

Outils pour identifier la sensibilité des eaux souterraines à la sécheresse

DER Journée technique 9 février 2023

Marie Arnoux

Centre de Recherche sur l'Environnement Alpin (CREALP)



Une année 2022 particulièrement sèche...

En 2022, les glaciers suisses ont fondu comme jamais auparavant

Le record de fonte des glaces en Suisse a été pulvérisé cette année atteignant 6% du volume total. Un phénomène qui risque de s'accélérer et qui inquiète des experts dans les communes.

Un risque de pénurie d'eau inquiète des communes

CLIMAT La sécheresse contraint certaines à instaurer des restrictions d'eau. C'est le cas de Nobile-Contrée, où le niveau mesuré dans les sources est similaire à celui habituellement enregistré en septembre.

CANICULE

Face à la sécheresse, des agriculteurs forcés d'enclencher une désalpe précoce

Face à la sécheresse qui brûle les alpages, des éleveurs du Jura ont été contraints de faire redescendre leurs bêtes en plaine. Sans succès, les agriculteurs repoussent l'échéance en attendant de l'eau par hélicoptère. Une situation sans précédent.



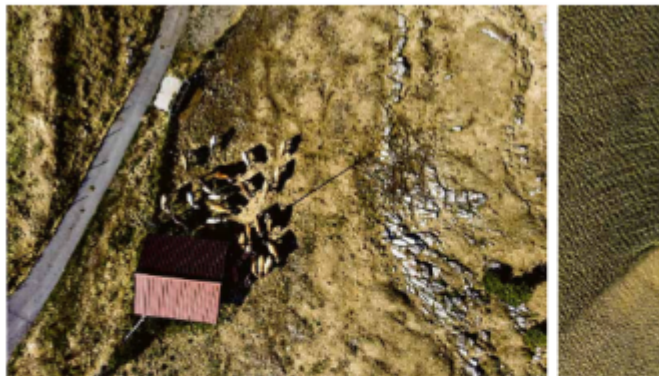
Destiné à l'irrigation mais aussi à l'alimentation en eau potable, le lac de Chermignon affiche un niveau «inquietant» selon les autorités.

Les restrictions d'eau se multiplient

SÉCHERESSE

A Crans-Montana, à Crans et Icogne, il est désormais interdit d'arroser son jardin ou sa pelouse durant la journée. A Martigny, des mesures préventives viennent également d'être instaurées.

interdit avec l'eau potable. La plus grande discipline demandée aux détenteurs piscines. La prise d'eau des bornes hydrantes est interdite. «Il se peut qu'avec la situation actuelle, certains secteurs d'irrigation soient interdits», prévient le service communal. Les communes, qui ont également l'interdiction de puiser dans les puits, à moins de disposer d'une autorisation cantonale. L'arrosage du vignoble est quant à lui limité au strict nécessaire. Les fontaines publiques seront coupées.



Sur le site de Marchaux, le 4 août 2022, dans le canton de Valais. Photo: M. Maggioni, van Ardenne, 2022

Asséchée, la Suisse prend

CLIMAT Lacs et cours d'eau asséchés, alpages assoiffés, poissons asphyxiés. La sécheresse qui frappe notre pays a charnié son lot d'images fortes ces dernières semaines. Alors que les cantons dressent un bilan provisoire, les experts semblent plus que jamais désabusés face à un manque d'anticipation chronique.



Sur le site de Marchaux, le 4 août 2022, dans le canton de Valais. Photo: M. Maggioni, van Ardenne, 2022



Sur le site de Marchaux, le 4 août 2022, dans le canton de Valais. Photo: M. Maggioni, van Ardenne, 2022

la mesure de son retard

admission en commission parlementaire. Le canton de Jura, lui, va passer le mois d'août relativement bien. «Les regards étaient dirigés en août et septembre vers les Alpes. Les Praalpen-Massif ne se risque plus au jeu des projections en matière de réactions géologiques. «En août, l'urgence que nous avons eue était de nous protéger contre les risques de glissement dans les versants de montagne. Cela n'a pas été fait et nous sommes en retard. Les troupes ne sont pas les meilleures, mais de manière à ce qu'il y ait un aperçu de la situation de l'ensemble de la Suisse.»

Le Temps et Le Nouvelliste 2022

Eau potable en Suisse

- En Suisse plus de 80% de l'eau potable proviennent des eaux souterraines contenues dans de nombreux types d'aquifères
- Dans les zones Alpines, elle provient principalement des sources de montagnes qui:
 - coulent naturellement
 - Sont généralement de bonne qualité
 - Peuvent être aussi utilisées pour produire de l'énergie



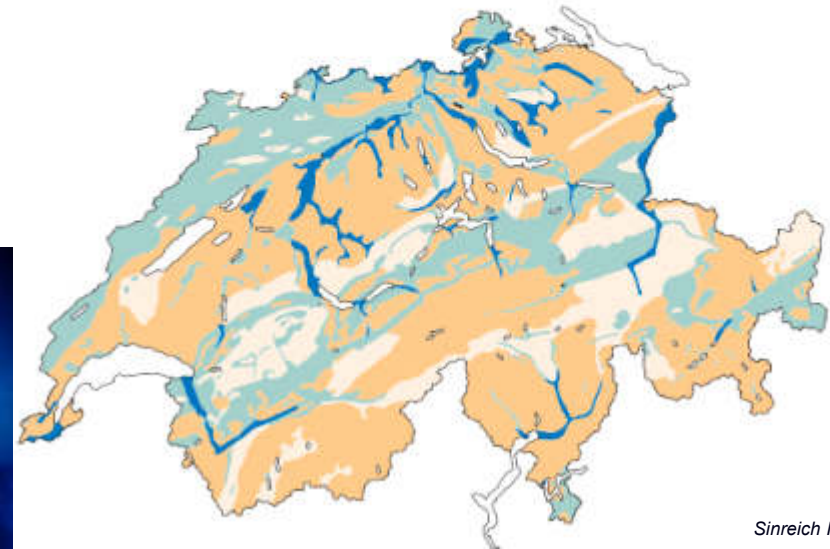
© Guillaume Perret

Drinking water collection from mountain spring)

crealp

Esquisse de la productivité des réservoirs aquifères

-  Aquifères très productifs dans les roches meubles
-  Aquifères peu productifs dans les roches peu consolidées et consolidées
-  Aquifères productifs dans les roches peu consolidées et consolidées
-  Aquifères non productifs

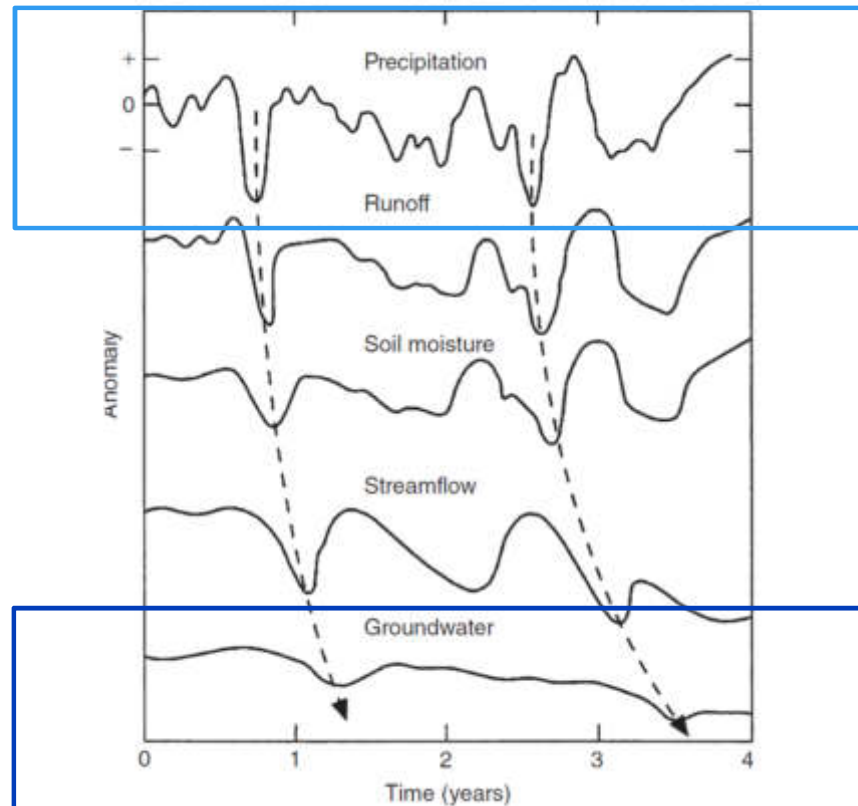


Sinreich M et al., 2012

Sécheresse météorologique et hydrogéologique

- La sensibilité des eaux souterraines aux sécheresses météorologiques dépend principalement de leur réactivité (inertie)

Variation des stocks d'eau

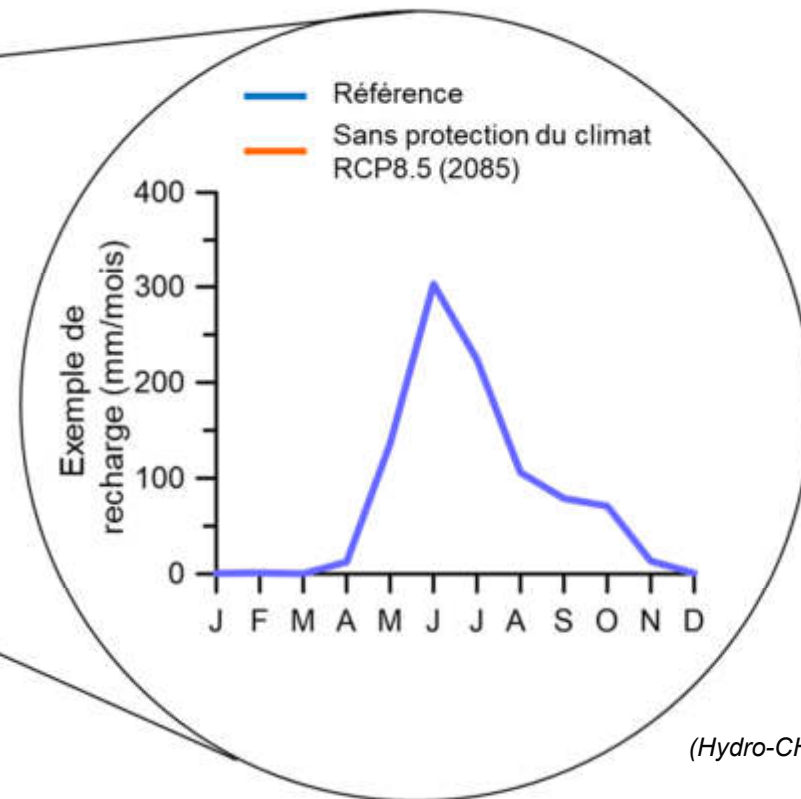
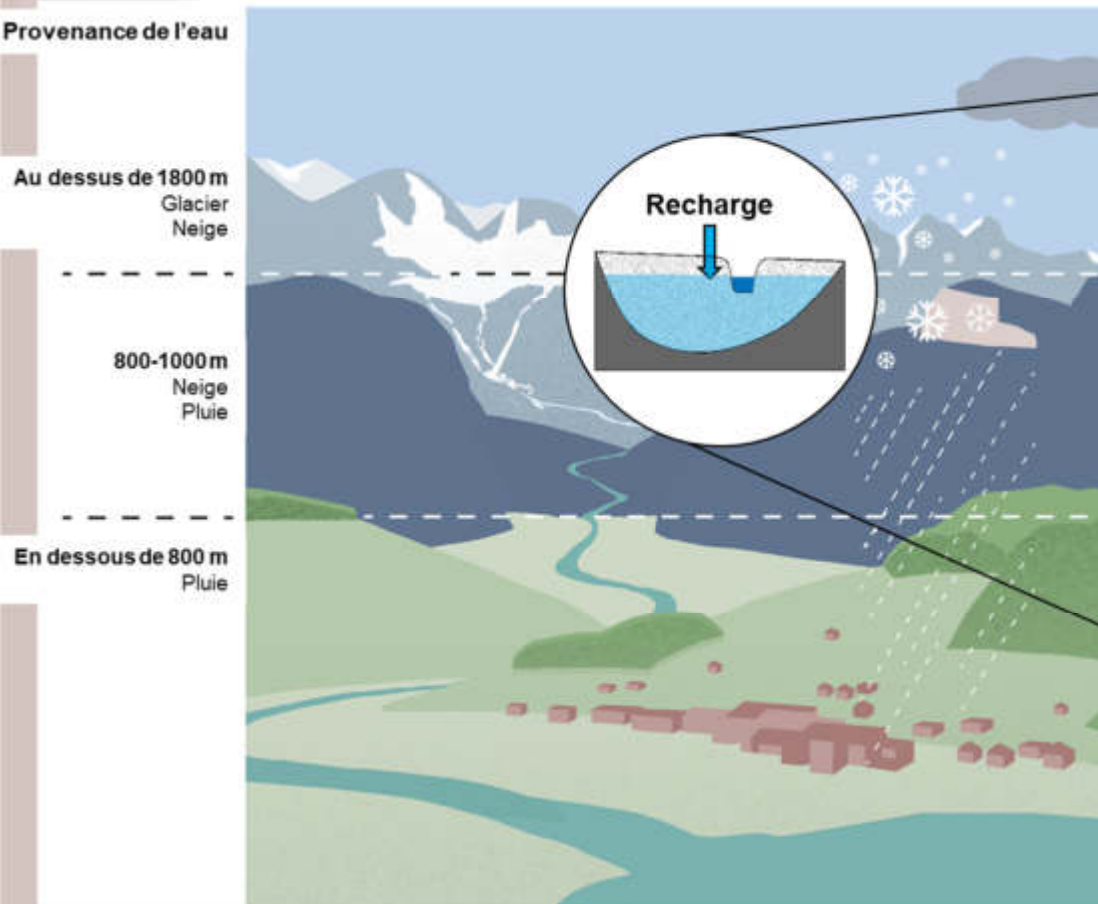


Precipitations

Eaux
souterraines

Contexte

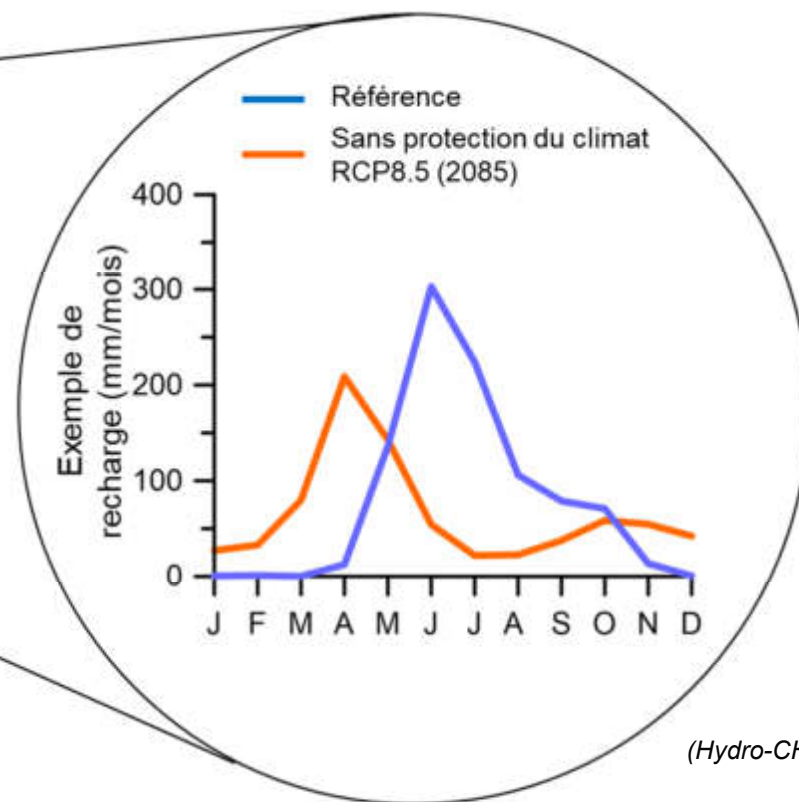
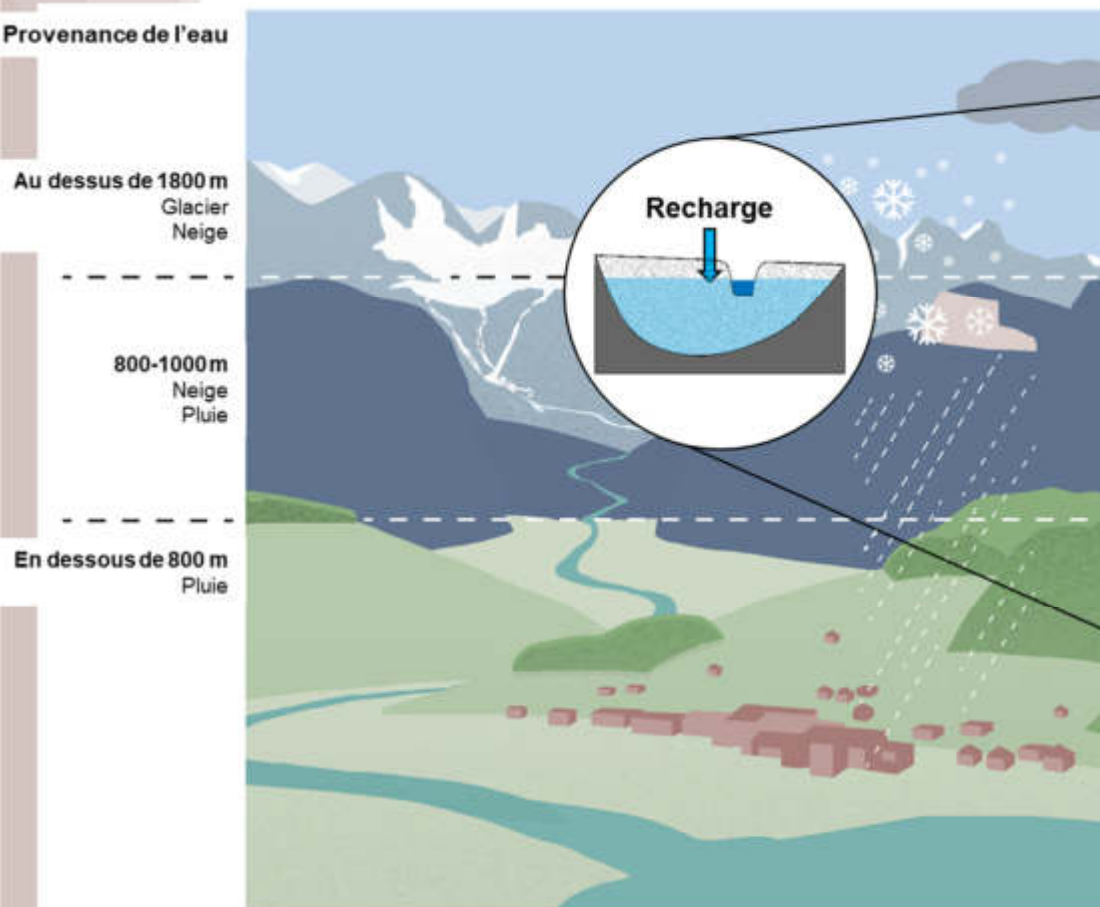
La recharge dans les Alpes



(Hydro-CH2018, 2021)

Contexte

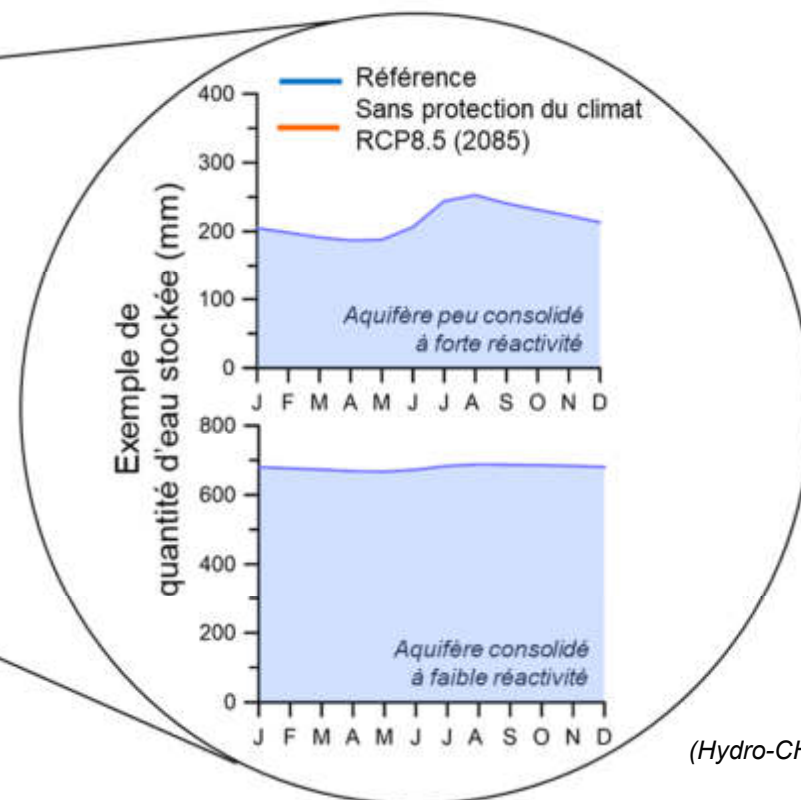
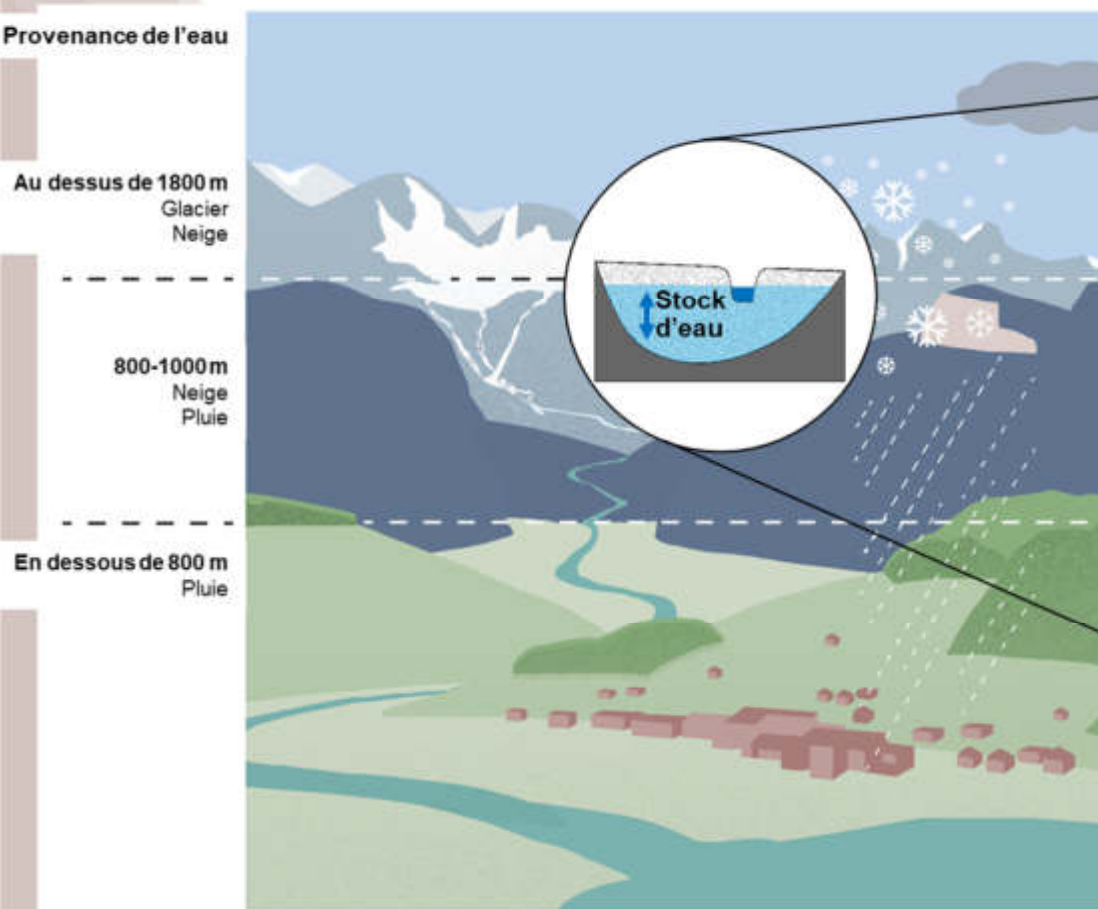
La recharge dans les Alpes



(Hydro-CH2018, 2021)

Contexte

Le stockage d'eau souterraine dans les Alpes

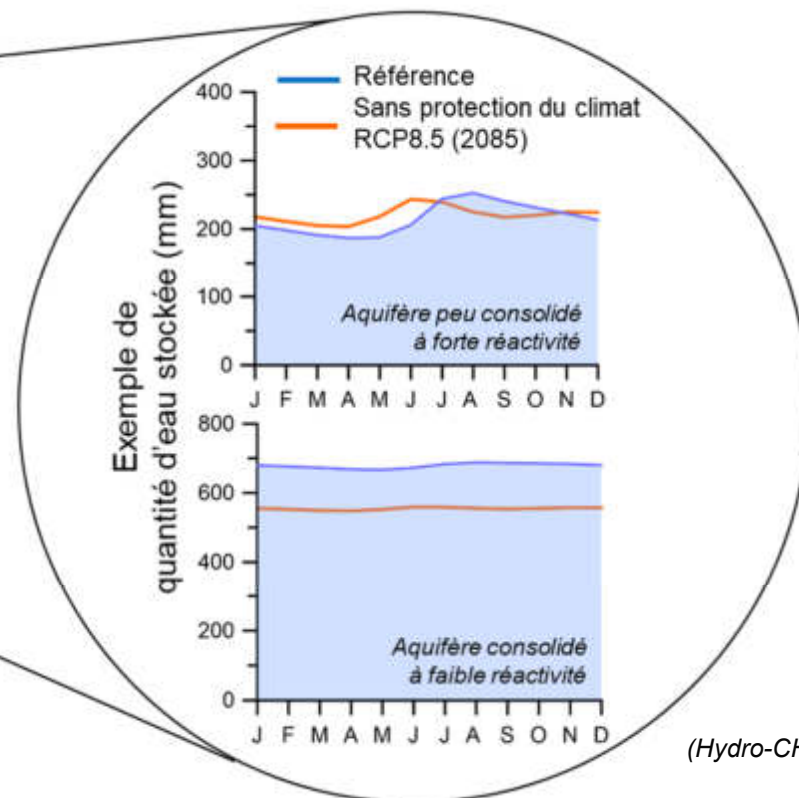
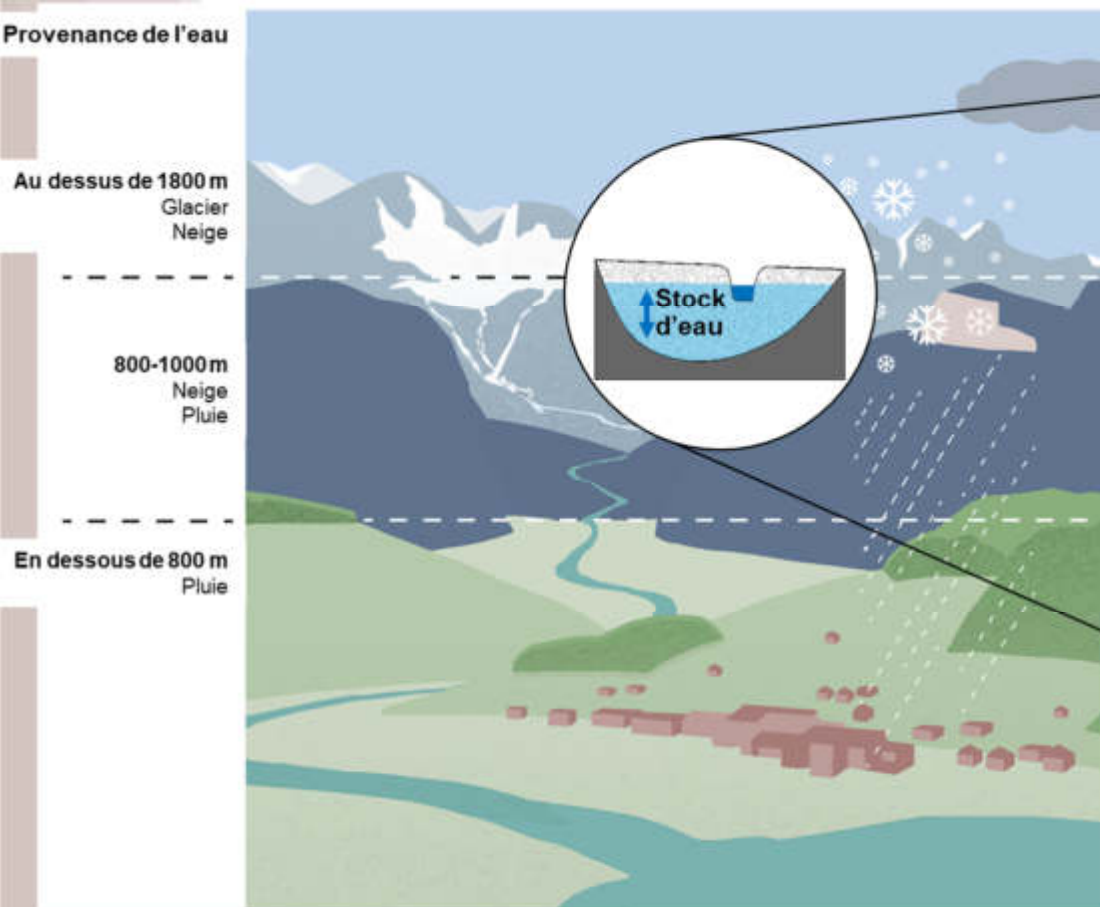


(Hydro-CH2018, 2021)

Fonction des caractéristiques de l'aquifère

Contexte

Le stockage d'eau souterraine dans les Alpes

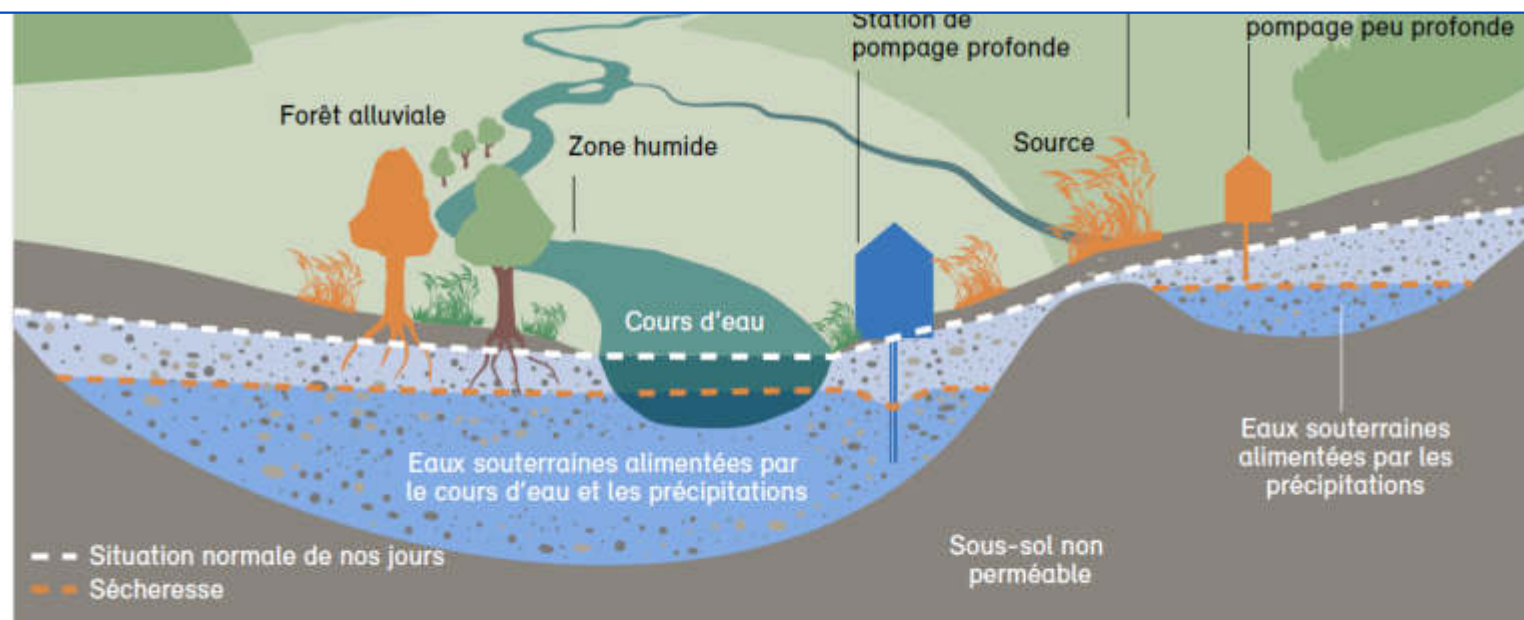


(Hydro-CH2018, 2021)

Fonction des caractéristiques de l'aquifère

Augmentation des périodes de sécheresse

Comment identifier les **ressources en eau stratégiques** afin de **garantir un approvisionnement en eau fiable et durable** sous contrainte du changement climatique ?

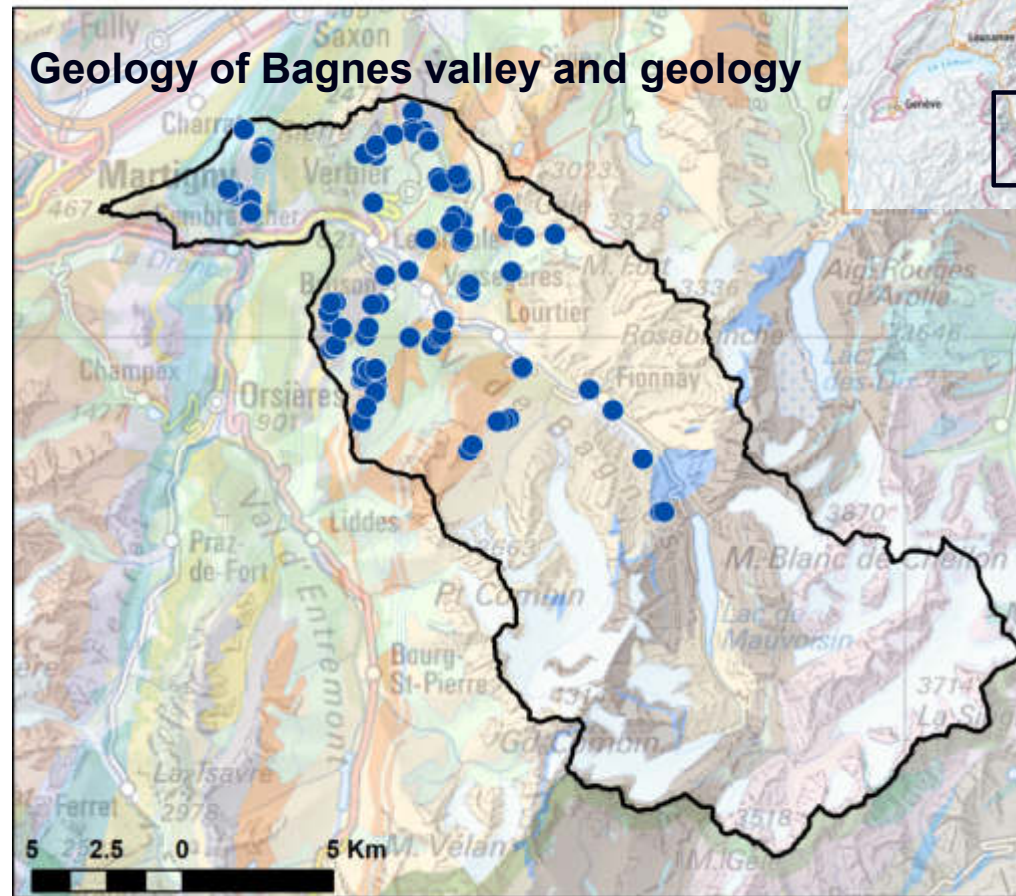


Source : adaptation d'après Hunkeler D. et al. (2020)

(Hydro-CH2018, 2021)

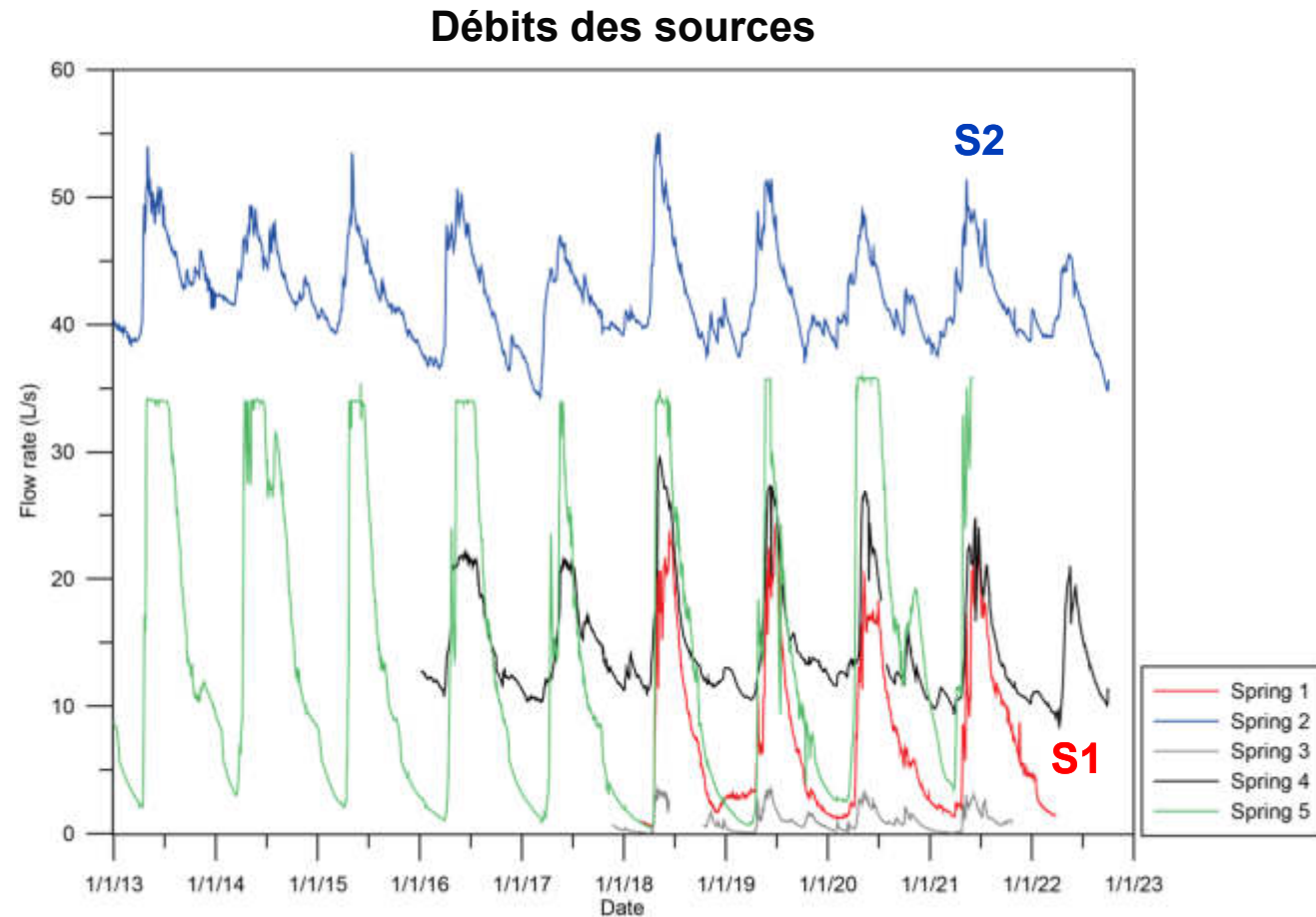
Alpes – exemple du val de Bagnes

- L'eau potable provient principalement des sources de montagne
- De nombreuses sources sont exploitées dans différentes géologies et à différentes altitudes

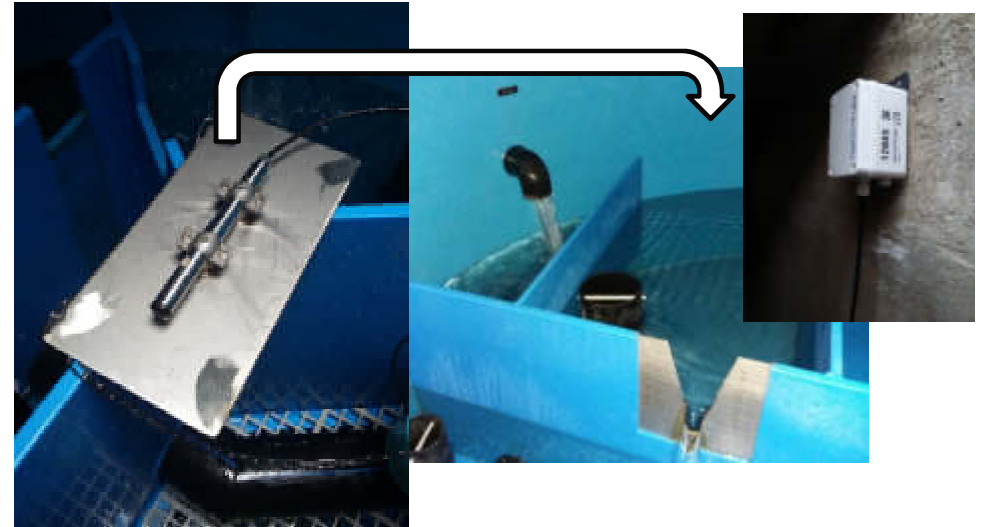


La condition de base : les mesures de débit

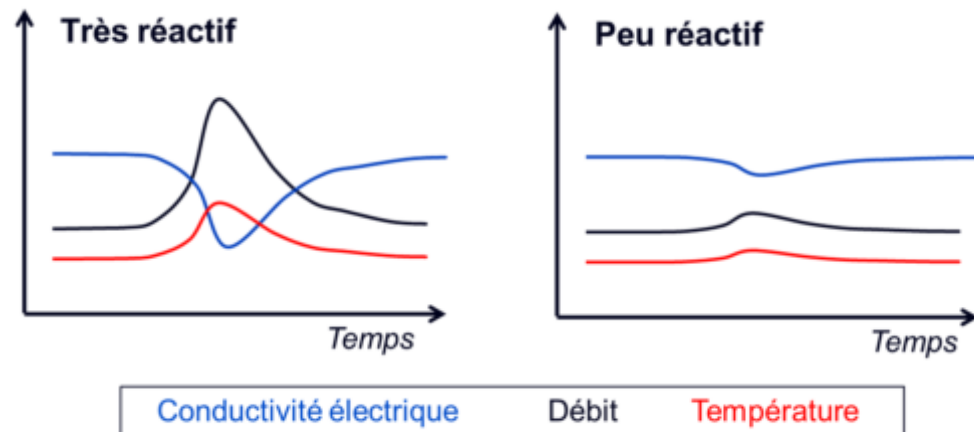
- Il faut des mesures des **débits naturels des sources** (ou de groupes des sources ayant des comportements similaires) **complètes** (journalières dans l'idéal ou mensuelles)
- Chaque source possède son propre fonctionnement hydrogéologique qu'il faut analyser



Mise en place des mesures

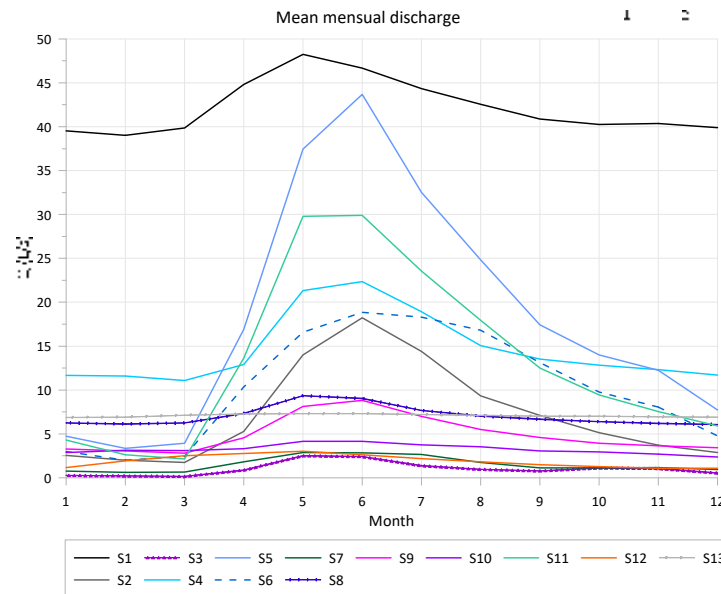
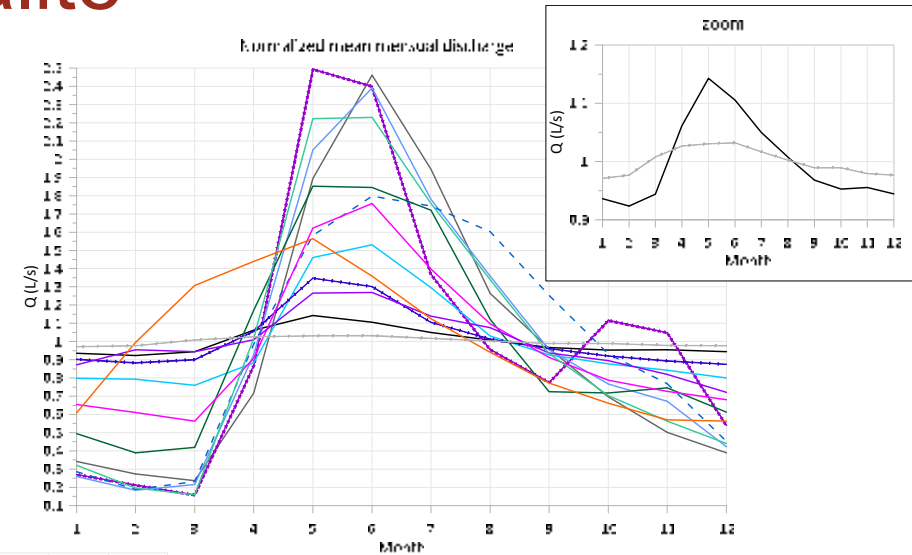


Cycle hydrogéologique annuel théorique



Cycle hydrogéologique et saisonnalité

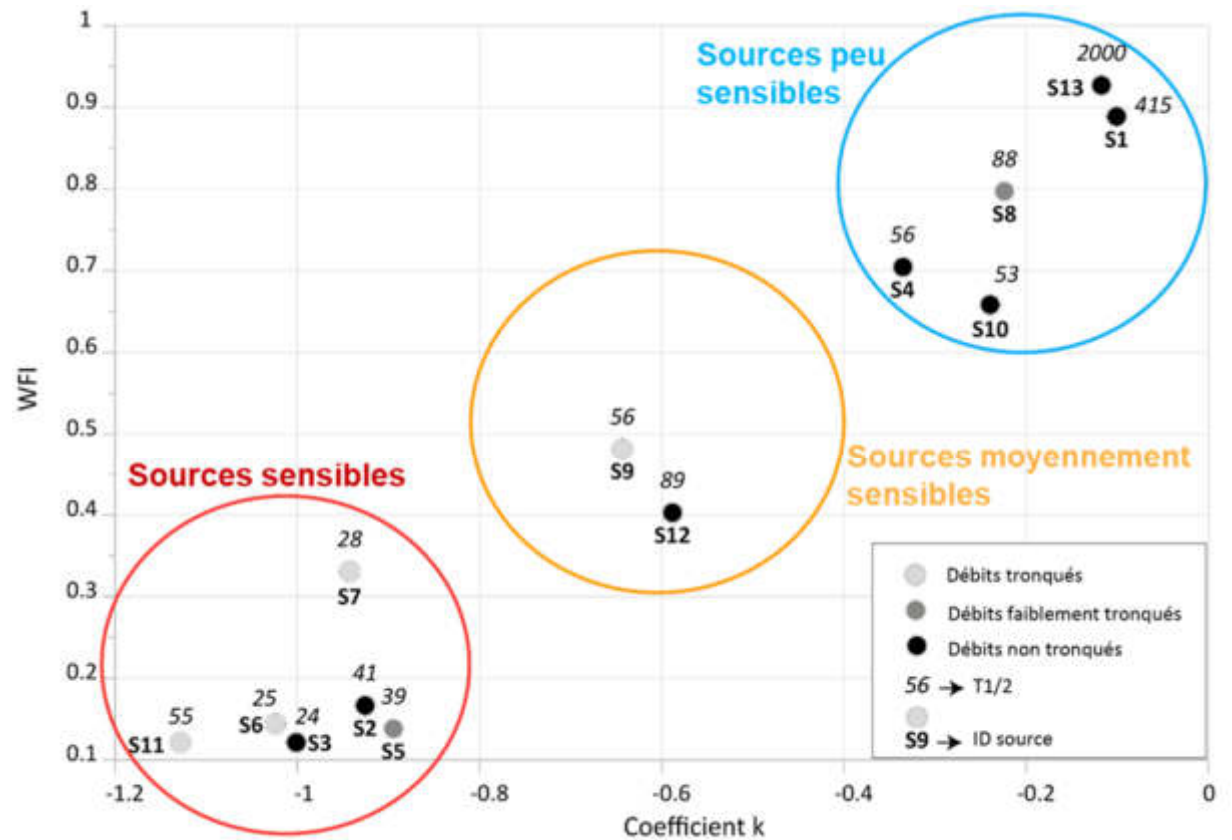
- Il est important de déterminer les cycles hydrogéologiques et de comparer leurs stocks/débits et réactivité (inertie)
- Plus l'historique de données est grand, plus l'analyse est fiable



Indicateurs de sensibilité à la sécheresse

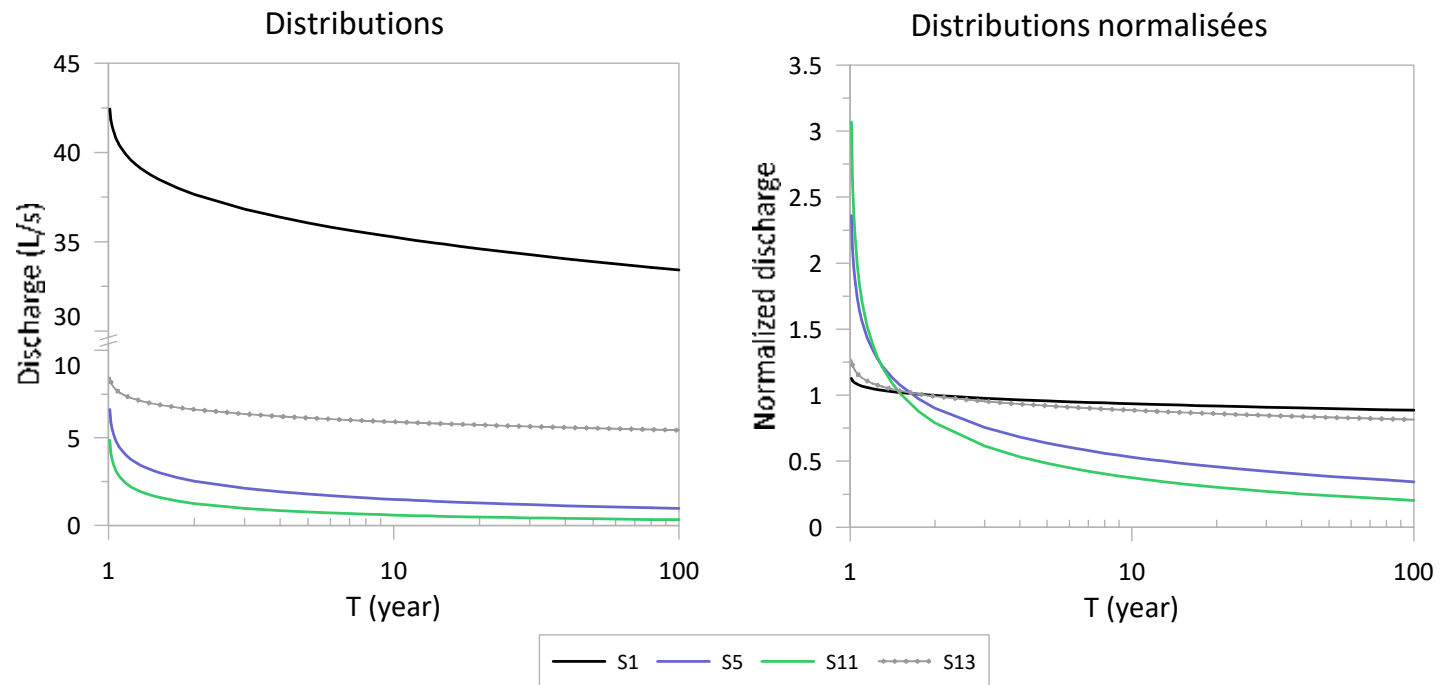


Indicateurs de résistance à la sécheresse



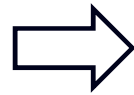
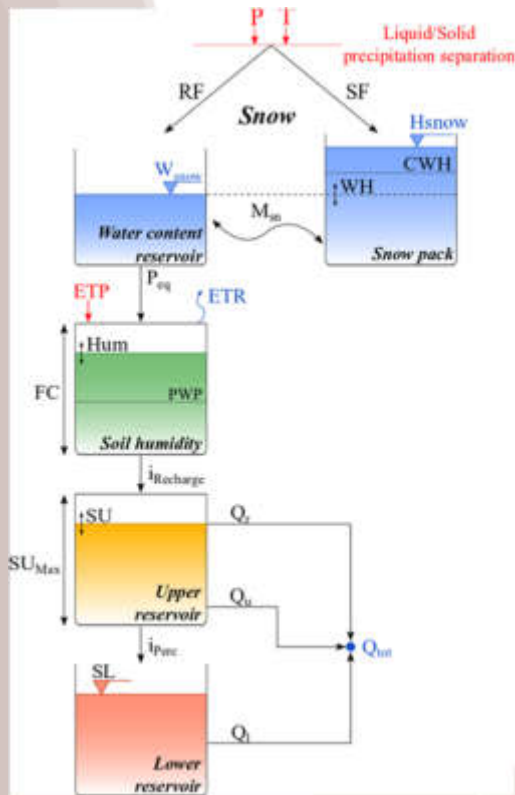
Temps de retour des débits minimums

- Analyses basée sur les données historiques qui nécessite des chroniques longues (>10 ans) et des bas débits bien mesurés
- Mise en évidence des bas débits futurs probables sous hypothèse que les conditions météorologiques restent similaires

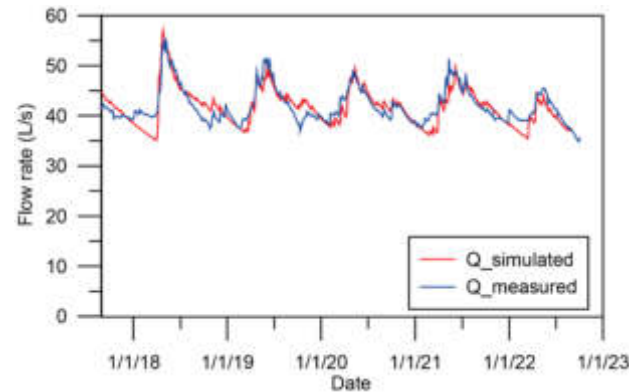


Modélisation des débits futurs des sources

Modèle hydrologique conceptuel

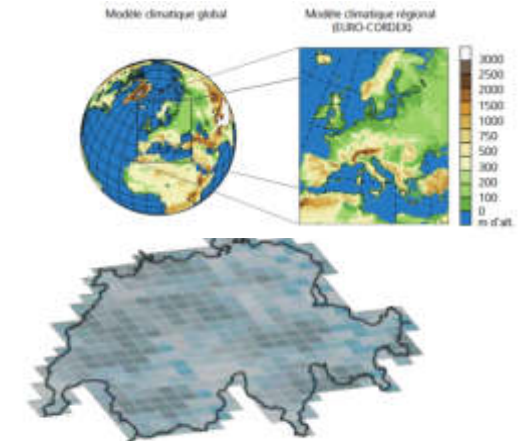


Débit



+

Scénarios climatiques pour la Suisse CH2018



Calibration

- Paramètres de fonte
- Paramètres de sol
- Paramètre d'écoulement
- Délimitation du bassin d'alimentation

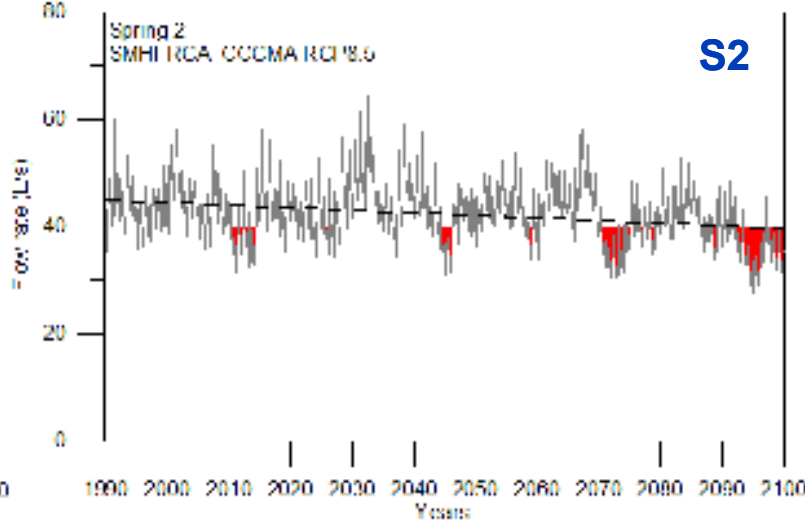
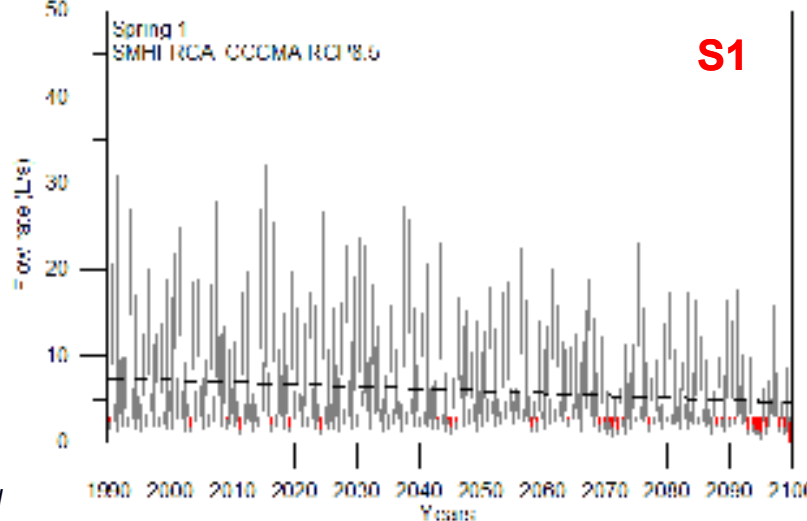
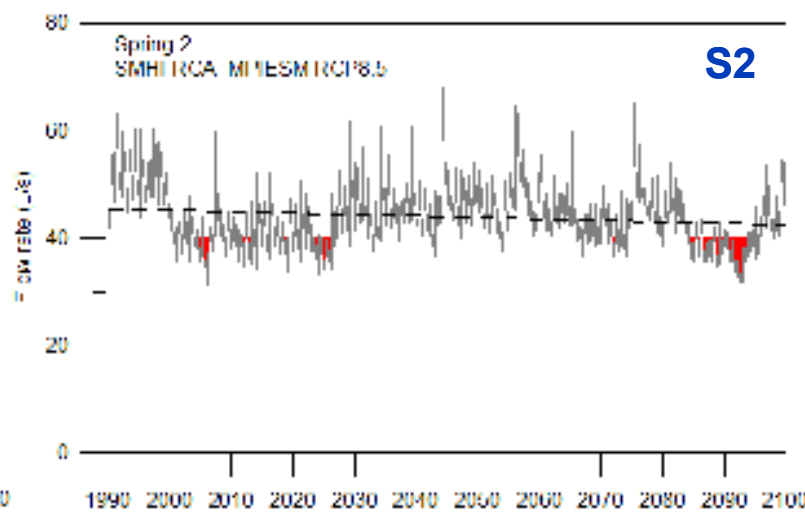
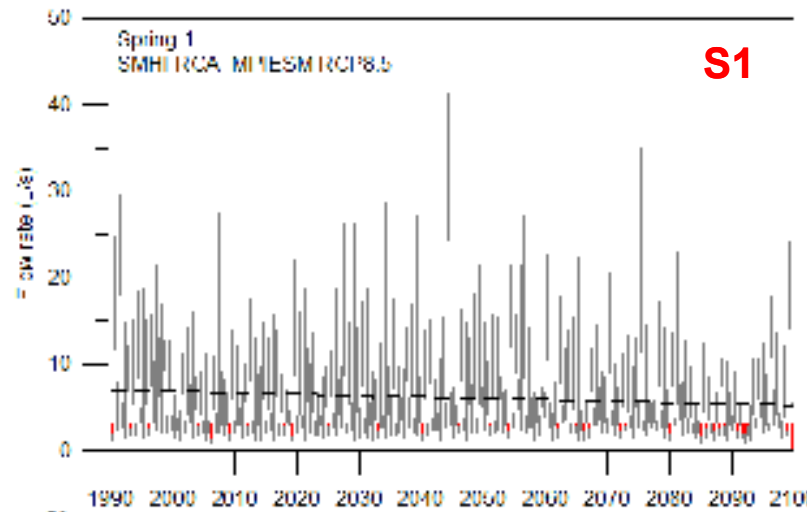
DEBIT FUTUR DES SOURCES A L'HORIZON 2100

Projections for spring flows

➤ Les deux sources montrent une légère tendance à la baisse

➤ S1 montre souvent des débits faibles proches de 0 L/s, S2 garde des débits faibles élevés

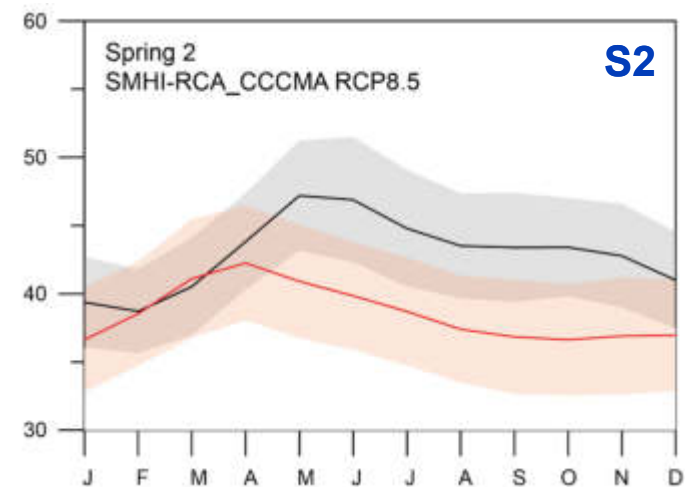
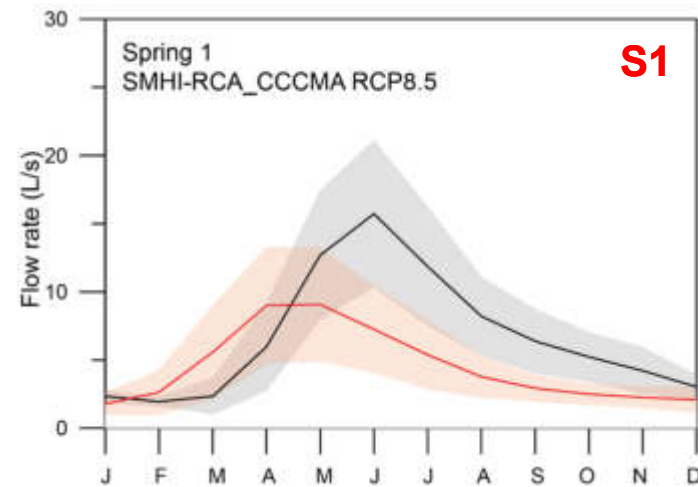
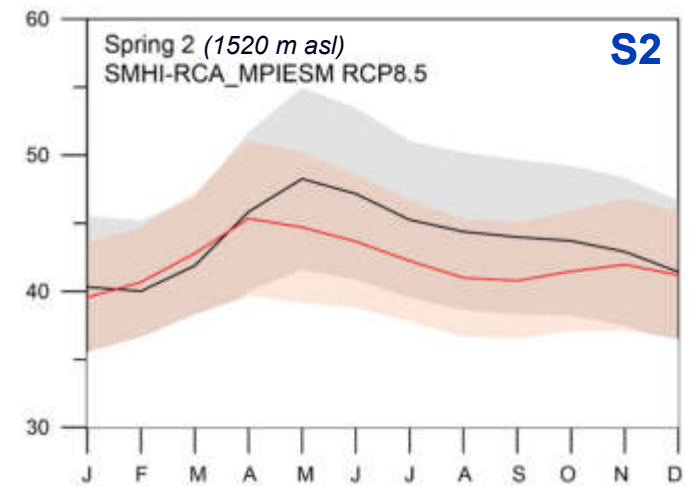
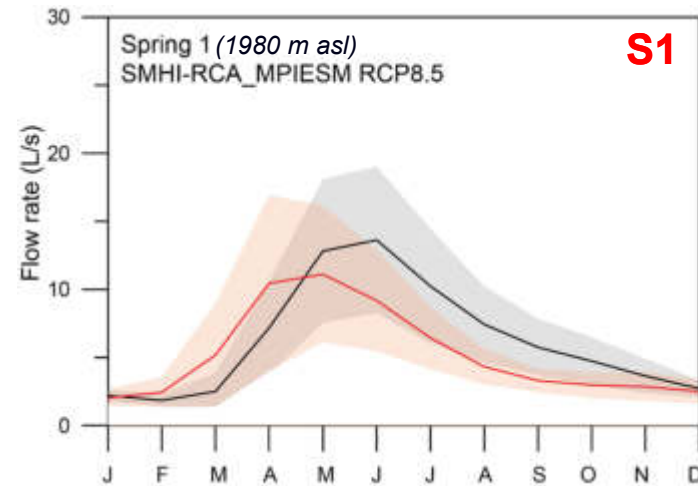
➤ Augmentation de la durée et de l'intensité des périodes de sécheresse dans la seconde moitié du siècle.



— Flow
- - Flow trend
■ 65th percentile calculated over the measurement period

Seasonal trends for spring flows

- Périodes de hautes eaux plus tôt dans l'année
- Tendance à un déplacement de la période de faibles débits de l'hiver vers l'été



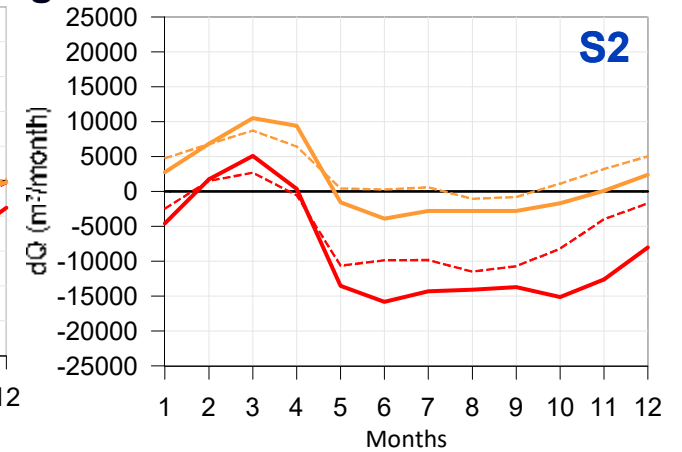
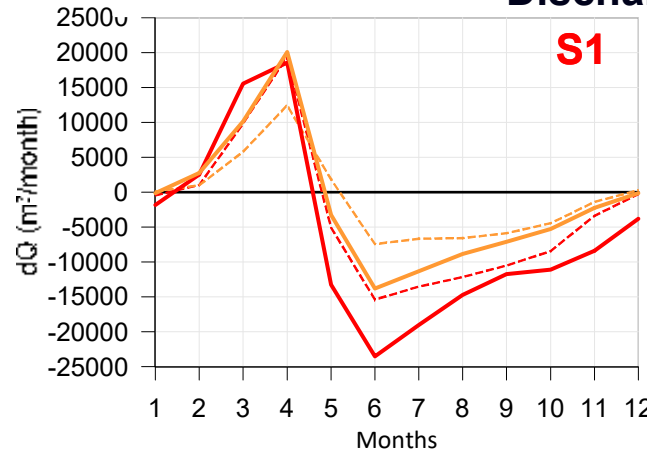
— Reference (mean on 1991-2020)
— 2085 (mean on 2071-2100)

Impacts pour la gestion de l'eau

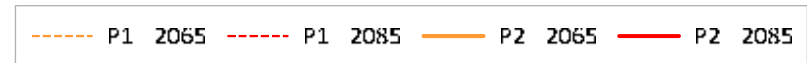
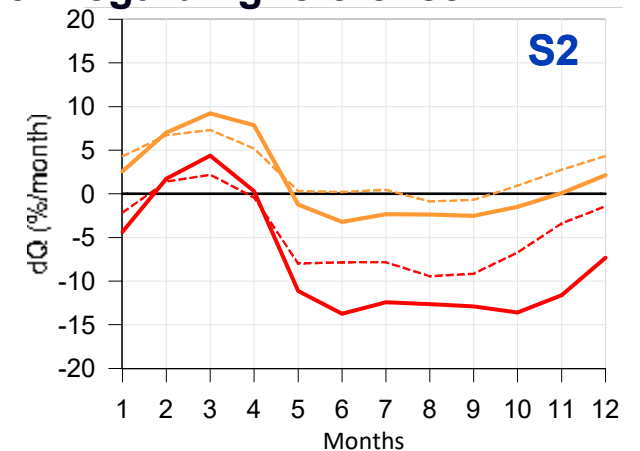
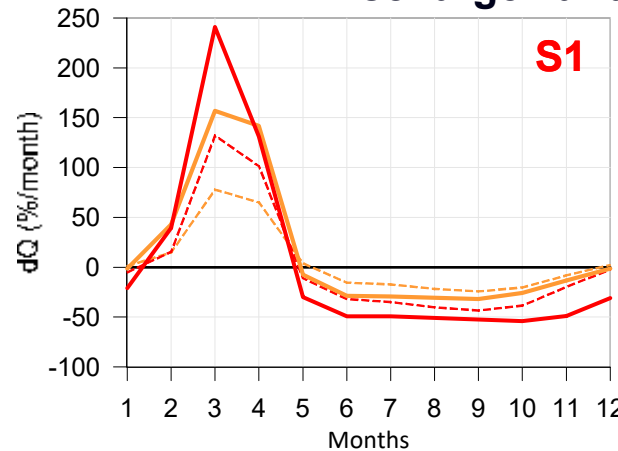
En moyenne à l'horizon 2100:

- Perte moyenne de 15000 m³/mois (-15%) en fin d'été pour S2
- Perte proportionnellement plus importante pour S1: autour de 50 % en fin d'été

Discharge variation



Discharge variation regarding reference



Conclusion

- Il est urgent de développer un suivi adapté des eaux souterraines pour obtenir des mesures continues de débits et niveaux d'eau
- Les **indicateurs de résistance à la sécheresse** permettent une première classification de la résistance des eaux souterraines aux sécheresses ponctuelles en fonction de leur inertie, ce qui aide à la prise de décision.
- La modélisation hydrologique peut aider pour la gestion de l'eau à long terme. Les projections de débit des sources de montagne montrent :
 - Une faible tendance à la baisse
 - Des débits élevés plus précoces dans l'année et une tendance à un déplacement de la période de bas débits de l'hiver vers l'été
 - Une augmentation de la durée et de l'intensité des périodes de sécheresse dans la seconde moitié du siècle.



© Guillaume Perret

Merci pour votre attention ! Contact: marie.arnoux@crealp.vs.ch