

# L'importance des données dans les projets hydrogéologiques dans le contexte de la sécheresse

**ACQUA360**

5 octobre 2023

Marie Arnoux

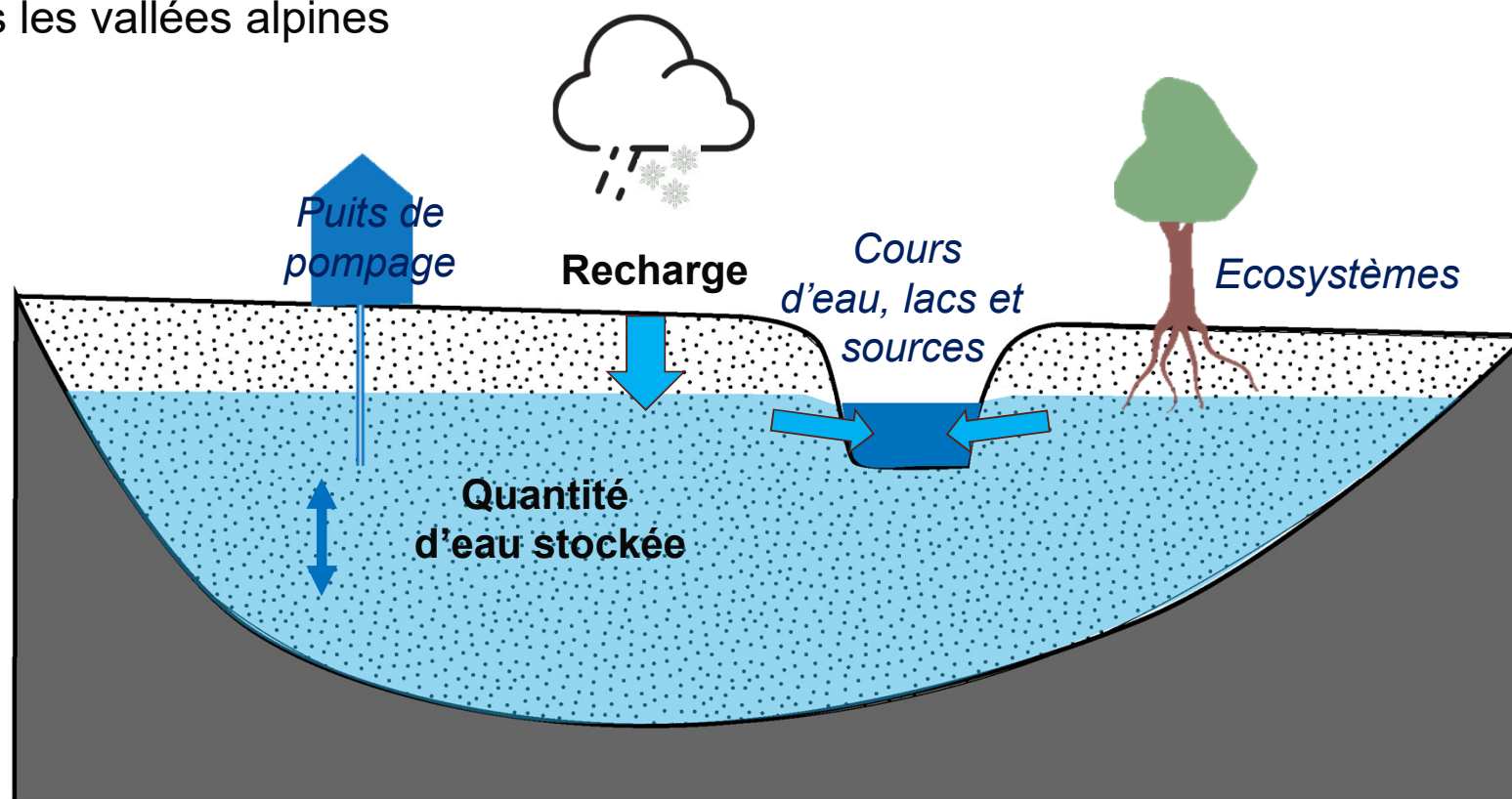
*Centre de Recherche sur l'Environnement Alpin (CREALP)*



Captage d'eau dans le val de Bagnes © Guillaume Perret

# Les eaux souterraines

- Source principale d'**eau potable**:
  - ~ 80% en Suisse
  - ~ 100% dans les vallées alpines



Hydro-CH2018

# Quel est l'état des eaux souterraines ?

Peut-on parler de **sécheresse hydrogéologique**?

Doit-on s'attendre à des **restrictions d'eau**?

Sur quelles ressources peut-on **compter pour le futur**?

Est-ce que les sources de montagne vont **s'assécher**?

Quels sont les impacts du **changement climatique** sur les ressources en eaux?



## Asséchée, la Suisse prend

**CLIMAT** Lacs et cours d'eau asséchés, alpages assoiffés, poissons asphyxiés: la sécheresse qui frappe notre pays a charrié 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.



## la mesure de son retard

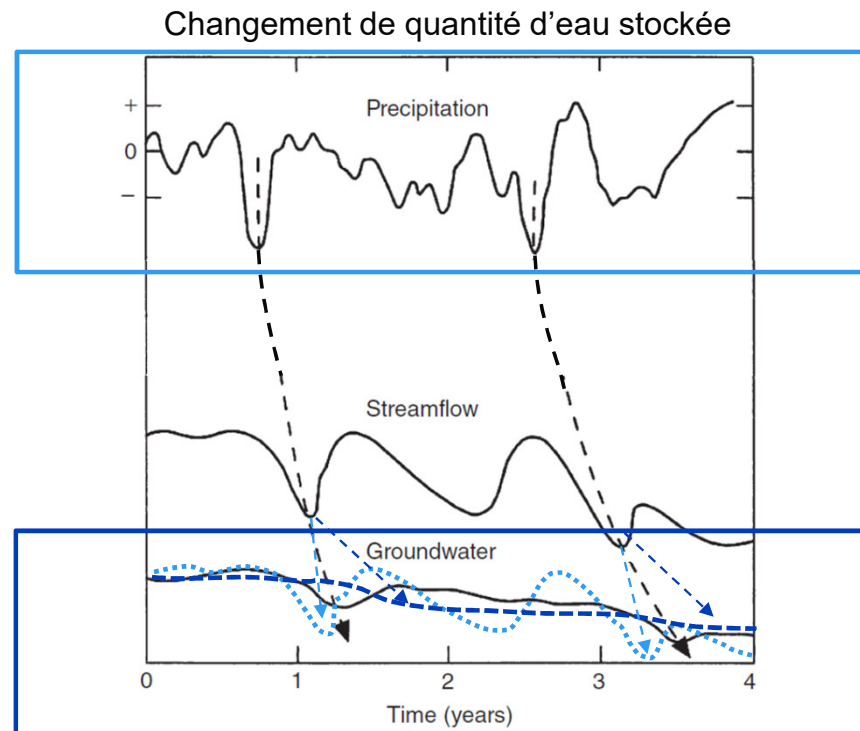
actuellement, en communication permanente. Le canton de Jura, lui, n'a pas de la main levée l'indicateur. Les experts en sont convaincus. Ils ont d'ailleurs en 2019 et 2020 dressé un bilan provisoire de la situation. Les experts en sont convaincus. Ils ont d'ailleurs en 2019 et 2020 dressé un bilan provisoire de la situation. Les experts en sont convaincus. Ils ont d'ailleurs en 2019 et 2020 dressé un bilan provisoire de la situation.

Que peut-on améliorer pour mieux **se préparer aux sécheresses futures**?

# Sécheresse météorologique => Sécheresse hydrogéologique ?

Sécheresse hydrogéologique: Déficit de **débit**, ou de **niveau d'eau**, sur une période pendant laquelle il est **bien plus bas** que la **moyenne**

- Pour déterminer une sécheresse hydrogéologique: il faut des **données de suivi** de la ressource
- La sensibilité d'un aquifère aux sécheresses météorologiques dépend principalement de sa **réactivité** (inertie)



Précipitations

Eaux souterraines

Modified from Van Loon, 2015

**Sécheresse météorologique (recharge) => Sécheresse hydrogéologique (ressource)  
=> Pénurie (ressource + besoins)**

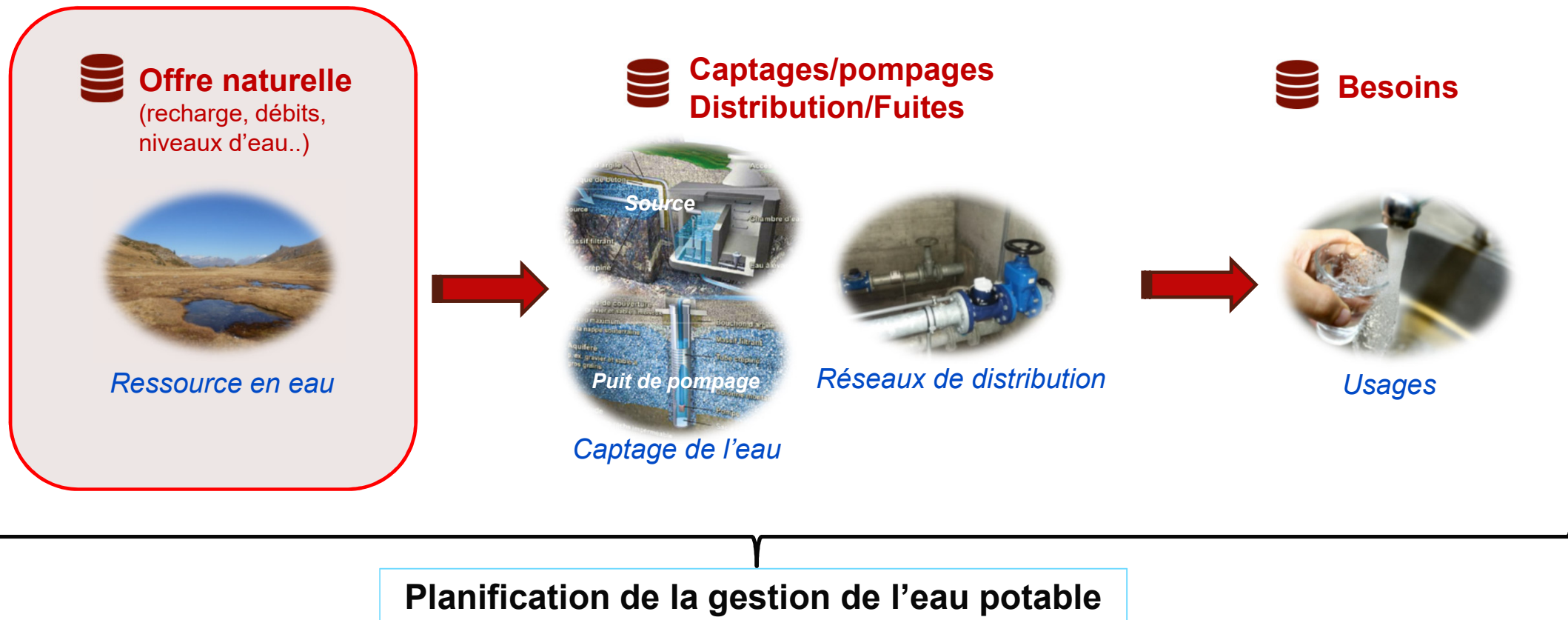


# Quelles sont les données nécessaires ?

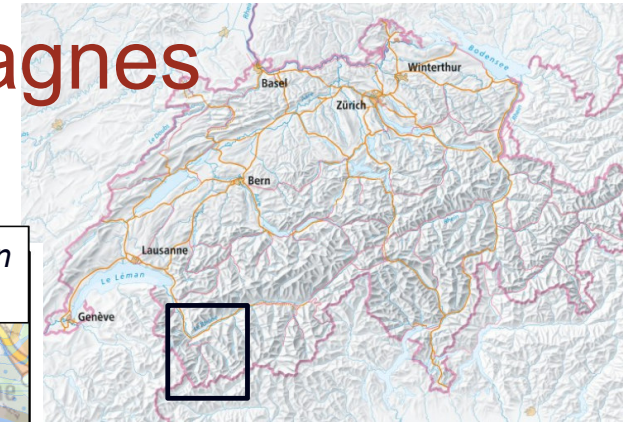
## 1. Connaitre la ressource

## 2. Gérer l'approvisionnement

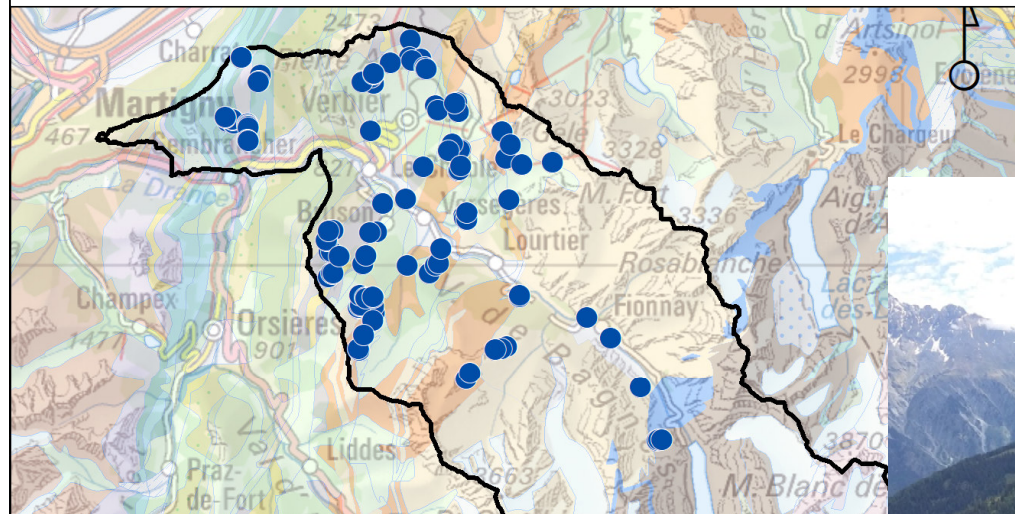
### 3. Maitriser la demande



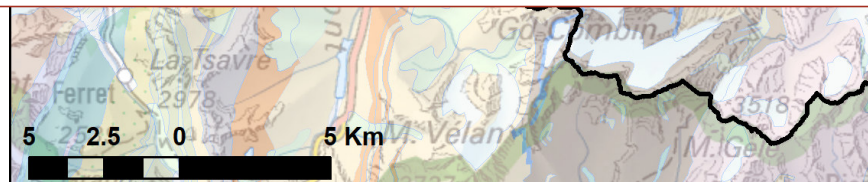
# Exemple 1 : Eau potable dans le Val de Bagnes



Géologie du Val de Bagnes et sources utilisées pour l'alimentation en eau potable



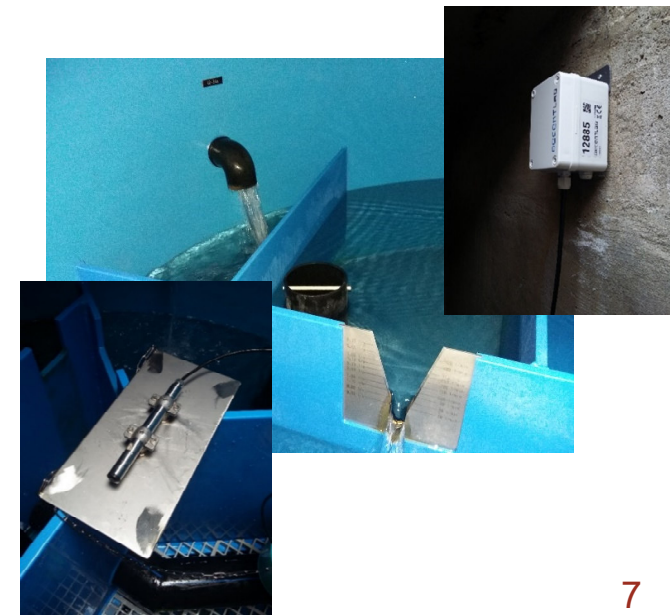
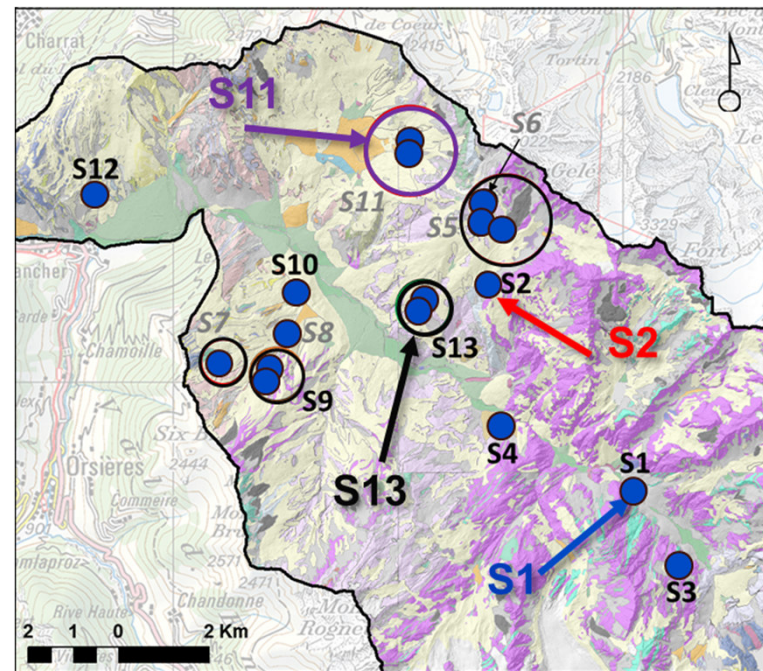
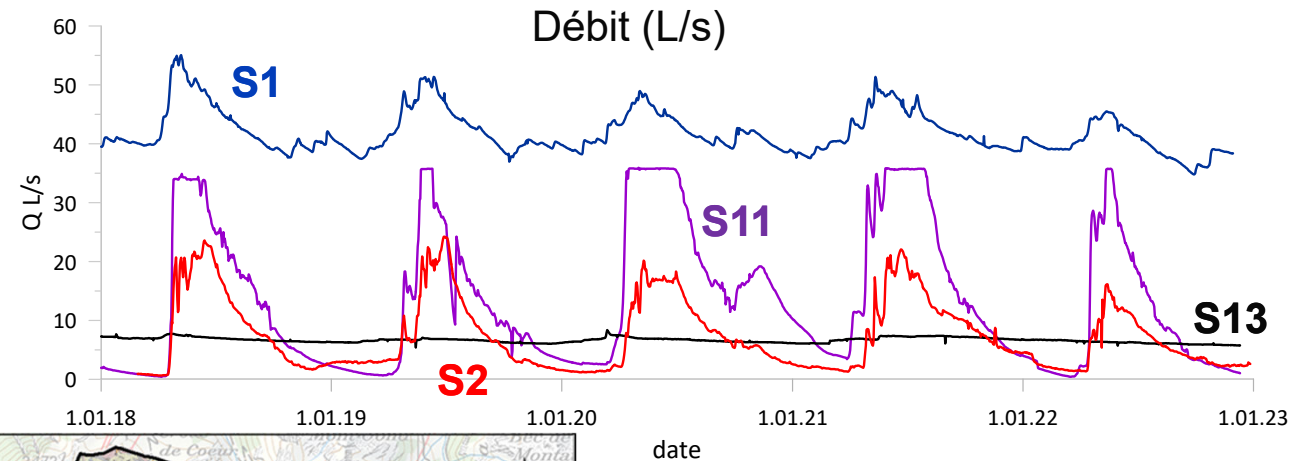
Quelles sont les **ressources stratégiques** permettant d'assurer une alimentation en eau potable **fiable** dans le contexte du **changement climatique**?





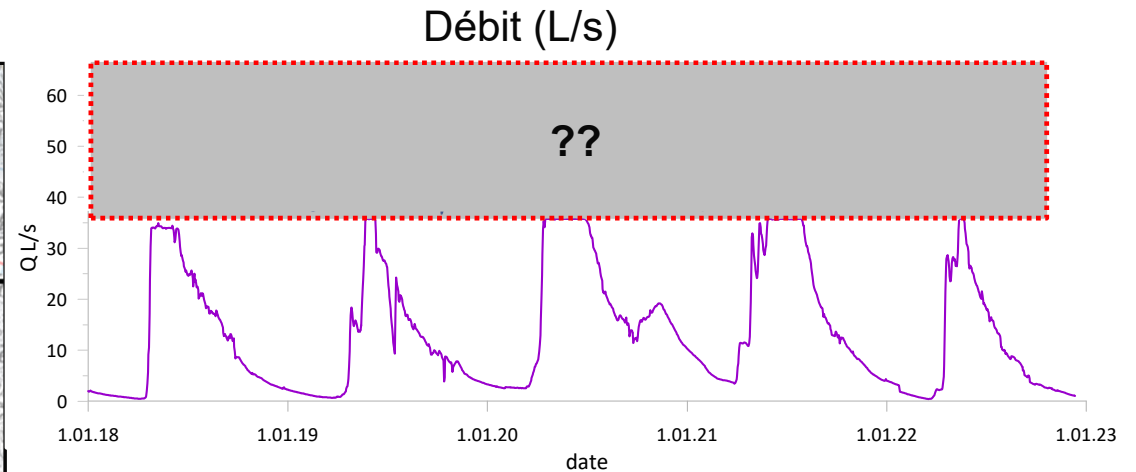
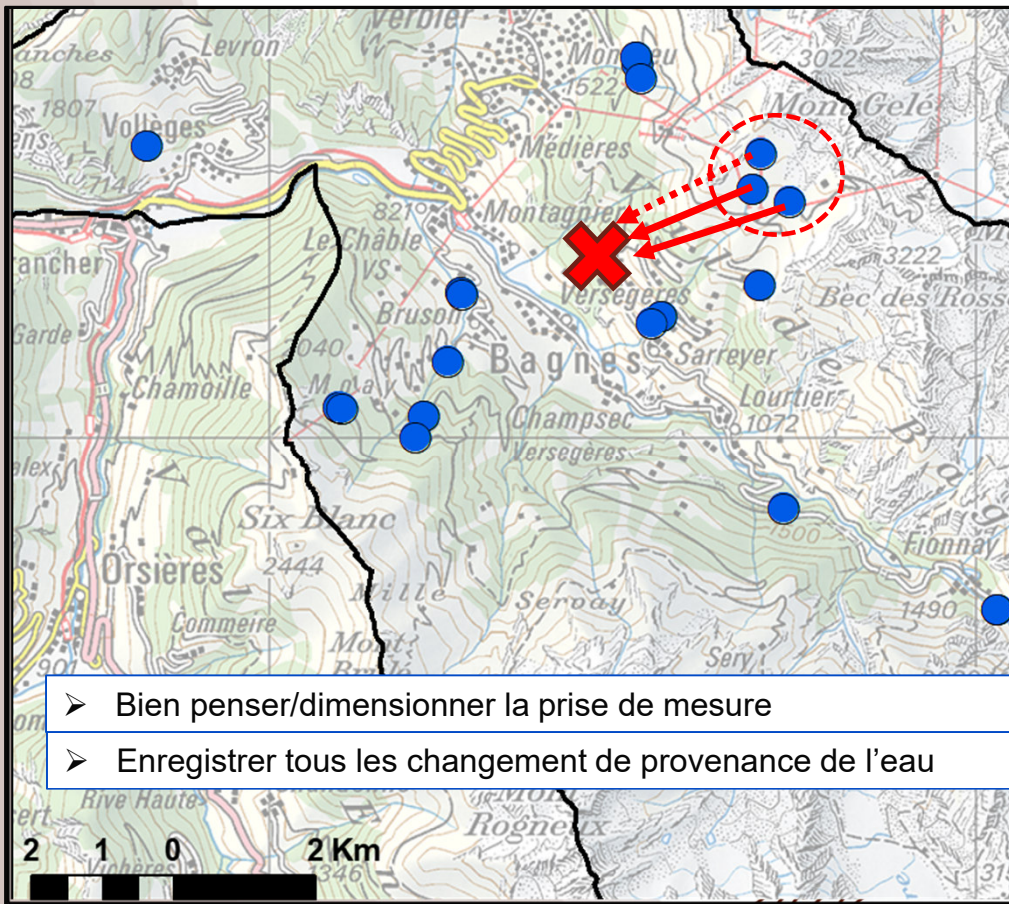
# Des aquifères/sources avec une réactivité contrastée

- **Mesures complètes** des débits naturels des sources (ou des groupes de sources ayant des comportements similaires) et **continues** (idéalement horaires).
- Chaque source possède son **fonctionnement hydrogéologique propre** qui doit être analysé.



# Données nécessaires: débit naturel des sources

- Séries complètes (min-max) et continues du débit horaire des sources

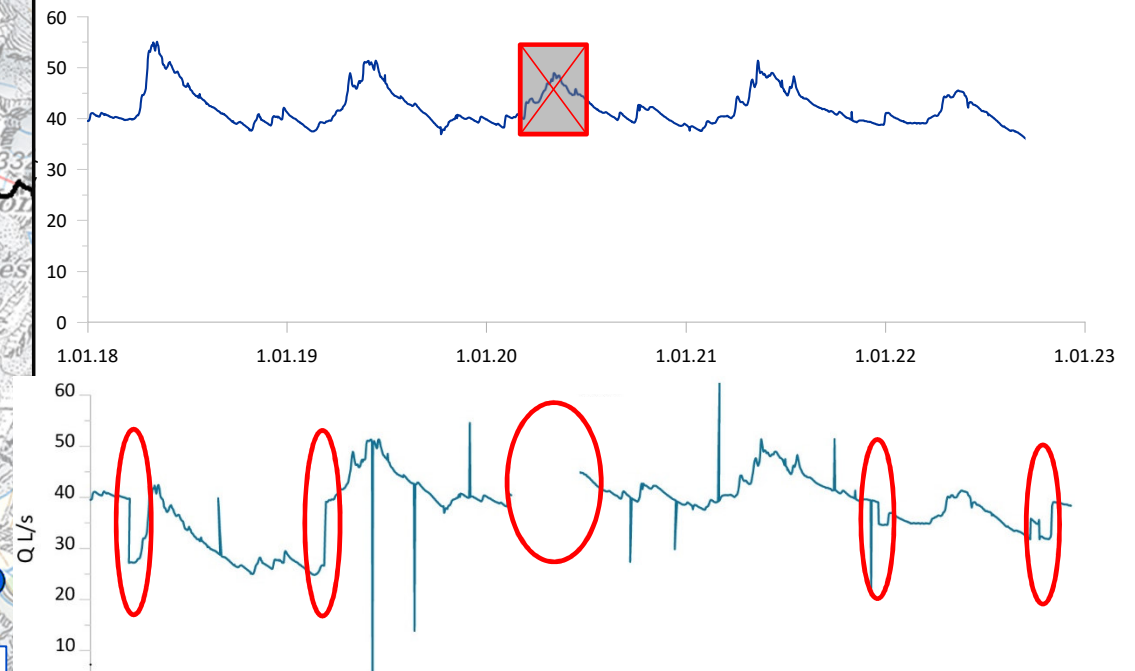




# Données nécessaires: débit naturel des sources

- Séries complètes (min-max) et continues du débit horaire des sources

Débit (L/s)



- Bien penser/dimensionner la prise de mesure
- Enregistrer tous les changement de provenance de l'eau

- Enregistrer toutes les interventions
- Corriger régulièrement des artéfacts et des impacts anthropiques



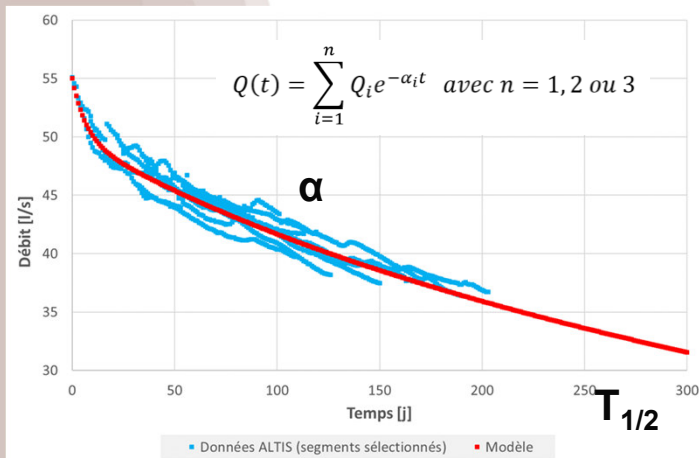
# Indicateurs de résistance à la sécheresse

- **Cycle hydrogéologique**: dominé par la fonte de neige
- Plus les **séries de données** sont **longues**, plus l'analyse est **fiable**

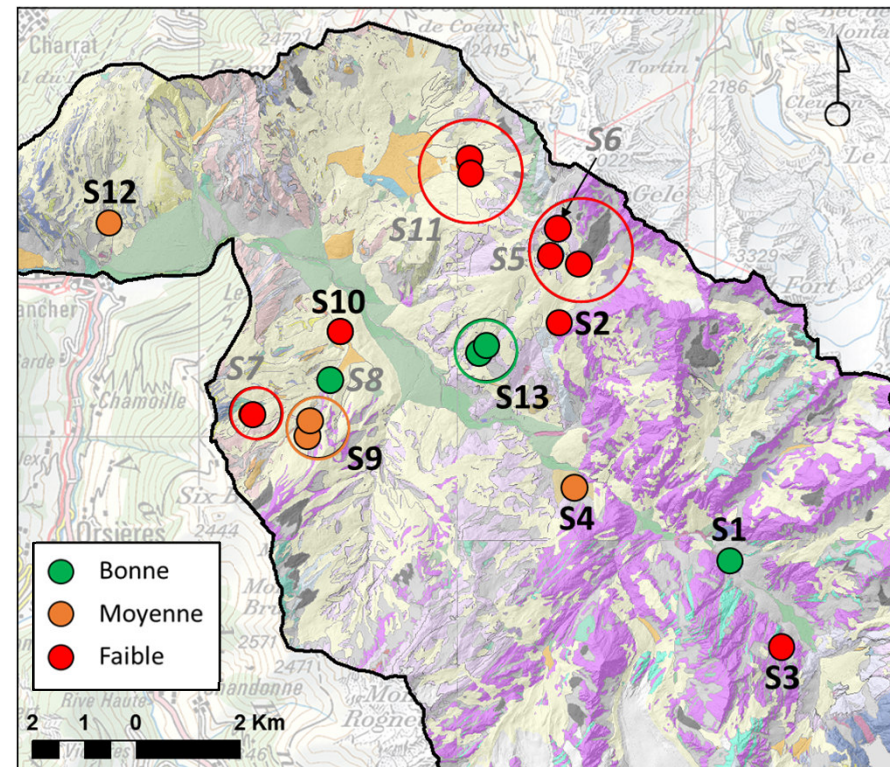
$$WFI = \frac{Q_{NM7}}{Q_{mean}}$$

$$IRSAK = \frac{Q_{min}}{Q_{NM7}}$$

Courbe de décroissance

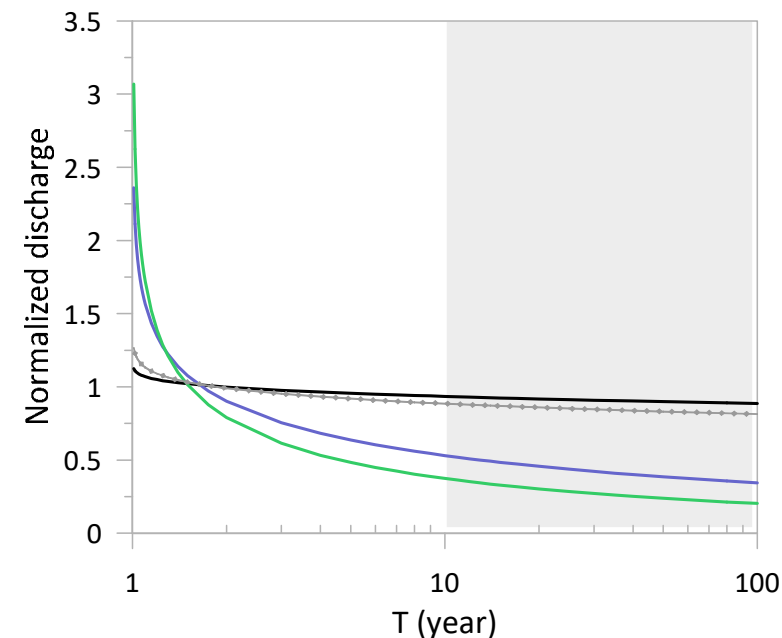
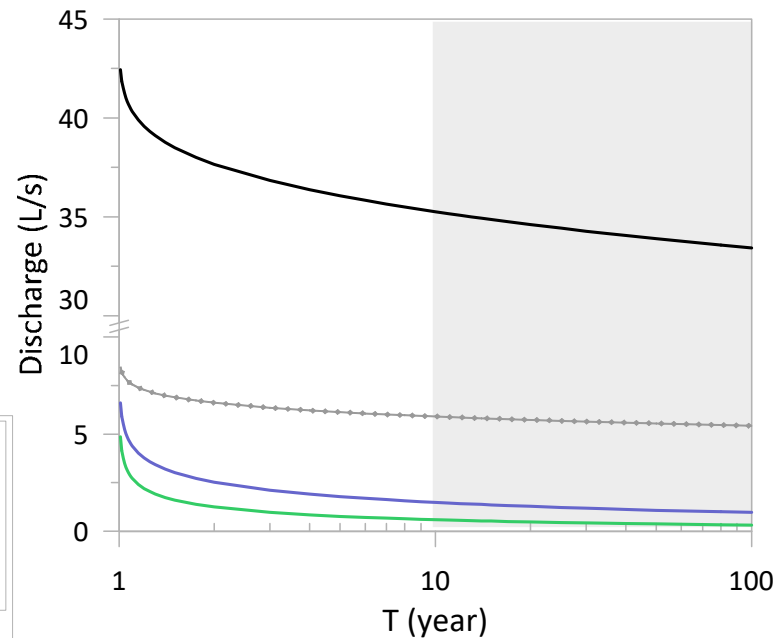
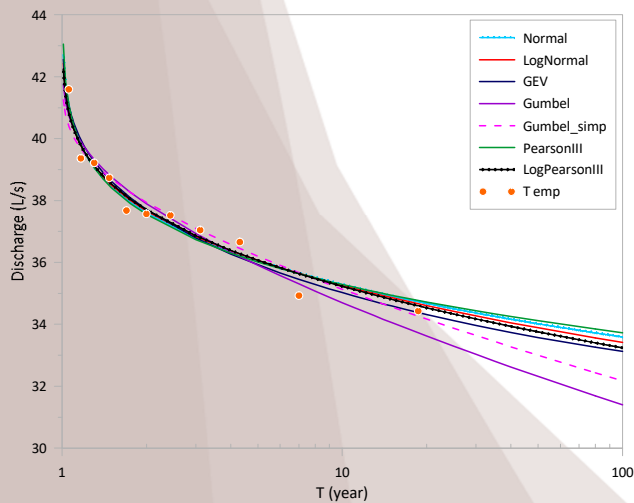


Résistance à la sécheresse



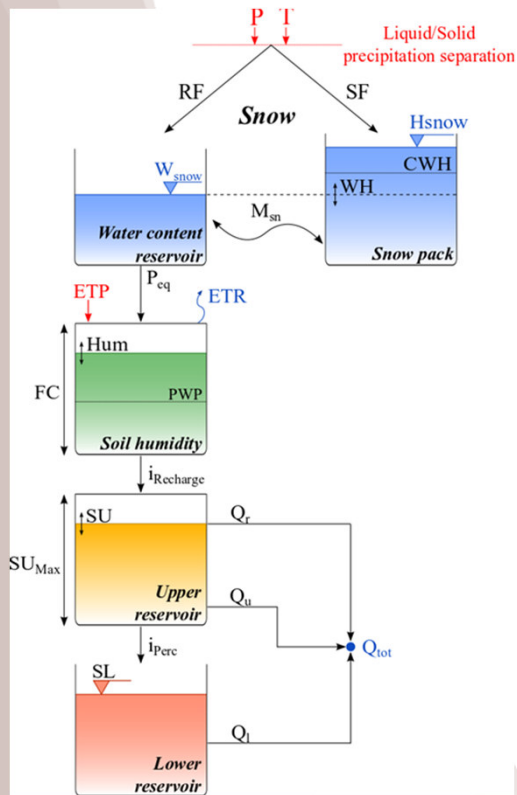
# Indicateurs de bas débits

- Estimation des temps de retour des bas débits pour un climat stable
- Basés sur des **longues séries** de débits (>10 ans) avec de bonnes mesures des **bas débits**

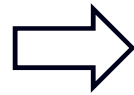


# Evolution du débit des sources avec le changement climatique

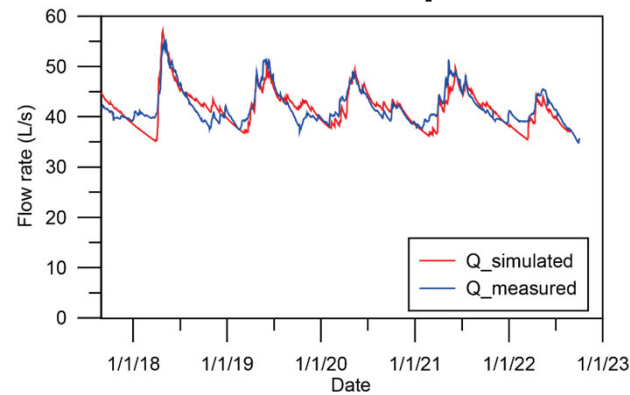
## Modèle hydrologique (HBV avec RSM Minerve)



Bergström, 1992



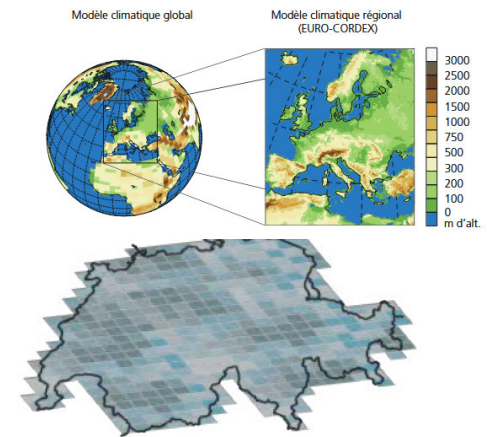
## Débit historique



## Calibration + Validation

- Paramètres de neige
- Paramètres de sol
- Paramètres hydrologiques
- Zone de recharge

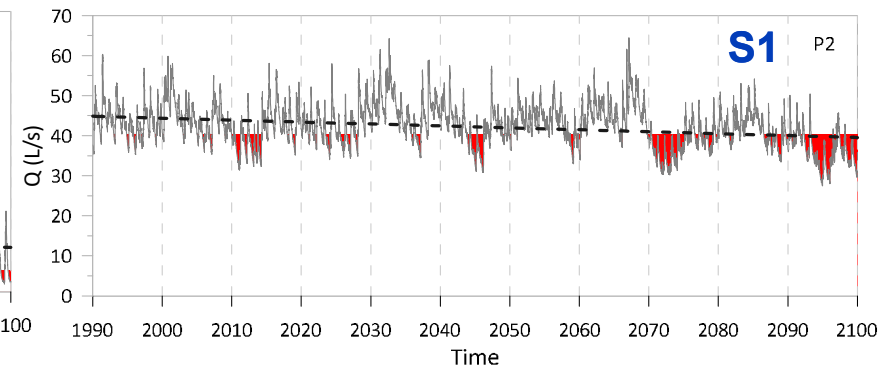
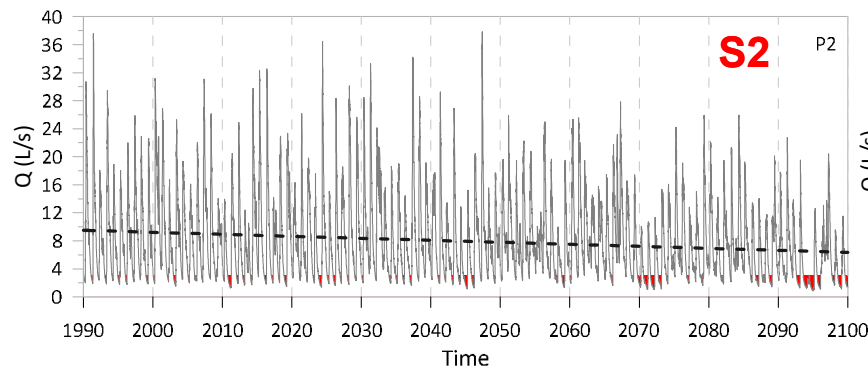
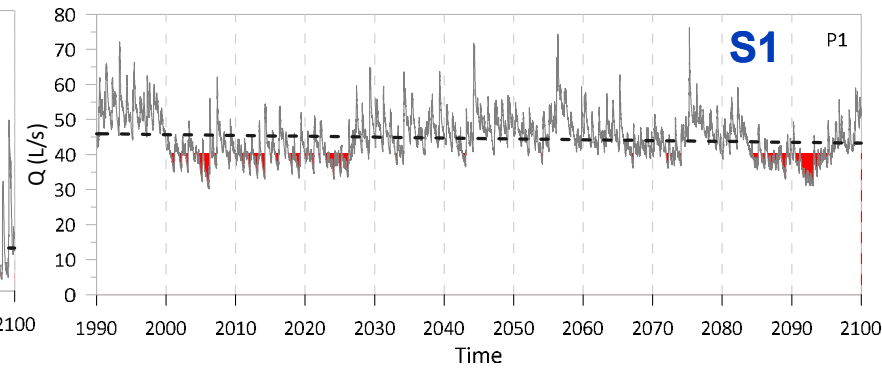
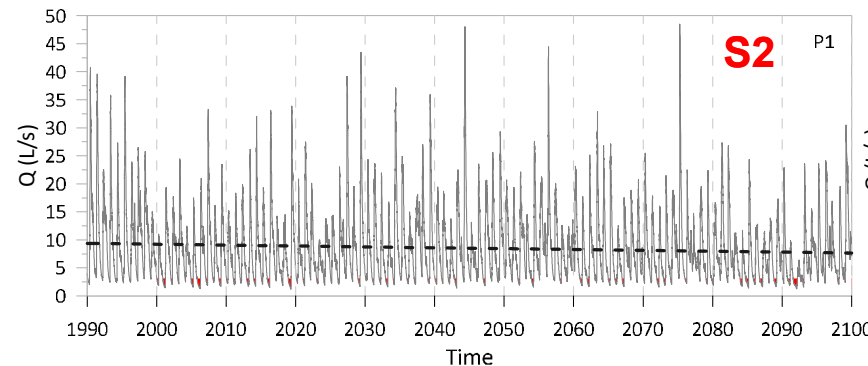
## + Scénarios de changement climatique RCP 8.5



## Débits des sources à l'horizon 2100

# Projections pour les débits journaliers

- Légère tendance à la baisse avec des scénarios climatiques extrêmes RCP 8.5
- S2 : débits faibles proches de 0 L/s
- S1 conserve des débits faibles élevés
- Augmentation de la durée et de l'intensité des périodes d'étiage estivales dans la seconde moitié du siècle

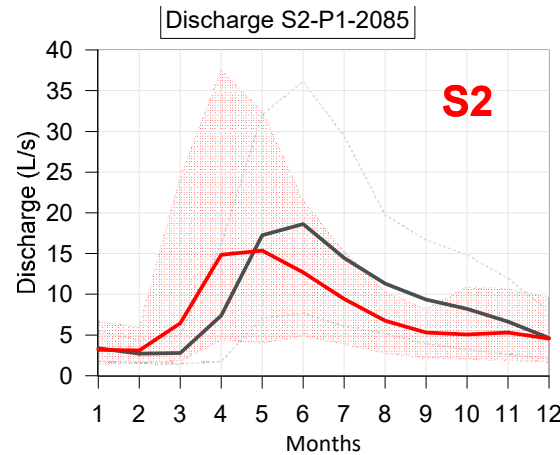


— Flow  
- - Flow trend  
■ 65th percentile calculated over the measurement period

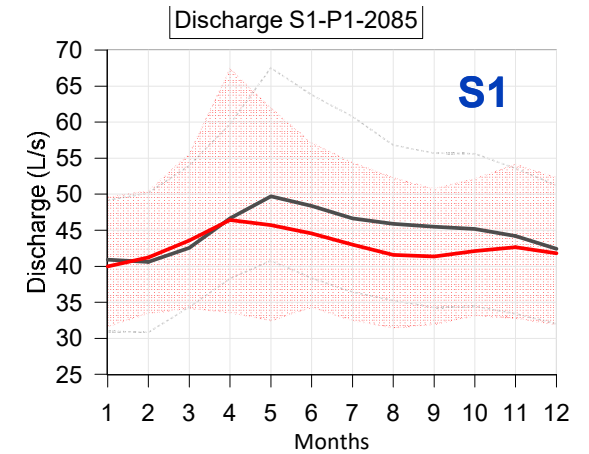
# Tendances saisonnières

- Les hauts débits arrivent **plus tôt** dans l'année
- Déplacement de la période d'**étiage** de l'hiver vers l'été

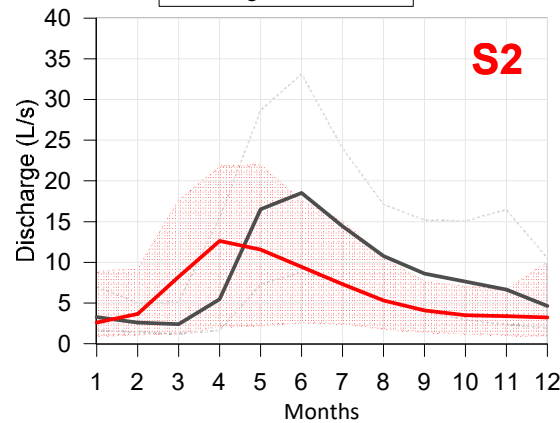
(2085 m asl)



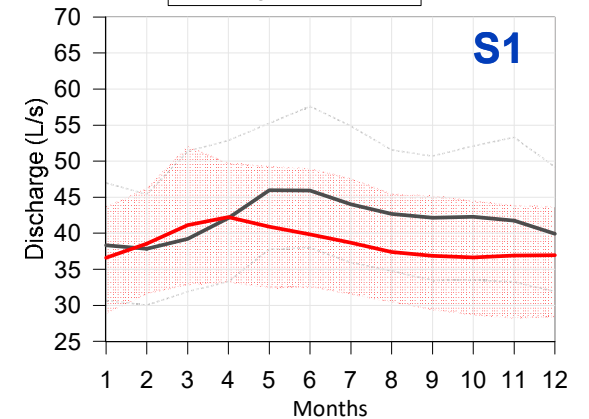
(1520 m asl)



Discharge S2-P2-2085



Discharge S1-P2-2085



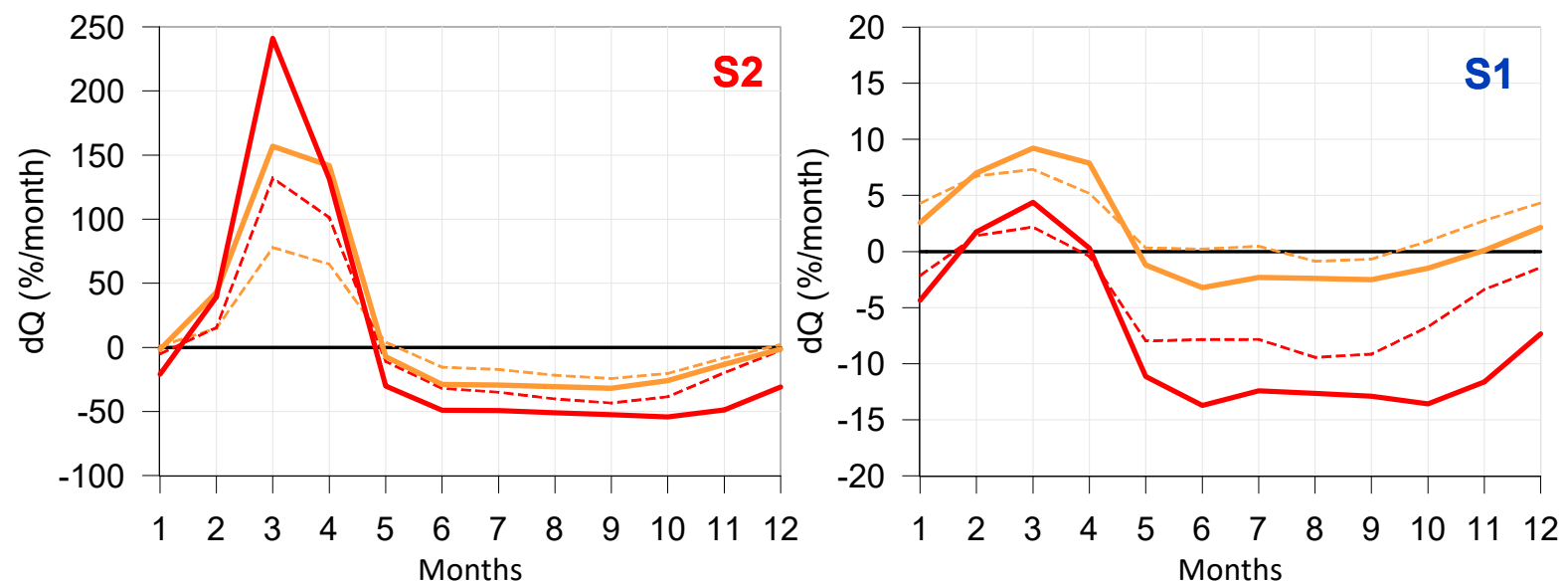
— Reference (mean on 1991-2020 and monthly min/max over the period)  
 — 2085 (mean on 2071-2100 and monthly min/max over the period)



# Impacts pour la gestion de l'eau potable

- Diminution du débit mensuel moyen de mai à janvier
- Pour S1: baisse de 15'000 m<sup>3</sup>/mois (-15% à la fin de l'été)
- Pour S2 : diminution proportionnelle plus importante (-50 % à la fin de l'été)

Evolution du débit futur par rapport au débit de référence



Scénarios climatiques RCP 8.5 P1 et P2 aux horizons 2065 et 2085

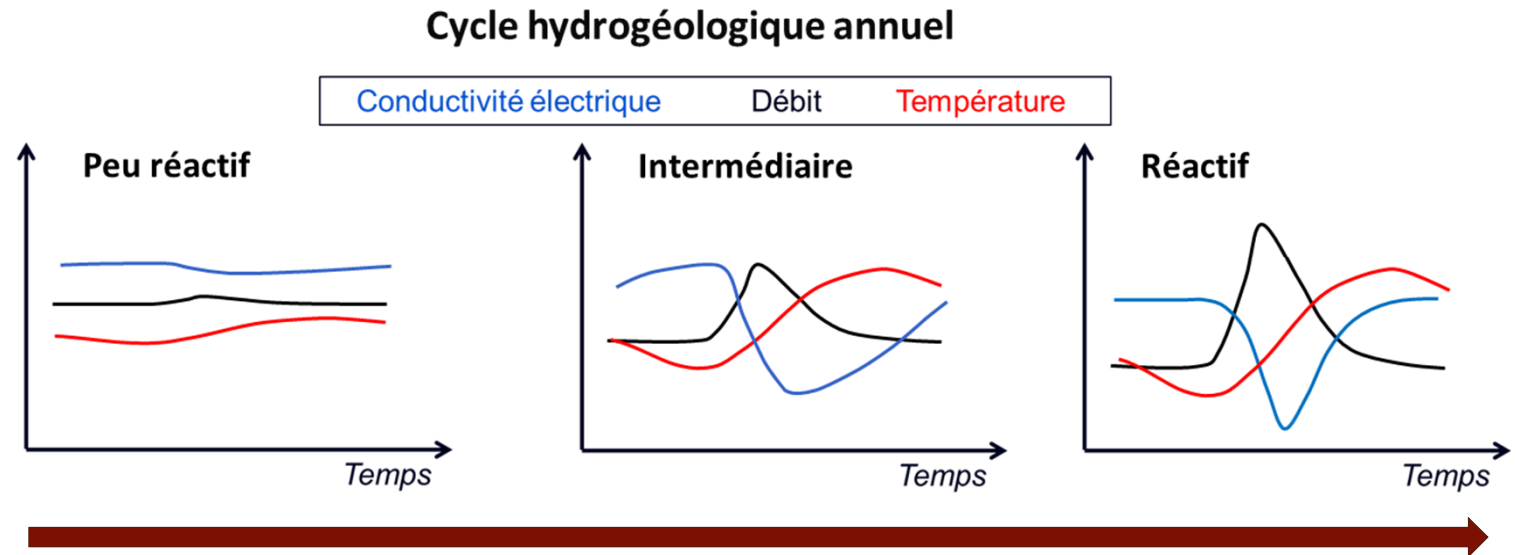
----- P1 - 2065    - - - - P1 - 2085    ——— P2 - 2065    ——— P2 - 2085

# Et la qualité



© Guillaume Perret

L'identification de **fiabilité** des sources doit aussi prendre en compte l'évolution de leur **qualité**

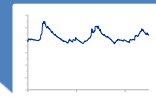


*Augmentation de la **sensibilité aux sécheresses et aux pollutions** de surface mais diminution de la **résilience***

# Les données

- Pourquoi? où? Comment ?
- Mesures automatiques et manuelles (pas de temps, paramètres, etc.)?

## Suivi

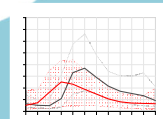


## Gestion

- Vérification
- Qualité (tendances, artéfacts etc.)?
- Correction
- Accessibilité

## Distribution

- Accès aux données et visualisation
- Gestion de bases de données
- Plateformes web
- Accès libre et partage



## Valorisation

- Etats de référence
- Sensibilisé aux sécheresses
- Evolution avec le changement climatique
- Planification et gestion des ressources
- Aide à la décision

# Quelles sont les données nécessaires ?

## 1. Connaître la ressource

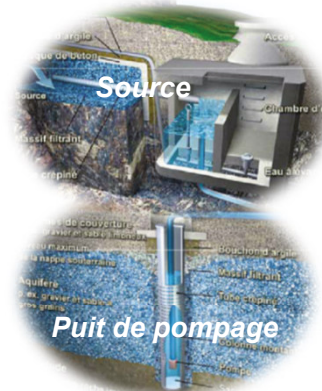
 Offre naturelle



Ressource en eau

## 2. Gérer l'approvisionnement

 Captages/pompages  
Distribution/Fuites



Captage de l'eau

Réseaux de distribution



## 3. Maîtriser la demande

 Besoins



- Eau potable
- Ecologie
- Agriculture
- Elevage
- Industrie
- Energie
- Tourisme

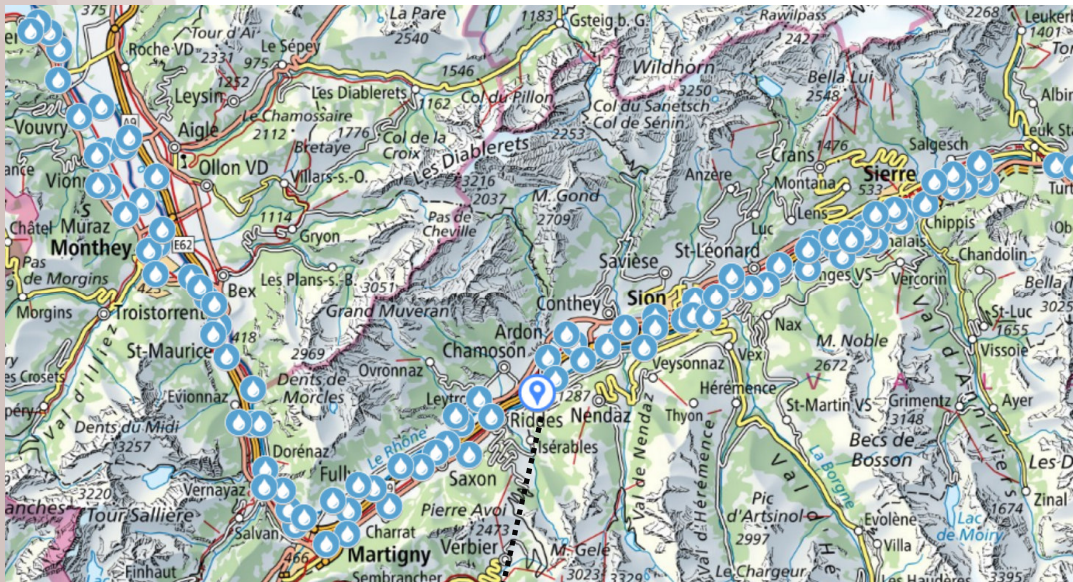
Usages

Planification de la gestion intégrée de l'eau

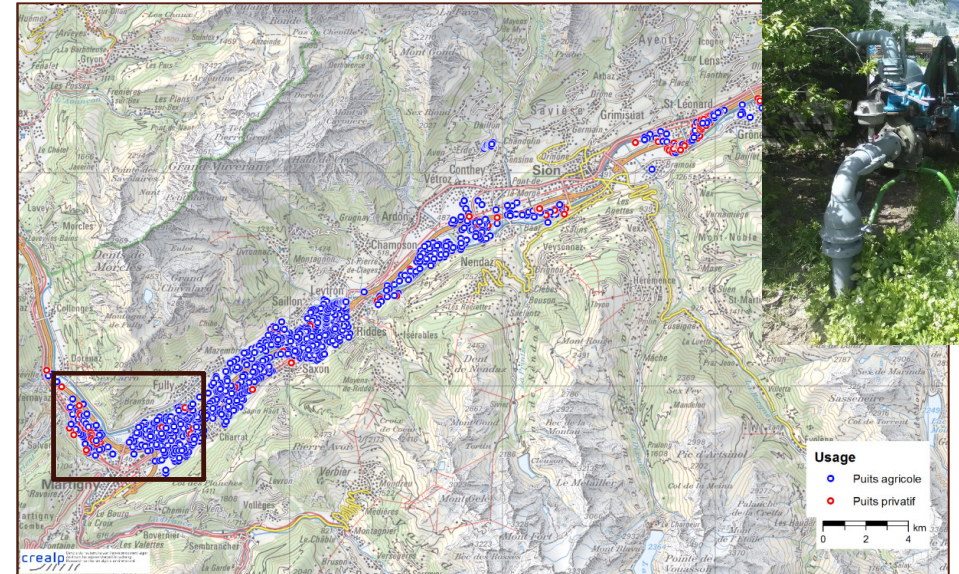


# Exemple 2: dans la vallée du Rhone

Réseau de suivi des niveau d'eau



Puits agricoles



Pour le Valais central: ~ 1'600 puits agricoles recensés mais pas de données de pompage



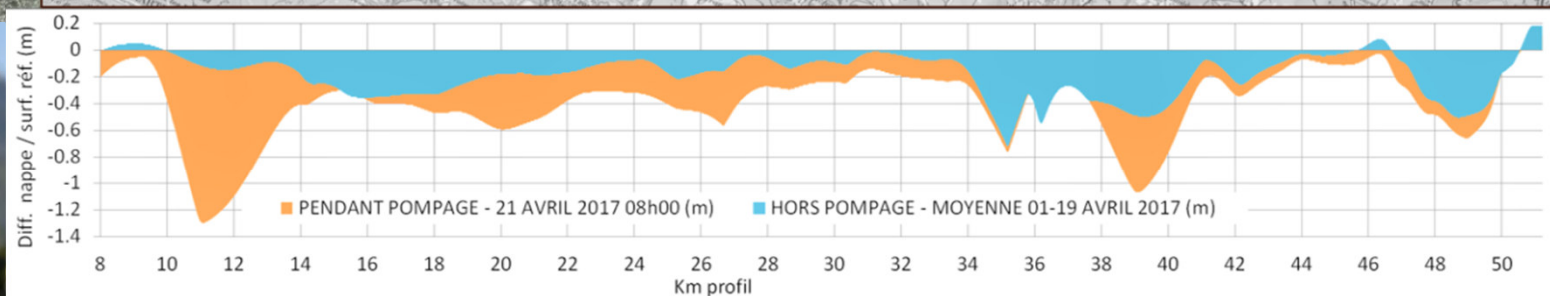
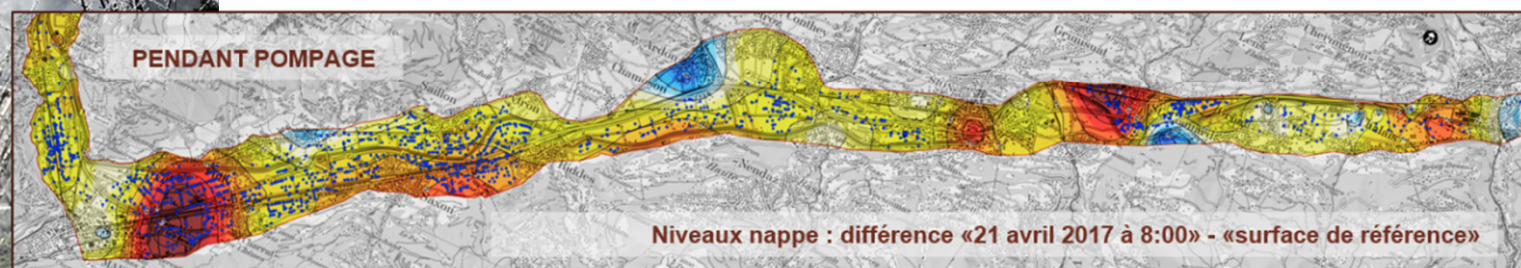
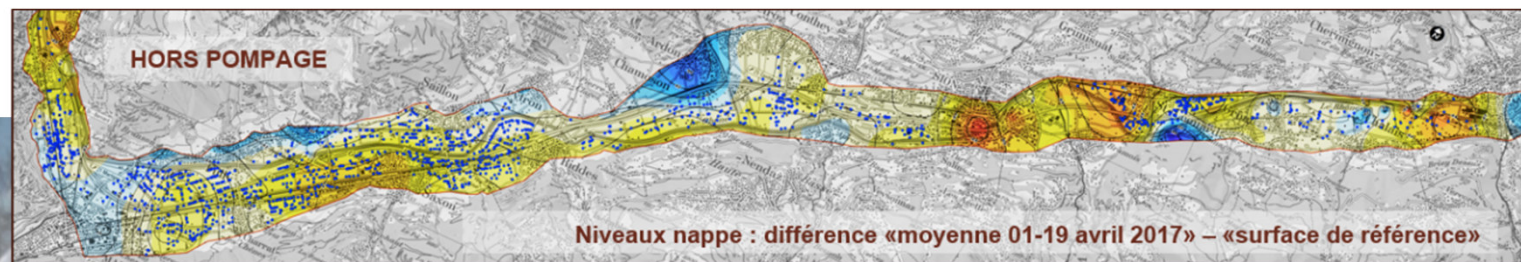
# Mesures indirectes

## Exemple du printemps 2017



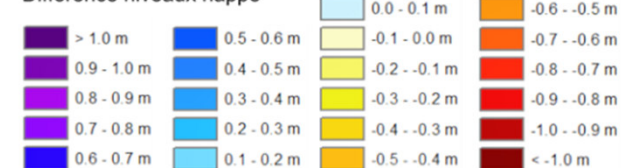
### Le gel a dévasté des cultures en Valais

Presque toute la récolte des vignes et au moins la moitié de celle des abricots est perdue. Il y a



Sonney et al. Aqua&Gas 2020

### Différence niveaux nappe



# Conclusion

- Les **indicateurs de résistance à la sécheresse** fournissent une première classification de la sensibilité des eaux souterraines sur la base de leur réactivité/inertie.
- La modélisation hydrologique donne une estimation de l'évolution des débits en fonction du changement climatique et constitue un outil utile pour la **gestion de l'eau à long terme**.
- Il est urgent de mettre en place un **réseau de suivi** approprié des eaux souterraines afin d'obtenir des mesures continues de la ressources en eau disponible (débits/niveaux d'eau) et aussi des besoins en eau.



Merci ! Contact: [marie.arnoux@crealp.vs.ch](mailto:marie.arnoux@crealp.vs.ch)