse DAD lors de l'analyse préliminaire, tandis que les estimations appliquant le d4PDF ou l'expérience de pseudo-réchauffement global conviennent pour une analyse détaillée.

* Corresponding author: Yuuzou_Kobayashi@jpower.co.jp

Establishment of the comprehensive river environment conservation system in collaboration with river stakeholders on the Tenryu River

Constitution du système global de préservation de l'environnement fluvial en collaboration avec les acteurs fluviaux sur la rivière Tenryu

Yuichi Kitamura[1*]

[1]Electric Power Development Co., Ltd., Chigasaki Research Institute (CRI), 1-9-88 Chigasaki, Chigasaki-shi, Kanagawa, 253-0041, Japan

Abstract. The sedimentation, turbid water and water quality are typical environmental issues for dams and reservoirs which have impact on the reservoir and downstream of dams. These impacts are influenced from the upstream of a dam, and influence to the downstream. Therefore, a more integrated environmental management approach and consideration have been required for the whole river system. The Tenryu River in Japan flows through the erodible area near the Median Tectonic Line on Honshu, the main island of Japan, and continuously carries a lot of sediment during floods. The “Tenryu River Natural Resources Rebirth Promotion Committee” was established in 2012. The purpose of the committee is to restore fish resources and improve the river environment. The feature of the liaison committee is that it is composed of the Tenryu River fisheries association, academic experts, and dam owner and exchanges knowledge and technology information in spite of each interest. The current activities are related to the theme of "attached algae/environmental DNA survey", "turbid water measures in reservoir/spawning bed construction technique at downstream," and "information dissemination". In this paper, the activities of the comprehensive reservoir and river environment conservation system in collaboration with river stakeholders are introduced and described, including future prospects.

Résumé. La sédimentation, turbidité et qualité de l'eau sont les problèmes environnementaux typiques des barrages et réservoirs ayant un impact sur ces derniers, mais aussi à l’aval des barrages. Ces impacts naissent en amont d'un barrage et impactent l'aval. Une approche et une considération de la gestion environnementale plus intégrée furent donc nécessaires pour tout le système fluvial. La rivière Tenryu, au Japon, traverse la zone érodable de la Ligne tectonique médiane sur Honshu, l'île principale japonaise, et transporte continuellement beaucoup de sédiments lors des crues. Le « Comité de promotion de régénération des ressources naturelles de la rivière Tenryu » a été créé en 2012. L'objectif est de restaurer les ressources halieutiques et d'améliorer l'environnement fluvial. Le comité de liaison est formé par l'association des pêcheries de la rivière Tenryu, des experts universitaires et propriétaire du barrage échangeant connaissances et informations technologiques malgré des centres d'intérêt divers. Les activités actuelles incluent les thèmes « Étude de l'ADN environnementale/algues », « Mesures de turbidité dans la technique de construction des réservoirs/frayères en aval » et « Diffusion d'information ». Les activités du système global de préservation des réservoirs/environnement fluvial, en collaboration avec les acteurs fluviaux, sont décrites ici, avec les perspectives futures.

* Corresponding author: yuichi_k@jpower.co.jp

Operation and Water Management of Dam Cascade System

Exploitation et gestion de l'eau du système cascade de barrage

Anom Prasetio*[1] and *Abu* Ashar[2]

[1]Manager Hydro Dam Surveillance, Energy and Environment Department, PT. Vale, Indonesia
[2]Senior General Manager EE, Energy and Logistic Department, PT. Vale, Indonesia

Abstract. The Larona River Basin which covers an area of 2,477 km2, including the three cascading lakes: Matano, Mahalona and Towuti, is a strategic watershed which acts as the water resource for three hydropower plants that supply 420 Megawatt of electricity to power a nickel processing plant and its supporting facilities and electricity need of the surrounding communities. The maximum and minimum operating levels of Lake Towuti are 319.6 meters (asl) and 317.45 meters (asl) respectively. The optimization of water resources management in the Larona Basin is important to fulfil the need to produce the energy sources. Weather Modification Technology in the form of cloud seeding is needed to produce rain which will increase the volume of water in the lake when the lake water level decreased. In the rainy season, spillway operations in all dams must be optimized because the water levels upstream and downstream are continuously monitored to prevent the impact of flooding in both areas.

Résumé. Le bassin de la rivière Larona, qui couvre une superficie de 2 477 km2, y compris les trois lacs en cascade, Matano, Mahalona et Towuti, est un bassin versant stratégique qui sert de ressource en eau à trois centrales hydroélectriques qui fournissent 420 mégawatts d'électricité pour alimenter une usine de traitement du nickel et ses installations de soutien ainsi que les besoins en électricité des collectivités environnantes. Les niveaux d'exploitation maximum et minimum du lac Towuti sont respectivement de 319,6 mètres (asl) et de 317,45 mètres (asl). L'optimisation de la gestion des ressources en eau dans le bassin de Larona est importante pour répondre à la nécessité de produire les sources d'énergie. La technologie de modification des conditions météorologiques sous forme d'ensemencement des nuages est nécessaire pour produire de la pluie afin d'augmenter les volumes d'eau dans les lacs si ces derniers ont diminué. Pendant la saison des pluies, l'exploitation de l'évacuateur dans tous les barrages doit être optimisée, car les niveaux d'eau en amont et en aval sont en permanence surveillés pour prévenir l'impact des inondations dans les deux zones.

* Corresponding author: Anom.prasetyo@vale.com

Weather modification, solution and innovation to reservoirs water sustainable management (case study: ZayandeRoud reservoir)

Modification des conditions météorologiques, solution et innovation pour la gestion durable de l'eau des réservoirs (étude de cas : le réservoir de ZayandeRoud)

Samaneh Poormohammadi*[1], *Ali* Falahii[2], and *Farid* Golkar[3]

[1]PhD of watershed science and engineering in Iran Water and Power Resources Development Co, Yazd, Iran
[2]Master of Science in Meteorology, Weather modification Expert and Director in Iran Water and Power Resources Development Co, Yazd, Iran
[3]Master of Mechanical Engineering, Weather modification Expert in Iran Water and Power Resources Development Co, Yazd, Iran

Abstract. Climate change has had devastating effects on water resources in many countries. Many volumes of Iran's water resources have declined due to climate change. Meanwhile, the use of weather modification methods, especially cloud seeding, is a practical solution to adapt to the climate change impact. In Iran, consecutive droughts and climate change have reduced water resources of dams behind and in some cases, they have completely dried up. Nowadays, cloud seeding is used as the most cost-effective method for water harvesting in the world... The results of the evaluation of cloud seeding projects in most parts of the country indicate an average runoff increase of between 10% and 15% during the seeding periods. Zayanderud Dam is one of the big dams in Iran in the Zagros Mountain range its water resources have been significantly reduced by overdraft and climate change. Cloud seeding operations have been performing for many years in the Charmahal and Bakhtiari catchment, which are located upstream of the ZayandeRoud reservoirs as new method to sustainable water resources management of dams. In this article, the results of runoff production by cloud seeding operation will be noted in the ZayandeRoud Dam for 10 years Non-consecutive (2006 – 2016).

Résumé. Le changement climatique a eu des effets dévastateurs sur les ressources en eau dans de nombreux pays. De nombreux volumes des ressources en eau de l'Iran ont diminué en raison du changement climatique. Parallèlement, l'utilisation de méthodes de modification des conditions météorologiques, en particulier l'ensemencement des nuages, est une solution pratique pour s'adapter à l'impact du changement climatique. En Iran, les sécheresses consécutives et le changement climatique ont réduit les ressources en eau des barrages et dans certains cas, ils se sont complètement asséchés. De nos jours, l'ensemencement des nuages est utilisé comme la méthode la plus rentable pour la récupération de l'eau dans le monde. Les résultats de l'évaluation des projets d'ensemencement des nuages dans la plupart des régions du pays indiquent une augmentation moyenne du ruissellement comprise entre 10 % et 15 % au cours de la période de semis. Le barrage de Zayanderud est l'un des grands barrages d'Iran dans la chaîne de montagnes de Zagros. Ses ressources en eau ont été considérablement réduites par le découvert et le changement climatique. Des opérations d'ensemencement de nuages se déroulent depuis de nombreuses années dans les bassins versants de Charmahal et Bakhtiari, qui sont situés en amont des réservoirs de ZayandeRud, comme nouvelle méthode de gestion durable des ressources en eau des barrages. Dans cet article, les résultats de la production de ruissellement par opération d'ensemencement des nuages sont présentés pour le barrage de Zayanderud pendant 10 ans non consécutifs (2000 – 2016).

* Corresponding author: s.poormohammadi@gmail.com

Integrated water resources management in the Loukkos basin (Morocco): An approach to improve resilience under climate change impact

Gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin du Loukkos (Maroc) : une approche pour améliorer la résilience face aux impacts du changement climatique

Ikram Benchbani[1*], *Karima* Sebari[1], and *Mahmoud* Zemzami[2]

[1]Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary Medecine, Department of rural engineering, Rabat, Morocco

[2]Ministry of Equipment, Transport, Logistics and Water, General Directorate of Hydraulics, Studies and water planning division, Rabat, Morocco

Abstract. The Loukkos basin located in northern Morocco is characterized by developed agriculture and a significant water demand. The water needs are mainly satisfied from the Oued El Makhazine dam on Loukkos River. This dam is impacted by the silting up of its reservoir and by the large amount of not valued water discharged into the sea. The aim of this study is to develop an approach to secure water supply and promote an optimal use of basin water resources, using the decision-making tool RIBASIM. The study includes an assessment of the hydraulic performances of the current situation and an analysis of two scenarios by the 2050 horizon that are tested under climate change impacts. The analysis of the first scenario without actions shows an average deficit of 20 million cubic meters (MCM). The second scenario including the new dam shows an increase in the regularised volume by 20% and the water resource meet fully the water needs. However, they remain vulnerable to the climate change impacts, and imply that certain measures have to be undertaken. This article presents one of these measures, which consists of developing an approach to interconnect existing dams in the Loukkos basin. Keywords: RIBASIM, water management, climate change, Simulation, Loukkos.

Résumé. Le bassin de Loukkos, situé au nord du Maroc, se caractérise par une agriculture développée et une demande en eau importante. Les besoins en eau sont principalement satisfaits à partir du barrage d'Oued El Makhazine sur Oued Loukkos. Ce barrage est impacté par l'envasement et par la grande quantité d'eau non valorisée déversée en mer. Le but de cette étude est de développer une approche pour sécuriser l'approvisionnement en eau et favoriser une utilisation optimale des ressources en eau du bassin, en utilisant l'outil d'aide à la décision RIBASIM. L'étude comprend une évaluation des performances hydrauliques de la situation actuelle et une analyse de deux scénarios à l'horizon 2050 qui sont testés sous l'effet du changement climatique. L'analyse du premier scénario sans actions montre un déficit moyen de 20 millions de mètres cubes (MCM). Le second scénario incluant le nouveau barrage montre une augmentation du volume régularisé de 20 % et la ressource en eau répond pleinement aux besoins en eau. Cependant, ils restent vulnérables aux impacts du changement climatique et impliquent la prise de certaines mesures. Cet article présente l'une d'elle consistant à développer une approche d'interconnexion des barrages existants dans le bassin de Loukkos. Mots clés : RIBASIM, gestion de l'eau, changement climatique, simulation, Loukkos.

* Corresponding author: i.benchbani@iav.ac.ma

Mosul Dam: Challenges and Innovative Solutions

Barrage de Mossoul : défis et solutions innovantes

Juan Vargas[1], *David* Sawitzki[2], and *Nagesh* Malyala[3*]

[1]Vice President, AECOM, Dallas, Texas, USA
[2]Vice President, AECOM, Germantown, Maryland, USA
[3]Technical Leader, AECOM, Sacramento, California, USA

Abstract. Reservoir siting, permitting, construction and operation can, at times, face insurmountable challenges. Mosul Dam, a multipurpose dam located in Northern Iraq, is constructed on a dissolvable anhydrite, gypsum and limestone formation. To mitigate long-term impacts to the foundation, the dam designers opted for a structural solution. They incorporated into the design a grouting gallery for long-term maintenance grouting of the foundation cutoff grout curtain. In 2016, concerns with the risk posed by the deteriorating foundation resulted in the execution of the Mosul Dam emergency grouting and maintenance project. This paper illustrates how the international community proactively came together to prevent an incident of potential tragic proportions well before it could manifest itself. The emergency grouting work is an excellent example of Governments investing in preventing a disaster rather than investing in fixing a disaster. The paper presents the general approach adopted for the execution of the emergency project and discusses how the scope of work (SOW) evolved to address the myriad of requirements, including the training and transfer of information and equipment to the Iraqi Ministry of Water Resources that could not have been foreseen during the scoping of the work. Additionally, this paper illustrates the success that can be achieved when team members share a strong commitment to cooperation and a determination to succeed.

Résumé. Le choix du site, l'obtention des permis, la construction et l'exploitation des réservoirs peuvent parfois se heurter à des difficultés insurmontables. Le barrage de Mossoul, un barrage polyvalent situé dans le nord de l'Irak, est construit sur une formation d'anhydrite, de gypse et de calcaire dissolvable. Pour atténuer les impacts à long terme sur les fondations, les concepteurs du barrage ont opté pour une solution structurelle. Ils ont intégré à la conception une galerie d'injection pour l'injection de maintenance à long terme du rideau d'injection de la coupure de la fondation. En 2016, les préoccupations relatives au risque posé par la détérioration des fondations ont entraîné l'exécution du projet d'injection d'urgence et d'entretien du barrage de Mossoul. Ce document illustre la façon dont la communauté internationale s'est unie de manière proactive pour prévenir un incident aux proportions potentiellement tragiques, bien avant qu'il ne survienne. Les travaux d'injection d'urgence sont un excellent exemple d'investissement des gouvernements dans la prévention d'une catastrophe plutôt que dans la réparation de celle-ci. Le document présente l'approche générale adoptée pour l'exécution du projet d'urgence et explique comment l'étendue des travaux a évolué pour répondre à la myriade d'exigences, y compris la formation, et le transfert d'informations et d'équipements au ministère irakien des ressources en eau, qui n'auraient pas pu être prévus lors de l'évaluation des travaux. En outre, ce document illustre le succès qui peut être atteint lorsque les membres de l'équipe partagent un engagement fort de coopération et une détermination à réussir.

* Corresponding author: nagesh.malyala@aecom.com

Development of the snowmelt prediction model using Artificial Intelligence (AI)

Développement d'un modèle de prévision de la fonte des neiges à l'aide de l'intelligence artificielle (IA)

Masami Abe[1], *Hiroki* Takiguchi[1*], and *Yoshihisa* Hida[1]

[1]AI Promotion Office, IDEA Consultants, Inc., 3-15-1 Komazawa, Setagaya-ku, Tokyo 154-8585, Japan

Abstract. Droughts and abnormal heavy rains have frequently occurred in Japan due to the effects of climate change in recent years, and flexible operations that maximize the functions of dams are required. Especially in cold snowy regions, snowmelt water is stored in a dam to cover water demand from early spring to early summer, but during the snowmelt season, a sudden rise in temperature and heavy rain could cause large-scale floods. Therefore, the highly accurate prediction of dam inflow during the snowmelt season is extremely important from the viewpoint of effective use of water resources and prevention of snowmelt floods. On the other hand, in recent years, research utilizing Artificial Intelligence (AI) has also been promoted in the hydrological field. This study clarified the problems of the conventional physical model (rainfall runoff model) and the prediction model by AI for the inflow of the dam during the snowmelt season in order to support efficient dam management. Then, by constructing a semi-physical model that complements the problems of the physical model and the AI model, we developed a more accurate model for predicting the inflow of snowmelt water during the snowmelt season compared to the single model.

Résumé. Ces dernières années, le Japon a connu de fréquentes sécheresses et pluies torrentielles dues aux effets du changement climatique ; d'où l'importance d'une gestion souple exploitant au maximum les fonctions des barrages, en particulier dans les régions froides et enneigées où l'eau issue de la fonte des neiges est stockée dans des barrages pour couvrir les besoins hydriques du début du printemps aux premiers jours d'été. En effet, un brusque redoux et de fortes pluies peuvent entraîner des crues majeures au moment de la fonte. Du point de vue de la valorisation des ressources en eau et de la prévention des inondations, il est ainsi essentiel de prévoir avec une grande précision la quantité d'eau arrivant dans les barrages pendant cette période. Or, dans le domaine de l'hydrologie aussi, les recherches récentes mettent à profit l'Intelligence Artificielle (IA). Cette étude, qui vise à favoriser une gestion plus efficace des barrages, a mis en évidence les limites du modèle physique traditionnel (ruissellement des eaux de pluie) et du modèle de l'IA pour ce type de prédiction. En construisant un modèle semi-physique capable de pallier les insuffisances de ces deux modèles, nous avons développé un modèle prédictif plus précis que chacun de ces modèles isolés.

* Corresponding author: takiguchi@ideacon.co.jp

Optimization of multipurpose reservoir system operation (Case study: Sefidrud and Shahryar reservoir dams)

Optimisation du fonctionnement du système de réservoir polyvalent (Étude de cas : barrages réservoirs de Sefidrud et Shahryar)

Naeemeh Abolvaset[1], *Simin* shahradfar[1*], and *Atosa* Mihandoost[1]

[1]Dam Department, Ashenab Consulting Engineers Company, Tabriz, Iran

Abstract. Nowadays, effective water management becomes more vital all over the worlds. Due to the effect of climate change and population growth, reservoirs play a more important role in water resources management. Reservoirs can be used for multiple purposes such as irrigation, industrial water supply, hydropower generation, flood protection, water quality management, recreation and so on. In this paper, an optimized model has been considered and solved based on the goal programming method for the optimal operation of a multi-objective two reservoir systems in Sefidrud watershed. Release for irrigation demand and environment, flood controlling and recreation are represented as objectives. Then, to consider uncertainties and also for achieving the general method for reservoirs operation, because of the considerable advantages of linguistic rules in better inferring and interpretation of systems, an adaptive neuro based fuzzy inference system (ANFIS) approach is used to construct operation rules for these multipurpose reservoirs. The results of the ANFIS models show that they can be applied successfully to provide high accuracy for the management of the reservoirs system.

Résumé. De nos jours, une gestion efficace de l'eau devient plus vitale partout dans le monde. En raison des effets du changement climatique et de la croissance démographique, les réservoirs jouent un rôle plus important dans la gestion des ressources en eau. Les réservoirs peuvent être utilisés à des fins multiples telles que l'irrigation, l'approvisionnement en eau industrielle, la production d'énergie hydroélectrique, la protection contre les inondations, la gestion de la qualité de l'eau, les loisirs, etc. Dans cet article, un modèle optimisé a été considéré et résolu sur la base de la méthode de programmation par objectif pour le fonctionnement optimal d'un système multi-objectif à deux réservoirs dans le bassin versant de Sefidrud. Les rejets pour la demande d'irrigation et l'environnement, le contrôle des crues et les loisirs sont représentés comme des objectifs. Ensuite, pour tenir compte des incertitudes et aussi pour obtenir la méthode générale de fonctionnement des réservoirs, en raison des avantages considérables des règles linguistiques pour une meilleure inférence et interprétation des systèmes, une approche de système d'inférence floue basée surun neuro adaptatif (ANFIS) est utilisée pour construire des règles de fonctionnement pour ces réservoirs polyvalents. Les résultats des modèles ANFIS montrent qu'ils peuvent être appliqués avec succès pour fournir une grande précision pour la gestion du système de réservoirs.

* Corresponding author: ashenab.icold@email.com

Complementarities and synergies with intermittent renewable energy, related issues - Burkina Faso cases studies

Complémentarités et synergies avec les énergies renouvelables intermittentes, problèmes spécifiques - études de cas du Burkina Faso

Adama Nombré[1*], *François* Lemperière[2], *Founemé* Millogo[3], and *Moussa* Kaboré[4]

[1]President BUCOD, PO Box 845 CMS Ouagadougou, Burkina Faso
[2] President Hydrocoop France, France
[3]Secretary General BUCOD, PO Box 54 Ouagadougou, Burkina Faso
[4]Chairman of YEF - BUCOD, PO Box 5684 Ouagadougou, Burkina Faso

Abstract. Pumped Storage Plants (PSP) offer opportunities for better water mobilization and to unlock the development of hydropower in Burkina Faso. The revolution in photovoltaic energy, which has greatly improved reliability and production costs, has opened up major prospects for the energy development of Sahelian countries with a very large solar energy deposit that has remained fallow for the time being. The lower production cost of solar energy makes it more attractive to mobilize water in offshore (outside rivers) basins and reservoirs in areas where there are few underground water resources and where flat land limits the construction of dams. This paper will develop these perspectives for a country like Burkina and the Sahel in general where access to electricity is one of the lowest in the world which, paradoxically, have a very large solar deposit and insufficient water resource mobilization.

Résumé. Le Pompage d'eau et les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) offrent des opportunités pour une meilleure mobilisation de l'eau et pour débloquer le développement de l'énergie hydraulique au Burkina Faso. La révolution de l'énergie photovoltaïque qui a fortement gagné en fiabilité et en coût de production a ouvert de grandes perspectives pour le développement énergétiques des pays du Sahel dotés d'un gisement d'énergie solaire très important pour l'heure resté en jachère. La baisse du coût de production de l'énergie solaire rend plus attractif la possibilité de mobiliser l'eau dans des bassins et réservoirs hors rivières dans les zones où les ressources en eaux souterraine sont peu nombreuses, et ou les terrains plats limitent la construction de barrage. Cet article développera les perspectives pour un pays comme le Burkina, et le Sahel en général, où l'accès à électricité est l'un des plus limité au monde et qui, paradoxalement, dispose d'un gisement solaire très important et d'une mobilisation insuffisante des ressources en eau.

* Corresponding author: nadama@fasonet.bf

Application of floating photovoltaic on dam reservoir in Indonesia

Application du photovoltaïque flottant sur le réservoir du barrage en Indonésie

Aries Firman[1*], *Hendriyawan*[2], *Akhmad* M. Firdaus[2], and *Farid* P. Bakti[2]

[1]Indonesia Dam Safety Commission (IDSC), 12310 Sapta Taruna Raya ,South Jakarta, Indonesia
[2]Institut Teknologi Bandung (ITB), Ocean Engineering Program, 40132, Ganesha 15 Bandung, Indonesia

Abstract. Floating Solar PV (FPV) application is very suitable for areas with limited land availability, utilizing dam reservoirs or natural lakes. It also has several advantages in terms of environmental aspects, such as water conservation due to a decrease in the evaporation rate and inhibitions of algal growth by reducing sunlight intensity. However, the local specified guidelines for FPV plants in Indonesia are still unavailable at this moment yet. In recent years there have been several studies related to the potential of Floating Solar PV (FPV) installation in the Dam Reservoir in Indonesia by considering three aspects, i.e., (1) technical, (2) environmental, (3) legal and commercial aspects. This paper mainly presents two aspects: technical and legal. The technical aspect focused on the proposed design criteria by considering all the relevant local (national) and international standards. The legal aspect introduced a couple of issues regarding the electricity provision and the service level agreement provision. This paper also discussed Charlie dams as a study case for implementing the proposed criteria in this paper. Charlie Dam is an existing dam located in Central Java Province, Indonesia.

Résumé. L'application solaire flottante (FPV) est très appropriée pour les zones où la disponibilité des terres est limitée, utilisant des réservoirs de barrage ou des lacs. Il présente également plusieurs avantages en termes d'aspects environnementaux, tels que la conservation de l'eau en raison d'une diminution du taux d'évaporation et l'inhibition de la croissance des algues en réduisant l'intensité de la lumière solaire. Cependant, les directives locales spécifiées pour les usines FPV en Indonésie ne sont toujours pas disponibles pour le moment. Ces dernières années, plusieurs études ont été menées sur le potentiel de l'installation de PV solaire flottant (FPV) dans le réservoir du barrage en Indonésie en tenant compte de trois aspects, à savoir (1) technique, (2) environnemental, (3) aspects juridiques et commerciaux. Ce document présente principalement deux aspects ; technique et juridique. L'aspect technique s'est concentré sur les critères de conception proposés en tenant compte de toutes les normes locales (nationales) et internationales pertinentes. L'aspect juridique a introduit quelques problèmes concernant la fourniture d'électricité et la disposition relative à l'accord sur le niveau de service. Cet article a également discuté des barrages Charlie comme cas d'étude pour la mise en œuvre des critères proposés dans cet article. Le barrage Charlie est un barrage existant situé dans la province centrale de Java, en Indonésie.

* Corresponding author: aries.firman@gmail.com

Multi-usage des barrages : le cas du bassin du Niger

Multipurpose storage dams: A Niger basin case study

Michel Lino[1*], *Jean-Michel* Devernay[2], *Jamie* Skinner[3], *Jean-Abdias* Compaore[4], and *Soungalo* Kone[4]

[1]Consultant, 25 rue Charles Mapou, 64500 Ciboure, France
[2]Consultant, 146 allée des bouquetins, 73290 La Motte-Servolex, France
[3]IIED, 1 Boroughloch Square, Edinburgh, Scotland
[4]ABN, BP 729, Niamey, Niger

Résumé. Entre 2003 et 2008, les neuf États membres de l'Autorité du Bassin du Niger (ABN) ont développé un processus de Vision Partagée visant le développement durable du bassin du fleuve Niger à travers la mise en œuvre d'actions et de projets intégrateurs à dimension transfrontalière. Les usages multiples de l'eau et la gestion coordonnée des barrages sont au cœur de cette politique de développement de longue haleine. L'ABN a retenu un scénario d'aménagement comportant la réhabilitation/valorisation des anciens barrages et la construction de trois nouveaux barrages structurants : Fomi en Guinée, Taoussa au Mali et Kandadji au Niger (construction en cours). L'article analyse les conflits d'intérêts potentiels entre usages (par exemple développement hydroagricole et protection de l'état écologique, ou production hydroélectrique et préservation des crues alimentant le Delta Intérieur du Niger). Il met en lumière l'intérêt d'une collaboration régionale renforcée pour réduire les risques associés à ces conflits d'intérêts et permettre à chaque pays membre de l'ABN de tirer les bénéfices liés à un développement harmonieux et durable de ces infrastructures transfrontalières. En particulier, il souligne la nécessaire optimisation des ouvrages hydrauliques et de leur gestion coordonnée pour atteindre le consensus régional. Enfin les auteurs proposent quelques principes méthodologiques et actions clés visant à renforcer concrètement cette collaboration régionale.

Abstract. The nine basin states that make up the Niger Basin Authority (NBA) developed a "Shared Vision" for the sustainable development of the Niger basin between 2003 and 2008, including activities and investments to promote regional integration. The core of this long-term strategy is focused on multiple uses of water and coordinated management of dams. The NBA has adopted an infrastructure strategy that includes three new large dams: Fomi in Guinea, Taoussa in Mali and Kandadji in Niger (under construction). The article analyses the potential conflicts between uses (for example between irrigation development and ecosystem protection or between energy production and the maintenance of floods for the Inner Niger Delta). It demonstrates the value of increased regional collaboration to reduce the risks of conflict over water use and to allow each member country to capitalise on the development benefits of transboundary infrastructure. Optimisation and coordinated management of large water infrastructure will be essential for regional collaboration. Finally, the authors propose some methodological principles and key actions that could strengthen this regional collaboration.

* Corresponding author: LINO@isl.fr

Thème 4. Exploitation des aménagements multi-usages

Theme 4. Operating multi-usage facilities

Sediment Removal from Deep Reservoir Dams by Suction and Jet Flow

Enlèvement des sédiments des barrages de réservoirs profonds par aspiration et écoulement à jet

Ali Ahmad Kianmehr[1*] and *Nourooz Mohammad* Nouri[2]

[1]FARAB Equipment Manufacturing Co. No. 29, Pezeshkpoor St., Vall-e-Asr St., PO Box 1594845614, Tehran, Iran
[2]Iran University of Science & Technology, Faculty of Mechanics, Tehran, Iran

Abstract. One method of sediment removal from dam reservoirs is the use of submerged pumps and suction mixes of sediment and water. This method is usually considered for shallow rivers but we want to adopt this method for large dams. In this research, a system based on suction with a submerged pump structure is designed to collect fine sediments close to body of the dam from a large depth and to be transmitted by floating pipes to the margin of lake. And also, by pumping of jet fresh water flow and creating turbulence by the jet on sedimentary bed is simultaneously used to increase harvesting efficiency. The usage of simple equipment for removing fine grains near the dam body without the need for discharging of water resources is one of the essential features of this method which is suitable for arid and dry areas such as Iran. By using turbulent flow of water jet and simultaneous suction with a submerged pump, a vortices stretch is produced to suction the sediment mixture. Overall, the discharged sediment separates from water on the margin of lake to restores water to the reservoir. *Keywords*: Reservoir dams, Sediment removal, deposition, suction and jet flow.

Résumé. Une méthode d'élimination des sédiments des réservoirs de barrage est l'utilisation de pompes immergées, et de mélanges d'aspiration de sédiments et d'eau. Cette méthode est généralement envisagée pour les rivières peu profondes, mais nous souhaitons adopter cette méthode pour les grands barrages. Dans cette recherche, un système basé sur l'aspiration avec une structure de pompe immergée est conçu pour collecter des sédiments fins près du corps du barrage à une grande profondeur et pour être transmis par des tuyaux flottants jusqu'au bord du lac. De plus, le pompage du jet d'eau douce et la création de turbulences par le jet sur le lit sédimentaire sont utilisés simultanément pour augmenter l'efficacité de la récolte. L'utilisation d'équipements simples pour enlever les grains fins à proximité du corps du barrage sans avoir besoin de décharger les ressources en eau est l'une des caractéristiques essentielles de cette méthode qui convient aux zones arides et sèches comme l'Iran. En utilisant un jet d'eau turbulent et une aspiration simultanée avec une pompe immergée, un tronçon de tourbillons est produit pour aspirer le mélange de sédiments. Dans l'ensemble, les sédiments rejetés se séparent de l'eau au bord du lac pour restituer l'eau au réservoir. *Mots-clé*s : Barrages-réservoirs, Élimination des sédiments, dépôt, succion et écoulement-jet.

* Corresponding author: aakianmehr@gmail.com

What dams for Sahelian Africa?

Quels barrages pour l'Afrique sahélienne ?

Michel Lino[1*], *Arnaud* de Bonviller[2], and *Luc* Deroo[3]

[1]ISL Ingénierie, 15 rue du Maréchal Harispe, 64500 Saint-Jean-de-Luz, France
[2]ISL Ingénierie, 25-27 rue Lenepveu, 49100 Angers, France
[3]ISL Ingénierie, 84 boulevard Marius Vivier Merle, 69485 Lyon Cedex 03, France

Abstract. Hydroelectric production and hydro-agricultural development are the most frequent motivations for recent projects in sub-Saharan Africa. In the Sahelian zone where the topography is generally flat, hydroelectricity is penalized by the fact that the hydraulic head is most often provided by the dam itself due to the lack of natural waterfall. The hydrological cycle is characterized by a dry season and a wet season, imposing a large regulation reservoir and therefore strong environmental and socioeconomic impacts (loss of traditional crops on the fertile lands of the floodplain, reduction of wetlands and of the services they provide to all activities, significant population displacement, high evaporation, etc.). Synergy with agricultural development and the safeguarding of traditional crops is problematic because the planning of agricultural releases conflicts with energy optimization. However, these regions have significant solar potential and the cost of solar kWh is now lower than that of hydroelectricity in the Sahelian area. The combination of a solar power plant (floating or on land) and a hydroelectric dam optimizes socioeconomic and environmental performance. Through examples, the article shows the benefit of revisiting projects to adapt them to current conditions where the socioeconomic impacts of reservoirs are now at the heart of concerns and where solar energy is becoming a major component of the energy mix.

Résumé. La production hydroélectrique et le développement hydroagricole sont les motivations les plus fréquentes des projets récents en Afrique subsaharienne. En zone sahélienne où la topographie est généralement peu marquée, l'hydroélectricité est pénalisée par le fait que la chute est le plus souvent assurée par le barrage lui-même faute de chute naturelle à valoriser. Le régime hydrologique se caractérise par une saison sèche et une saison humide, imposant une cuvette de régulation importante et donc de forts impacts environnementaux et socioéconomiques (perte de cultures traditionnelles sur les terres fertiles de la plaine inondable, réduction des zones humides et des services qu'elles rendent à l'ensemble des activités, déplacement de population importants, forte évaporation…). La synergie avec le développement agricole et la sauvegarde des cultures traditionnelles est problématique car le planning des lâchures agricoles entre en conflit avec l'optimisation énergétique. Or ces régions possèdent un important potentiel solaire et le coût du kWh solaire est aujourd'hui inférieur à celui de l'hydroélectricité dans le contexte sahélien. L'association d'une centrale solaire (flottante ou à terre) et d'un barrage hydroélectrique permet d'optimiser la performance socioéconomique et environnementale. À travers des exemples, l'article montre l'intérêt de revisiter les projets pour les adapter aux conditions actuelles où les impacts socioéconomiques des retenues sont désormais au cœur des préoccupations et où l'énergie solaire s'impose comme une composante majeure du mix énergétique.

* Corresponding author: lino@isl.fr

Lessons learnt from dealing with climatic extreme events - A case of L. Victoria and the White Nile Cascade

Leçons tirées de la gestion des événements climatiques extrêmes - Le cas de L. Victoria et de la cascade du Nil Blanc

Wilberforce Manirakiza*[1], *Emmanuel* Tumwesigye[2], *Kevin* Otim[3], *Mary* Akurut[4], and *Harrison* E. Mutikanga[5]

[1]Dam Safety Engineer, Uganda Electricity Generation Co. Ltd (UEGCL), 75831 Kampala, Uganda
[2]Lecturer, Makerere University, 75831 Kampala, Uganda
[3]Civil/Structural Engineer, Eskom Uganda Ltd, 942 Jinja, Uganda
[4]Manager, Dam Safety & Water Resources, UEGCL, 75831 Kampala, Uganda
[5]Chief Executive Officer, UEGCL, 75831 Kampala, Uganda

Abstract. Lake Victoria storage and water levels are affected by changes in precipitation, evapotranspiration, tributary inflows and outflow in the single Nile River outlet at Owen Falls Dam. In May 1964, the lake reached its first highest recorded level of 13.46 m at the Jinja Pier that resulted into the Nile River outflow of 1910 m³/s. Consequently, the decision to construct Owen falls extension later in year 2000 was motivated by the risk assessment to mitigate the potential of regional hydrology reverting to the 1960s conditions. However, the catchment has consistently had above-normal precipitation coupled with accelerating land use changes that have resulted into higher inflows from the lake tributaries. In May 2020, the lake level surpassed the 1964 record, peaking at 13.47 m towards the end of May. These two occurrences (1964 and 2020) greatly affected hydropower generation, disrupted socio-economic activities around the lake and along the river and posed a threat on the safety of Nile Cascade dams. This paper therefore, presents the integrated multi-sectoral framework that was adopted to assess and mitigate the risks involved. The paper also identifies challenges, opportunities, interventions and lessons learnt from such risks and uncertainties.

Résumé. Le stockage et les niveaux d'eau du lac Victoria sont perturbés par les variations de précipitation, d'évapotranspiration, des débits d'affluents et de sortie dans l'unique exutoire du Nil au barrage d'Owen Falls. En mai 1964, le lac a atteint son premier niveau le plus élevé enregistré à 13, 46m à la Jinja Pier, ce qui a entraîné un débit sortant du Nil de 1910 m³/s. Par conséquent, la décision de construire l'extension des chutes Owen en 2000 a été motivée par l'évaluation des risques visant à atténuer le potentiel de retour de l'hydrologie régionale aux conditions des années 1960. Cependant, le bassin versant a toujours eu des précipitations supérieures à la normale couplées à des changements accélérés d'utilisation des terres qui ont entraîné des apports plus élevés en provenance des affluents du lac. En mai 2020, le niveau du lac a dépassé le record de 1964, culminant à 13, 47 m vers la fin de mai. Ces deux événements (1964 et 2020) ont grandement affecté la production hydroélectrique, perturbé les activités socio-économiques autour du lac et le long de la rivière, et ont constitué une menace pour la sécurité des barrages de la Cascade du Nil. Ce document présente donc le cadre multisectoriel intégré qui a été adopté pour évaluer et atténuer les risques encourus. Le document identifie également les défis et opportunités, les interventions effectuées et les leçons tirées de ces risques et incertitudes.

* Corresponding author: irakizawilber@gmail.com

A pragmatic approach to assess the climate resilience of hydro projects

Une approche pragmatique pour l'évaluation de la résilience climatique des projets hydrauliques

Pierre-Yves Bourgin[1*] and *Sandrine* Le-Clerc[1]

[1]ARTELIA, 6 Avenue de Lorraine, 98130 Echirolles, France

Abstract. There is no doubt that the planet is warming quickly. What is uncertain, and hugely so, is the impact the warming will have on the climatologic and hydrologic processes that directly influence performance of existing and planned water-resources related projects, for example hydropower. Therefore, the prospect of climate change has become a key issue for the large dams/reservoirs community. This paper provides first an overview of the increasing awareness of climate change impacts on the performance and reliability of hydro projects within this community. Then, it presents a pragmatic approach to assess the climate resilience of hydro projects. This approach fully complies with the Hydropower Sector Climate Resilience Guide released by International Hydropower Association in 2019. The case study is a hydropower project on St Paul River in Liberia. The paper focuses on the methods and results of the Phase 3 climate stress test, namely the power generation performance under a wide range of different possible future climate scenarios. The modelling cascade is formed by the hydrological model GR4J and a hydropower model supported by Mike Hydro Basin software. It is used to simulate 35+ years of daily hydropower operation.

Résumé. Il ne fait aucun doute que la planète se réchauffe rapidement. En revanche, il existe de fortes incertitudes sur les impacts que ce réchauffement aura sur les processus climatiques et hydrologiques qui influencent directement les performances des projets existants et futurs relatifs aux ressources en eau, comme les infrastructures hydroélectriques. C'est pourquoi la question du changement climatique est devenue un enjeu majeur au sein de la communauté des barrages-réservoirs. Cet article donne d'abord un aperçu de la prise de conscience croissante des impacts du changement climatique sur les performances des projets hydroélectriques au sein de cette communauté. Puis, l'article présente une approche pragmatique pour l'évaluation de la résilience climatique des projets hydroélectriques. Cette approche s'inscrit pleinement dans le cadre du Guide pour la résilience climatique édité par l'Association Internationale de l'Hydroélectricité en 2019. Le cas d'étude présenté dans cet article est un projet d'aménagement hydroélectrique sur le fleuve Saint Paul au Libéria. L'article se concentre sur les méthodes et les résultats du test de stress climatique (phase 3 du Guide), à savoir l'évaluation des performances du projet pour un vaste échantillon de scénarios climatiques futurs possibles. La chaine de modélisation est constituée du modèle hydrologique GR4J et d'un modèle de production supporté par le logiciel Mike Hydro Basin. Elle permet de simuler plus de 30 ans d'opérations journalières de l'aménagement hydroélectrique.

* Corresponding author: pierre-yves.bourgin@arteliagroup.com

Solar-hydro: A new utilization of dam reservoirs

Hydro-solaire : une nouvelle utilisation des réservoirs

Luc Deroo[1], *Yves* Sahut[1], and *Benoit* Defrance[1*]

[1]ISL Ingénierie, 75 Boulevard Macdonald, 75019 Paris, France

Abstract. The dams' water retention can offer new services to develop large solar electrical capacities, whether it be by using floating solar panels, but also by offering a hydraulic storage capacity which can be used in a hybrid way with the solar powerplant to produce dispatchable electricity. The article first approach the main interests for such a hybridization and its stakes and constraints with a focus on an African development. A few ways to operate such a powerplant are then described by using three time-scales: the minute (mainly for dynamic studies), the day (to study energetic placement) and the year (to study the seasons' influence and the optimization of the water retention's management). Two examples are then given to illustrate the actual interest shown to this new way of producing electricity.

Résumé. Les retenues de barrages peuvent offrir de nouveaux services pour le développement de vastes capacités d'électricité solaires, que ce soit par l'implantation de panneaux solaires flottants, mais aussi en offrant une capacité de stockage hydraulique pouvant être mobilisée en hybridation avec la ferme solaire, pour produire une électricité dispatchable. L'article aborde dans un premier temps les intérêts principaux d'une telle hybridation, ainsi que les contraintes et enjeux qui lui sont associés, notamment pour un développement sur le continent africain. Plusieurs fonctionnements sont ensuite décrits à travers le prisme de trois pas de temps : le pas de temps de la minute (pour des études à dominance dynamique), le pas de temps journalier (pour étudier le placement de l'énergie) et le pas de temps annuel (pour étudier les influences saisonnières et optimiser la gestion de la retenue). Deux exemples sont enfin donnés pour illustrer l'intérêt actuel porté à cette nouvelle façon de produire de l'électricité.

* Corresponding author: defrance@isl.fr

Red Rock Hydroelectric Project – New hydro development at an existing flood control dam

Projet hydroélectrique Red Rock – Nouveau développement hydroélectrique à un barrage anti-crue existant

Rachael Bisnett[1*], *Nathaniel* Grossmann[2], *Thomas* Andrews[2], *Darren* Milanowicz[2], and *Hannah* Maas[2]

[1]Stantec, Charlotte, USA
[2]Stantec, Chicago, USA

Abstract. The Red Rock Hydroelectric Project converted the existing Red Rock Dam near Pella, Iowa, from a non-powered dam into a multi-purpose dam. The existing flood control dam was constructed by the U.S. Army Corps of Engineers (USACE) in the 1960s on the Des Moines River near Pella, Iowa. The hydroelectric project was developed by Western Minnesota Municipal Power Agency and generates up to 55 MW with an average annual energy output of 178 gigawatt-hours. The new intake, penstock and powerhouse are located immediately adjacent to the spillway. Construction required large excavations into the upstream and downstream sides of the existing embankment dam and two penetrations through the existing gravity dam monoliths. Extensive water and earth-retention systems, prescriptive construction staging, and a robust dam safety surveillance program were designed to maintain and monitor the integrity of the existing dam throughout construction and avoid impacts to active USACE flood control operations. Construction was completed in 2020. This paper provides an overview of the unique challenges involved with the design and construction of a new hydroelectric project at an existing and active flood control dam.

Résumé. Le projet hydroélectrique Red Rock a converti le barrage Red Rock existant près de Pella, Iowa, d'un barrage non motorisé en un barrage polyvalent. Le barrage anti-inondation existant a été construit par le Corps des Ingénieurs de l'armée américaine (USACE) dans les années 1960 sur la rivière Des Moines près de Pella, Iowa. Le projet hydroélectrique a été développé par la Western Minnesota Municipal Power Agency et produit jusqu'à 55 MW avec une production d'énergie annuelle moyenne de 178 gigawattheures. La nouvelle prise d'eau, la conduite forcée et la centrale électrique sont situées immédiatement à côté du déversoir. La construction a nécessité de grandes excavations dans les côtés amont et aval du barrage en remblai existant et deux pénétrations à travers les monolithes du barrage gravitaire existant. Des systèmes extensifs de rétention d'eau et de terre, des étapes de construction normatives et un programme robuste de surveillance de la sécurité des barrages ont été conçus pour maintenir et surveiller l'intégrité du barrage existant tout au long de la construction et éviter les impacts sur les opérations actives de lutte contre les inondations de l'USACE. La construction a été achevée en 2020. Cet article donne un aperçu des défis uniques liés à la conception et à la construction d'un nouveau projet hydroélectrique sur un barrage anti-crue existant et actif.

* Corresponding author: rachael.bisnett@stantec.com

Integrated System for Multi-Usage Reservoir Management in Sri Lanka

Système intégré de gestion de réservoirs à usage multiple au Sri Lanka

Francois Welt[1*], *Semiu* Lawal[1], *Nimanthi* Manjula[2], and *Sandun* Galappathi[2]

[1]Hatch Ltd, Water Power, 4342 Queen St., Suite 500, Niagara Falls, Ontario, Canada L2E 7J7
[2]MASL, Water Management Secretariat, 500, T.B. Jayah Mawatha, Colombo 10, Sri Lanka

Abstract. The Mahaweli Authority of Sri Lanka (MASL) is responsible for planning the water allocation across five major River systems in Sri Lanka. This includes providing water to the 15 major hydro plants and over 32 irrigation areas. MASL has been using computer models since the1980's to meet the various water demands over the entire system and establish the right balance between the multiple stakeholders as part of the calculation of a seasonal plan (SOP). This includes an evaluation of the risk associated with water shortages for irrigation. As part of an on-going modernization effort, a fully integrated system for multi-use reservoir management (Vista DSSTM) has been developed and implemented to help produce the seasonal plan on an operational basis. It includes a multi objective long and short-term optimization model, extensive data acquisition capability as well as inflow and irrigation water demand forecasting. The system has been designed to dynamically address changes in conveyance maximum capacities due to outages or other unplanned maintenance activities, along with changes in water supply due to expected near-term rain events. The new implementation has been in operation over the last 12 months and is expected to provide greater flexibility in conducting the various analyses, promote higher data integration, and further optimize the use of the country's water resources.

Résumé. La Mahaweli Authority of Sri Lanka (MASL) est responsable de la planification de la répartition de l'eau dans les cinq principaux systèmes fluviaux du Sri Lanka. Cela comprend l'approvisionnement en eau des 15 principales centrales hydroélectriques et de plus de 32 zones d'irrigation. MASL utilise des modèles informatiques depuis les années 1980 pour répondre aux diverses demandes en eau sur l'ensemble du système et établir un juste équilibre entre les multiples parties prenantes dans le cadre du calcul d'un plan saisonnier (SOP). Cela inclut une évaluation du risque associé aux pénuries d'eau pour l'irrigation. Dans le cadre d'un effort de modernisation en cours, un système entièrement intégré de gestion des réservoirs à usages multiples (Vista DSSTM) a été développé et mis en œuvre pour aider à produire le plan saisonnier sur une base opérationnelle. Il comprend un modèle d'optimisation multi-objectif à long et à court terme, une capacité étendue d'acquisition de données ainsi que la prévision des débits entrants et de la demande en eau d'irrigation. Le système a été conçu pour prendre en compte de manière dynamique les changements dans les capacités maximales de transport dus à des pannes ou à d'autres activités de maintenance non planifiées, ainsi que les changements dans l'approvisionnement en eau dus aux événements pluvieux prévus à court terme. La nouvelle mise en œuvre est opérationnelle depuis 12 mois et devrait offrir une plus grande souplesse dans la réalisation des différentes analyses, favoriser une meilleure intégration des données et optimiser davantage l'utilisation des ressources en eau du pays.

* Corresponding author: francois.welt@hatch.com

Use of spatial data for water resources monitoring

Les données spatiales au service du suivi des ressources en eau

Yoann Aubert[1*], *Thomas* Legay[1], *Julien* Verdonck[1], *Damien* Brunel[1], and *Stéphane* Delichere[1]

[1]BRL Ingénierie, 1105 av. Pierre Mendès France, 30001 Nîmes, France

Abstract. Satellites data can be used for the purpose of water resources management, whatever the objectives pursued (strategical management of water resources, management of hydraulic infrastructures, flood and low flow forecasting…). Satellites data do have the advantage to cover the whole world at regularly time-step, including difficult to access territories. The use of satellite data raises some questions: How to assess their quality? How to correct them? What level of confidence can be placed in those data with respect to in situ data? How can we make the best use of them to optimize the hydrological monitoring network? Through several projects and with a variety of scientific and industrial partners (IRD, CNES, CLS, CNRS, CENEAU…), BRL Engineering contributes to assess and to valorise the use of satellites data for water resources management at the scale of a catchment (the Amazon catchment for example) or a territory (Uganda). The objective is to deliver hydrological indicators based on combinations of hydrological models, in-situ data and satellite data, integrated in real time into a water information system. This article presents the current possibilities and limitations of using satellite data to optimize the monitoring of water resources.

Résumé. Les données satellitaires peuvent enrichir le suivi des ressources en eau, quels que soient les objectifs de ce suivi (gestion stratégique des ressources en eau, gestion des ouvrages, prévision des crues et étiages…). Ces données présentent l'avantage de couvrir à pas-de-temps régulier le monde entier, y compris des territoires difficiles d'accès. L'usage de ces données soulève plusieurs questions : comment évaluer leur qualité ? Comment les corriger ? Quelle pertinence au regard des données au sol dont on dispose ? Comment les utiliser pour optimiser le réseau de mesures hydrologiques ? À travers plusieurs projets et avec des partenaires scientifiques et industriels variés (IRD, CNES, CLS, CNRS, CENEAU…) BRL Ingénierie contribue à évaluer et à valoriser l'usage des données satellitaires pour la gestion des ressources en eau à l'échelle d'un bassin-versant (e.g. l'Amazone) ou d'un territoire (l'Ouganda). L'objectif est de délivrer des indicateurs hydrologiques issus de l'association de modèles hydrologiques, de données in-situ et de données satellitaires, intégrés en temps réel dans un système d'information sur l'eau. Cet article présente les possibilités et les limites actuelles de l'utilisation des données satellitaires afin d'optimiser le suivi des ressources en eau.

* Corresponding author: yoann.aubert@brl.fr

Lessons learnt from basin management in Iran and the world (case study Helmand, Danube and Colorado basins)

Enseignements tirés de la gestion des bassins en Iran et dans le monde (étude de cas sur les bassins du Helmand, du Danube et du Colorado)

Faghihi Mohaddess Ali[1*] and *Kianifar* Reza[1]

[1]Dam and Hydropower Dep., YEKOM Consulting Engineers, TEHRAN, Islamic Republic of Iran

Abstract. In recent years, river flow into Sistan dam changed because of construction of dams and expansion of irrigation areas in the upper Helmand basin. Planning for construction of more dams and heightening of Kajaki dam in Helmand basin shall intensify the severity of water shortage of Sistan dam and Hamun Lake. Sistan dam located at downstream of Helmand river on Sistan branch of the Helmand river, power shifts in Afghanistan and expansion of irrigation areas in upstream basins and absence of an integrated authority/management in the basin are the major problems. Political nature of international protocols for management of the basin is another problem for water resource management in the region. Above mentioned issues forced the local water authorities to solve the problems using natural and man-made reservoirs and interlink canals, called Chah-Nimeh dams. This study focused on comparison of Helmand, Danube and Colorado river basins to find possible acts in Helmand basin.

Résumé. Ces dernières années, le débit de la rivière dans le barrage de Sistan a changé en raison de la construction de barrages et de l'expansion des zones d'irrigation dans le bassin supérieur du Helmand. La planification de la construction de plus de barrages et de l'élévation du barrage de Kajaki dans le bassin de Helmand intensifiera la gravité de la pénurie d'eau pour le barrage de Sistan et du lac Hamun. Le barrage du Sistan étant situé en aval de la rivière Helmand sur la branche Sistan de la rivière Helmand, les changements de puissance en Afghanistan, l'expansion des zones d'irrigation dans les bassins en amont et l'absence d'une autorité/gestion intégrée dans le bassin est l'un des problèmes majeurs (pour les terres cultivées en aval). La nature politique des protocoles internationaux de gestion du bassin est un autre problème pour la gestion des ressources en eau dans la région. Les problèmes mentionnés ci-dessus ont forcé les autorités locales de l'eau à résoudre les problèmes en utilisant des réservoirs naturels et artificiels et des canaux interconnectés, appelés barrages Chah-Nimeh. Cette étude s'est concentrée sur la comparaison des bassins du Helmand, du Danube et du Colorado pour trouver des actions possibles dans le bassin du Helmand.

* Corresponding author: ali.mohaddess@yekom.com

How can be combined the multiple uses of water and the good ecological state of aquatic environments? The example of the Verdon

Comment concilier multi-usages de l'eau et bon état des milieux aquatiques ? L'exemple du Verdon

Corinne Guin[1*], *Olivier* Savoye[2], and *Vincent* Kuleza[3]

[1]Parc naturel régional du Verdon, Domaine de Valx, 04360 Moustiers-Sainte-Marie, France
[2]EDF Hydro Méditerranée, Direction Production Ingénierie Hydraulique, 04220 Sainte-Tulle, France
[3]Société du canal de Provence et d'aménagement de la région provençale, Le Tholonet - CS 70064 - 13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France

Abstract. The Verdon started to be brought in during the second half of the 19th century, and then, starting in 1947, for the hydroelectric production and water supply (feeding the region with drinking water, irrigation water or industrial water). It is characterized by the presence of 5 dams. The watershed has remarkable aquatic environments and species. It concentrates all water management uses that may exist at the basin level: major hydroelectric developments, off-basin water transfers, tourism and leisure uses… These often contradictory uses therefore required a suitable tool to organize the sharing of the resource and guarantee their lasting satisfaction of uses while respecting natural balances. The approach of the Water Management and Planning Scheme, based on a broad consultation of local stakeholders in order to achieve shared objectives and a planning document for water and aquatic management policy, was the most appropriate. The SAGE Verdon carried by the Verdon Regional Natural Park was approved in 2014: compromises were reached, balances were reached, in partnership with EDF and the Canal de Provence Company, which exports Verdon water.

Résumé. Le Verdon a commencé à être aménagé dans la seconde moitié du 19e siècle puis à partir de 1947, pour la production hydroélectrique et la fourniture d'eau (alimentation de la Région en eau potable, irrigation et industrielle). Il est ainsi marqué par la présence de cinq barrages. Le bassin versant possède des milieux et espèces aquatiques remarquables. Il concentre tous les usages de gestion de l'eau pouvant exister à l'échelle des bassins : grands aménagements hydroélectriques, transferts d'eau hors bassin, usages touristiques et de loisir… Ces usages souvent contradictoires nécessitaient donc un outil adapté pour organiser le partage de la ressource et garantir leur satisfaction durable dans le respect des équilibres naturels. La démarche du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, fondée sur une large concertation des acteurs locaux afin d'aboutir à des objectifs partagés et à un document de planification de la politique de gestion de l'eau et des milieux aquatiques, était la plus adaptée. Le SAGE Verdon porté par le Parc naturel régional du Verdon a été approuvé en 2014 : une concertation a été menée, des équilibres ont été trouvés, en partenariat avec EDF et la Société du Canal de Provence.

* Corresponding author: cguin@parcduverdon.fr

The key role of PSPs in the future of sunny countries

Le rôle clé des PSPs dans le futur des pays ensoleillés

François Lemperière[1*]

[1]Hydrocoop, France

Abstract. The revenue per capita of various countries is quite proportional to their use of energy which in the future will be essentially through electricity from renewable sources. The rich countries of OECD are far from equator and use 10 000 TWh/year for 1.3 billion people, 8 000 kWh per capita. Their revenue per capita is five-fold the revenue of 5 billion people of sunny countries closer to equator which use 8 000 Twh, i.e., 1 600 kWh per capita. The economic progress of sunny countries is based upon a use close to 6 000 or 8 000 kWh for 7 or 8 billion mid-century, i.e., 50 000 TWh/year. All sources beyond solar will be limited in most sunny countries and the future seems based upon photovoltaic energy (PV) available 8 to 10 hours per day at low direct cost along year, possibly for 40 000 TWh. A key problem will be the storage from day to night of up to 15 000 TWh/year. The best solution may be pump storage plants (PSPs) storing some 10 hours/day for 10 000 TWh/year i.e., 30 TWh/day by a capacity of 3 000 or 4 000 GW. Beyond traditional solutions in mountains there are many opportunities of cost-effective PSPs based upon twin dams along large rivers or upon PSPs at sea along cliffs. Various examples are presented.

Résumé. Le revenu par habitant des différents pays est à peu près proportionnel à leur utilisation d'énergie qui sera essentiellement dans le futur l'électricité à base d'énergies renouvelables. Les pays riches de l'OCDE sont éloignés de l'équateur ; ils utilisent 10 000 TWh/an pour 1.3 milliard d'habitants, soit 8 000 kWh par habitant. Leur revenu par habitant est 5 fois celui de 5 milliards d'habitants des pays ensoleillés plus proches de l'équateur qui utilisent 8 000 TWh, soit 1 600 kWh par habitant. Le progrès économique de ces pays ensoleillés est basé sur l'utilisation de 6 000 à 8 000 kWh pour 7 à 8 milliards d'habitants au milieu du siècle, c'est-à-dire 50 000 TWh. Toutes les sources d'énergie en dehors du solaire seront limitées dans la plupart des pays ensoleillés, dont l'avenir paraît basé sur l'emploi d'énergie photovoltaïque, économique et disponible 8 à 10 heures par jour tout au long de l'année. Un problème clef est donc le stockage du jour à la nuit d'environ 15 000 TWh/an. La meilleure solution paraît l'usage des stations de pompage (STEPs) pouvant stocker 7 à 10 heures par jour pour 10 000 TWh/an, c'est-à-dire 3 TWh/jour par 3 000 ou 4 000 GW de STEPs. Les solutions traditionnelles peuvent être utilisées dans les zones montagneuses et il y a beaucoup de sites pour des STEPs économiques basées sur des barrages jumeaux (twin dams) ou sur des réservoirs à la mer sur des falaises ou le long des falaises. Divers exemples sont présentés.

* Corresponding author: lino@isl.fr

The huge potential of new dams is based upon pumping…

Le grand potentiel de nouveaux barrages est basé sur le pompage…

François Lemperière[1], *Adama* Nombre[2], *Jean-Jacques* Fry[3], and *Luc* Deroo[4*]

[1]Hydrocoop, France
[2]Honorary chairman of ICOLD, Burkina Faso
[3]Chairman of the European ICOLD club, France
[4]Chairman of ICOLD committee on innovation, France

Abstract. Existing dams are mainly used for creating along river reservoirs filled by gravity. The potential of new dams for such uses is limited in most countries by the lack of sites, the competitive cost of wind or solar energy supply and the criticism of environmental impacts. But there is a huge potential of large new reservoirs filled by pumping. Such use will probably be very important after 2030 for storage of wind and solar energy which will become the main sources of electricity. Very large off rivers reservoirs have a huge future as well for seasonal water storage as for floods mitigation. Environmental impacts of such uses are usually better than for traditional ones. Yearly investments for new dams may be in 2040 much more important than ever in the past. Dams' designs may be traditional or innovative.

Résumé. Les barrages existants sont principalement utilisés pour créer le long des rivières des réservoirs remplis par gravité. Le potentiel de nouveaux barrages basés sur cette utilisation est limité par l'absence de sites favorables, le coût compétitif des énergies éolienne et solaire, et les critiques de leurs impacts sur l'environnement. Mais il y a un potentiel très important de nouveaux grands réservoirs remplis par pompage. Cette utilisation sera probablement très importante après 2030 pour le stockage des énergies intermittentes vent et solaire qui deviendront les sources principales d'énergie électrique. De très importants réservoirs hors rivière ont un très grand futur pour le stockage d'eau et le contrôle des crues. Les impacts de ces usages sur l'environnement sont plus favorables que ceux des usages traditionnels. Les investissements annuels pour de nouveaux barrages peuvent être dans vingt ans plus importants que leur maximum dans le passé. Les projets de barrages peuvent être traditionnels ou innovateurs.

* Corresponding author: deroo@isl.fr

Defining the optimum solar/hydro combination

Synergie hydro-solaire : recherche d'un optimum

Marine Bernicot[1*], *Luc* Deroo[2], and *Benjamin* Peltié[2]

[1]ISL Ingénierie, 65 Avenue Clément Ader, 34170 Castelnau-le-Lez, France
[2]ISL Ingénierie, 84 boulevard Marius Vivier Merle, 69485 Lyon Cedex 03, France

Abstract. Hydropower worldwide meets many challenges: size of reservoirs and associated impacts, water resource management and resilience to climate change, dispatchability of power generation and interactions with intermittent renewable energies. In this context, hybridization of hydroelectric power plants with solar power plants seems to be a promising opportunity providing solutions. Through examples, the article explores the ins and outs of such a hybridization: at three time steps, annual, daily/hourly and minute. In particular, it illustrates the methodology for defining the optimum solar/hydro combination, according to a certain number of site-specific parameters: ecological flow, acceptable variations in downstream flow, level of service provided to the Grid (spinning reserve, impacts of clouds), shape of the daily load curve, consideration of other water uses, annual management objectives, etc.

Résumé. L'hydroélectricité doit aujourd'hui répondre à de nombreux défis : dimension des retenues et impacts associés, gestion de la ressource en eau et résilience au changement climatique, pilotabilité de la production électrique et positionnement vis-à-vis des énergies renouvelables intermittentes… Dans ce contexte, l'hybridation des centrales hydroélectriques avec des centrales solaires semble une opportunité prometteuse et pourvoyeuse de solutions. Au travers d'exemples, l'article explore les tenants et aboutissants d'une telle hybridation aux trois pas de temps d'étude, annuel, journalier / horaire et minute. Il illustre en particulier la méthode de définition du couple solaire / hydro optimum, en fonction d'un certain nombre de paramètres spécifiques à chaque site : débit écologique, variations acceptables de débit en aval, niveau de service rendu au réseau (réserve tournante, passage d'un nuage), forme de la courbe de charge journalière, prise en compte des autres usages de l'eau, objectifs de gestion annuelle, etc.

* Corresponding author: bernicot@isl.fr

Feedback from offshore works: Land reclamation in Monaco

Un retour d'expérience pour les ouvrages maritimes : l'urbanisation en mer à Monaco

Yahel Bert[1], *Yves* Stassen[2], and *Hafid* Tabet[*3]

[1]Experte Géotechnique, SOCOTEC INFRASTRUCTURE, 14 av. Gustave Eiffel, 78180 Montigny-le-Bretonneux, France
[2]Directeur Technique, SAM Anse du Portier, 98000, Monaco
[3]Expert Travaux maritimes et fluviaux, 397 Corniche Kennedy, 13007 Marseille, France

Abstract. The land reclamation project in Monaco is a recent technical reference, of which we present in this article the most innovative technical solutions, designed to meet both geological, geotechnical and severe ocean-meteorological site conditions as well as required specifications (service life of structures more than 100 years, strict limitation of the impact of the project on the surrounding ecosystem). Original solutions have been developed for the design of the 6 ha of land reclamation including a belt formed by a riprap embankment to be vibro-compacted at depths up to -50m. This dike is used as a base for a series of 18 low reflecting caissons, of 10 000 t per unit, in reinforced concrete, prefabricated at the port of Marseille in sliding formwork, of which the concrete and the reinforcement system were the object of specific studies for the justification of the durability of the structure. The rear backfill, serving as added soil, is placed on partially purged sedimentary soil layers which required different treatments in order to avoid the risk of liquefaction and to guarantee compliance with the long-term settlement objectives (maximum settlements between 1,5 and 9 cm depending on the types of buildings and foundations selected).

Résumé. Le projet d'urbanisation en mer à Monaco est une référence technique récente dont nous présentons dans cet article les solutions techniques les plus innovantes, recherchées pour répondre tant aux conditions géologiques, géotechniques et océano-météorologiques difficiles du site qu'au cahier des charges très exigeant (durée de service des ouvrages supérieure à 100 ans, limitation très stricte de l'impact du projet sur l'écosystème environnant). Des solutions originales ont été développées pour la conception de l'infrastructure maritime constituant une extension en mer du territoire monégasque de 6 ha. L'ouvrage comporte une digue à talus en enrochements naturels devant être vibrocompactés à des profondeurs allant jusqu'à -50 m. Cette digue sert d'assise à une série de 18 caissons à paroi ajourée, de 10 000 t l'unité, en béton armé, préfabriqués au port de Marseille en coffrage glissant, dont le béton et le système d'armature ont fait l'objet d'études spécifiques pour la justification de la durabilité de la structure. Le remblai arrière, servant de sol rapporté, est posé sur des couches de sol sédimentaires partiellement purgées qui ont nécessité différents traitements afin d'éviter le risque de liquéfaction et de garantir le respect des objectifs de tassement à long terme (tassements maximums compris entre 1,5 et 9 cm selon les types de bâtiments et de fondations retenus).

* Corresponding author: hafid.tabet@orange.fr

Hydropower as a catalyst for the energy transition within the European Green Deal - Part I: Urgency of the Green Deal and the role of Hydropower

L'hydro-électricité catalyseur de la transition énergétique du Pacte Vert européen - Partie I : l'urgence du Pacte Vert et le rôle de l'hydro-électricité

Jean-Jacques Fry[1*], *Anton J.* Schleiss[2], and *Mark* Morris[3]

[1]J-JFRY Consulting, 8 Praz du Nant, Bassens, France
[2]Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Station 18, CH - 1015 Lausanne, Switzerland
[3]HR Wallingford, Howbery Park, Wallingford OX108BA, UK

Abstract. The European Union has the ambition to be the first carbonneutral continent by 2050. To fulfil this objective and integrate into the grid the large amount of power from solar and wind, Europe can rely upon the high storage and flexible capacity of hydropower. Thus, new reservoirs and innovative use of current reservoirs will be needed to provide an effective contribution to this unprecedented European Green Deal. The project Hydropower Europe, funded by the H2020 research programme, is tasked with identifying innovative uses of reservoirs and prioritizing the associated innovation actions targeting an energy system with high flexibility and renewable share. The project deliverables are a Research and Innovation Agenda (RIA) listing the top strategic research and innovation directions and a Strategic Industry Roadmap (SIR) addressing non-technical actions and requests for the hydropower sector. This paper describes the vision of the project: "Hydropower as a catalyst for the energy transition". In this paper (Part I), the Green Deal and the role of hydropower are outlined and discussed. In Part II of the paper, after highlighting the complex environment that hydropower is situated within in Europe, and the challenges of biodiversity, the main innovation and research directions (extracted from the RIA) and the main steps for combining multipurpose hydropower, in a sustainable, efficient and cost-effective manner (extracted from the SIR), are presented.

Résumé. L'Union européenne a l'ambition d'être le premier continent neutre en carbone d'ici 2050. Pour atteindre cet objectif et intégrer dans le réseau d'électricité la quantité d'énergie croissante provenant du solaire et de l'éolien, l'Europe peut compter sur l'importante capacité de stockage et de flexibilité de l'hydroélectricité. Ainsi, de nouveaux réservoirs et une utilisation innovante des réservoirs actuels seront nécessaires pour apporter une contribution efficace à ce « Pacte Vert » européen sans précédent. Le projet Hydropower Europe lancé par le programme de recherche H2020 est chargé de définir les utilisations innovantes requises des réservoirs et de fixer la priorité des innovations associées visant un système énergétique à haute flexibilité basé sur les énergies renouvelables. Les livrables du projet sont un programme de recherche et d'innovation (RIA) énumérant les principales orientations stratégiques en matière de recherche et d'innovation et une feuille de route stratégique pour l'industrie (SIR) traitant des actions et des demandes non techniques pour le secteur de l'hydroélectricité. Ce document décrit notre vision : « L'hydroélectricité comme catalyseur de la transition énergétique ». Dans cette première partie de rapport, le Pacte Vert et le rôle de l'hydro-électricité sont décrits et discutés. Dans la seconde partie du rapport, après avoir souligné l'environnement complexe dans lequel se situe l'hydroélectricité en Europe et les défis de la biodiversité, les principales innovations et directions de recherche extraites du RIA et les principales étapes (issues de la SIR) pour combiner les usages multiples de l'hydroélectricité d'une manière durable, efficace et rentable, sont présentées.

* Corresponding author: jean-jacques.fry@wanadoo.fr

Hydropower as a catalyst for the energy transition within the European Green Deal - Part II: The complex environment for hydropower, biodiversity challenges and the main innovation and research directions

L'hydro-électricité catalyseur de la transition énergétique du Pacte Vert européen - Partie II : l'environnement complexe de l'hydro-électricité, les défis de la biodiversité et les pistes primordiales de recherche et développement

Jean-Jacques Fry[1*], *Anton J.* Schleiss[2], and *Mark* Morris[3]

[1]J-JFRY Consulting, 8 Praz du Nant, Bassens, France
[2]Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), Station 18, CH - 1015 Lausanne, Switzerland
[3]HR Wallingford, Howbery Park, Wallingford OX108BA, UK

Abstract. The European Union has the ambition to be the first carbon-neutral continent by 2050. To fulfil this objective and integrate into the grid the large amount of power from solar and wind, Europe can rely upon the high storage and flexible capacity of hydropower. Thus, new reservoirs and innovative use of current reservoirs will be needed to provide an effective contribution to this unprecedented European Green Deal. The project Hydropower Europe, funded by the H2020 research programme, is tasked with identifying innovative uses of reservoirs and prioritizing the associated innovation actions targeting an energy system with high flexibility and renewable share. The project deliverables are a Research and Innovation Agenda (RIA) listing the top strategic research and innovation directions and a Strategic Industry Roadmap (SIR) addressing non-technical actions and requests for the hydropower sector. This paper describes the vision of the project: "Hydropower as a catalyst for the energy transition". In Part I of this paper, the Green Deal and the role of hydropower were outlined and discussed. In this Part II, after highlighting the complex environment for hydropower in Europe, and the challenges of biodiversity, the main innovation and research directions extracted from the RIA and the main steps of the SIR for combining multipurpose hydropower, in a sustainable, efficient and cost-effective manner, are presented.

Résumé. L'Union européenne a l'ambition d'être le premier continent neutre en carbone d'ici 2050. Pour atteindre cet objectif et intégrer dans le réseau d'électricité la quantité d'énergie croissante provenant du solaire et de l'éolien, l'Europe peut compter sur l'importante capacité de stockage et de flexibilité de l'hydroélectricité. Ainsi, de nouveaux réservoirs et une utilisation innovante des réservoirs actuels seront nécessaires pour apporter une contribution efficace à ce « Pacte Vert » européen sans précédent. Le projet Hydropower Europe lancé par le programme de recherche H2020 est chargé de définir les utilisations innovantes requises des réservoirs et de fixer la priorité des innovations associées visant un système énergétique à haute flexibilité basé sur les énergies renouvelables. Les livrables du projet sont un programme de recherche et d'innovation (RIA) énumérant les principales orientations stratégiques en matière de recherche et d'innovation et une feuille de route stratégique pour l'industrie (SIR) traitant des actions et des demandes non techniques pour le secteur de l'hydroélectricité. Ce document décrit notre vision : « L'hydroélectricité comme catalyseur de la transition énergétique ». Dans la première partie de ce rapport, le Pacte Vert et le rôle de l'hydro-électricité sont décrits et discutés. Dans la seconde partie du rapport, après avoir souligné l'environnement complexe dans lequel se situe l'hydroélectricité en Europe et les défis de la biodiversité, les principales innovations et directions de recherche extraites du RIA et les principales étapes de la SIR pour combiner les usages multiples de l'hydroélectricité d'une manière durable, efficace et rentable, sont présentées.

* Corresponding author: jean-jacques.fry@wanadoo.fr

Société du Canal de Provence's position in water sharing in Provence

La place de la Société du Canal de Provence dans le partage de l'eau en Provence

Annie Randrianasolo[1*], *Catherine* Casteigts[1], *Jean-François* Brun[1], *Bruno* Grawitz[1], and *Benoit* Moreau[1]

[1]Société du Canal de Provence et d'aménagement de la région provençale, Le Tholonet – CS70 064, 13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France

Abstract. The water sharing discussed in this article focuses mainly on the Durance-Verdon system, which directly supplying the SCP and its regional concession. These rivers are also the main surface water resources of Provence. The system is made up of significant hydraulic infrastructures: first the storage upstream Durance (Serre-Ponçon) and upstream Verdon (Castillon and Sainte-Croix) rivers, then the transfer to the south of the Region on the heavily populated Mediterranean coastal areas. The large reservoirs upstream of the basin are largely under the EDF concession, SCP is the regional concessionaire of the Provence canal, whose water resources come mainly from the Verdon. SCP is in charge of water supply and distribution throughout the PACA region as far as the Alpes-Maritimes. In its day-to-day water resources management, SCP ensures rational management of resource and focuses on water saving in order to anticipate climate change and its uncertainties.

Résumé. Le partage de l'eau abordé dans cet article se concentre principalement sur le système Durance-Verdon alimentant directement la concession régionale de la Société du Canal de Provence. Ces rivières constituent également les principales ressources en eau superficielles de la Provence. Le système est composé d'infrastructures hydrauliques importantes : d'abord de stockage sur la Durance amont (Serre-Ponçon) et sur le Verdon amont (Castillon et Sainte-Croix), ensuite de transfert vers le reste de la Région, notamment sur les zones littorales méditerranéennes fortement peuplées. Les grandes retenues en amont du bassin sont en grande partie sous la concession d'EDF, la SCP étant concessionnaire du canal de Provence, dont les ressources en eau sont principalement issues du Verdon. La SCP a la responsabilité de l'acheminement et de la distribution des eaux dans toute la Région PACA jusque dans les Alpes-Maritimes. Dans sa gestion quotidienne de la ressource en eau, la SCP veille à une gestion rationnelle de la ressource et est tournée vers l'économie d'eau afin de se prémunir au mieux du changement climatique et de ses incertitudes.

* Corresponding author: annie.randrianasolo@canal-de-provence.com

Two interconnected water transfers for irrigation and drinking water, a structuring project for the high plains of Setif

Deux transferts d'eau interconnectés pour l'irrigation et l'eau potable, un projet structurant pour les hautes plaines sétifiennes

Vincent Jouve[1*], *Abdelghani* Si- Chaib[2], and *Guillaume* Souchon[3]

[1]SUEZ-CONSULTING-SAFEGE, 18 rue Félix Mangini, 69009 Lyon, France
[2]TRACTEBEL ENGINEERING S.A., 5 Rue du 19 Mars 1962, 92622 Gennevilliers, France
[3]SGI INGENIERIE SA, Chemin du Pont-du-Centenaire 110 CH, 1228 Plan-les-Ouates, Genève Suisse

Abstract. The "High Plains of Setif" is a mega water transfer project located in Northern Algeria and is divided into two systems: the Western system and the Eastern system. The Western system consists of a new dam and a water transfer of over twenty kilometres and aims at providing irrigation and drinking water for the Setif region. The Eastern system consists of two new dams and a water transfer of more than fifty kilometers, and aims to transfer water between the dams of Tabellout (Oued Djendjen) and Draa Diss for irrigation and l drinking water in the El-Eulma region. The whole project concerns a volume of 310 million m3 water per year transferred for the irrigation of 40,000 hectares, and drinking water for more than 1,300,000 inhabitants by 2040. The aim of this report is to present the mega project of the "High Plains of Setif", which constitutes a first experience in Algeria ensuring the interconnection of several reservoirs in the territories to be irrigated. Some design adaptations as well as the multi-use of water in the project will also be discussed.

Résumé. Les « Hautes Plaines Sétifienne » est un méga projet de transfert d'eau situé dans le nord de l'Algérie, réparti en deux systèmes : le système Ouest et le système Est. Le système « Ouest » qui se compose d'un nouveau barrage et d'un transfert d'eau de plus de vingt kilomètres reliant le barrage existant d'Eghil Emda au barrage de Mehaoune, vise à fournir l'irrigation et l'eau potable pour la région de Setif. Le système « Est » se compose de deux nouveaux barrages et d'un transfert d'eau de plus de cinquante kilomètres, et vise à transférer l'eau entre les barrages de Tabellout (Oued DJendjen) et de Draa Diss pour l'irrigation et l'eau potable à la région El-Eulma. L'ensemble concerne un volume d'eau transféré de 310 millions de m3 par an pour l'irrigation de 40 000 hectares et l'eau potable pour plus de 1 300 000 habitants à l'horizon 2040. Le projet aux dimensions hors norme, constitue une première en Algérie assurant l'interconnexion de plusieurs réservoirs dans les territoires à irriguer. Quelques adaptations de conception ainsi que le multiusage de l'eau dans le projet seront également discutées.

* Corresponding author: vincent.jouve@suez.com

In May-June 2022, the French Committee for Dams and Reservoirs (CFBR) will host the 27th Congress and the 89th annual meeting of the International Commission on Large Dams (ICOLD-CIGB) in Marseille. As part of this global event, the CFBR will be organizing a symposium on the role of dams and particularly on the multi-use of water that these dams make possible. This theme has been particularly important for at least two decades and continues to focus the attention of more and more leaders around the world.

The dam profession is deeply involved in the question of the multiple use of water. ICOLD also attaches great importance to this theme. The French Committee for Dams and Reservoirs is therefore seizing the opportunity of the 27th ICOLD Congress in France in 2022 to organize a Symposium on this topic, with the wish to involve all the relevant stakeholders. Both technical and societal, its theme “Sharing Water: Multi-Purpose of Reservoirs and Innovations” fundamentally touches on the role of dams in our societies in their traditional functions, such as water supply to populations, irrigation and electricity generation, but also as protection against floods, support of low water levels and more recreational uses. We will talk about our experiences on multi-purpose reservoirs and their adaptation to today’s new challenges, such as the water resource, energy storage, climate change and environment.

The Symposium is now publishing within this book about 100 articles from 19 countries selected by its International Scientific Committee. It constitutes a complete state of the art of the question of the multiple-purpose of reservoirs in the world.

edp sciences