



In questa edizione tutti gli aggiornamenti sulle attività legate al Progetto di cooperazione transfrontaliera INTERREG Italia – Svizzera 2014/2020 “RESERVAQUA” / *Dans cette édition, toutes les mises à jour sur les activités liées au Projet de coopération transfrontalière INTERREG Italie - Suisse 2014/2020 "RESERVAQUA".*

Per maggiori informazioni sul progetto è possibile consultare il seguente [link](#) / *Pour plus d'informations sur le projet, vous pouvez consulter le [lien](#) suivant.*

Le passate edizioni della Newsletter “Aquafolio” sono disponibili al seguente [link](#) / *Les éditions précédentes de la newsletter "Aquafolio" sont disponibles sur le [lien](#) suivant.*

Cambiamenti climatici e risorse d'acqua / *Changement climatique et ressources en eau*

Introduzione a cura del dott. geol. D. Bertolo (Dirigente struttura attività geologiche - Regione autonoma Valle d'Aosta)

Cari lettori,

siamo giunti, con la presente, alla terza edizione della *Newsletter* di RESERVAQUA. Il progetto avanza!

Come leggerete di seguito, gli argomenti che sono affrontati dai vari partner toccano differenti tematiche: dagli effetti dei cambiamenti climatici a scale

alpina, alle strategie di adattamento, alla gestione della risorsa idrica a scala locale. Si tratta di temi solo apparentemente scollegati e diversi. Essi sono infatti tutti collegati tra loro.

Tramite le sue attività il progetto RESERVAQUA, con le sue attività di modellazione 3D geologica e idrogeologica della catena alpina nel settore tra il Cervino e il Monte Bianco, creerà le piattaforme abilitanti attraverso le quali i tecnici ma anche i decisori politici, gli *stakeholders* e i cittadini potranno comprendere come le varie componenti del nostro ambiente siano tra loro collegate e quale può essere l'impatto delle loro decisioni su di una componente strategica per i decenni futuri come la risorsa acqua. Nei prossimi numeri della *Newsletter* potrete quindi cominciare gradualmente a vedere come prenderanno forma le piattaforme abilitanti e quale sia la mole di lavoro sottesa a queste attività. *Stay tuned!*

* * *

Chers lecteurs,

nous en sommes maintenant au troisième numéro de la Newsletter du projet RESERVAQUA. Le projet avance!

Comme vous le lirez ci-dessous, les thèmes abordés par les différents partenaires touchent à diverses problématiques: des effets du changement climatique à l'échelle alpine, aux stratégies d'adaptation, à la gestion des ressources en eau à l'échelle locale. Ces thèmes peuvent sembler déconnectés et différents les uns des autres. Ils sont en fait tous connectés les uns aux autres.

Par ses activités, le projet RESERVAQUA, avec ses activités de modélisation géologique et hydrogéologique 3D de la chaîne alpine dans le secteur entre le Cervin et le Mont Blanc, créera les plateformes de référence à travers lesquelles les techniciens mais aussi les décideurs politiques, les parties prenantes et les citoyens pourront comprendre comment les différentes composantes de notre environnement sont interconnectées et quel sera l'impact de leurs décisions sur la ressource en eau, une composante stratégique pour les décennies à venir. Dans les prochains numéros de la Newsletter, vous pourrez donc progressivement commencer à voir comment ces plates-formes prendront forme et quelle sera la quantité de travail qu'implique leur réalisation. Restez à l'écoute!

Effetti del cambiamento climatico sulle riserve idriche nelle Alpi piemontesi / Effets du changement climatique sur les réserves d'eau des Alpes piémontaises

Contributo a cura del dott. geol. L. Paro (Arpa Piemonte, Dip. Rischi Naturali e Ambientali, S.S. Monitoraggio e Studi Geologici)

Nell'ambito dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile, sottoscritta nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU, ARPA Piemonte ha definito il quadro climatico di dettaglio della regione.

Le temperature mostrano una tendenza all'aumento negli ultimi 60 anni (1958-2018), maggiore rispetto alla temperatura media globale. Se consideriamo solo gli ultimi 30 anni (1981-2018) il tasso di aumento è di 0,58 °C/10anni, con un aumento complessivo della media annuale della temperatura massima di circa 2,1 °C e della minima di 1,5 °C.

I *trend* di temperatura sono superiori considerando le sole zone di montagna, in particolare per la temperatura massima, che è aumentata di circa 2,5 °C negli ultimi 60 anni.

Complessivamente a livello regionale, le tendenze delle precipitazioni cumulate annuali non mostrano variazioni significative, né sull'intero territorio, né considerando le sole aree di pianura o montagna, mentre la variabilità inter-annuale è molto elevata. Si osserva, nel periodo 1981-2018, una modifica del regime pluviometrico, con un aumento della precipitazione primaverile a scapito di quella autunnale, che non risulta più la stagione più piovosa.

Si riscontra una diminuzione dei quantitativi di neve fresca negli ultimi 20 anni rispetto ai venti anni precedenti, dove gli inverni con un *surplus* anche importante di neve prevalevano. Si registra comunque una discreta variabilità inter-annuale, anche se gli estremi positivi sono più rari e contenuti. La diminuzione è più rilevante per le stazioni al di sotto dei 1500 m.

Tutto ciò si riflette in modo particolare sul regime idrico e sulle riserve di ghiaccio nell'area alpina. La superficie dei ghiacciai piemontesi si è ridotta mediamente del 50% nel periodo 1957-2015, il ghiaccio contenuto in alcuni *rockglacier* è diminuito di circa il 15% negli ultimi 15 anni e molti depositi di ghiaccio conservati in cavità carsiche sono notevolmente diminuiti o del tutto scomparsi negli ultimi 20 anni. Anche le caratteristiche di alcune sorgenti monitorate da lungo tempo presentano gli effetti del clima che cambia, con un aumento delle portate primaverili ed un abbassamento della temperatura a causa della fusione anticipata del manto nevoso.

La riduzione degli apporti nevosi e la loro fusione sempre più precoce e rapida, e le precipitazioni di intensità via via crescente alternate a lunghi periodi siccitosi, avranno degli effetti negativi anche sulle portate delle sorgenti che diminuiranno progressivamente.

Come evidenziato nelle linee guida del progetto RESERVAQUA sarà quindi di fondamentale importanza tenere conto di questi aspetti e degli scenari climatici futuri per una corretta gestione delle risorse idriche.

Link:

- <https://www.arpa.piemonte.it/news/come-cambia-il-clima-in-piemonte>
- https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2020-07/cc_card_come_cambia_il_clima.pdf
- <http://relazione.ambiente.piemonte.it/2020/it/clima/impatti/permafrost>

* * *

Dans le cadre du Programme sur le développement durable à l'horizon 2030, signé en septembre 2015 par les gouvernements des 193 pays membres de l'ONU, ARPA Piemonte a défini le tableau détaillé de l'évolution du climat dans la région.

Les températures montrent une tendance à la hausse au cours des 60 dernières années (1958-2018), supérieure à la température moyenne mondiale. Si l'on ne considère que les 30 dernières années (1981-2018) le taux d'augmentation est de 0,58 ° C/10 ans, avec une augmentation globale de la moyenne annuelle de la température maximale d'environ 2,1 °C et de celle minimale de 1,5 °C.

Les tendances de température sont plus élevées si l'on considère uniquement les zones de montagne, en particulier pour la température maximale, qui a augmenté d'environ 2,5 °C au cours des 60 dernières années.

Globalement au niveau régional, les tendances des précipitations annuelles cumulées ne montrent pas de variations significatives, que ce soit sur l'ensemble du territoire, ou en ne considérant que les zones de plaine ou de montagne, alors que la variabilité interannuelle est très élevée. Dans la période 1981-2018, on observe un changement du régime pluviométrique, avec une augmentation des précipitations printanières au détriment de celles de l'automne, qui n'est plus la saison la plus humide.

Il y a une diminution des quantités de neige fraîche au cours des 20 dernières années par rapport aux vingt années précédentes, où prédominaient des hivers avec un surplus de neige encore important. Cependant, il existe une bonne variabilité interannuelle, même si les extrêmes positifs sont plus rares et contenus. La diminution est plus pertinente pour les stations en dessous de 1500 m.

Tout cela se reflète de manière particulière sur le régime des eaux et les réserves de glace dans l'espace alpin.

La surface des glaciers piémontais a diminué en moyenne de 50% au cours de la période 1957-2015, la glace contenue dans certains glaciers rocheux a diminué d'environ 15% au cours des 15 dernières années et de nombreux dépôts de glace conservés dans les cavités karstiques ont considérablement diminué ou ont totalement disparu au cours des 20 dernières années. Même les caractéristiques de certaines sources suivies depuis longtemps montrent les effets du changement climatique, avec une augmentation des débits

printaniers et une baisse de la température due à la fonte précoce du manteau neigeux.

La réduction des dépôts de neige et leur fonte de plus en plus précoce et rapide, ainsi que l'augmentation progressive des précipitations alternant avec de longues périodes de sécheresse, auront également des effets négatifs sur les débits des sources qui vont progressivement diminuer.

Comme souligné dans les orientations du projet RESERVAQUA, il sera donc fondamental de prendre en compte ces aspects et les futurs scénarios climatiques pour une gestion correcte des ressources en eau.

Link:

- <https://www.arpa.piemonte.it/news/come-cambia-il-clima-in-piemonte>
- https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2020-07/cc_card_come_cambia_il_clima.pdf
- <http://relazione.ambiente.piemonte.it/2020/it/clima/impatti/permafrost>

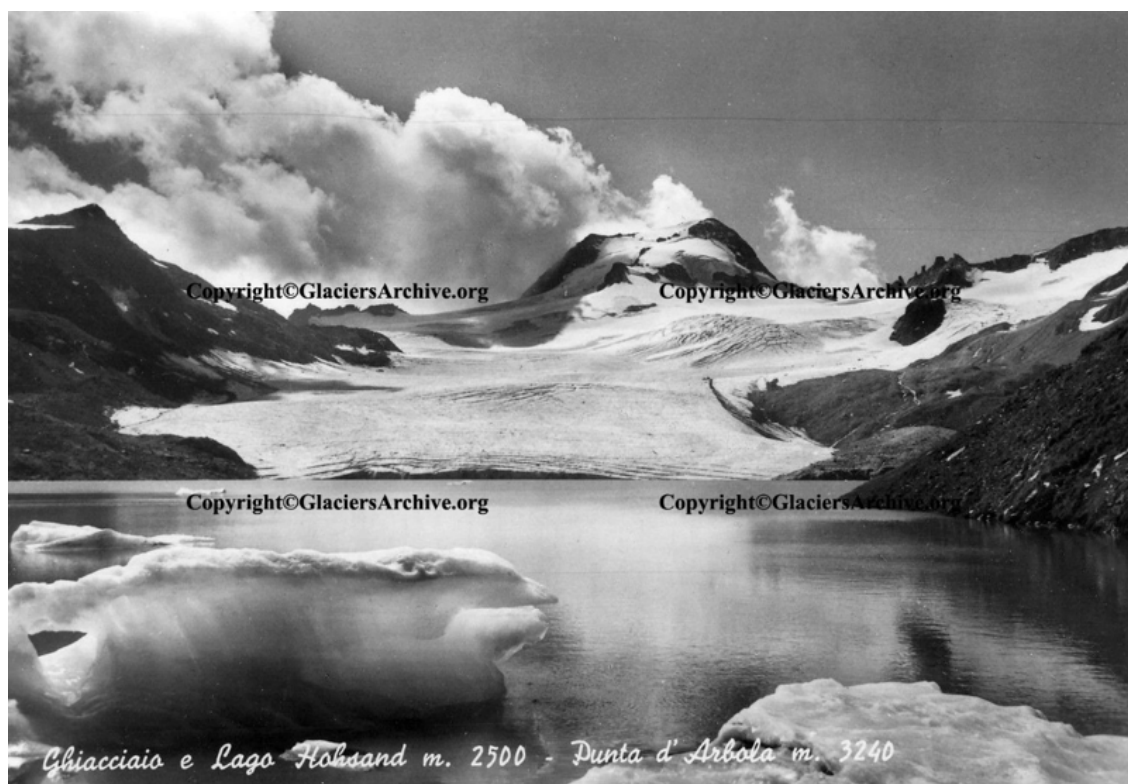


Fig.1 - Ghiacciaio del Sabbione meridionale negli anni 1950-60 (fonte: GlacierArchive) / Glacier de Sabbione meridionale dans les années 1950-60 (source: GlacierArchive).



Fig.2 - Ghiacciaio del Sabbione meridionale nel settembre 2016 (foto: L. Paro, ARPA Piemonte) / *Glacier de Sabbione méridionale en septembre 2016 (photo: L. Paro, ARPA Piemonte).*

Effetti sulla disponibilità idrica dei cambiamenti climatici / *Effets du changement climatique sur la disponibilité en eau*

A cura del dott. E. Cremonese (Climate Change Unit, ARPA Valle d'Aosta)

Il cambiamento climatico che stiamo vivendo è causato dalle emissioni di gas a effetto serra derivanti dalle attività umane. L'evoluzione del clima nei prossimi decenni ed i conseguenti impatti sui sistemi naturali e sulla società dipenderanno dall'efficacia delle politiche di decarbonizzazione dell'economia e di adattamento messe in atto a livello globale, nazionale e locale (UNEP 2019, IPCC 2019 SRCCL).

Il riscaldamento continuerà e nel 2035 le temperature medie annue dei territori interessati dal progetto RESERVAQUA aumenteranno di +1°C/+1.2°C rispetto al periodo 1980-2010. A metà secolo si attende un incremento compreso tra +1.1°C e +2°C, fino ad arrivare, a fine secolo, a +1.0°C secondo lo scenario basato su una forte mitigazione delle emissioni di gas a effetto serra (RCP2.6) e a +4.1°C secondo lo scenario che prevede un continuo aumento delle

emissioni (RCP8.5). Le stagioni con il riscaldamento maggiore saranno l'estate e l'autunno. Per quanto riguarda le precipitazioni, i modelli sono più incerti e variabili: la precipitazione annuale non cambierà in modo importante (+2%/+5%) rispetto al periodo 1980-2010, mentre si attende una variazione della distribuzione stagionale. E' previsto un aumento delle precipitazioni invernali, autunnali e primaverili compreso tra +5% e +25% e una riduzione delle precipitazioni estive del -10/-25%. L'incremento di precipitazione invernale avverrà in un contesto di temperature più elevate e quindi le precipitazioni nevose si ridurranno a favore delle precipitazioni liquide soprattutto al di sotto dei 2000/2300 m slm. Questo si tradurrà in una riduzione della riserva idrica contenuta nella neve (SWE). Secondo lo scenario intermedio si prevede una riduzione del 20-30% ed un anticipo della fase di fusione di circa un mese. I ghiacciai continueranno a fondere: molti ghiacciai sotto i 3000/3500 m di quota scompariranno, causando una profonda modificazione dei paesaggi e impatti sugli ecosistemi. Nei prossimi decenni si perderà circa il 25/30% della riserva idrica residua contenuta nei ghiacciai. Queste variazioni avranno un forte impatto sulla portata d'acqua nei fiumi: avremo più acqua in autunno e inverno, meno acqua in estate ed un forte anticipo della fase di moribonda (15/45 giorni). I cambiamenti attesi saranno variabili tra un torrente e l'altro e dipenderanno dalle caratteristiche dei singoli bacini: estensione, quota, pendenza, estensione della superficie glacializzata. Insieme a questi fattori principali, giocheranno un ruolo non trascurabile anche le caratteristiche geologiche, le dinamiche della vegetazione ed ovviamente gli usi umani. Si attende anche un aumento della frequenza e dell'intensità del rischio di siccità, specialmente durante l'estate e l'autunno. La fascia di quota che sarà maggiormente impattata è quella della media montagna dove sono attese riduzioni del bilancio idrico estivo comprese tra il 40% e il 60%. Una riduzione del bilancio idrico estivo potrà tradursi in un aumento della necessità di acqua per l'uso irriguo.

I territori di montagna si trovano quindi a dover sviluppare le strategie e le azioni necessarie ad una gestione della risorsa idrica efficace e sostenibile: il progetto RESERVAQUA ha il compito fondamentale di costruire le basi conoscitive necessarie a raggiungere tale scopo.

* * *

Le changement climatique que nous vivons est causé par les émissions de gaz à effet de serre des activités humaines. L'évolution du climat dans les décennies à venir et les impacts qui en découlent sur les systèmes naturels et sur la société dépendront de l'efficacité des politiques de décarbonation et d'adaptation mises en œuvre aux niveaux mondial, national et local (PNUE 2019, GIEC 2019 SRCCL).

Le réchauffement se poursuivra et en 2035 les températures annuelles moyennes des territoires concernés par le projet RESERVAQUA augmenteront

de +1°C/+1,2°C par rapport à la période 1980-2010. Au milieu du siècle une augmentation comprise entre +1,1°C et +2°C est attendue, jusqu'à +1,0°C à la fin du siècle selon le scénario basé sur une forte atténuation des émissions de gaz à effet de serre (RCP2. 6) et +4,1°C selon le scénario prévoyant une augmentation continue des émissions (RCP8.5). Les saisons les plus chaudes seront l'été et l'automne. En ce qui concerne les précipitations, les modèles sont plus incertains et variables: les précipitations annuelles ne changeront pas significativement (+2%/+5%) par rapport à la période 1980-2010, alors qu'un changement de distribution saisonnière est attendu. Une augmentation des précipitations hivernales, automnales et printanières est attendue entre +5% et +25% et une réduction des précipitations estivales de -10/-25%. L'augmentation des précipitations hivernales se fera dans un contexte de températures plus élevées et donc les chutes de neige seront réduites au profit des précipitations liquides, en particulier en dessous de 2000/2300 m asl. Cela se traduira par une réduction de la réserve d'eau contenue dans la neige (SWE). Selon le scénario intermédiaire, une réduction de 20 à 30% et une avance de la phase de fusion d'environ un mois sont attendues. Les glaciers continueront de fondre: de nombreux glaciers en dessous de 3000/3500 m d'altitude disparaîtront, provoquant une modification profonde des paysages et des impacts sur les écosystèmes. Au cours des prochaines décennies, environ 25 à 30% de la réserve d'eau résiduelle contenue dans les glaciers seront perdus. Ces variations auront un fort impact sur l'écoulement de l'eau dans les rivières: nous aurons plus d'eau en automne et en hiver, moins d'eau en été et une forte avance de la phase douce (15/45 jours). Les changements attendus varieront d'un cours d'eau à l'autre et dépendront des caractéristiques des bassins individuels: extension, altitude, pente, extension de la surface glaciaire. Avec ces principaux facteurs, les caractéristiques géologiques, la dynamique de la végétation et évidemment les usages humains joueront également un rôle non négligeable. Une augmentation de la fréquence et de l'intensité du risque de sécheresse est également attendue, en particulier pendant l'été et l'automne. La plage d'altitude qui aura le plus d'impact est celle de la zone de moyenne montagne où l'on s'attend à des réductions du bilan hydrique d'été comprises entre 40% et 60%. Une réduction du bilan hydrique d'été peut entraîner une augmentation des besoins en eau pour l'irrigation.

Les territoires de montagne doivent donc développer les stratégies et les actions nécessaires à une gestion efficace et durable des ressources en eau: le projet RESERVAQUA a pour mission fondamentale de construire les bases de connaissances nécessaires pour atteindre cet objectif.

cambiamenti climatici sugli episodi di siccità nel Vallese entro il 2100

Contributo a cura del dott. S. Carruzzo (Géologue/hydrogéologue, CREALP)

Le projet RESERVAQUA vise à l'amélioration des connaissances sur les masses d'eau superficielles et souterraines, correspondant respectivement aux cours d'eau, lacs, glaciers et aux aquifères, qui participent à la définition de la ressource en eau en milieu alpin. La notion de masse d'eau a été définie pour la mise-en-œuvre de la directive-cadre sur l'eau (2000/60/CE) de la Commission Européenne et dote ainsi tous les états européens d'un référentiel commun pour la gestion et la gouvernance des ressources en eau. L'unité de masse d'eau permet de définir les objectifs environnementaux en terme de qualité et de quantité d'eau disponible, d'évaluer l'état des milieux grâce aux réseaux d'observation et, ultérieurement, de vérifier l'atteinte d'objectifs fixés. La caractérisation de ces unités passe notamment par l'évaluation du risque quantitatif, soit la disponibilité à long terme de la ressource sous l'effet des pressions anthropiques et/ou naturelles. Elle intègre entre autres la problématique du changement climatique et de ses possibles effets sur la disponibilité en eau.

La prise en considération des effets du changement climatique sur la protection, la valorisation et la gestion de l'eau représentera pour le futur un aspect stratégique en terme de gouvernance. Les effets du changement climatique n'épargnent pas le territoire alpin. Parmi les conséquences potentielles, on peut évoquer les épisodes de sécheresses qui pourraient devenir à la fois plus intenses et plus fréquents. Ceci pourrait représenter une menace pour l'alimentation en eau de la population et pour les activités économiques de certaines régions du canton du Valais. Il convient toutefois de distinguer la notion de sécheresse, situation temporaire, de celle d'aridité, ayant un caractère permanent, et de celle de pénurie, situation dans laquelle la demande dépasse les ressources disponibles et qui repose essentiellement sur le déséquilibre géographique et temporel entre la demande et la disponibilité en eau.

Afin de quantifier l'augmentation de la fréquence de tels épisodes en Valais à l'horizon 2100, le CREALP a réalisé une étude dont les résultats ont fait l'objet d'un article (**Effects of climate change on drought occurrence in the Valais region (Switzerland) under the new CH2018 scenarios, Javier Fluixá-Sanmartín et al.**) et d'une communication scientifique au 16^{ème} Swiss Geoscience Meeting de Berne, en 2018. L'étude s'appuie sur les nouveaux scénarios climatiques suisses (CH2018) ainsi que sur les données d'observation météorologiques de précipitations et de températures, à la fois historiques (1981 à 2010) et projetées (2011 à 2099) dans le but de calculer la

fréquence des périodes de sécheresses. Les conclusions de l'étude mettent en évidence une détérioration des conditions climatiques au cours du 21^{ème} siècle. Des périodes plus sèches y sont donc très probables et le risque d'occurrence d'épisodes de sécheresse ira croissant. Ces épisodes de sécheresse étant susceptibles d'avoir des effets marqués sur certaines masses d'eau, il est primordial de se doter des outils : réseaux de mesure adaptés, système de prévisions, indicateurs de résistance à la sécheresse permettant d'une part de réaliser ces prévisions et d'autre part d'évaluer la résilience des masses d'eau face à ce type d'aléa climatique. Dans cette optique, l'étude préconise notamment la mise en place, en Valais, d'un système de surveillance et de prévision des sécheresses.

Pour les personnes intéressées à approfondir le sujet, le poster présenté au Swiss Geoscience Meeting de 2018 est accessible sous <https://www.crealp.ch/fr/accueil/le-crealp/publications-crealp.html> (cliquer sous l'onglet Résumés, le poster se trouve sous la rubrique 2018).

* * *

Il progetto RESERVAQUA mira a migliorare la conoscenza dei corpi idrici superficiali e sotterranei, corrispondenti rispettivamente a fiumi, laghi, ghiacciai e acquiferi, che partecipano alla definizione delle risorse idriche nell'ambiente alpino. Il concetto di corpo idrico è stato definito per l'attuazione della Direttiva quadro sulle acque (2000/60 / CE) della Commissione Europea in modo che tutti gli Stati europei abbiano un riferimento comune per gestione e governo delle risorse idriche. L'insieme della massa d'acqua consente di definire gli obiettivi ambientali in termini di qualità e quantità disponibile, di monitorare lo stato degli ambienti grazie alle reti di osservazione e, successivamente, di verificare il raggiungimento degli obiettivi fissati. La caratterizzazione di queste unità comporta in particolare la valutazione del rischio quantitativo, ovvero la disponibilità a lungo termine della risorsa sotto l'effetto di pressioni antropiche e/o naturali. Comprende, tra le altre cose, la problematica del cambiamento climatico e dei suoi possibili effetti sulla disponibilità di acqua.

Tenere conto degli effetti del cambiamento climatico sulla protezione, valorizzazione e gestione dell'acqua rappresenterà in futuro un aspetto strategico in termini di governance. Gli effetti del cambiamento climatico non stanno risparmiando il territorio alpino. Tra le potenziali conseguenze si possono citare gli episodi di siccità che potrebbero diventare sia più intensi che più frequenti. Ciò potrebbe rappresentare una minaccia per l'approvvigionamento idrico della popolazione e per le attività economiche di alcune regioni del Cantone Vallese. Tuttavia, occorre distinguere tra la definizione di siccità, cioè di una situazione temporanea, da quella di aridità, che invece è permanente, e da quella di scarsità, ossia da una situazione in cui

la domanda supera le risorse disponibili e che si basa essenzialmente sullo squilibrio geografico e temporale tra richiesta e la disponibilità di acqua.

*Al fine di quantificare l'aumento della frequenza di tali episodi in Vallese entro il 2100, il CREALP ha realizzato uno studio i cui risultati sono stati oggetto di un articolo (**Effects of climate change on drought occurrence in the Valais region (Switzerland) under the new CH2018 scenarios, Javier Fluixá-Sanmartín et al.**) e di un rapporto scientifico al 16° Swiss Geoscience Meeting di Berna, nel 2018. Lo studio si basa sui nuovi scenari climatici svizzeri (CH2018) nonché sui dati di osservazione meteorologica di precipitazioni e temperatura, sia storici (1981-2010) che previsti (2011-2099) con l'obiettivo di calcolare la frequenza dei periodi di siccità. I risultati dello studio indicano un deterioramento delle condizioni climatiche nel corso del 21° secolo. Sono quindi molto probabili periodi più secchi e il rischio di episodi di siccità aumenterà. Poiché è probabile che questi episodi di siccità abbiano effetti marcati su alcuni corpi idrici, è essenziale dotarsi di strumenti: reti di misura adeguate, sistema di previsione, indicatori di resistenza alla siccità che consentano, da un lato, di raggiungere queste previsioni e dall'altro di valutare la resilienza dei corpi idrici a questo tipo di pericolosità climatica. In quest'ottica, lo studio raccomanda in particolare l'istituzione, nel Vallese, di un sistema di monitoraggio e previsione della siccità.*

Per chi è interessato ad approfondire l'argomento, il poster presentato allo Swiss Geoscience Meeting del 2018 può essere consultato all'indirizzo <https://www.crealp.ch/fr/accueil/le-crealp/publications-crealp.html> (cliccare sotto la scheda Résumés, il poster si trova sotto il 2018).

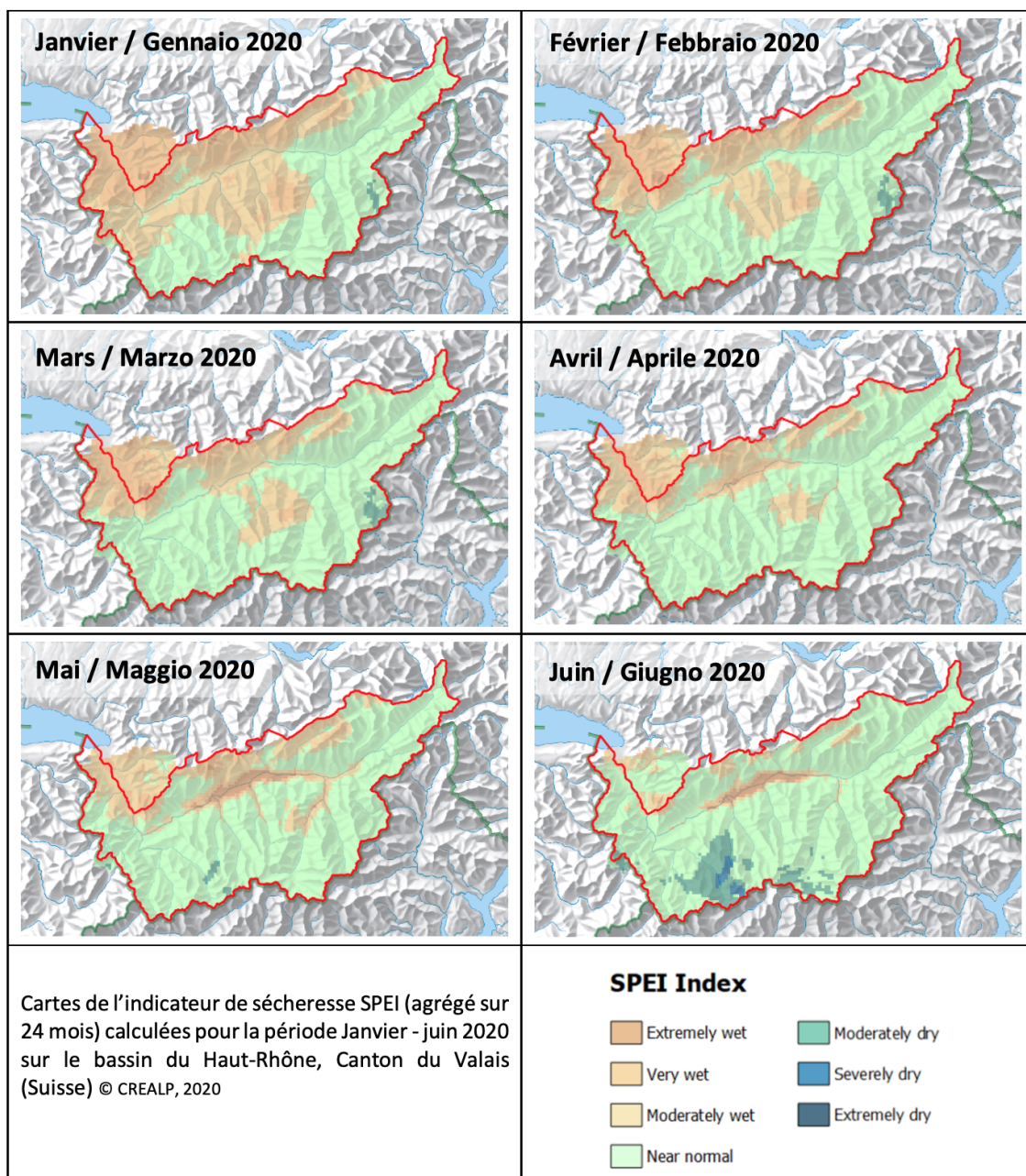


Fig.1 - Cartes de l'indicateur de sécheresse SPEI (agrégé sur 24 mois) calculées pour la période Janvier - juin 2020 sur le bassin du Haut-Rhône, Canton du Valais (Suisse) (CREALP, 2020) / Carte dell'indicatore della siccità SPEI (aggregate su 24 mesi) calcolate per il periodo gennaio-giugno 2020 sul bacino dell'Haut-Rhône, Canton Vallese (Svizzera) (CREALP, 2020).

Come il Politecnico di Torino ha deciso di affrontare (contribuire a risolvere) il problema dei cambiamenti climatici / Comment l'école polytechnique de Turin a décidé de s'attaquer (aider à résoudre) le problème du changement climatique

Contributo a cura del Politecnico di Torino - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture (DIATI)

Gli impatti del riscaldamento globale e dei cambiamenti climatici sono ad oggi ormai evidenti e si prevede possano aumentare nei prossimi decenni. Le strategie di azione in relazione al problema globale riguardano principalmente la mitigazione delle cause e la definizione di soluzioni di adattamento ai cambiamenti. In questo quadro, il Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture del Politecnico di Torino attraverso un progetto, finanziato dal MIUR nel 2018, denominato **"cambiamenti_climatici@polito"** intende qualificarsi come punto di riferimento tecnico, scientifico e formativo internazionale per l'analisi e il contrasto degli effetti del cambiamento climatico. In particolare ponendosi come obiettivo lo studio di **strategie innovative di monitoraggio e analisi del cambiamento** e la ricerca di soluzioni per la **mitigazione dei cambiamenti** mediante un'approfondita analisi delle tecnologie negative e del ciclo delle risorse e dei materiali nella loro filiera complessiva. Il progetto punta inoltre a ricercare soluzioni tecnologiche e di pianificazione di **adattamento ai cambiamenti** climatici. Prevede infatti la creazione di un **laboratorio integrato e multisito**, in parte a cielo aperto per lo studio di tecnologie per **l'assorbimento dell'anidride carbonica e la mitigazione dell'effetto serra**, in parte costituito da un laboratorio mobile per **il controllo e il monitoraggio degli effetti del cambiamento climatico**, ovvero di un laboratorio in grotta per lo **studio del paleoclima** e di un **laboratorio su ghiacciaio** per lo studio dell'evoluzione delle masse glaciali.

Essendo il Politecnico da sempre impegnato anche e soprattutto sul fronte delle **attività didattiche**, il progetto cambiamenti_climatici si pone anche l'obiettivo di formare una nuova generazione di ingegneri ambientali e civili capaci di progettare nuove soluzioni ingegneristiche compatibili con condizioni climatiche in mutamento attraverso un insieme integrato di iniziative di laurea e master che fanno già attualmente parte dell'offerta formativa.

Per quanto riguarda il ciclo idrologico i due team del GlacierLab si stanno occupando della ricostruzione delle masse glaciali e della loro evoluzione, attraverso campagne di misura con tecniche terrestri e aeree integrate. L'elaborazione dei dati fatta dal team di geomatica ha portato a una ricostruzione spazio-temporale del ghiacciaio per la stima delle variazioni di volume, delle velocità di avanzamento del corpo glaciale e della sua fusione. Le attività di rilievo topografico e fotogrammetrico sono state fatte sia sul Monte Rosa sia in Valpelline dove in futuro verranno installate sonde multi-parametriche e misuratori di portata per misure idrologiche e idrogeologiche. Il Massiccio del Monte Rosa essendo di particolare interesse scientifico è stato anche monitorato dal team di geofisica, che monitora il ghiacciaio dell'Indren con misure dal 2011. Le campagne di misura di tipo georadar sono mirate a stimare lo spessore del ghiaccio lungo una serie di sezioni rappresentative del ghiacciaio, a quote diverse, al fine di ricostruirne i modelli evolutivi sulla base

dei dati di spessore e dei dati di bilancio di massa (in collaborazione con ARPA Valle d'Aosta e Fondazione Montagna sicura). Infine, le attività di monitoraggio geofisico sono state inoltre realizzate sul ghiacciaio del Ruitor in collaborazione con ARPA Valle d'Aosta, per la stima della distribuzione della neve stagionale sul corpo glaciale, finalizzate al bilancio di massa del ghiacciaio. L'attività si è incrociata con quelle della spedizione Alpi 2020 del progetto "Sulle Tracce dei Ghiacciai" del fotografo Fabiano Ventura, che gira tutto il mondo per documentare la fusione dei ghiacciai e gli impatti del cambiamento climatico.

* * *

*Les effets du réchauffement global et du changement climatique sont désormais évidents et devraient augmenter au cours des prochaines décennies. Les stratégies d'action en relation avec le problème global concernent principalement l'atténuation des causes et la définition de solutions adaptatives aux changements. Dans ce contexte, le Département d'Ingénierie de l'Environnement, du Territoire et des Infrastructures du Politecnico di Torino à travers un projet, financé par le MIUR en 2018, appelé **"cambiamenti_climatici@polito"** entend se profiler comme point de référence international technique, scientifique et de formation pour l'analyse et la lutte contre les effets du changement climatique. En particulier, dans le but d'étudier des **stratégies innovantes de suivi et d'analyse du changement** et de trouver des **solutions pour l'atténuer** grâce à une analyse approfondie des technologies négatives et du cycle des ressources et des matériaux dans leur chaîne d'approvisionnement globale. Le projet vise également à rechercher des solutions technologiques et de planification pour l'**adaptation au changement climatique**. En effet, il prévoit la création d'un **laboratoire intégré et multi-sites**, en partie à ciel ouvert pour l'étude des technologies d'**absorption du dioxyde de carbone et d'atténuation de l'effet de serre**, constitué en partie d'un laboratoire mobile de **contrôle et de surveillance des effets du changement climatique**, ou un laboratoire dans une grotte pour l'**étude du paléoclimat** et un **laboratoire sur un glacier** pour l'étude de l'évolution des masses glaciaires.*

*Le Politecnico ayant toujours eu un engagement fort dans les activités pédagogiques, le projet **change_climatic** vise également à former une nouvelle génération d'ingénieurs environnementaux et civils capables de concevoir de nouvelles solutions d'ingénierie compatibles avec les conditions climatiques changeantes. A cet effet, l'offre de formation comprend déjà un ensemble de cours de niveau diplômes et masters centré sur cette thématique.*

En ce qui concerne le cycle hydrologique, les deux équipes de GlacierLab travaillent à la reconstruction des masses glaciaires et à leur évolution, à travers des campagnes de mesures avec des techniques terrestres et aériennes intégrées. Le traitement des données réalisé par l'équipe de

géomatique a conduit à une reconstruction spatio-temporelle du glacier pour l'estimation des variations de volume, de la vitesse d'avancement du corps glaciaire et de sa fonte. Les activités de levés topographiques et photogrammétriques ont été menées à la fois sur le Mont Rose et dans la Valpelline où seront installés à l'avenir des sondes multi-paramétriques et des débitmètres pour les mesures hydrologiques et hydrogéologiques. D'un intérêt scientifique particulier, le Massif du Monte Rosa a également été suivi par l'équipe de géophysique, qui surveille le glacier Indren avec des mesures depuis 2011. Les campagnes de mesures géoradar visent à estimer l'épaisseur de la glace le long d'une série de coupes représentatives du glacier, à différentes altitudes, afin de reconstruire ses modèles évolutifs à partir de données d'épaisseur et de bilan de masse (en collaboration avec ARPA Valle d'Aosta et Fondazione Montagna sicura). Enfin, des activités de suivi géophysique ont également été menées sur le glacier de Ruitor en collaboration avec l'ARPA Valle d'Aosta, pour l'estimation de la répartition saisonnière de la neige sur le corps glaciaire, visant le bilan de masse du glacier. Ces travaux se sont recoupés avec ceux de l'expédition Alpi 2020 du projet "Sur les traces des glaciers" du photographe Fabiano Ventura, qui parcourt le monde pour documenter la fonte des glaciers" et les impacts du changement climatique.

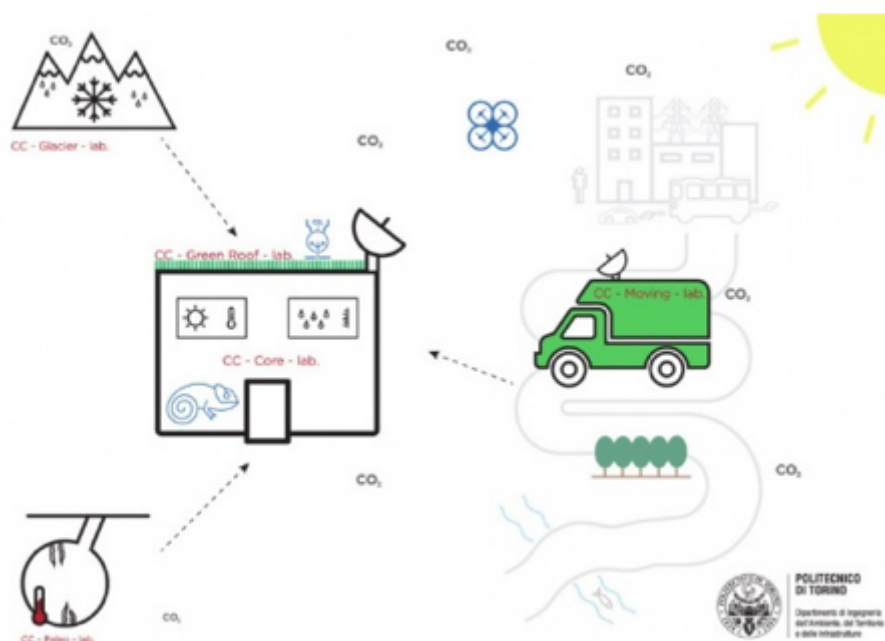


Fig.1 - Schema del progetto "cambiamenti_climatici@polito" / Schéma du project "cambiamenti_climatici@polito".

Brève illustration avec un des quatre cas d'étude valaisan: l'Alpage de Zanfleuron (Tsanfleuron), commune de Savièse / Breve presentazione di uno dei quattro casi

studio del Vallese: il pascolo alpino Zanfleuron (Tsanfleuron), Comune di Savièse

Contributo a cura del dott. S. Maillard (Ingénieur d'arrondissement - Génie rural) e del dott. L. Maret (Chef d'office) del Service de l'agriculture (SCA) del Vallese

L'alpage cité en titre est situé, ainsi que les 2 autres cas d'étude (alpages) sur l'extrait de carte plus loin. Les caractéristiques des 3 alpages sont très différentes et représentatives des alpages des Alpes. Le 4ème cas d'étude est un secteur agricole en plaine, en amont du coude du Rhône de Martigny.

En italique ci-dessous, les textes sont extraits du « Cadastre de la production agricole », établi en 1973 par la Confédération Suisse.

... Le sol est sain, sauf au Plan de La Fontaine où les eaux du Lachon inondent et submergent le fond de la plaine lorsque la fonte du glacier de Tsanfleuron atteint son maximum, convertissant en marais ou lac une surface de 3 à 4 ha.

...

... L'approvisionnement en eau donne satisfaction tant aux bâtiments que sur la prairie où la répartition des points d'eau est bonne.

...La construction des étables a été entreprise en 1937. Ce bâtiment abrite 8 étables de 20 places chacune ... L'eau courante est installée partout.

... La fosse à purin est creusée en bordure des étables dans le sens de la longueur du bâtiment. Le purinage se fait par bisses. ...

Les cours d'eau à proximité des bâtiments alpestres sont donc moins sollicités qu'au siècle passé ; l'approvisionnement en eau potable, y compris pour la transformation du lait, et en eau d'abreuvement pour une partie, est assuré par le captage d'une source en montagne, dont il faut garantir la pérennité ; une gestion soigneuse de tous les effluents doit être optimisée. Les influences de la fonte du glacier, jusqu'à sa disparition, doivent être prévues.

* * *

La localizzazione geografica del pascolo alpino in oggetto, così come per gli altri 2 casi di studio, è presentata nell'estratto cartografico sottostante. Le caratteristiche dei 3 alpeggi sono molto diverse e rappresentative di varie tipologie di alpeggi. Il quarto caso di studio è localizzato in un settore agricolo di pianura, a monte dell'ansa del fiume Rodano a Martigny.

In corsivo qui di seguito vengono presentati i testi tratti dal "Catasto della produzione agricola", istituito nel 1973 dalla Confederazione Svizzera.

... Le sol est sain, sauf au Plan de La Fontaine où les eaux du Lachon inondent et submergent le fond de la plaine lorsque la fonte du glacier de Tsanfleuron atteint son maximum, convertissant en marais ou lac une surface de 3 à 4 ha.

...

... L'approvisionnement en eau donne satisfaction tant aux bâtiments que sur la prairie où la répartition des points d'eau est bonne.

...La construction des étables a été entreprise en 1937. Ce bâtiment abrite 8 étables de 20 places chacune L'eau courante est installée partout.

... La fosse à purin est creusée en bordure des étables dans le sens de la longueur du bâtiment. Le purinage se fait par bisses. ...

I fiumi in prossimità degli edifici alpini sono quindi meno utilizzati rispetto al secolo scorso; l'approvvigionamento di acqua potabile, anche per la lavorazione del latte, e in parte di acqua potabile, è assicurato dal bacino di una sorgente di montagna, la cui sostenibilità deve essere garantita; deve essere ottimizzata un'attenta gestione di tutti gli effluenti. Devono essere previsti gli apporti dello scioglimento del ghiacciaio, fino alla sua scomparsa.

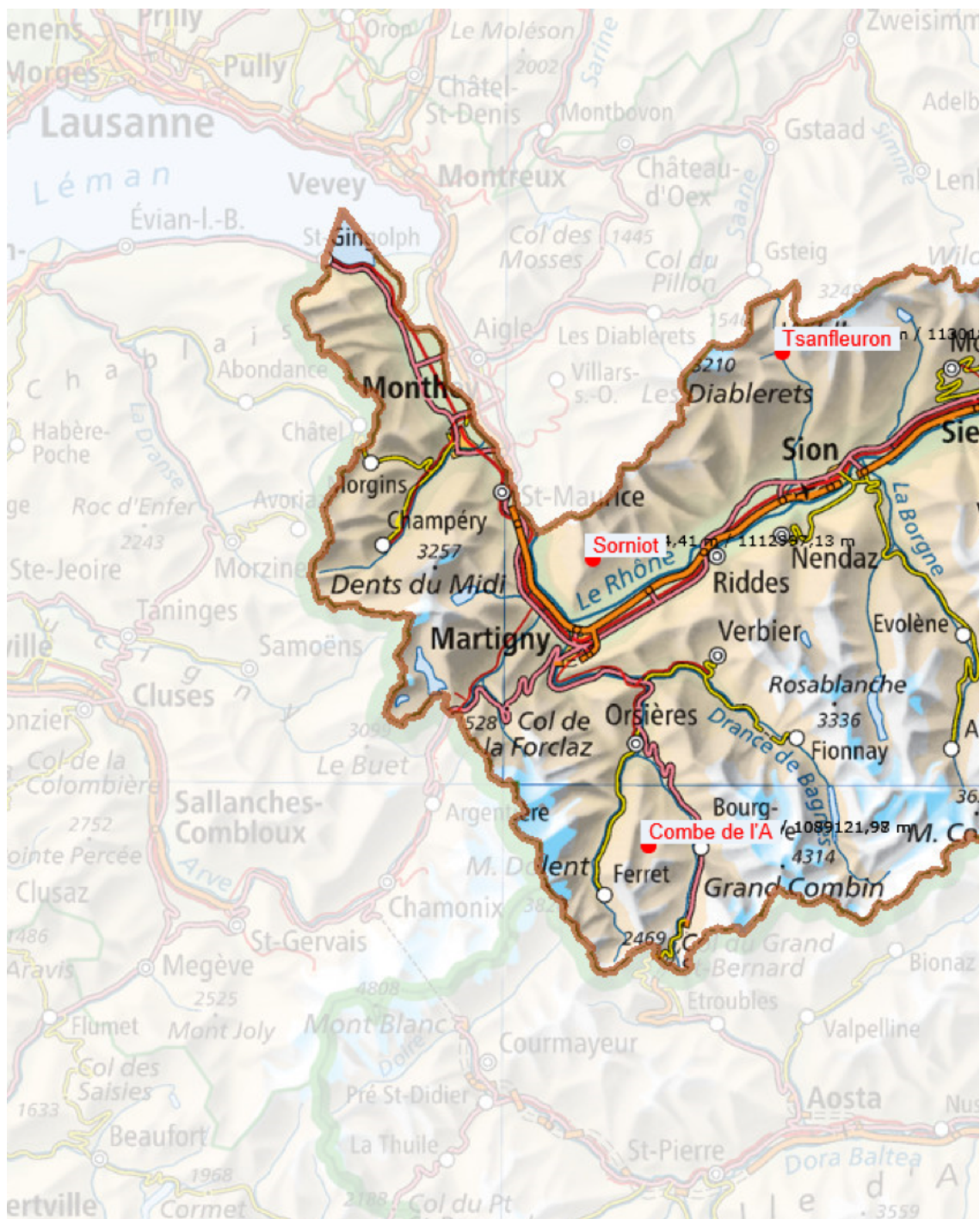


Fig.1 - Dépourvu de foi publique (Source Swisstopo, Canton du Valais).



Fig.2 - 30.07.2020: la plaine n'est plus que rarement inondée, et il n'y a plus lieu de parler de marais ou de lac d'une surface de 3 à 4 ha, temporaire. Au loin, le troupeau de vaches d'Hérens pâture, tenu éloigné de la zone protégée du Plan de la Fontaine, dont le sol était plutôt sec. / 30.07.2020: la pianura è raramente allagata e non c'è più motivo di parlare di palude o lago di superficie di 3 o 4 ettari, temporaneamente. In lontananza pascola la mandria di vacche Hérens, tenuta lontana dall'area protetta del Plan de la Fontaine, dove il terreno era piuttosto asciutto.



Fig.3 - 30.07.2020: Le Lachon n'a qu'un débit modeste d'eau de fonte du glacier turbide, évalué à 200 l/s (ordre de grandeur), cantonné au lit mineur du cours d'eau. / 30.07.2020: Il Lachon ha solo un modesto flusso di acqua di disgelo dal ghiacciaio torbido, stimato nell'ordine di grandezza di 200 l/s, confinato al letto minore del corso d'acqua.

Partner del progetto RESERVAQUA / Partenaires du projet RESERVAQUA



Copyright © 2020 RESERVAQUA, All rights reserved.

Our mailing address is:

reservaqua@fondms.org

Want to change how you receive these emails?

You can [update your preferences](#) or [unsubscribe from this list](#).

This email was sent to <<Email>>

[why did I get this?](#) [unsubscribe from this list](#) [update subscription preferences](#)

Progetto RESERVAQUA · Località Villard de la Palud, 1 · Courmayeur, AO 11013 · Italy

