

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2016



www.crealp.ch

Rue de l'Industrie 45
CH-1951 Sion
Suisse

Rédaction & Design : les collaborateurs

Photos : couverture: Bassin de la rivière Cañete, Pérou - © crealp/Javier García ; p. 2: À l'amont du lac Ausangatecocha, Pérou - © crealp/Javier García ; p. 4: Dépôt lave torrentielle, Guggigrabe, Valais - © crealp/Chloé Veuthey ; p. 12: Barrage de Moiry, Valais - © crealp/Javier García ; p. 22: Lac, Derborence, Valais - © crealp/Javier García ; p. 30: Cordillère de Vilcanota dans les Andes, Pérou - © crealp/Javier García ; p. 36: Passerelle en bois, Derborence, Valais - © crealp/Javier García ; p. 38: Vue sur la plaine du Rhône depuis tour de Saillon, Valais - © crealp/Javier García ; p. 44: Ausangate, Pérou - © crealp/ Javier García ; p. 50: Azulcocha, Chicón, Pérou - © crealp/ Javier García ; p. 52: Vue depuis le bisse de Trient, Valais - © crealp/Javier García

Impression : CREALP

© crealp 2017

RISQUES NATURELS	4		
CRUES	6		
• MINERVE - Système pour la prévision et la gestion des crues en Valais	6		
• SismoRiv - Mesure du charriage à l'aide de capteurs sismiques à bas coût	7		
• CRUEX++ - Estimation des crues extrêmes dans des bassins alpins pour la vérification de la sécurité des ouvrages d'accumulation	8		
• Assimilation de données en temps réel pour la modélisation hydrologique et la prévision de crues dans des bassins alpins aménagés	9		
INSTABILITÉS DE TERRAIN	10		
• GUARDAVAL - Système cantonal de surveillance des terrains instables	10		
• Portail OFEV changement climatique	11		
RESSOURCES NATURELLES	12		
EAU	14		
• Surveillance des eaux souterraines	14		
• Réseau national d'observation des eaux souterraines NAQUA-QUANT	14		
• Le projet Réchy	15		
• Grundwasserproblematik - Visp	16		
• Projet ReservAqua - Caractérisation des ressources hydriques à l'échelle d'un territoire transfrontalier : la dimension cachée du château d'eau	16		
• Gestion de l'eau et changement climatique dans le bassin versant de la rivière Jinsha - Chine	18		
• Glaciers+ - Gestion de l'eau en région de montagne et changement climatique - Pérou	19		
SOUS-SOL	20		
• Géocadastre - Cadastre cantonal des sondages géologiques	20		
• Roches et carrières du Valais	21		
OUTILS & SERVICES	22		
CARTES & SIG	24		
• Systèmes d'information à référence spatiale cantonaux pour les dangers naturels	24		
LOGICIELS	25		
• RS MINERVE - Outil de modélisation hydrologique et hydraulique	25		
• TeREsA - Outil de traitement de données	25		
		FORMATION	26
		• Modélisation hydrologique et hydraulique	26
		EXPERTISES	27
		• Expertises en modélisation hydrologique et hydraulique	27
		• Commission nationale de l'Atlas hydrologique Suisse	27
		• Calcul des crues rares et extrêmes pour la Vispa et la Borgne	27
		• Analyse et actualisation des coefficients de pluviométrie en Valais pour le calcul des pluies de projet	27
		• Validation de données hydrométriques pour Grande Dixence SA	28
		• Réseau Tchad Phase 2	28
		• Suivi des projets de Master et de semestre	28
		• Analyse des hydrogrammes de crues des stations OFEV du Canton du Valais	28
		TÂCHES INSTITUTIONNELLES	29
		• Gestion des préavis de construction en zones de danger Rhône	29
		COMMUNICATION SCIENTIFIQUE	30
		CONFÉRENCES & SÉMINAIRES	32
		PUBLICATIONS	33
		PARTENARIATS	36
		ORGANISATION	38
		• Le CREALP	39
		• Collaboratrices & collaborateurs	40
		• Abréviations	43
		FINANCES	44
		PROGRAMME	50
		REMERCIEMENTS	52

RISQUES NATURELS



MINERVE - Système pour la prévision et la gestion des crues en Valais

SismoRiv - Mesure du charriage à l'aide de capteurs sismiques à bas coût

CRUEX++ - Estimation des crues extrêmes dans des bassins alpins pour la vérification de la sécurité des ouvrages d'accumulation

Assimilation de données en temps réel pour la modélisation hydrologique et la prévision de crues dans des bassins versants aménagés

Guardaval - Système cantonal de surveillance des terrains instables

Portail OFEV changement climatique

MINERVE - Système pour la prévision et la gestion des crues en Valais

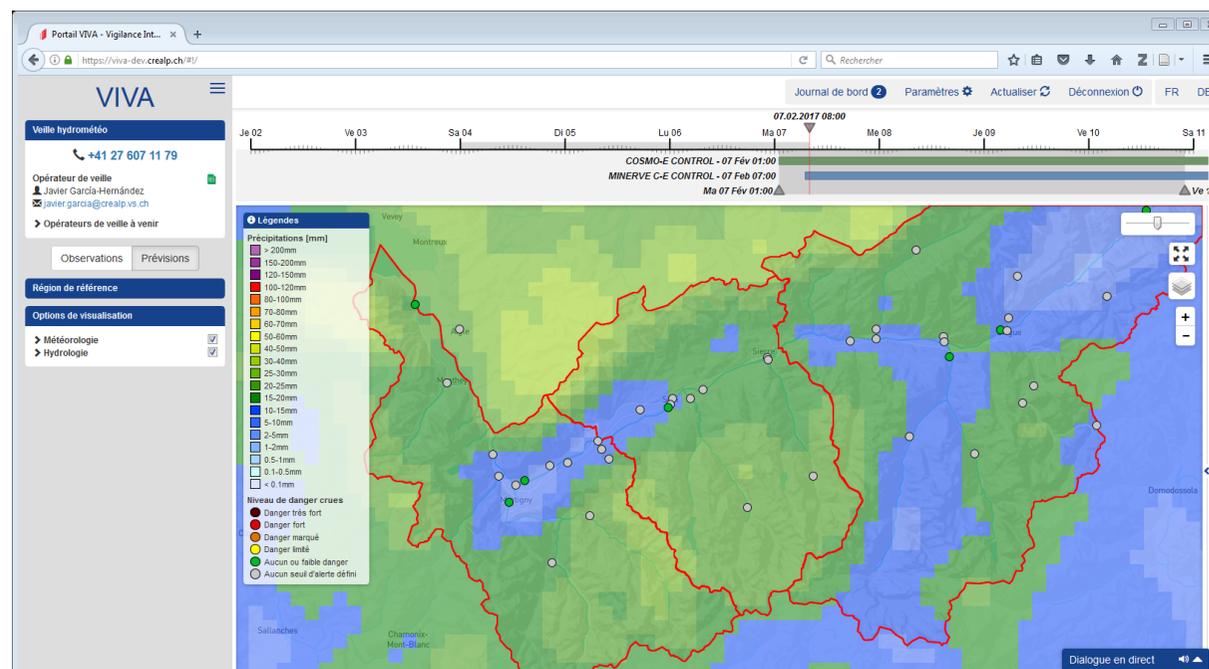
En 2011, le Canton du Valais a décidé de se doter des moyens lui permettant d'assurer une meilleure surveillance des crues du Rhône au moyen de prévisions hydrométéorologiques. Cette volonté s'est traduite par la mise en place du système MINERVE ainsi que des procédures et des structures opérationnelles et organisationnelles permettant de gérer l'intégralité du dispositif de surveillance depuis la collecte des données de base jusqu'à la transmission des informations nécessaires à l'anticipation, à la préparation et à la gestion d'une situation de crise par les organes cantonaux correspondants (OCC, CERISE, CIR).

Le déploiement d'un réseau de surveillance hydrométrique des cours d'eau latéraux lié à l'élaboration d'un concept cantonal de gestion locale des dangers naturels, notamment des dangers hydrologiques, permet de redéfinir le périmètre d'action de MINERVE. Celui-ci s'élargit progressivement au suivi des situations à risque dans les vallées latérales, ce qui aura également un effet positif sur la surveillance et la prévision des crues du Rhône.

Soucieux de capitaliser sur le dispositif mis en œuvre, le Canton, via la Section H2G-SRTCE et

l'Office OCCR3, continuent de soutenir la poursuite des développements qui permettent d'améliorer le système MINERVE et de mettre en place d'autres fonctionnalités aptes à consolider la prise de décision, comme c'est notamment le cas avec le nouveau site pour la Vigilance des Intempéries en Valais (VIVA).

OCC : Organe Cantonal de conduite
CERISE : Cellule Scientifique de Crise
CIR : Cellule d'Intervention d'urgence du Rhône



Nouveau portail cantonal pour le suivi et l'analyse des prévisions hydrométéorologiques

SismoRiv - Mesure du charriage à l'aide de capteurs sismiques à bas coût

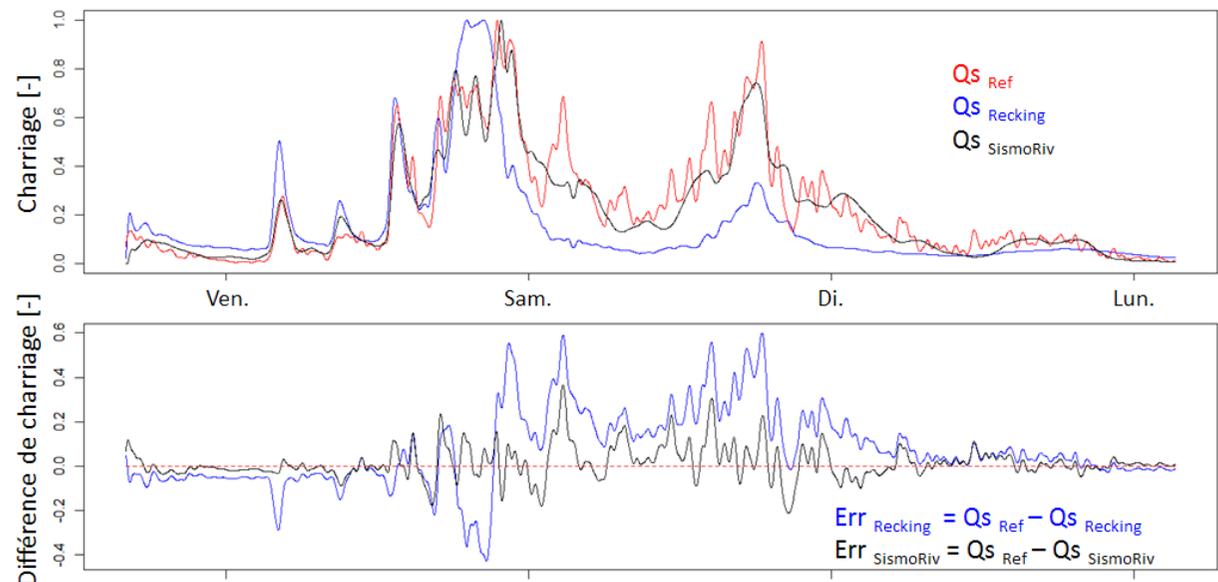
Les flux liquides et solides transitant au sein d'un cours d'eau génèrent des vibrations qui se propagent à l'extérieur du lit. Sur la base de ces observations, confirmées par de récentes études, le CREALP a proposé une nouvelle approche axée sur l'utilisation de capteurs sismiques à bas coût installés dans les berges de la rivière.

Avec le soutien de l'OFEV dans le cadre de son programme de Promotion des technologies environnementales, une solution de mesure (SismoRiv) a été développée en collaboration avec la HES-SO de Sion et la société TETRAEDRE. Le prototype, conçu en 2015 a permis de réaliser une première série de mesures qui ont été mises en relation avec les mesures effectuées par la station de référence équipée des «Swiss Plate Geophones».

Ce premier test permet d'attester la faisabilité du concept de mesure. L'analyse préliminaire des résultats obtenus confirme l'existence, au sein du signal sismique mesuré, de différentes composantes fréquentielles représentatives des fractions liquides et solides du débit. Le débit solide (Q_s SismoRiv) déduit des mesures sismiques réalisées avec la solution SismoRiv montre une bonne corrélation avec les

débits fournis par la station de référence (Q_s Ref) et un gain significatif par rapport aux estimations obtenues à l'aide des formules de la littérature (Q_s Recking). Ces résultats encourageants mettent en évidence le potentiel de la solution de mesure SismoRiv pour le monitoring du charriage.

Afin de valider la solution de mesure, il est nécessaire de démontrer la reproductibilité des résultats dans le temps et dans l'espace. Un protocole de mesure a été défini et des mesures complémentaires ont été effectuées lors de l'été 2016. Les données récoltées sont en cours d'analyse.



Comparaison d'estimations normalisées du charriage sur le site de Zinal obtenues via différentes approches métrologiques et numériques

CRUEX++ - Estimation des crues extrêmes dans des bassins alpins pour la vérification de la sécurité des ouvrages d'accumulation

Le projet Cruex++, financé par l'OFEN et développé au Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) de l'EPFL entre 2012 et 2016, a permis de développer une approche combinant les statistiques et la modélisation hydrologique. Le projet a mené à la formulation d'une méthodologie novatrice et prête à l'emploi pour adresser la problématique complexe des estimations des crues extrêmes pour la vérification de la sécurité des ouvrages d'accumulation.

Pour cela, le projet a été confronté à un certain nombre de défis scientifiques. Le CREALP a collaboré comme partenaire scientifique dans les analyses de la distribution temporelle des précipitations, du couple précipitations-température lors des événements extrêmes et de l'influence des conditions initiales des modèles hydrologiques sur les hydrogrammes de crue.

Cette nouvelle méthodologie holistique pour l'estimation des crues extrêmes permet de générer des hydrogrammes de crue et d'attribuer une période de retour à leur débit de pointe. L'outil informatique de base pour l'application de la méthodologie est le logiciel de modélisation hydrologique et hydraulique

RS MINERVE combiné avec le plugin Cruex++, créé lors du projet de recherche.

Plus d'information sur le projet :

<https://cruex.crealp.ch>



©Fondation Le Relais 2016

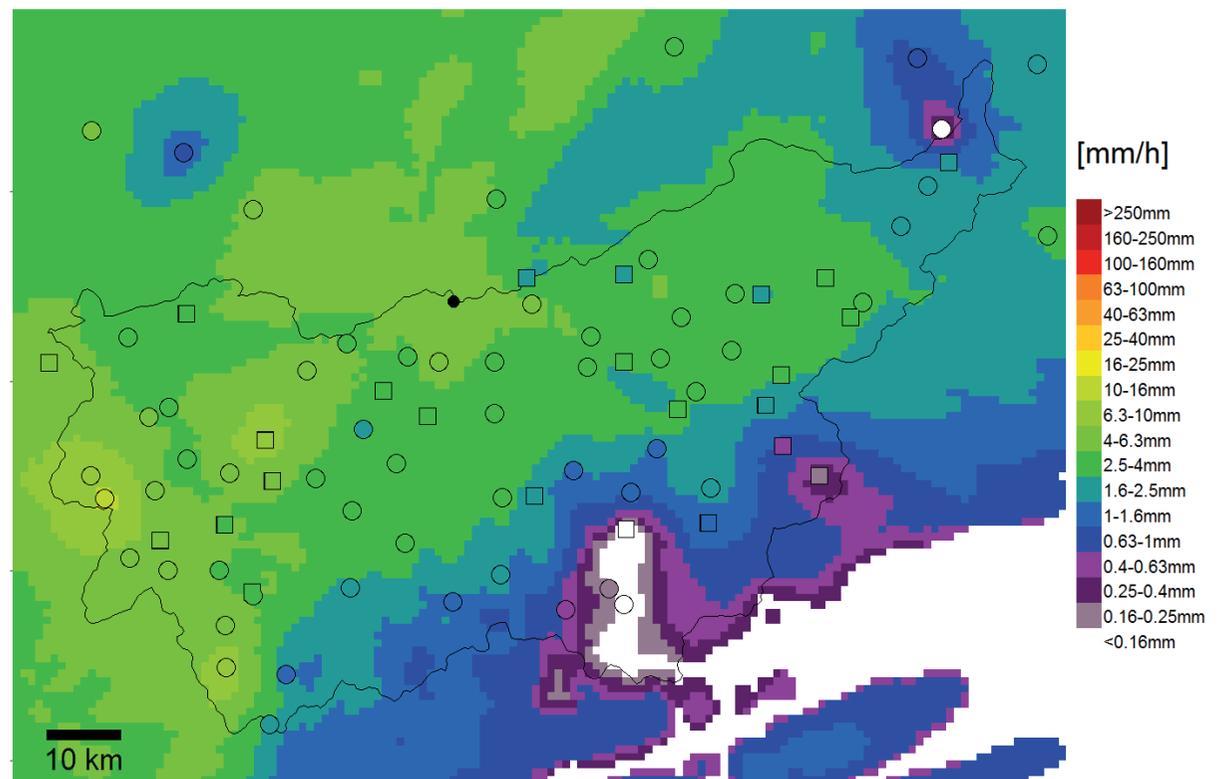
Assimilation de données en temps réel pour la modélisation hydrologique et la prévision de crues dans des bassins alpins aménagés

Le système de prévision de crues du Canton du Valais (système MINERVE) est opérationnel depuis 2013. Afin de poursuivre son développement, le CREALP finance l'intégralité d'une thèse de doctorat réalisée à l'EPFL et débutée en 2015. Menée en partenariat avec le Canton du Valais, MétéoSuisse, HydroCosmos et l'Universitat Politècnica de València (UPV), elle a pour but d'améliorer certaines composantes du système MINERVE, notamment une meilleure distribution spatiale des précipitations, une amélioration du calage du modèle et l'intégration en temps réel des dernières observations dans le système de prévision.

Durant l'année 2016, le travail s'est principalement concentré sur la spatialisation des précipitations, avec pour objectif d'estimer au mieux les précipitations sur l'ensemble du territoire du Canton. Pour ce faire, une méthodologie basée sur le co-krigeage avec dérive externe, combinant les données des radars météorologiques avec celles des stations au sol, principalement des réseaux MétéoSuisse et Meteogroup, a été développée et sera achevée en 2017. Le travail d'analyse réalisé dans le cadre de

cette première phase a permis d'étudier en détail les données à disposition, d'identifier les difficultés que peuvent représenter la combinaison de ces données ainsi que d'évaluer l'incertitude liée au résultat de l'interpolation.

Lors de la seconde phase du projet (2017), le calage du modèle sera amélioré afin de réduire les écarts entre débits simulés et débits observés. Une attention particulière sera donnée au modèle de fonte de neige pour reproduire au mieux la fonte nivale au printemps.



Précipitations spatialisées et observations au sol des réseaux MétéoSuisse (cercle) et Meteogroup (carré). ©crealp 2016

GUARDAVAL - Système cantonal de surveillance des terrains instables

Consécutivement à des chutes de blocs survenues au niveau de la falaise des Trappistes et celle de Deibfels, le système de surveillance GUARDAVAL a été mis en exploitation au cours l'automne 2003 aux fins de maintenir ouverts l'accès routier au tunnel du Gd-St-Bernard et celui conduisant à la station de Saas-Fee. À l'instigation du géologue cantonal, le CREALP en avait réalisé la conception et la société Etrelec le développement. Depuis lors, le CREALP assure l'infogérance et la maintenance du système pour le compte de la Section H2G du SRTCE. Le réseau de mesure a constamment évolué au fil du temps et, fin 2016, se composait de 58 stations de mesure :

- 18 stations dédiées à la surveillance des instabilités de falaises;
- 9 stations hydrogéologiques pour le suivi des glissements de terrain;
- 23 stations hydrologiques sur le Rhône et ses principaux affluents (réseau hydrométrique cantonal);
- 8 stations météo (précipitations, température de l'air, hauteur de neige).

Durant ces 13 années d'exploitation, GUARDAVAL a démontré sa fiabilité et son efficacité dans la gestion

des risques naturels en milieu alpin. Désormais vieillissant, le système va être prochainement l'objet d'une refonte avec comme objectif de disposer d'un outil métier évolutif et mieux adapté aux besoins actuels en matière d'aide à la décision.

Ces travaux concerneront aussi bien l'acquisition des informations, avec l'intégration des données via le système centralisé d'acquisition SODA qui a été mis en place par le Canton du Valais et qui sera opérationnel début 2017, que la publication des informations via une interface web moderne et basée sur des technologies aux standards actuels. Cette refonte permettra en outre de gérer de nouveaux types de données, comme les mesures issues de stations totales ou d'antennes GPS fixes et de disposer de nouveaux outils d'analyse et de représentation de données spatiales. Le nouveau portail devrait également permettre à terme d'accéder aux données rattachées aux différentes actions de surveillance locales exercées sous mandats cantonaux, communaux ou privés, offrant ainsi une supervision globale à l'échelle du territoire cantonal de l'activité des mouvements de versants mis sous observation.

Portail OFEV changement climatique

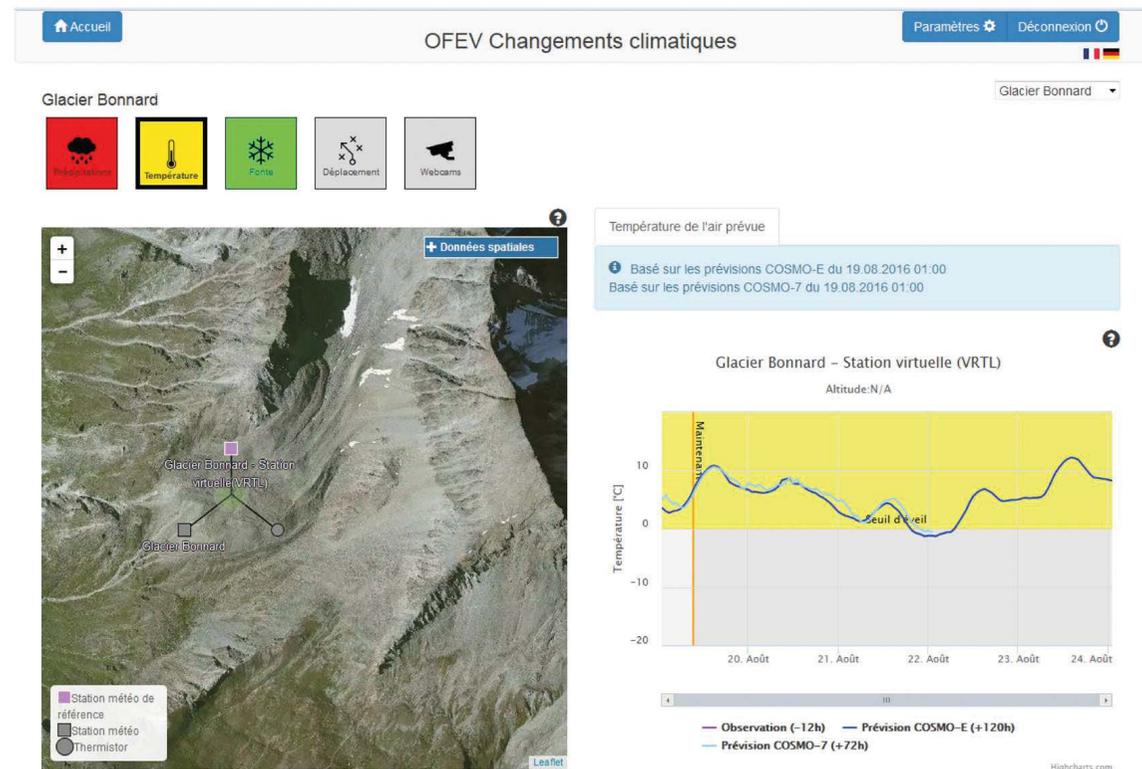
Dans le cadre du programme pilote «adaptation aux changements climatiques» de l’OFEV et avec le soutien du Canton du Valais, un outil d’aide à la décision a été développé pour la gestion des dangers inhérents de la dégradation du permafrost en milieu alpin. Basé sur le calcul d’une série d’indicateurs météo-climatiques directs (précipitations, températures air/sol, fonte de la neige) et indirects (déplacements du glacier rocheux, surveillance photographique), ce système doit permettre aux spécialistes dangers naturels communaux, sur la base de données opérationnelles objectives (observations, prévisions), de détecter et d’anticiper les situations potentiellement à risques en matière de danger laves torrentielles.

Une fois collectées, consolidées et agrégées, les données sont présentées à l’utilisateur sous forme de vues métiers adaptées (graphiques, cartes, indicateurs) via un tableau de bord interactif permettant de croiser et de confronter toutes les informations disponibles tout en offrant une vision synthétique de la situation courante des sites mis sous surveillance. Le développement du portail a été réalisé par une équipe pluridisciplinaire, intégrant, outre des informaticiens, des spécialistes en dangers naturels et permafrost qui ont apporté leurs connaissances de la structure et de la dynamique des systèmes périglaciaires dans le choix des paramètres et des indicateurs utiles à la prise de décision

Un premier test opérationnel réalisé au cours du printemps-été 2016 avec les communes de St-Niklaus et de Zinal a permis d’évaluer l’efficacité de l’outil en terme de détection de situations de danger et de contrôler le comportement des différents indicateurs. Le retour d’expérience qui s’en est suivi a permis d’apprécier son apport dans le processus de surveillance des sites sous observation. Les

informations recueillies vont permettre d’améliorer l’adéquation de l’outil aux besoins et pratiques des responsables locaux en charge de la gestion des dangers naturels.

À terme, cet outil est destiné à intégrer la future plateforme cantonale de surveillance des mouvements de versants GUARDAVAL 2.0.



Nouveau portail cantonal pour le suivi et l’analyse des prévisions hydrométéorologiques

RESSOURCES NATURELLES



Surveillance des eaux souterraines

Réseau national d'observation des eaux souterraines NAQUA-QUANT

Le projet Réchy

Grundwasserproblematik - Visp

Projet ReservAqua - Caractérisation des ressources hydriques à l'échelle d'un territoire transfrontalier : la dimension cachée du château d'eau

Gestion de l'eau et changement climatique dans le bassin versant de la rivière Jinsha - Chine

Glaciers+ - Gestion de l'eau en région de montagne et changement climatique - Pérou

Géocadastre - Cadastre cantonal des sondages géologiques

Roches et carrières du Valais

Surveillance des eaux souterraines

Dans le cadre de ses différents mandats, le CREALP a continué d'assurer les différentes tâches d'appui en rapport avec la gestion des eaux souterraines, soit :

- la surveillance quantitative de la nappe phréatique de la plaine du Rhône
- le contrôle et la maintenance du réseau cantonal 'Sources de montagne'
- la mise à jour périodique de la carte cantonale de protection des eaux souterraines
- l'infogérance du Système d'Information et de Gestion des Eaux Souterraines (SIGES)

En collaboration étroite avec le groupe Eaux souterraines du SPE, Le CREALP a par ailleurs réalisé la définition et l'implémentation dans la base de données REGIS du modèle de données dédié à la gestion des analyses de qualité des eaux souterraines. Parallèlement, il a également contribué à la mise en forme des données historiques conformément à la structure définie et a démarré leur archivage dans REGIS.

Réseau national d'observation des eaux souterraines NAQUA-QUANT

Désireux de renforcer le réseau dédié à l'observation quantitative des eaux souterraines en Valais et d'améliorer par là même la représentativité des types d'aquifères surveillés, l'OFEV a sollicité en 2014 le Canton afin de proposer différentes sources candidates susceptibles d'être intégrées au module NAQUA-QUANT. Sur la base d'un screening réalisé

par le CREALP, complété d'une visite de terrain (OFEV, SPE, CREALP), c'est finalement la source du Plan de Dzeu sise à Fionnay dans le Haut Val de Bagnes qui a été retenue par l'OFEV. Avec la collaboration des S.I. Bagnes, le CREALP a procédé à l'équipement du site au printemps 2016. L'installation de mesure permet le suivi en continu du niveau, de la température et de la conductivité électrique d'eau. Les données d'observation sont acheminées quotidiennement au CREALP via télétransmission.



©crealp 2016

Station de mesure NAQUA-QUANT du Plan de Dzeu (Fionnay, Val de Bagnes) A: Vue générale du captage; B: Vue du puits de mesure; C: Détail de l'installation de mesure

Le projet Réchy

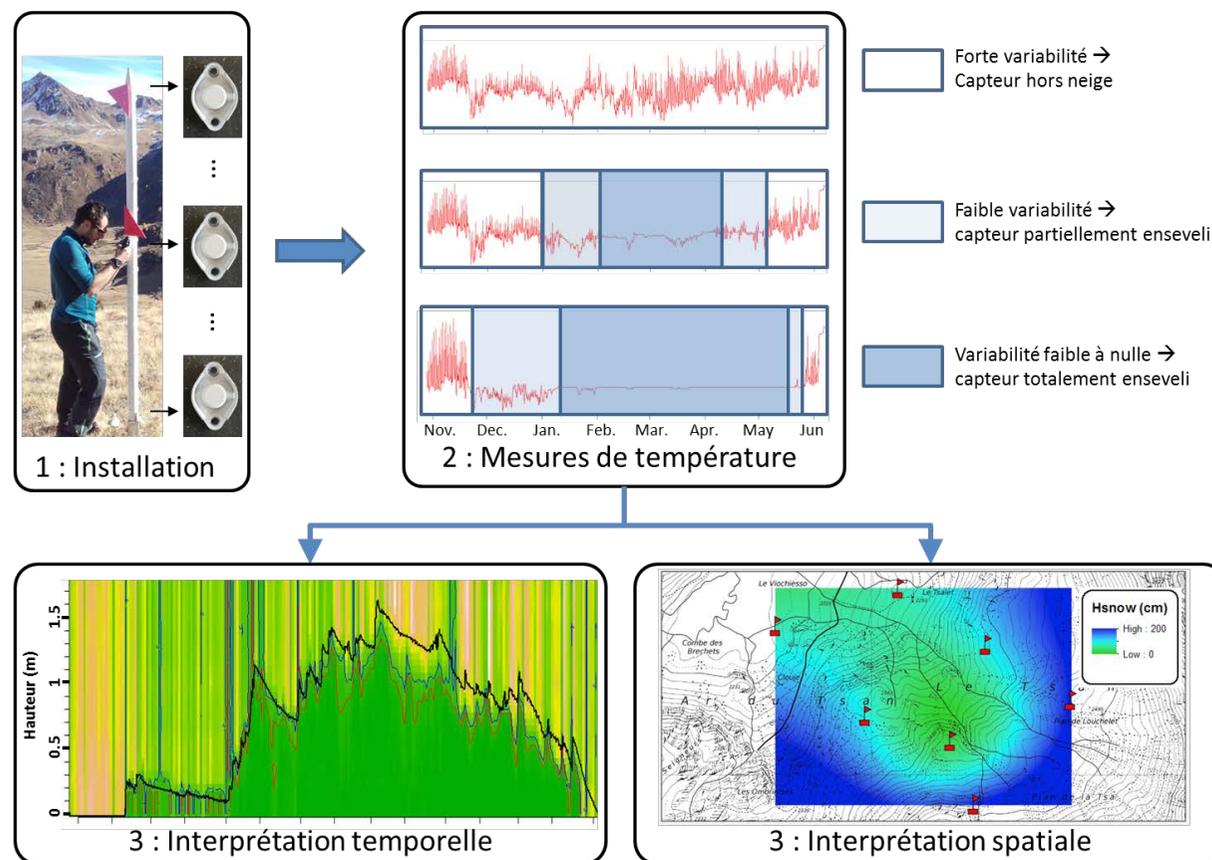
À la suite du projet de coopération transfrontalière STRADA (INTERREG IV Alcotra Italie-Suisse, 2010-2013), le vallon de Réchy a fait office depuis 2014 de support d'étude à différents travaux de master menés conjointement par le CHYN, le SPE et le CREALP. À la faveur de ces différentes études, ce site a été progressivement instrumenté afin d'appréhender les différentes composantes du cycle hydrologique : précipitations et température, neige, eaux de surface, eaux souterraines.

Dans le but de suivre l'évolution spatiale et temporelle du manteau neigeux, le CREALP a conçu et déployé à l'automne 2015 sept jalons à neige répartis entre 2'200 et 2'500 m d'altitude et permettant, via l'exploitation de mesures de la température de l'air effectuées à l'aide de capteurs miniatures low-cost de type i-buttons, d'obtenir une évaluation indirecte (= mesure proxy) de l'enneigement (épaisseur et distribution spatiale). S'inspirant d'études réalisées au Canada, le principe de mesure est basé sur la modification du signal thermique et notamment l'atténuation progressive puis complète des variations diurnes-nocturnes de la température de l'air une fois le capteur-bouton enseveli sous la neige. L'analyse comparative des signaux enregistrés par les différents capteurs distribués verticalement sur le mât à neige et identifiés de manière univoque devant permettre de suivre l'évolution de l'enneigement aussi bien en période d'accumulation que de fonte. Le dispositif de mesure s'est avéré particulièrement robuste et fiable puisque tous les jalons étaient encore en place

au sortir de l'hiver avec un taux de récupération de données de 98% au total.

Fort de ce premier essai concluant, une seconde saison de mesure a été programmée et lancée à l'automne 2016 avec pour objectifs de i) confirmer les résultats 2015-2016 et d'améliorer le processus de traitement des données pour inférer la mesure de hauteur

de neige, ii) d'offrir une meilleure représentativité spatiale de la mesure de neige en augmentant le nombre de points d'observation, de 7 à 9, et en distribuant les jalons sur l'entier du bassin versant de Réchy, et iii) de tester la réponse obtenue avec des capteurs offrant une meilleure précision de mesure (0.5°C au lieu de 1°C)



Grundwasserproblematik - Visp

De fin 2011 à fin 2013, la ville de Visp a fait face à une élévation exceptionnelle du niveau de la nappe phréatique atteignant localement près de 2.00 m en basses-eaux et 1.50 m en hautes-eaux. Dans le but d'appréhender les causes de cette remontée, un modèle d'écoulement 3D du bassin de Visp a été élaboré et implémenté courant 2015 par la société Deltares, sur mandat du SPE, via l'outil de modélisation iMOD (interactive MODeling). Afin d'améliorer la paramétrisation du modèle de réservoir, notamment en termes de champ de perméabilités, un traitement supplémentaire des données de forages a été réalisé par le CREALP fin 2016 en vue i) d'extraire les valeurs de perméabilités issues des essais in-situ et ii) d'inférer les valeurs de perméabilités à partir de l'encodage des horizons lithologiques selon une méthodologie développée aux Pays-Bas par le TNO-NITG (litho-k code) et implémentée dans la base de données hydrogéologique cantonale REGIS. Le jeu de données ainsi élaboré a permis de réaliser un premier essai de spatialisation par krigeage. Le résultat obtenu offre une première image beaucoup plus réaliste de la répartition des perméabilités au sein du bassin de Visp sur les 50-60 premiers mètres de profondeur.

Parallèlement, et afin d'assurer un transfert de compétence concernant la mise en œuvre de l'outil iMOD et l'élaboration du modèle d'écoulement de Visp, le SPE et le CREALP ont suivi conjointement début novembre 2016 à Delft (NL) un cours d'introduction à iMOD.

Projet ReservAqua - Caractérisation des ressources hydriques à l'échelle d'un territoire transfrontalier : la dimension cachée du château d'eau

Dans le cadre du lancement du Programme de coopération transfrontalière Interreg V-A Italie-Suisse, programmation 2014-2020, le Canton du Valais associé au CREALP, la Région autonome Vallée d'Aoste, la fondation Montagne sûre, l'ARPA de la Vallée d'Aoste, l'ARPA de la région Piémont et le Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture – DIATI, ont déposé conjointement en septembre 2016 une expression d'intérêt pour le projet ReservAqua.

Le projet vise à mutualiser et exploiter les données de base disponibles pour caractériser la ressource en eau à l'échelle d'un territoire alpin transfrontalier. Il introduit la particularité de considérer une vision trans-territoriale du cycle de l'eau tenant compte des contraintes topographiques, géologiques et socio-économiques. Dans un contexte de changements globaux (climatiques, hydrologiques), ce projet a pour objectifs de :

- Questionner par des scénarios prospectifs la vulnérabilité de la ressource hydrique face à l'évolution future des usages et des besoins
- Dans des régions soumises à des enjeux communs, d'évaluer le risque de pénurie dans

le but d'améliorer les stratégies et les outils de gestion durable de la ressource

- Renforcer la gestion aux échelles locale et régionale, et de jeter les bases d'une gouvernance transfrontalière des ressources en eau.
- Contribuer pro-activement au développement d'une «culture de l'eau» auprès des différents acteurs concernés en favorisant les synergies et en stimulant l'innovation.

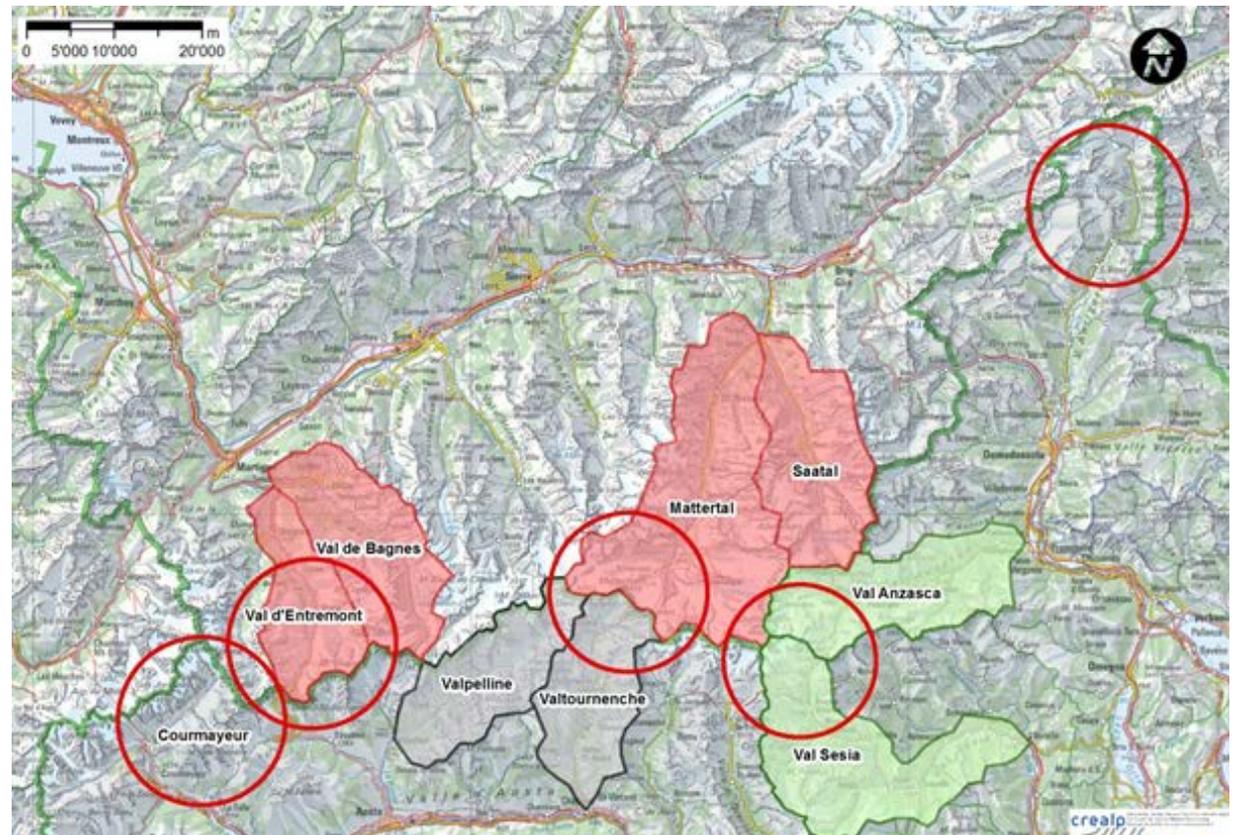
L'étude cherchera à démontrer la nécessité de considérer une vision tridimensionnelle du territoire, seule à même de permettre d'identifier et de comprendre les possibles interactions entre les systèmes hydrologiques situés dans des régions limitrophes. Parmi les résultats attendus :

- Partage de l'expertise professionnelle, technique et scientifique en matière de gestion et d'utilisation de la ressource en eau sur des régions soumises à des enjeux et des défis communs
- Une méthodologie commune pour évaluer le potentiel des ressources en eau (de surface et souterraine) des systèmes hydrologiques alpins
- Cartographie à différentes échelles des indicateurs de vulnérabilité actuelle et future

de la ressource en eau (stress hydrique, résistance à la sécheresse)

- Confrontation des pratiques d'exploitation et des outils réglementaires en vigueur pour apprécier leur adéquation face à la répartition et à la disponibilité actuelle et future de la ressource hydrique dans un contexte de gestion transfrontalière, et proposer, là où nécessaire, des pistes d'adaptation pertinentes
- Des recommandations pour harmoniser les pratiques opérationnelles et les outils de réglementation mis en œuvre aux niveaux transfrontalier et régional
- Des modèles innovants d'information, de formation et de promotion sur la ressource en eau pour sensibiliser les populations des territoires transfrontaliers (résidents, touristes, jeunes professionnels).

Le processus d'analyse et de sélection des projets devrait courir durant le premier semestre 2017 avec comme prochaine étape (phase II du programme) l'organisation, fin mars-début avril 2017, d'ateliers destinés i) à favoriser l'extension des partenariats en vue de proposer des projets plus larges avec des retombées sociales et territoriales plus importantes, ii) à soutenir les requérants dans l'élaboration et le dépôt du dossier final de projet (phase III).



Projet ReservAqua: situation des territoires d'étude potentiels

ARPA : Agenzia regionale per la protezione ambientale

Gestion de l'eau et changement climatique dans le bassin versant de la rivière Jinsha - Chine

Le but du projet Climate Change Impact on Integrated Water Resources Management in Upper Changjiang Basin, Jinsha River, est de développer un système de gestion intégrale des ressources en eau et du risque hydrologique pour le bassin versant de la rivière Jinsha. Financé par l'Agence Suisse Développement et Coopération (DDC), ce projet découle d'un partenariat entre différentes institutions publiques ainsi que des entreprises privées suisses et chinoises.

Lors d'un Workshop en Chine, l'outil d'analyse de données hydro-météorologiques développé par le CREALP a été présenté aux responsables techniques du Changjiang River Scientific Research Institute (CRSRI) et du Bureau of Hydrology (BOH). À travers l'application de cet outil, un rapport sur la caractérisation des informations météorologiques et hydrologiques les plus significatives a été élaboré et rendu au reste des partenaires du projet.

Sur la base de ces résultats, d'autres «outputs» ont été produits pour caractériser les événements hydro-météorologiques comme les sécheresses ou les crues historiques, et étudier la conséquence des scénarios climatiques à moyen et long terme. De même, fruit d'une collaboration entre bureaux d'études, université et centres de recherche, les recherches menées sur

la caractérisation des événements de sécheresse dans le bassin de la Jinsha aboutiront en 2017 à la publication d'un article en journal d'impact.

En 2017, le CREALP va aider à développer le modèle hydrologique du bassin (en particulier pour la partie de calage et d'intégration des données) qui servira pour évaluer l'impact des scénarios futurs à moyen et long terme et ainsi appréhender des stratégies de gestion et de protection adaptées à cette problématique.



Participants du workshop en janvier 2016, Wuhan, Chine (CREALP)

Glaciers+ - Gestion de l'eau en région de montagne et changement climatique - Pérou

Le projet Glaciers+, démarré en novembre 2015 et financé par la DDC (Direction du Développement et de la Coopération), vise à développer et renforcer les compétences locales et globales pour l'adaptation au changement climatique et à réduire les risques liés aux glaciers, en assurant la durabilité et en profitant des possibilités offertes par le recul des glaciers.

Le rôle du CREALP est de réaliser les évaluations des ressources en eau dans les régions d'étude Cuzco (bassin Vilcanota-Urubamba), Ancash (bassin Santa) et Lima (bassin Cañete). Cela permet d'avoir des outils pour mieux caractériser les systèmes hydrologiques des bassins d'étude, les besoins des différents acteurs impliqués, les risques liés au changement climatique, aux conflits d'intérêts, au recul des glaciers... ainsi que les opportunités qui en découlent. Pour cela, des modèles hydrologiques des différents bassins sont actuellement en développement en collaboration avec des entreprises hydroélectriques pour avoir une vue globale des risques existants et pour proposer des mesures d'adaptation dans un contexte de gestion multiobjectif.

En outre, dans le cadre de la promotion et le transfert de connaissances entre les institutions suisses et péruviennes, le CREALP a élaboré et dispensé 4 cours de formation en modélisation

hydrologique et hydraulique avec RS MINERVE dirigés à un public spécialisé en modélisation hydrologique, météorologie, exploitation hydroélectrique...

Les divers études réalisées par le CREALP dans le cadre de ce projet et les collaborations avec

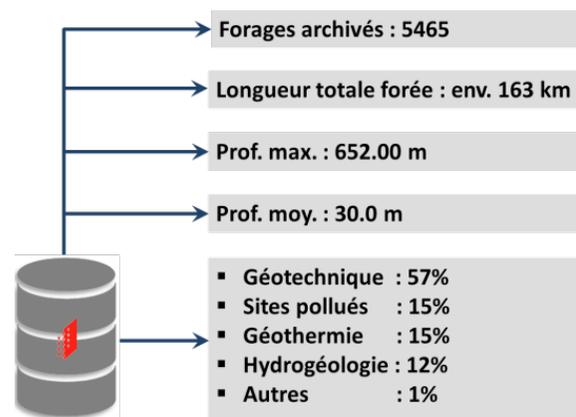
universités, centres de recherche et organisation météorologiques ont abouti à la publication de 11 articles lors du XXVII Congrès Latino-Américain en Hydraulique qui a eu lieu en septembre à Lima, Pérou, auquel le CREALP a participé en tant que conférencier à plusieurs présentations.



Vue du Glacier Ausangatecocha, Cusco, Pérou (CREALP)

Géocadastre - Cadastre cantonal des sondages géologiques

Avec les soutiens technique et financier du Groupe Eaux souterraines du SPE et de la Section H2G du SRTCE, le CREALP a continué d'assurer la maintenance de l'application et la validation des nouvelles données entrantes. Près de 1'400 forages supplémentaires ont été archivés en 2016 dans le Cadastre cantonal des forages, soit un accroissement de plus de 33% par rapport à 2015. Cette croissance suscite désormais de nouvelles exigences en matière de fonctionnalités et d'exploitation de l'information. La question de la modernisation de l'application a constitué le thème central de la réunion inter-cantonale annuelle des utilisateurs (VD, JU, VS, FR) du Géocadastre organisée en novembre 2016 par la DGE-GEODE, Vaud. Le catalogue de propositions élaboré en 2015 par le CREALP a servi de base de réflexion pour définir le périmètre de l'audit (mandat d'analyse préliminaire) qui sera lancé début 2017



et qui doit aboutir à un cahier des charges pour la refonte de l'outil.

Parmi les propositions formulées pour renforcer l'attractivité de l'outil :

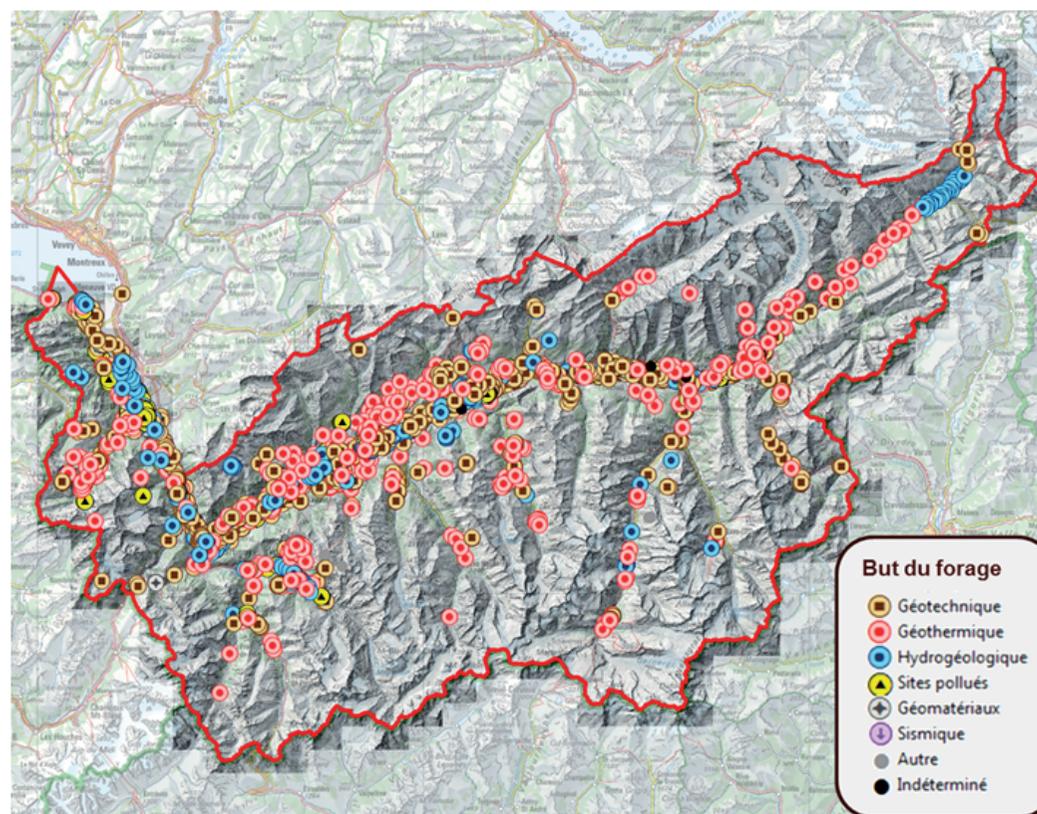
- Modernisation du web design : Adaptation aux standards actuels des applications web

- Implémentation d'une véritable interface de géovisualisation

- Amélioration des possibilités d'extraction de l'information

- Amélioration du processus d'édition

- Intégration d'un module géothermique

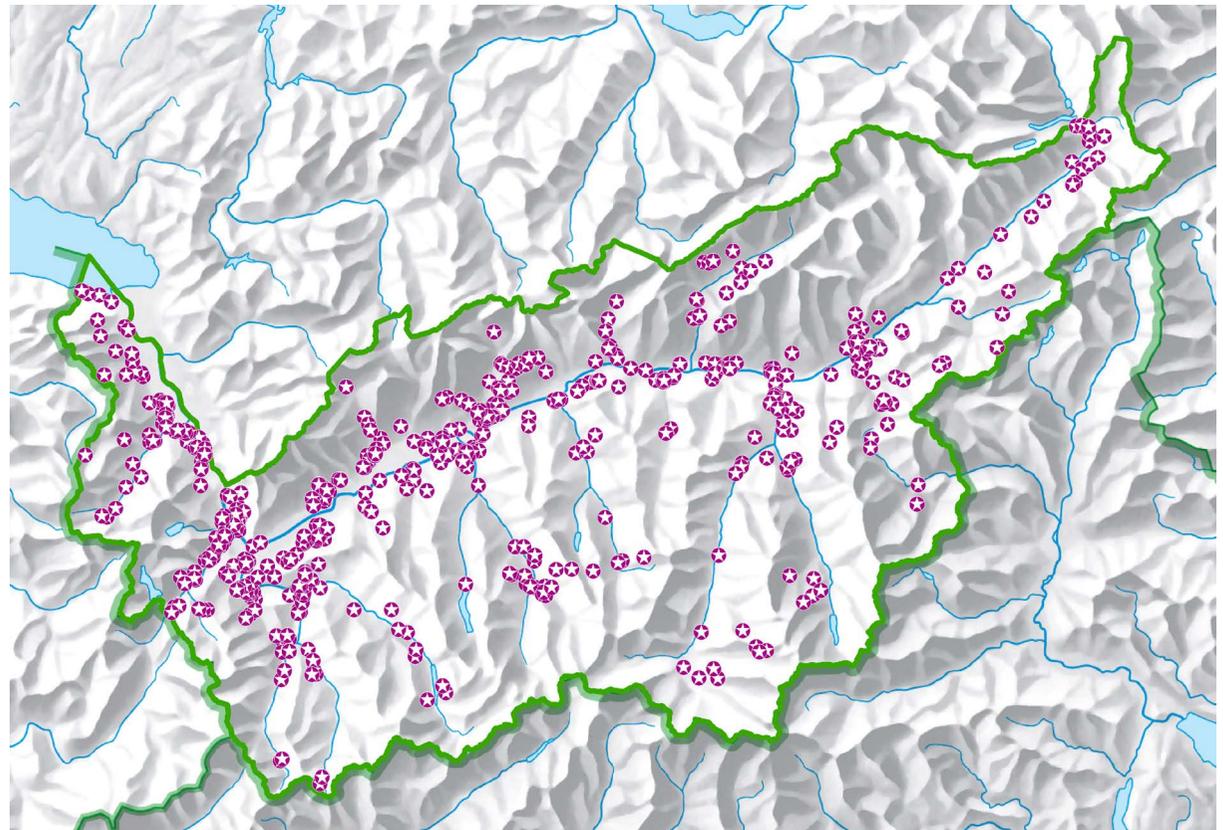


Cadastre cantonal des forages - Etat 2016

Roches et carrières du Valais

De par son histoire géologique, le Valais abrite une très grande variété de roches, qui constituent une réserve de matières premières minérales très largement exploitée au fil des siècles à la faveur de très nombreuses carrières ouvertes à travers tout le territoire cantonal. Les matériaux extraits de ces dernières ont façonné le bâti valaisan et ont même été exportés à travers toute l'Europe. Avec l'avènement du béton et des nouveaux matériaux industriels au milieu du 20^{ème} siècle, nombre de ces carrières ont progressivement cessé leur activité. Afin de présenter au grand public cet aspect quelque peu méconnu du patrimoine valaisan, un guide des Roches & Carrières du Valais a été publié fin 2016. Dans le cadre de la réalisation de cet ouvrage, le CREALP a apporté son appui et son expertise technique pour la gestion des données de base et la production des illustrations cartographiques.

Parmi plus de 500 carrières identifiées, visitées et documentées, seul un peu plus de 10% a fait l'objet d'une description détaillée. Afin de valoriser la somme documentaire (plans, photos, illustrations, etc.) récoltée pour les besoins de cet ouvrage, le CREALP a proposé, dans le cadre d'une affectation au Service civil, d'élaborer un atlas numérique des carrières valaisannes qui offrira - via les nouvelles technologies de l'information - un accès simple, intuitif et exhaustif à la totalité de l'inventaire réalisé par les auteurs de l'ouvrage. Mise à disposition du tout public, cette application devrait constituer un précieux complément à ce guide.



Etat de l'inventaire réalisé dans le cadre de la publication de l'ouvrage Roches & Carrières du Valais (ed. Monographic, 2016)

OUTILS & SERVICES



Systemes d'information à référence spatiale cantonaux pour les dangers naturels

Logiciels

RS MINERVE - Outil de modélisation hydrologique et hydraulique

TeREsA - Outil de traitement de données

Formation

Modélisation hydrologique et hydraulique

Expertises

Expertises en modélisation hydrologique et hydraulique

Commission nationale de l'Atlas hydrologique Suisse

Calcul des crues rares et extrêmes pour la Vispa et la Borgne

Analyse et actualisation des coefficients de pluviométrie en Valais pour le calcul des pluies de projets

Validation de données hydrométriques pour Grande-Dixence SA

Réseau Tchad Phase 2

Suivi des projets de Master et de semestre

Analyse des hydrogrammes de crues des stations OFEV du Canton du Valais

Tâches institutionnelles

Gestion des préavis de construction en zones de danger Rhône

Systemes d'information à référence spatiale (SIRS) cantonaux pour les dangers naturels

Dans le cadre du mandat d'infogérance des SIRS-DAGEO et -CRUES, le travail de mise à jour des bases de données par l'intégration des nouvelles cartes de danger a été effectué en 2016. La coordination avec le CCGEO a été poursuivie et sera renforcée en 2017 pour la livraison des données à l'OFEV, conformément à la loi sur la géoinformation (LGéo, 2007).

En fin d'année, il a également été décidé de relancer le groupe de travail cantonal sur les dangers naturels (actif de 2003 à 2008) afin de disposer d'un espace d'échange entre les divers spécialistes concernant principalement la problématique des géodonnées.

SIRS-DAGEO : Système d'Information à Référence Spatiale pour les dangers géologiques

SIRS-CRUES : Système d'Information à Référence Spatiale pour les dangers hydrologiques

CCGEO : Centre de Compétence Géomatique, État du Valais

OFEV : Office Fédéral de l'Environnement

RS MINERVE - Outil de modélisation hydrologique et hydraulique

RS MINERVE est un logiciel de libre utilisation destiné à la simulation des flux dans des systèmes à surface libre. Il permet la modélisation de réseaux hydrologiques et hydrauliques complexes selon une approche semi-distribuée.

En 2016, le CREALP a financé, entre autres, la création d'un nouvel objet nommé «Planner» qui permet de poser des règles de gestion pour les structures hydrauliques complexes. Cela permet par exemple de gérer le turbinage d'une centrale hydroélectrique en fonction du temps ou du prix de l'énergie, d'ouvrir les vannes en fonction des niveaux et débits d'entrée aux réservoirs ou de fournir de l'eau stockée dans un réservoir selon les besoins d'irrigation ou de consommation d'eau.

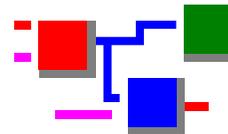
De plus, d'autres améliorations ont eu lieu dans ce logiciel, telles que :

- De nouveaux outils permettant de combiner ou fusionner de façon simple des bases de données du logiciel,
- L'amélioration des modèles de neige avec une fonction sinusoïdale annuelle pour les coefficients de fonte degré-jour
- La possibilité de développer et d'installer des plugins externes dans RS MINERVE.

Les plugins sont écrits par les développeurs de RS MINERVE et d'autres utilisateurs indépendants qui souhaitent étendre la fonctionnalité principale du logiciel. Certains de ces plugins sont disponibles à partir du site du CREALP.

Pour plus d'information concernant le logiciel RS MINERVE:

<https://www.crealp.ch/fr/accueil/outils-services/logiciels/rs-minerve.html>



TeREsA - Outil de traitement de données

Le CREALP a entrepris en 2016 une réflexion visant au développement d'un outil logiciel permettant de faciliter l'assimilation, le traitement et l'analyse des données environnementales. L'aspect temporel et spatial de ce type de données est pris en compte.

Un ensemble de traitements permet de synthétiser et de valoriser les données à travers la génération d'indices représentés par des graphiques, tableaux synthétiques ou cartes. Fruit de cette réflexion,

TeREsA (Toolbox in R for Environmental Analysis) est un logiciel développé à l'aide d'un langage de programmation libre orienté pour les calculs statistiques, les représentations graphiques et autres traitements scientifiques.

Actuellement présenté sous la forme d'un exécutable Windows, TeREsA est en cours de migration vers un outil multiplateforme exécutable sur tous les systèmes d'exploitation. Des formations sont en cours de validation et seront proposées en 2017.

Pour plus d'information concernant les outils présents au sein de TeREsA:

<https://www.crealp.ch/fr/accueil/outils-services/logiciels/teresa.html>



Modélisation hydrologique et hydraulique

Depuis 2014, 14 cours en modélisation hydrologique et hydraulique ont été réalisés en Suisse, au Pérou, en Argentine et en Espagne. Cette année 2016, 5 cours ont été réalisés : 1 à Zurich, 2 à Lima et 1 à Cusco (Pérou) et 1 à Valence (Espagne).

L'objectif de ces formations était de transmettre aux participants les compétences nécessaires pour relever avec succès des problématiques liées à la gestion des ressources en eau et aux risques des crues. Plus précisément, il s'agissait de former les participants à la modélisation hydrologique et hydraulique, ainsi que de leur apprendre à utiliser le logiciel RS MINERVE.

De plus, différents cours de Master ont été réalisés à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne pour fournir des connaissances de base en modélisation hydrologique et hydraulique avec RS MINERVE.

DDC : Direction du développement et de la coopération Suisse
 DIHMA : Département en Hydraulique et Environnement (UPV)
 EPFL : Ecole Polytechnique de Lausanne
 LCH : Laboratoire de Constructions Hydrauliques (EPFL)
 UPV : Universitat Politècnica de València
 UZH : Université de Zurich
 SENAMHI : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

CADRE	ORGANISATEURS	DATE & LIEU	PARTICIPANTS
Projet Glaciares+	CREALP, UZH	4 avril 2016, à l'UZH, Zürich, Suisse	10
Cours Réseaux hydrauliques et énergétiques, Master en Génie civil - EPFL	LCH-EPFL, CREALP	10 avril 2016, à l'EPFL, Lausanne, Suisse	44
Cours Hydrologique urbaine, Master en Sciences et Ingénierie de l'Environnement - EPFL	EPFL, CREALP	13 avril 2016, à l'EPFL, Lausanne, Suisse	28
Projet Glaciares+	CREALP, SENAMHI, UZH, Meteodat, EPFL, DDC, CARE Perù	17 au 19 mai 2016, au SENAMHI, Lima, Pérou	40
Projet Glaciares+	CREALP, SENAMHI, UZH, Meteodat, EPFL, DDC, CARE Perù	20 mai 2016, au SENAMHI, Lima, Pérou	26
Projet Glaciares+	CREALP, SENAMHI, UZH, Meteodat, EPFL, DDC, CARE Perù	2 et 3 octobre 2016, à EGEMSA, Cusco, Pérou	23
Cours Risques hydrologiques et aménagements, Master en Sciences et Ingénierie de l'Environnement - EPFL	LCH-EPFL, CREALP	2 décembre 2016, à l'EPFL, Lausanne, Suisse	28
Master en Hydraulique et Environnement - UPV (DIHMA)	CREALP, UPV (DIHMA), Hydro10	19 et 20 décembre 2016, à l'UPV, Valencia, Espagne	20

Expertises en modélisation hydrologique et hydraulique

Le CREALP propose ses services en matière d'hydrologie et d'hydraulique. En 2016, différents bureaux et institutions ont bénéficié d'un tel support pour la réalisation de modèles hydrologiques ayant pour but la création de systèmes de prévision de crues ou l'analyse hydrologique pour des mesures d'adaptation au changement climatique.

Ces expertises n'ont pas seulement été réalisées en Suisse, mais aussi pour des institutions mexicaines ou des bureaux spécialisés en Australie, où des connaissances de pointe en gestion des crues étaient requises.

Commission nationale de l'Atlas hydrologique Suisse

L'«Atlas hydrologique de la Suisse» HADES est une œuvre commune de l'hydrologie suisse et met à disposition pour un grand nombre d'utilisateurs/trices, depuis plus de 20 ans, des informations de base en hydrologie, des connaissances spécifiques et des outils didactiques.

Le CREALP, par le biais du Dr. Javier García Hernández, participe depuis 2016 comme membre dans la Commission suisse de l'Atlas.

Calcul des crues rares et extrêmes pour la Vispa et la Borgne

Dans le cadre de l'élaboration des cartes de dangers communales, le CREALP a été mandaté par les communes de Visperterminen et Sion pour préparer des hydrogrammes de crues de différents temps de retour respectivement pour les bassins versants de la Vispa et de la Borgne. Les résultats de ces projets, gérés par H2G-SRTCE, permettent d'évaluer plus précisément le transport solide probable lors de ces événements et de réaliser ensuite les cartes de danger.

Pour chacun de ces bassins versants, les données météorologiques et hydrologiques disponibles ont été recensées et traitées. Les deux bassins versants ont été extraits du modèle hydrologique MINERVE puis adaptés selon les besoins de l'étude (redécoupage de bandes d'altitude en fonction de l'exutoire considéré).

Deux approches ont été utilisées pour calculer les hydrogrammes: la première consiste à simuler les débits de façon continue, en se basant sur les données météorologiques observées. L'application de coefficients multiplicateurs à ces données a permis d'obtenir différents scénarios de pointes de crue. La deuxième utilise la simulation événementielle en se basant sur les courbes Intensité-Durée-Fréquence de précipitations calculées préalablement.

Une combinaison de distributions temporelles et spatiales avec différents temps de retours et durées d'évènements permet de créer des scénarios. Ces scénarios météorologiques permettent de simuler subséquemment les hydrogrammes d'évènements. L'analyse des débits maximaux et volumes spécifiques ainsi que de leur probabilité d'occurrence statistique respective permet de sélectionner les hydrogrammes les plus plausibles pour les temps de retour étudiés.

Analyse et actualisation des coefficients de pluviométrie en Valais pour le calcul des pluies de projet

Pour les besoins d'aide à l'exécution pour la conception et le dimensionnement des ouvrages de rétention des eaux pluviales, la Section protection des eaux du SPE du Canton du Valais a engagé le CREALP pour vérifier l'application des coefficients pluviométriques de la norme SN 640 350 aux différentes régions du Valais. Le but de l'étude était de vérifier les coefficients existants pour le calcul de l'intensité de la pluie pour les régions prédéfinies dans la norme, de les actualiser selon les données météorologiques disponibles et de proposer une régionalisation différente selon les besoins.

Validation de données hydrométriques pour Grande Dixence SA

Comme chaque année depuis 2009, la validation des mesures effectuées aux stations hydrométriques de Hohwäng et Cheilon a été effectuée par le CREALP. Ces stations sont situées dans le grand collecteur de Grande Dixence (GD) et mesurent les débits transitant de la région de Zermatt vers le Val d'Hérens pour la première, et le débit entrant dans le barrage de la GD pour la seconde. Outre les contrôles mensuels des mesures, le CREALP a également à sa charge une visite annuelle des installations. Cette démarche a son importance autant pour GD que pour le Canton du Valais puisque les quantités d'eau validées sont prises comme valeurs officielles pour le calcul des redevances hydrauliques et leur répartition entre les communes concédantes.

Réseau Tchad Phase 2

Le projet RésEAU vise à améliorer et renforcer durablement la gestion des ressources en eau du Tchad notamment au travers de la réalisation d'un atlas hydrogéologique identifiant les principaux types de réservoirs aquifères et leur potentialité. Soutenu et piloté par l'Institut des nations unies pour la formation et la recherche (UNITAR) via son programme opérationnel pour les applications satellitaires (UNOSAT), la phase

I s'est achevée fin 2014 avec la publication des quatre premières feuilles hydrogéologiques au 1:500'000 et 1:200'000. À la faveur du démarrage de la phase II, fin 2016, il a été proposé au CREALP d'intégrer le Comité scientifique du projet. Se réunissant 2 à 3 fois par an, cette instance est en charge de toutes les questions d'ordre méthodologique et scientifique liées à la production de l'atlas.

Suivi des projets de Master et de semestre

Le CREALP a proposé en 2016 deux projets de semestre dans le cadre du cours Design Project de la Section Sciences et Ingénierie de l'Environnement à l'EPFL. Les projets avaient pour titre «Modelled precipitation time series at snow-depth measurement stations as data source for spatialization of precipitation» et «Estimation of snow melting parameters from satellite data».

De plus, le CREALP a aussi participé au suivi de trois projets de master à l'Université Polytechnique de Valence (Espagne). Ces projets sont liés à l'évaluation des ressources hydriques sur la base d'une modélisation hydrologique pluie-débit dans les bassins de la rivière Jalón, des rivières Bayas, Zadorra et Inglares, et de la rivière Cinca, toutes situées dans le bassin hydrographique de l'Ebre.

Analyse des hydrogrammes de crues des stations OFEV du Canton du Valais

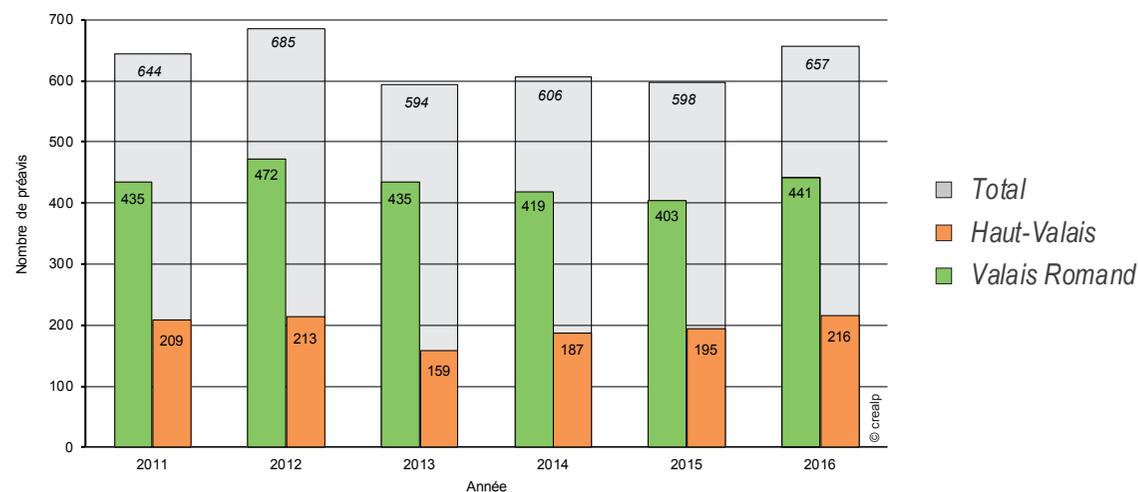
Dans le but de caractériser les crues de la Morge, le CREALP a été mandaté par la commune de Conthey, la Section H2G-SRTCE assurant la supervision du projet. L'identification des événements de crues maximales annuelles enregistrées par les stations hydrométriques de l'OFEV situées dans le Canton du Valais a été réalisée, pour procéder ensuite à l'extraction des volumes et débits de pointe des crues et ainsi caractériser des lois de distribution de valeurs extrêmes qui définissent la probabilité d'apparition de ces événements.

Cela a permis la particularisation de l'analyse au cas de la Morge (qui ne dispose pas de recensement de données) pour définir l'hydrogramme de projet de période de retour T=100 ans qui s'ajuste le mieux aux caractéristiques détectées dans le reste des stations du Valais.

Gestion des préavis de construction en zones de danger Rhône

Le mandat d'appui à l'Office cantonal pour la construction du Rhône concernant la gestion des préavis de construction dans les zones de danger d'inondation du Rhône s'est poursuivi normalement en 2016.

Une légère hausse du nombre de préavis (+ 10 %) a été enregistrée par rapport à l'année passée aussi bien dans le Valais romand que dans le Haut-Valais. Quant à la répartition des préavis par secteur géographique, elle reste similaire aux années précédentes, à savoir environ 70% de dossiers concernant le Valais romand et 30% pour le Haut-Valais.



Préavis «zones danger Rhône» – Répartition annuelle du nombre de dossier traités durant la période 2011-2016

COMMUNICATION SCIENTIFIQUE



Conférences

Publications

ÉVÈNEMENT	DATE	LIEU	
FAN (Fachleute Naturgefahren Schweiz) - Forum 2016	26.02	Olten	-
Kick-off Workshop Hydro-CH2018	19.05	Olten	-
Fête de la sécurité en montagne	20-21.08	Cervinia	●
XVII Latin American Congress of Hydraulics - LADHI	26 - 30.09	Lima, Pérou	● ●
Conférence du SCCER SoE	12 13.09	Sion	-
Symposium «Water ressources monitoring under climate change»	27.09	Lima, Pérou	-
International Conference Hydro 2016	10 - 12.10	Montreux	● ●
Flash Flood Forecasts - Technical Exchange Workshop	14.10	Sion	●
Seminaire «Dangers naturels et aménagement du territoire fondé sur les risques: pilotage des risques et des chances».	10.11	Viège	-
14 th Swiss Geoscience Meeting	18 - 19.11	Genève	● ●
Conférence annuelle sur les Avertissements des Offices de la Confédération	24.11	Genève	-

- Abstract
- Article
- Poster
- Présentation

ARTICLES

Astorayme Valenzuela, M. A., García Hernández, J., Felipe, O., Suarez, W., Huggel, C., Molina, W. y Sarango, D. (2016). Análisis comparativo de los modelos hidrológicos GR4J-SOCONT-HBV-SAC en la cuenca del río Chillón, Perú. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID737, 227-237.

Astorayme Valenzuela, M. A., Gutierrez Llantoy, R. R., García Hernández, J., Felipe Obando, Ó. y Suarez Alayza, W. (2016). Downscaling temporal de un modelo hidrológico a paso diario adecuado en la cuenca del Rímac, Perú. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID936, 1745-1754.

Drenkhan, F., Huggel, C., García Hernández, J. y Seidel, J. (2016) Objetivos del modelamiento hidrológico integrado bajo cambios hidroclimáticos y socioeconómicos en la Cordillera Blanca, Perú. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, 28-30 September, Lima, Perú. ID66, 4259-4268.

Foehn, A., García Hernández, J., Alesina, S., Schleiss, A. J. y Fluixá Sanmartín, J. (2016). Los desafíos de la modelización hidrológica y la previsión de crecidas en tiempo real en alta montaña. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI.

International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID113, 3421-3430.

Foehn, A., García Hernández, J., Schaeffli, B., De Cesare, G. and Schleiss, A. J. (2016). Spatialization of precipitation data for flood forecasting applied to the Upper Rhone River basin. International Conference Hydro 2016, Montreux, 10-12 October 2016.

Fluixá Sanmartín, J., García Hernández, J., Drenkhan, F., Huggel, C., Frey, H. y Giráldez, C. (2016). Formaciones en glaciología, hidrología y riesgos naturales en el contexto del Proyecto "Glaciares 513". XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID86, 2868-2877.

Fluixá-Sanmartín, J., García Hernández, J., Huggel, C., Frey, H., Cochachin Rapre, A., Gonzales Alfaro, C. A., Meza Román, L. and Masías Chacón, P. A. (2016). Highlights and Lessons from the Implementation of an Early Warning System for Glacier Lake Outburst Floods in Carhuaz, Peru. International Tech4Dev Conference, UNESCO Chair in Technologies for Development: From Innovation to Social Impact, EPFL, Lausanne, Switzerland, SE08-DRR, 1148.

Fluixá Sanmartín, J., García Hernández, J., Paredes Arquiola, J. y Suarez Alayza, W. (2016). Teoría de la modelización hidrológica e hidráulica: de las necesidades a la formación, y de la formación a su aplicación. XXVII Congreso Latinoamericano

de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID158, 5239-5247.

Fluixá-Sanmartín, J., Altarejos-García, L., Morales-Torres, A. and Escuder-Bueno, I. (2016). Influencia de los resguardos y de la capacidad de desagüe en la seguridad de presas por sobrevvertido. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID46, 3180-3189.

Frey, H., Huggel, C., Bühler, Y., Buis, D., Dulce Burga, M., Choquevilca, W., Fernandez, F., García Hernández, J., Giráldez, C., Loarte, E., Masías, P., Portocarrero, C., Vicuña, L and Walser, M. (2016). A robust debris-flow and GLOF risk management strategy for a data-scarce catchment in Santa Teresa, Peru. Landslides Journal, pp 1-15. doi:10.1007/s10346-015-0669-z.

Frey, H., Huggel, C., Schneider, D., Schaub, Y., García Hernández, J., Portocarrero, C. (2016). Prozesskaskaden und ihre Modellierung. Agenda FAN, 2/2016: 3-7.

García Hernández, J., Foehn, A., Alesina, S. y Fluixá Sanmartín, J. (2016). El sistema operacional MINERVE para la previsión de crecidas en el Cantón de Valais, Suiza. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID221, 1955-1964.

Kazantzidou-Firtinidou, D., Lestuzzi, P., Podestà, S., Luchini, C. and Bozzano, C. (2016). Improvement of Risk-UE LM2 capacity curves for reliable seismic vulnerability assessment at urban scale in Switzerland. 1st International Conference on Natural Hazards & Infrastructure, ICONHIC 2016, Chania, Greece, Paper No. 112.

Kronenberg, M., Schauwecker, S., Huggel, C., Salzmann, N., Drenkhan, F., Giráldez, C., Gurgiser, W., Kaser, G., Suarez, W., García Hernández, J. y Rohrer, M. (2016). ¿Cuál es el futuro del caudal en las cuencas glaciadas de los Andes Centrales? XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID433, 1364-1373.

Kronenberg, M., Schauwecker, S., Huggel, C., Salzmann, N., Drenkhan, F., Frey, H., Giráldez, C., Gurgiser, W., Kaser, Juen, I., G., Suarez, W., García Hernández, J., Fluixá Sanmartín, J., Ayros, E. Perry, B. and Rohrer, M. (2016). The projected precipitation reduction over the Central Andes may severely affect Peruvian glacier and hydropower production. *Energy Procedia* 97, 270-277.

Lestuzzi, P., Podesta, S., Luchini, C., Garofano, A., Kazantzidou-Firtinidou, D. and Bozzano, C. (2016). Validation and improvement of Risk-UE LM2 capacity curves for URM buildings with stiff floors and RC shear walls buildings. *Bull Earthquake Eng.* DOI 10.1007/s10518-016-9981-9.

Lestuzzi, P., Podestà, S., Luchini, C., Garofano, A., Kazantzidou-Firtinidou, D., Bozzano, C., Bischof, P., Haffter, A. and Rouiller, J.-D., (2016). Seismic vulnerability assessment at urban scale for two typical Swiss cities using Risk-UE methodology. *Natural Hazards* 1–21. doi:10.1007/s11069-016-2420-z.

Muñoz, R., Gonzales, C., Price, K., Rosario, A., Huggel, C., Frey, H., García, J., Cochachín, A., Portocarrero, C. and Mesa, L. (2016). Managing glacier related risks disaster in the Chucchún catchment, Cordillera Blanca, Peru. In *Climate Change Adaptation Strategies – an upstream - downstream perspective*. Springer International Publishing. Chapter 4, Pp 59-78. doi: 10.1007/978-3-319-40773-9_4.

Perez Luna, G., García Hernández, J., Rubio Gutiérrez, H. y Fluixá Sanmartín, J. (2016). Gestión de recursos hídricos con un modelo semi-distribuido en la cuenca del río Fuerte, México. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID259, 2931-2940.

Rodrigues, V. A., Lucas Borja, M. E., García Hernández, J. Fluixá Sanmartín, J., Timoteo Rodrigues, M. y Ranzini, M. (2016). Evaluación de los procesos hidrológicos y ciclo del agua en bosques tropicales con un modelo semi-distribuido. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID137, 2582-2589.

Tacsi Palacios, A., García Hernández, J. (2016). Modelización hidro-glaciológica de la microcuenca Yanamarey en la cordillera Blanca dentro de un cambio climático. XXVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica -LADHI. International Association of Hydraulic Engineering and Research, IAHR, 28-30 September, Lima, Perú. ID539, 3989-3999.

Wyss, C. R., D. Rickenmann, B. Fritschi, J. M. Turowski, V. Weitbrecht, E. Travaglini, E. Bardou, and R. M. Boes (2016). Laboratory flume experiments with the Swiss plate geophone bed load monitoring system: 2. Application to field sites with direct bed load samples. *Water Resour. Res.*, 52, 7760–7778.

MANUELS

García Hernández, J., Paredes Arquiola, J., Foehn, A., and Roquier, B. (2016). RS MINERVE - Technical manual v2.4. RS MINERVE Group, Switzerland.

Foehn, A., García Hernández, J., Roquier, B. and Paredes Arquiola, J. (2016). RS MINERVE - User's manual v2.5. RS MINERVE Group, Switzerland.

Travaglini, E., Fluixá-Sanmartín, J., Alesina, A., Foehn, A. and García Hernández, J. (2016). TeREsA - Technical manual v1.0. TeREsA Group, Switzerland.

RÉSUMÉS DE CONFÉRENCES

Bardou, E., Favre-Bulle, G., Ornstein, P., Pache, B., Délèze, J.-Y. and Mayoraz, R. (2016). A decision support tool to help prevent risks induced by permafrost degradation in high alpine environments. Abstract Volume 14th Swiss Geoscience Meeting, Swiss Academy of Science (SCNAT), Geneva, Switzerland, 350-351.

Drenkhan, F., Huggel, C., García Hernández, J., Seidel, J., Fluixá Sanmartín, J., Kronenberg, M., Rohrer, M., Gonzales Lizarme, G. (2016). Modelamiento hidrológico para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en la cuenca del Río Santa, Ancash. Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. 10-13 Agosto, Huaraz, Perú.

Frey, H., Huggel, C., Bühler, Y., Buis, D., Burga, M. D., Choquevilca, W., Fernandez, F., García Hernández, J., Giráldez, C., Portocarrero, C., Vicuña, L. (June 2016). A robust debris-flow and GLOF risk management strategy for a data-scarce catchment in Santa Teresa, Peru. Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. 10-13 Agosto, Huaraz, Perú.

Fluixá-Sanmartín, A., García Hernández, J. and Alesina, S. (2016). Trend of drought conditions based on meteorological index detection in the Upper Rhone River Basin, Valais, Switzerland. Abstract Volume 14th Swiss Geoscience Meeting, Swiss Academy of Science (SCNAT), Geneva, Switzerland, 505-506.

Haeberli, W., García, J., Huggel, C., Portocarrero, C., Vicuña, L., Jurt, C., Frey, H., Gonzáles, C., Price, K., Cerdán, M., Valenzuela, F., Monzón M. and Giráldez, C. (2016). Proyectos de ingeniería multipropósito orientados a disminuir amenazas de origen glaciar e incrementar la oferta hídrica: principios, potencial y desafíos. Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. 10-13 Agosto, Huaraz, Perú.

Kronenberg, M., Schauwecker, S., Huggel, C., Salzmann, N., Drenkhan, F., Frey, H., Giráldez, C., Gurgiser, W., Kaser, G., Suarez, W., García Hernández, J., Fluixá Sanmartín, J., Ayros, E. and Rohrer, M. (2016). La reducción de la precipitación proyectada para los Andes Centrales afectará drásticamente a los glaciares del Perú. Foro Internacional de Glaciares y Ecosistemas de Montaña. 10-13 Agosto, Huaraz, Perú.

Kronenberg, M., Schauwecker, S., Huggel, C., Salzmann, N., Drenkhan, F., Frey, H., Giráldez, C., Gurgiser, W., Kaser, G., Suarez, W., García Hernández, J., Fluixá, J., Ayros, E. and Rohrer, M. (2016). Future runoff from glacierized catchments in the Central Andes could substantially decrease. EGU General Assembly Conference Abstracts. Vienna, Austria, Vol. 18, EGU2016-4553.

Travaglini E., Ornstein P., Moerschel J. and Schneider T. (2016). SismoRiv : Estimation du charriage en rivière à l'aide d'une mesure du bruit sismique présent dans les berges. Abstract Volume

14th Swiss Geoscience Meeting, Swiss Academy of Science (SCNAT), Geneva, Switzerland, 518-519.

Zeimetz, F., García Hernández, J., Schaeffli, B. and Schleiss, A. J. (2016). Analysis of the variation of the 0°C isothermal altitude during rainfall events. EGU General Assembly Conference Abstracts. Vienna, Austria, Vol. 18, EGU2016-12802.

PARTENARIATS



PROJETS	PARTENAIRES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES	PARTENAIRES FINANCIERS
MINERVE	Canton du Valais, Météosuisse Genève	OCCR3-DTEE
Cruex ++	LCH-EPFL, Hydrique Ingénieurs, Hertig & Lador	OFEN
SismoRiv	HES-SO Valais-Institut Systèmes Industriels, TETRAEDRE, Geo2X	OFEV, H2G-SRTCE-DTEE, CREALP
Assimilation de données pour la modélisation hydrologique	LCH-EPFL, UPV, HydroCosmos, MétéoSuisse, Canton du Valais	CREALP
Projet OFEV-CC	OFEV-Division Prévention des dangers SFP/SRTCE-DTEE, Geoval SA, DCM-consulting	OFEV SFP/SRTCE-DTEE
Projet Réchy (STRADA 2015)	SPE-DTEE, CHYN-UNINE, ALPGEO Sàrl	SPE-DTEE, CHYN-UNINE, CREALP
Glaciers +	UZH, LCH-EPFL, CARE Peru, MeteoDat	DDC
Gestion de l'eau et changement climatique - Chine	Ernst Basler + Partner, Hydrique Ingénieurs , Geotest	DDC
Réseau TCHAD	UNITAR, DDC, MEA, MESRS, CHYN-UNINE, swisstopo	

cf. page 43 pour la signification des abréviations

ORGANISATION



Le CREALP

Le CREALP est une fondation de droit privé à but non lucratif (art. 80 et suivants du Code Civil suisse) créée en 1968 par l'Etat du Valais et la Commune de Sion. Elle s'appuie sur deux entités: i) un Conseil de fondation qui oriente les axes de recherche et approuve le rapport d'activité, et ii) un Comité directeur qui supervise administrativement et financièrement le directeur du Centre et veille à ce que les objectifs fixés soient atteints. Le Conseil de fondation regroupe des représentants du Canton du Valais, de la Ville de Sion, de la Confédération, des Hautes écoles, et des praticiens directement impliqués dans les domaines de prédilection du CREALP.

Organe de contrôle

SCF Révision SA

cf. page 43 pour la signification des abréviations

Le Conseil de fondation

PRÉSIDENT

Jacques MELLY – Conseiller d'État - Chef du DTEE - Canton du Valais

VICE-PRÉSIDENT

*Raymond BUFFET – Directeur des Finances - esr SA - Ville de Sion

PRÉSIDENT DU COMITÉ DIRECTEUR

*Jean-Daniel ROUILLER – Ingénieur-Géologue

MEMBRES

Patrick AMOOS – Odilo Schmid & Partner AG, Brig

***Tony ARBORINO** – Chef ad interim OCCR3-DTEE

François Joseph BAILLIFARD – NORBERT SA, Martigny

Davide BERTOLO – Chef activités géologiques, Région Vallée d'Aoste

Ulrich BURCHARD – Burchard GmbH, Brig-Glis

Laurence CASAYS – Conseillère municipale, Ville de Sion

Jérôme DUBOIS – HydroCosmos SA, Vernayaz

Olivier GUEX – Chef SFP-DTEE

Georges JOLIAT – Chef Travaux publics, Ville de Sion

Olivier LATELTIN – Responsable SGN - swisstopo, Berne

Henri MASSON – Prof. honoraire - ISTE-UNIL

Marcel MAURER – Président de la Ville de Sion

***Raphaël MAYORAZ** – Chef section H2G-SRTCE-DTEE

Xavier MITTAZ – SD Ingénierie Dénériaz & Pralong Sion SA, Sion

Nicolas MOREN – Chef SSCM-DFS

Gaspare NADIG – Juriste retraité

Jean-Christophe PUTALLAZ – Adjoint chef SRTCE-DTEE

Florian WIDMER – Alpiq Suisse SA, Lausanne

***Frédéric ZUBER** – Collaborateur scientifique SEFH-DEET

* membres du Comité directeur

DIRECTION ET ADMINISTRATION	FONCTION & TAUX D'ACTIVITÉ	THÈME
Javier GARCÍA HERNÁNDEZ <i>Dr. ès Sciences - EPFL</i> <i>Diplôme d'Ingénieur civil - UPV</i>	Directeur - 50% Expert en Hydrologie et Hydraulique - 50%	Crues, Eau, Expertises, Formation
Pascal ORNSTEIN <i>DESS en Informatique - UJF</i> <i>DEA en Hydrogéologie - UJF</i>	Directeur Adjoint - 40% Expert en Hydrogéologie et Géo-informatique - 60%	Sous-Sol, Eau, Portails, Cartes & SIG, Expertises, Formation
Marie-Hélène MAÎTRE <i>Licences ès Lettres en Géographie,</i> <i>Anglais et Géologie - UNIL</i>	Assistante de Direction - 80%	-
COLLABORATRICES ET COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES		
Samuel ALESINA <i>MSc en Ingénierie de l'Environnement - EPFL</i>	Spécialiste Hydrologie - 100%	Crues, Formation
Jean-Yves DÉLÈZE <i>Diplôme de Géologue - UNIL</i>	Expert Géo-informatique - 50%	Instabilités de terrain, Portails
Javier FLUIXÁ SANMARTÍN <i>MSc en Hydraulique et Environnement - UPV</i> <i>Diplôme d'Ingénieur civil - UPV</i>	Spécialiste Hydrologie et Hydraulique - 100%	Crues, Eau, Formation
Alain FOEHN <i>MSc en Ingénierie de l'Environnement - EPFL</i>	Spécialiste Hydrologie - 100%	Crues, Formation
Aurélié FOLLONIER <i>MSc d'Ingénieur géologue - UNIL</i>	Responsable SIRS - Dangers géologiques - 80%	Instabilités de terrain, Sous-sol, Cartes & SIG
Jérémie GLASSEY <i>MSc en Géologie - UNIL</i>	Collaborateur Géologie appliquée - 50%	Sous-sol
Roland MAGE <i>Diplôme d'Ingénieur géologue - UNIGE</i>	Expert Géothermie et Sites pollués - 80%	Sous-sol, Énergie, Séismes

Stéphane MICHELOUD <i>Dr. ès Sciences - EPFL</i> <i>Diplôme d'Ingénieur en informatique - ETHZ</i>	Responsable IT Pôle GestCrues - 100%	Logiciels, Portails
Pascal MORARD <i>Diplôme de Géologue - UNIFR</i>	Spécialiste Hydrogéologie - 60%	Sous-sol
Matthew MOY DE VITRY <i>MSc in Energy and Technology - ETHZ</i>	Collaborateur Géo-informatique - 10%	Portails
Thierry NENDAZ <i>MSc en Géographie - UNIL</i>	Collaborateur Géologie appliquée - 80%	Sous-sol
Barnabé PACHE <i>BSc en Informatique - HES-SO Sierre</i>	Analyste développeur - 100%	Portails, Logiciels
Éric TRAVAGLINI <i>MSc pro EPGM - Equipement, Protection et Gestion des Milieux de Montagne - USMB</i>	Spécialiste Hydrométrie et Hydrologie 100%	Crues, Eau, Logiciels
Chloé VEUTHEY <i>MSc en Géographie - UNIBE</i>	Responsable SIRS - Dangers hydrologiques - 80%	Crues, Cartes & SIG
Caroline WILHEM <i>Dr. ès Géosciences et Environnement - UNIL</i> <i>MSc en Géologie - UNIL</i>	Responsable Communication scientifique - 80%	Sous-sol, Cartes & SIG
COLLABORATEURS EXTERNES & CIVILISTES		
Éric BARDOU	Ingénieur en environnement	
Edgar BELDA	Ingénieur civil	
Maxime COLLOMBIN	Civiliste	
Grégoire GRICHTING	Opérateur de terrain	
Dr. Mario SARTORI	Expert en Cartographie géologique et Géologie structurale	



Canton du Valais

DEET : Département de l'Économie et du Territoire
 DFS : Département de la Formation et de la Sécurité
 DTEE : Département des Transports, de l'Équipement et de l'Environnement
 H2G : Section Hydrologie, Hydrogéologie et Géologie du SRTCE
 OCC : Organe Cantonal de Conduite
 OCCR3 : Office Cantonal de la Construction du Rhône
 SEFH : Service de l'Énergie et des Forces Hydrauliques
 SFP : Service des Forêts et du Paysage du DTEE
 SPE : Service de la Protection de l'Environnement du DTEE
 SRTCE : Service des Routes, Transports et Cours d'Eau du DTEE
 SSCM : Service de la Sécurité Civile et Militaire du DFS

Confédération suisse

DDC : Direction du Développement et de la Coopération
 OFEN : Office Fédéral de l'Énergie
 OFEV : Office Fédéral de l'Environnement
 SGN : Service Géologique National
 swisstopo : Office fédéral de topographie

Institutions académiques

CHYN-UNINE : Centre d'Hydrologie et de Géothermie de l'UNINE
 EPFL : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse
 ETHZ : Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Suisse
 HES-SO : Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale
 ISTE-UNIL : Institut des Sciences de la Terre de l'UNIL
 LCH-EPFL : Laboratoire de Constructions Hydrauliques de l'EPFL
 UJF : Université Joseph Fourier de Grenoble, France
 UNIBE : Universität Bern, Suisse
 UNIFR : Université de Fribourg, Suisse
 UNIGE : Université de Genève, Suisse
 UNIL : Université de Lausanne, Suisse
 UNINE : Université de Neuchâtel, Suisse
 UPV : Universitat Politècnica de València, Espagne
 USMB : Université Savoie-Mont-Blanc, France
 UZH : Université de Zurich, Suisse

Institutions et organismes internationaux

MEA : Ministère tchadien de l'Eau et de l'Assainissement
 MESRS : Ministère tchadien de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
 UNITAR : Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche
 UNOSAT : Programme opérationnel d'applications spatiales

FINANCES



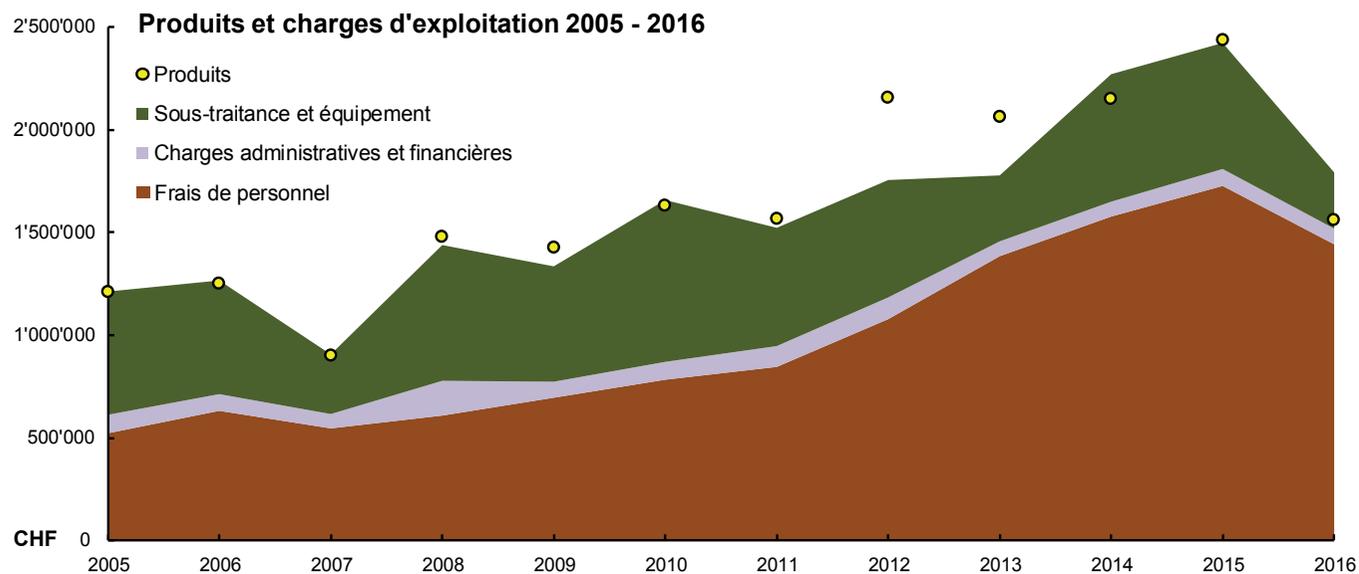
Résumé de l'exercice 2016

L'exercice 2016 s'est terminé avec un montant négatif de CHF 230'044.80.

Le total des produits s'élève à CHF 1'562'181.92 et celui des charges à CHF 1'792'526.72.

Le graphique des produits et charges indique l'évolution des trois composantes principales depuis 2005. Par rapport à l'exercice précédent, les frais de personnel ont diminué de 16.46%, les charges administratives et financières ont diminué de 7.33% et la sous-traitance et équipement a diminué de 55.44%.

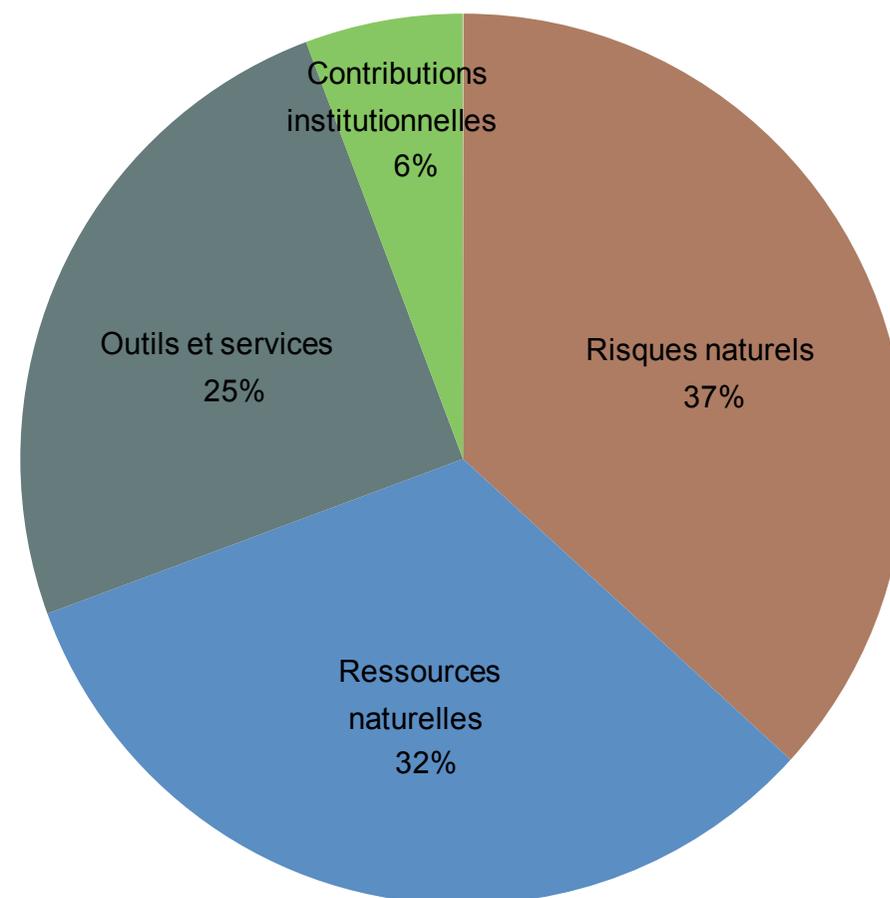
	EXERCICE 2016	EXERCICE 2015
TOTAL PRODUITS	1'562'181.92	2'434'521.85
TOTAL CHARGES	1'792'526.72	2'423'142.34
RESULTAT DE L'EXERCICE	-230'344.80	11'379.51



Détails sur les produits d'exploitation

PRODUITS	EXERCICE 2016 Fr.	EXERCICE 2015 Fr.
Produits nets des ventes de biens et prestations de services		
Risques naturels	574'515.79	1'039'526.66
Ressources naturelles	509'053.88	738'377.16
Outils et services	388'612.25	566'618.03
Contributions institutionnelles	90'000.00	90'000.00
TOTAL PRODUITS	1'562'181.92	2'434'521.85

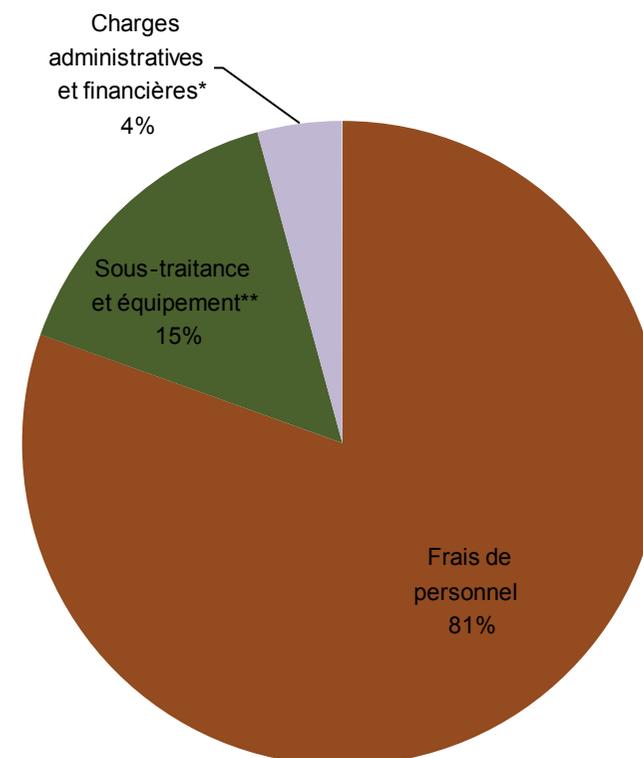
PRODUITS D'EXPLOITATION 2016



Détails sur les charges d'exploitation

CHARGES D'EXPLOITATION 2016

CHARGES	EXERCICE 2016	EXERCICE 2015
	Fr.	Fr.
Charges de matériel	116'653.77	128'683.36
Frais de personnel	1'442'468.13	1'726'723.25
Autres charges d'exploitation	156'895.72	485'173.68
Charges d'administration	72'282.71	80'828.09
Amortissement	3'778.00	2'204.00
Charges et produits financiers	448.39	-470.04
TOTAL CHARGES	1'792'526.72	2'423'142.34



*Charges administratives et financières = Charges d'administration + amortissement + charges et produits financiers

**Sous-traitance et équipement = Charges de matériel + autres charges d'exploitation

Bilan au 31.12.2016

ACTIF	EXERCICE 2016	EXERCICE 2015
	Fr.	Fr.
Actif circulant		
Trésorerie	512'469.10	308'023.86
Créances résultant de la vente de biens et de prestations de services	626'909.32	1'230'400.45
Actifs de régularisation	6'750.00	14'531.80
Total de l'actif circulant	1'146'128.42	1'552'956.11
Actif immobilisé		
Immobilisations corporelles	12'906.90	16'684.90
Total de l'actif immobilisé	12'906.90	16'684.90
TOTAL DE L'ACTIF	1'159'035.32	1'569'641.01

PASSIF	EXERCICE 2016	EXERCICE 2015
	Fr.	Fr.
Capitaux étrangers à court terme		
Dette résultant de l'achat de biens et de prestations de services	556'253.37	747'232.16
Passifs de régularisation	10'417.90	0.00
Total des capitaux étrangers	566'671.27	747'232.16
Capitaux propres		
Capital de fondation	100'000.00	100'000.00
Bénéfice reporté	722'408.85	711'029.34
Résultat de l'exercice	-230'044.80	11'379.51
	492'364.05	722'408.85
Total des capitaux propres	592'364.05	822'408.85
TOTAL DU PASSIF	1'159'035.32	1'569'641.01

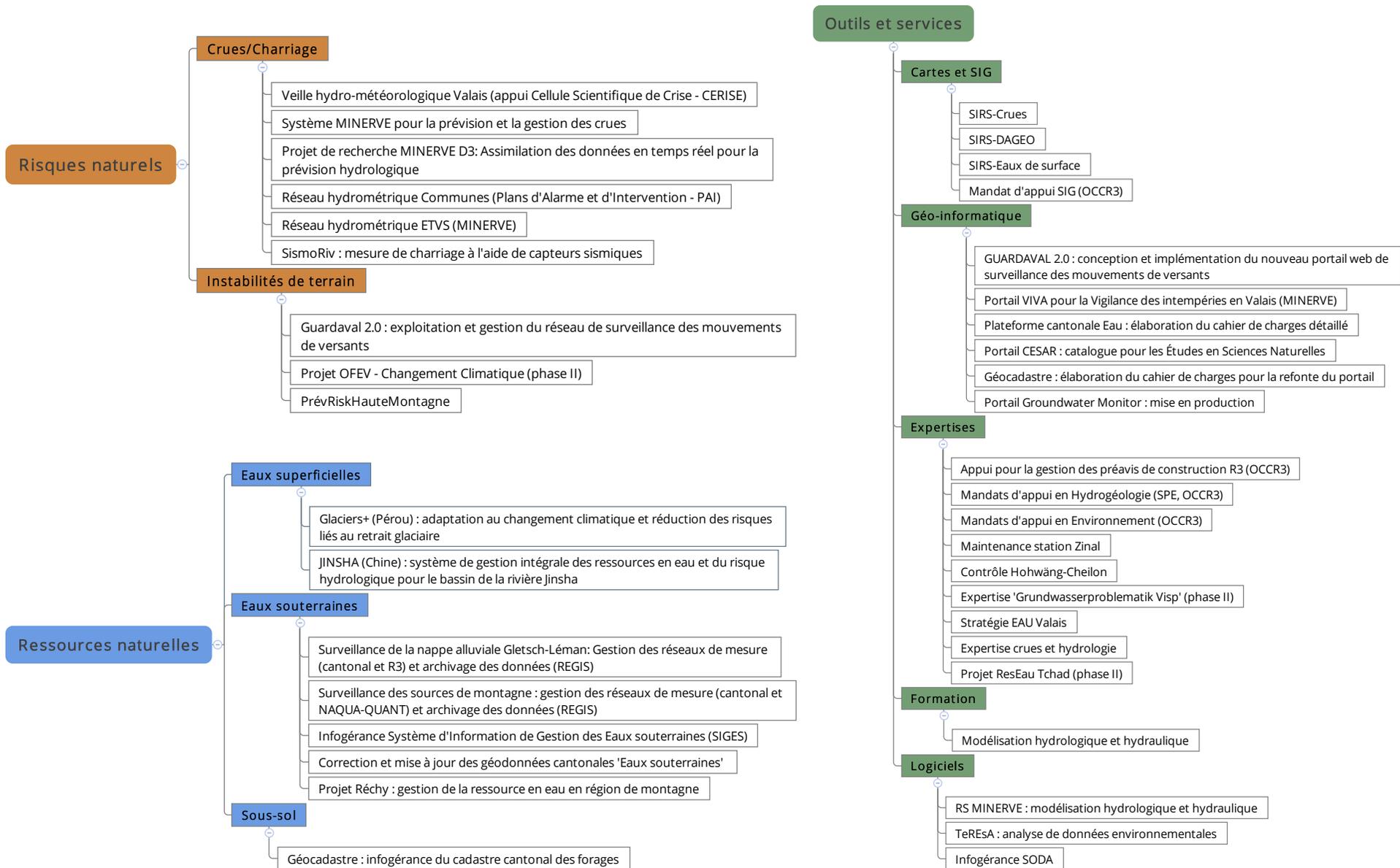
Budget 2017

	EXERCICE 2017 Fr.
PRODUITS	
Produits nets des ventes de biens et prestations de services	
Risques naturels	746'000.00
Ressources naturelles	382'000.00
Outils et services	539'000.00
Contributions institutionnelles	90'000.00
TOTAL PRODUITS	1'757'000.00

	EXERCICE 2017 Fr.
CHARGES	
Charges de matériel	80'000.00
Frais de personnel	1'414'000.00
Autres charges d'exploitation	177'000.00
Charges d'administration	83'000.00
Amortissement	3'000.00
Charges et produits financiers	0.00
TOTAL CHARGES	1'757'000.00

PROGRAMME





REMERCIEMENTS



Les remerciements de la Direction et des collaborateurs du CREALP vont au Département des transports, de l'équipement et de l'environnement de l'État du Valais, ainsi qu'à la Municipalité de Sion, pour la confiance, l'intérêt et le soutien permanents qu'ils accordent au CREALP.

Sion, le 13 mars 2017

Jacques Melly

Conseiller d'État, Chef du DTEE

Président du Conseil de Fondation

