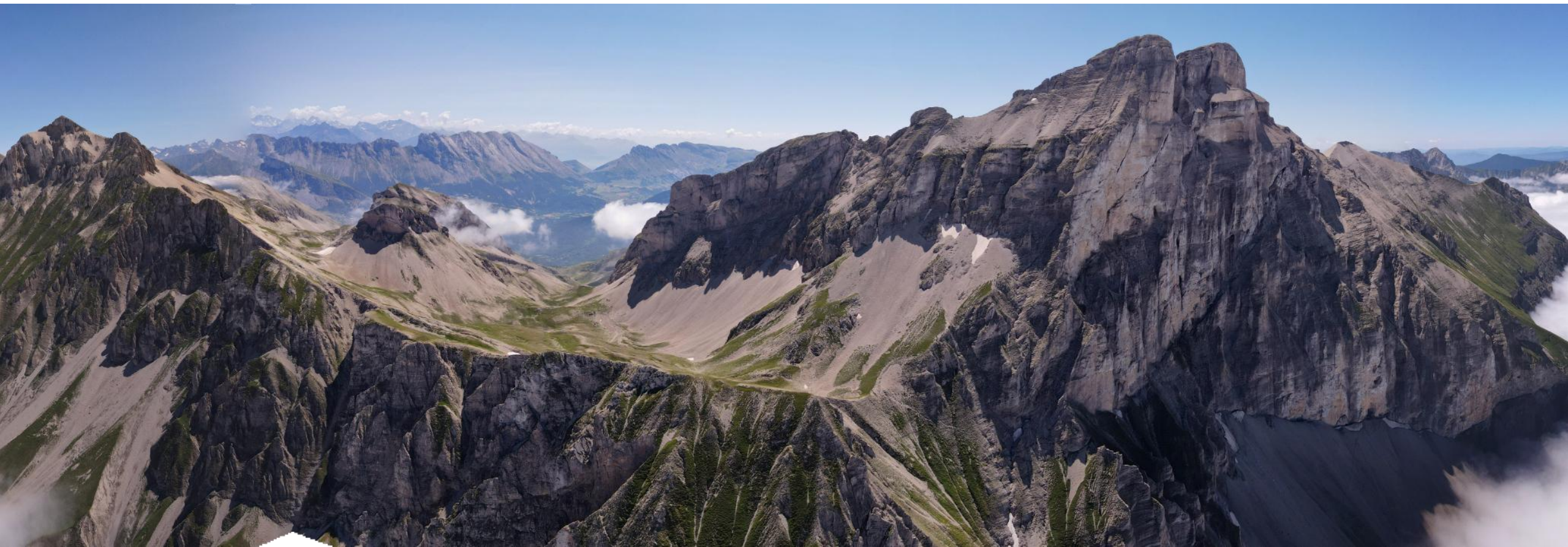


Caractérisation intégrée du réservoir karstique du Dévoluy (Hautes Alpes, France) et circulations souterraines.

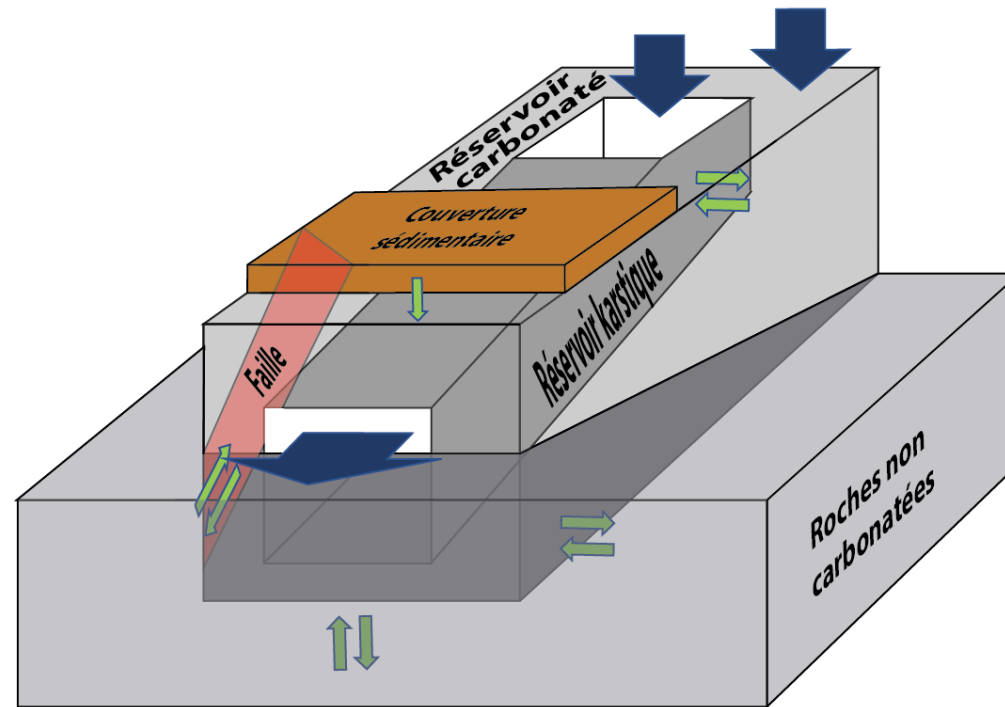
Nathan Rispal, Philippe Audra, Pierre Henry

Polytech'Lab/CEREGE



L'approche réservoir dans l'étude du karst

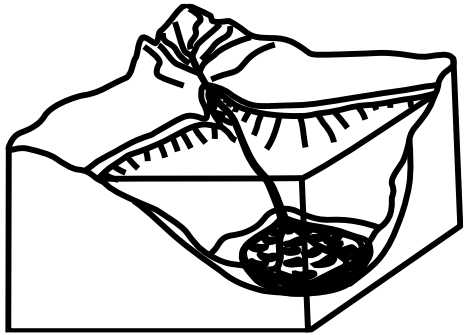
- L'approche réservoir consiste à comprendre la mise en place et l'enchaînement des phases de structuration du réservoir karstique pour mieux explorer et expliquer le fonctionnement actuel du système du point de vue de la ressource qu'il contient.*



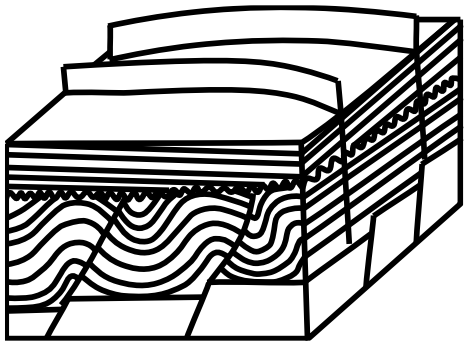
Méthodologie générale

1. Mise en place et structuration du réservoir

Acquisition de la géométrie

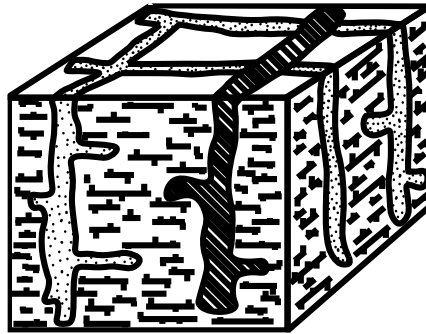


- Sédimentologie de l'encaissant

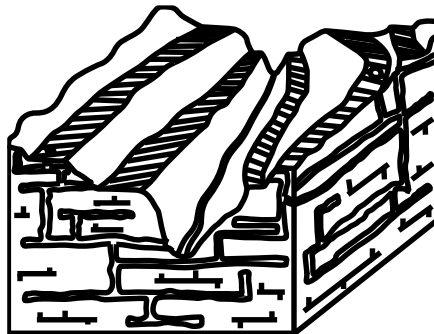


- Discontinuités structurales

Formation et évolution des réseaux de drainage



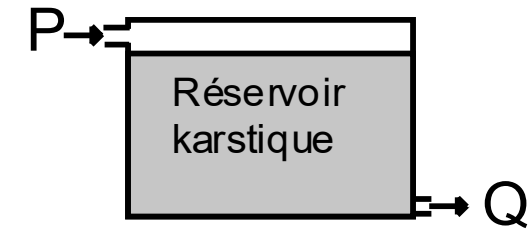
- Phases d'altération



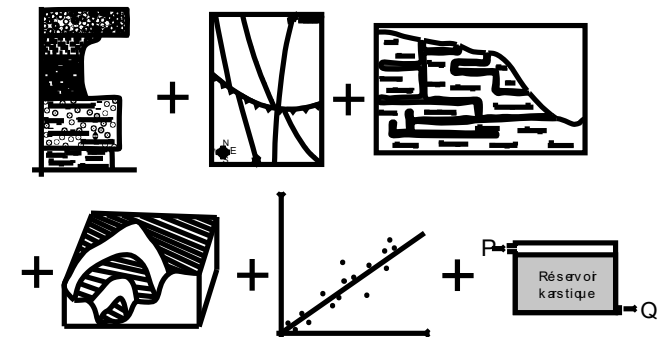
- Spéléogénèse et morphogénèse

2. Forme actuelle et fonctionnement du réservoir

Hydrodynamisme et organisation du réservoir actuel



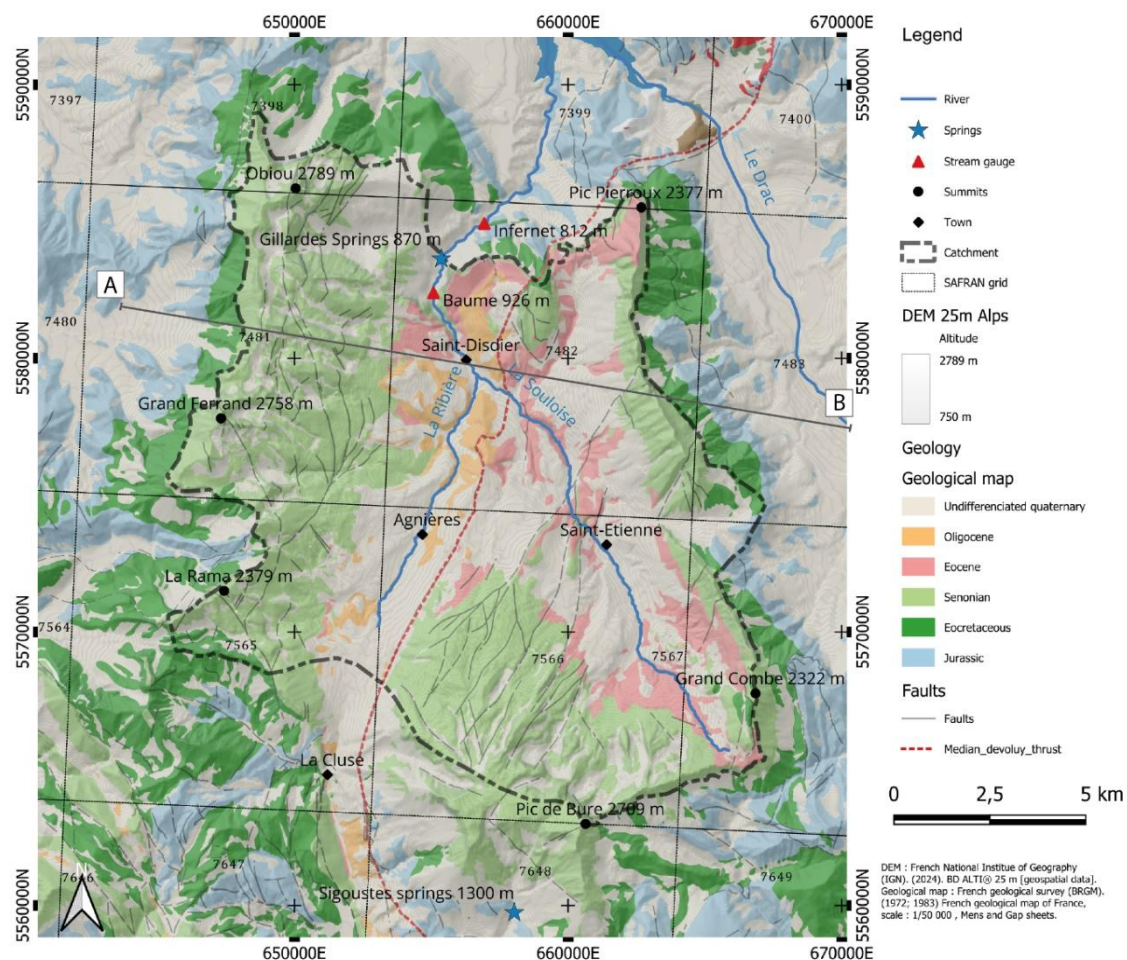
- Hydrodynamisme



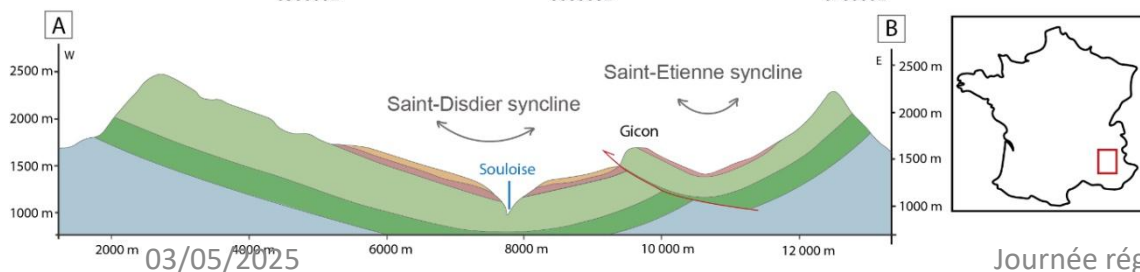
- Organisation réservoir

Cas d'étude : le système karstique du Dévoluy

Sur la période 2015 à 2020 :



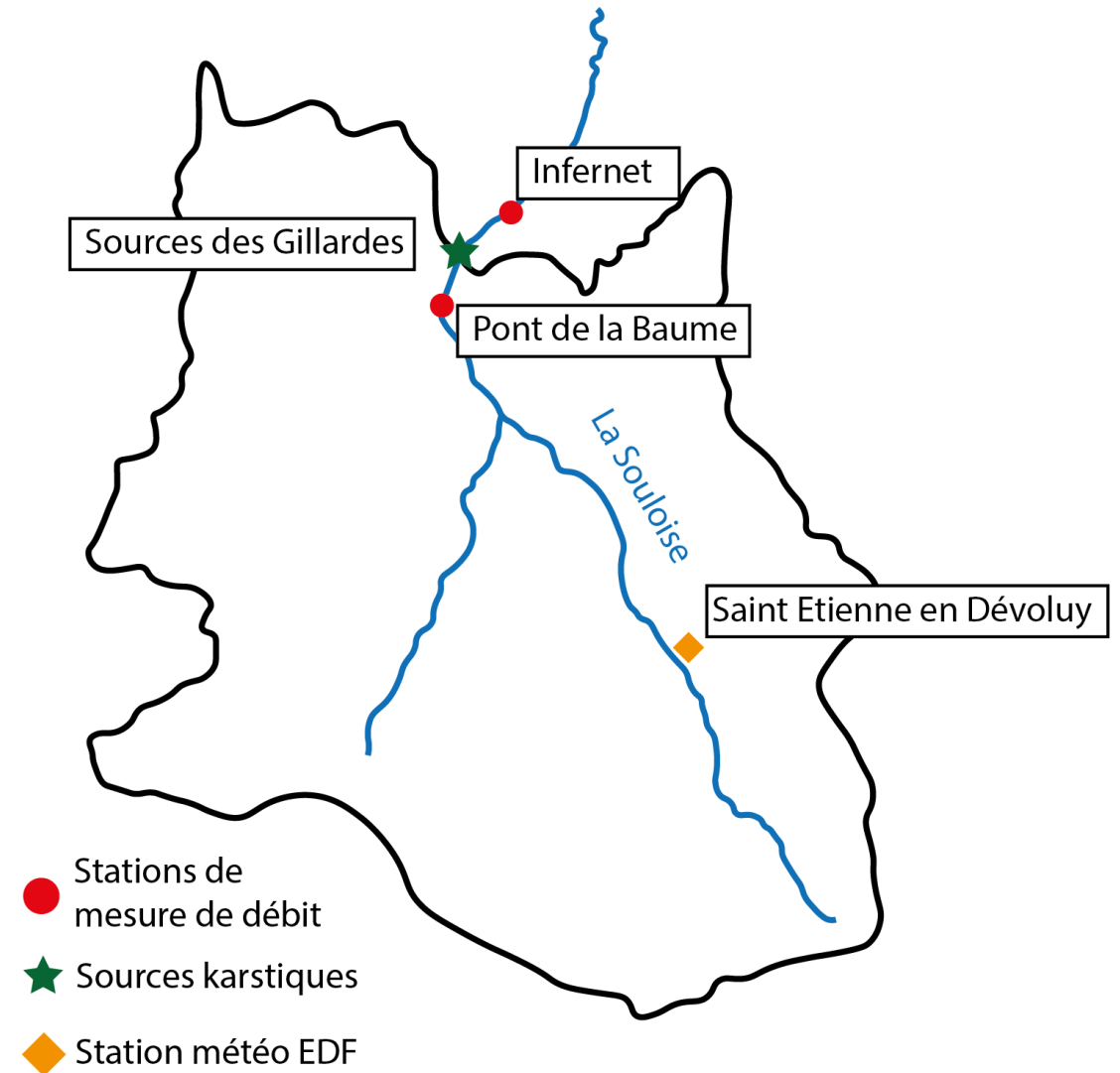
- Débit max : 38 m³/s
- Débit minimal : 200l/s
- Débit moyen : 5 m³/s



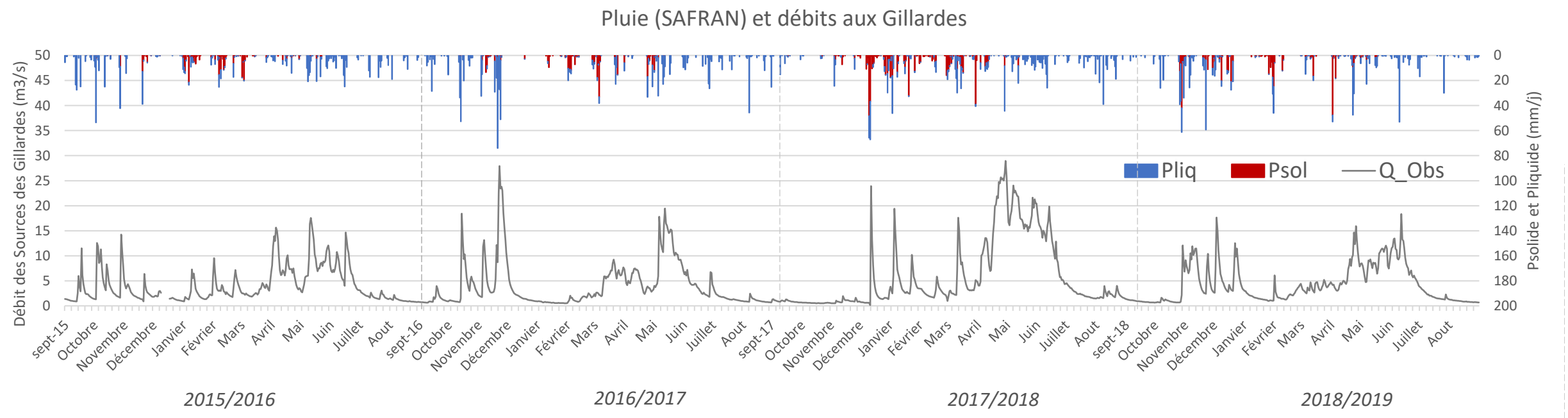
- Une rivière principale : La Souloise
- Sources principales : les Grandes Gillardes et les Petites Gillardes
- Source de trop-plein : le Puits des Bans

Données

- Débits horaires et journaliers EDF (station amont et aval des sources).
- Précipitations et températures horaires et journalières à Saint Etienne en Dévoluy (1300 m)
- Précipitations, températures, ETP (Penman Monteith) extraites et moyennées issues de 4 mailles SAFRAN.



Données



Année Hydrologique	Pluie annuelle (mm)	Neige annuelle (mm)	Ptotal (mm)	%Psol vs Ptotal
2015-2016	741	261	1002	26
2016-2017	919	288	1207	24
2017-2018	741	571	1312	44
2018-2019	716	443	66	38

Modélisation pluie-débit – la plate forme Karstmod

Objectifs :

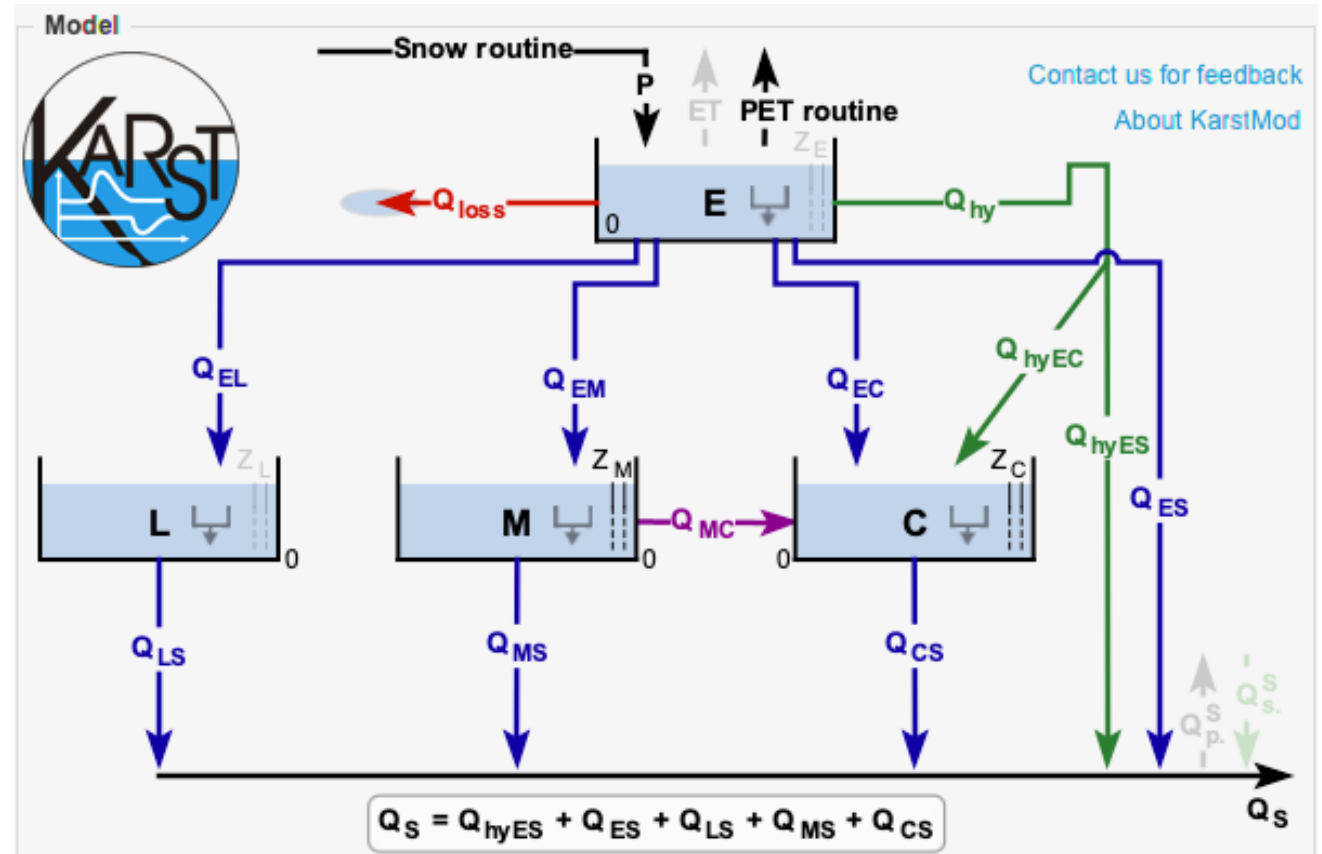
- outils pour comprendre le système karstique
- Réalisation de bilans hydriques (estimer l'aire de recharge)
- Quantifier la part d'écoulement lents et rapides

Avantages :

- Facilité numérique de mise en œuvre
- Peu de paramètres à calibrer
- Prise en compte de la neige

Limites :

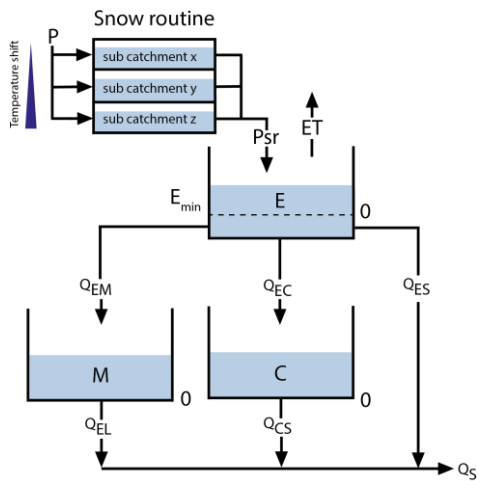
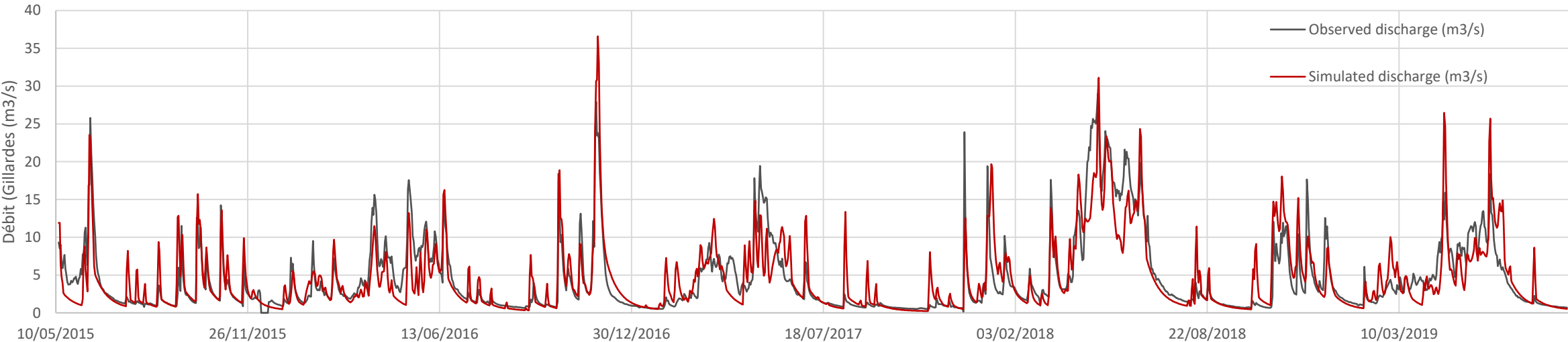
- 1D
- Représentation simplifiée de la réalité



www.sokarst.org

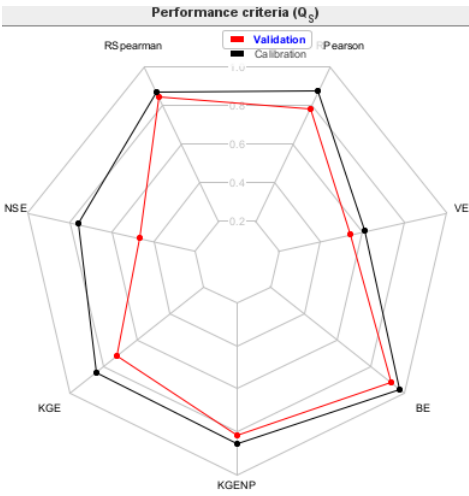
Débits simulés avec neige

Débit observés et débit simulé des Gillardes

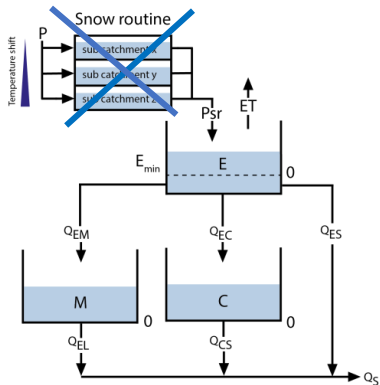
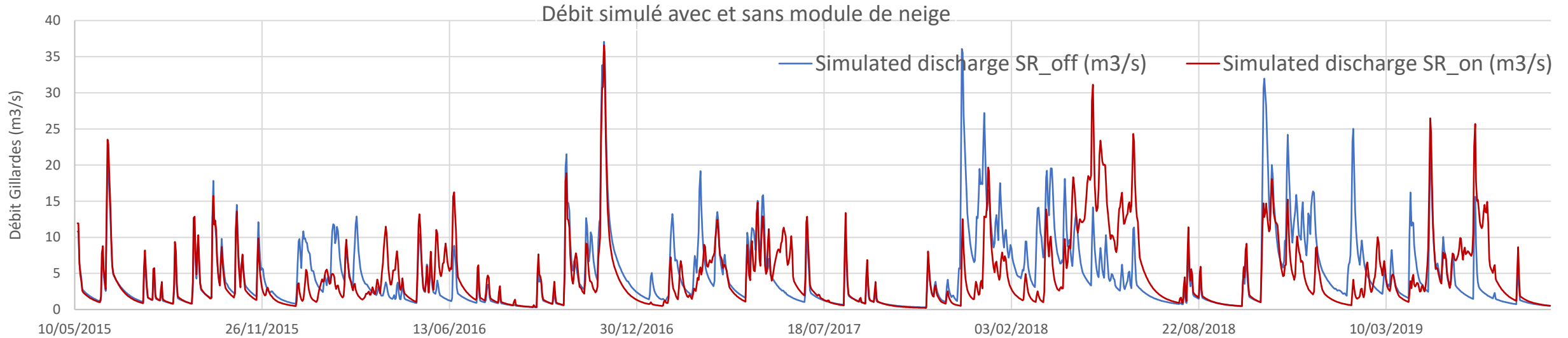


$WOBJ = KGENP(QS)$

Calibration results	
Simulations satisfying $WOBJ \geq WOBJ_{min}$:	5001
Calibration:	0.857
Validation:	0.820



Débits simulés avec et sans neige

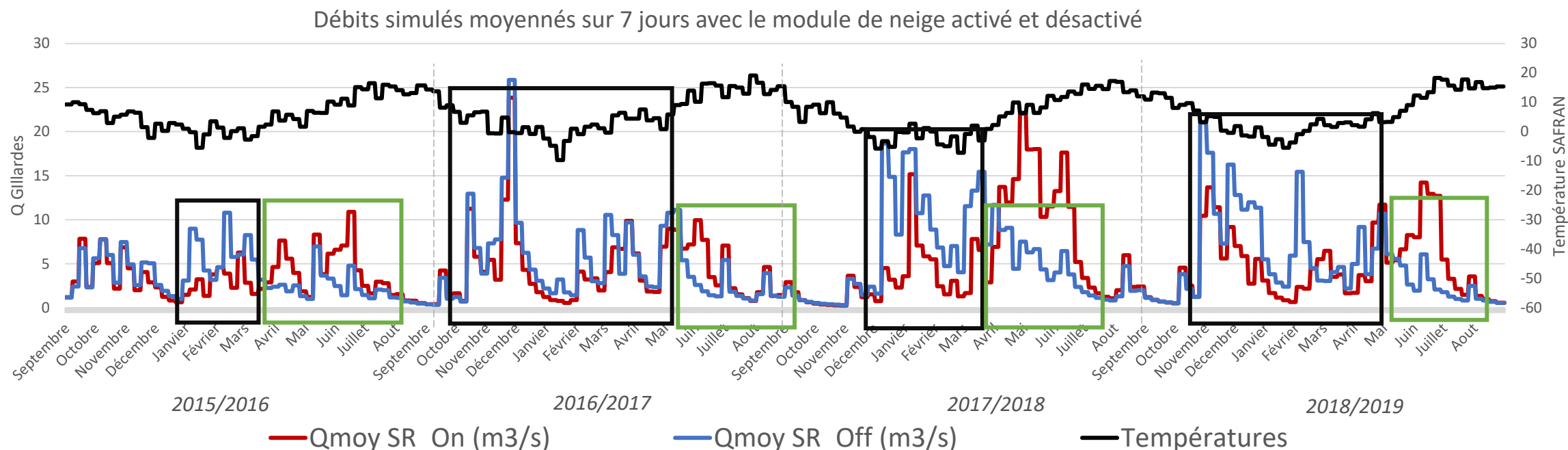


SR Off

Calibration results	
Simulations satisfying $WOBJ \geq WOBJ_{min}$:	5000
Calibration:	0.607
Validation:	0.566

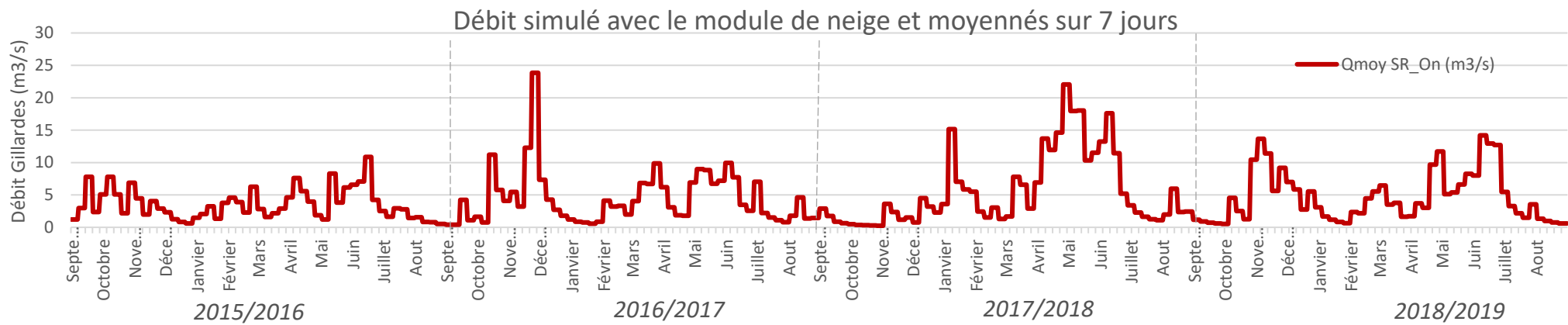
- Le modèle est calé avec la snow routine. Lorsque les résultats sont satisfaisants la SR est désactivée et le modèle lancé en mode run.
- Pour une meilleure visibilité des résultats ils sont ensuite moyennés sur 7 jours (diapos suivantes).

Débits simulés avec et sans neige



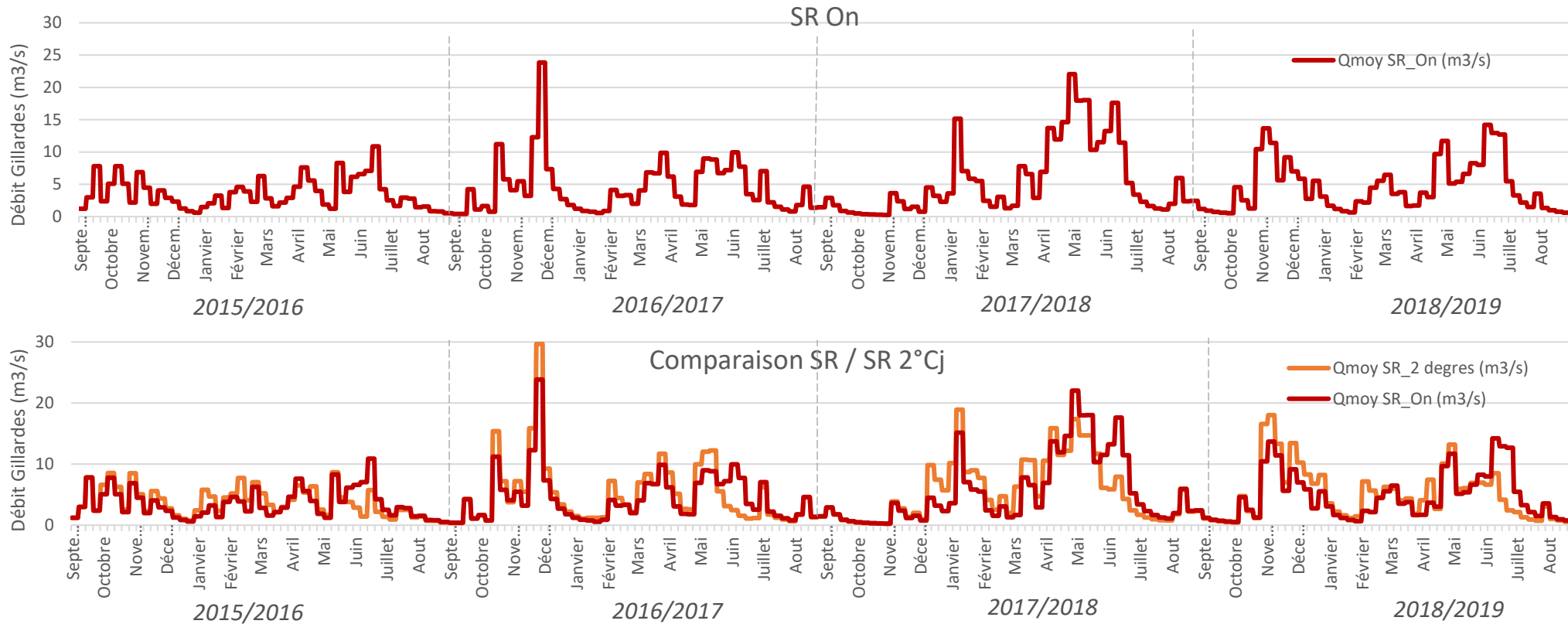
- Ecart importants en hiver et au printemps lorsque le stock de neige se forme puis fond en impactant les débits.
- La neige influence les débits jusqu'en juillet/août. La fin de l'étiage estival est ensuite soutenue par la composante lente d'écoulement de l'aquifère.
- Les pics de crue sont plus faibles en hiver avec l'impact de la neige qui stocke de l'eau. Mais le karst est très réactif (écoulement Q_ES) et dès que la neige ne filtre plus les précipitations les écoulements rapides deviennent prépondérants.

Impact de l'augmentation de la température de l'air



Modification de la répartition pluie/neige via la température de fonte (T_s): +2°C et +4°C. (basé sur trajectoires TRACC).

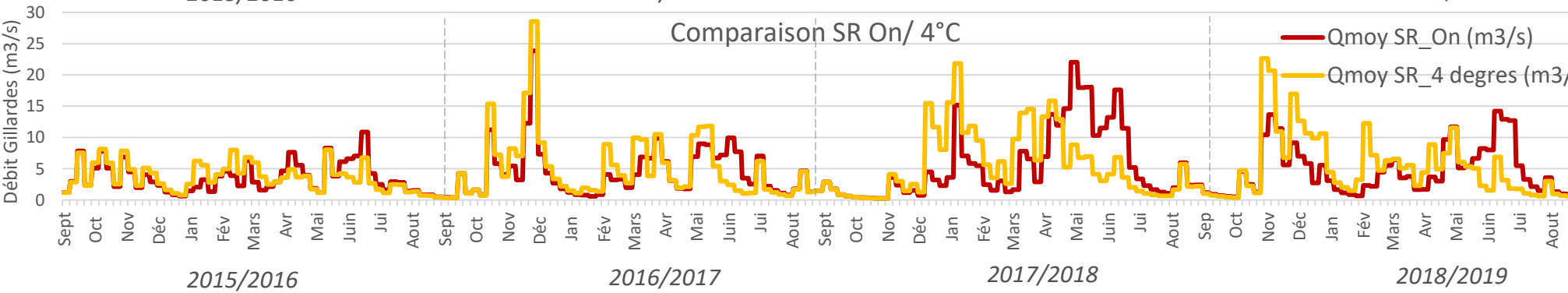
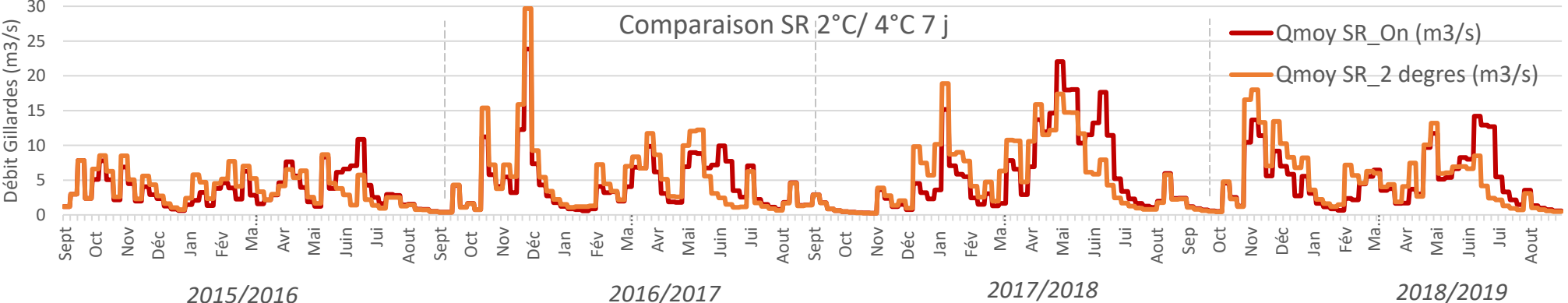
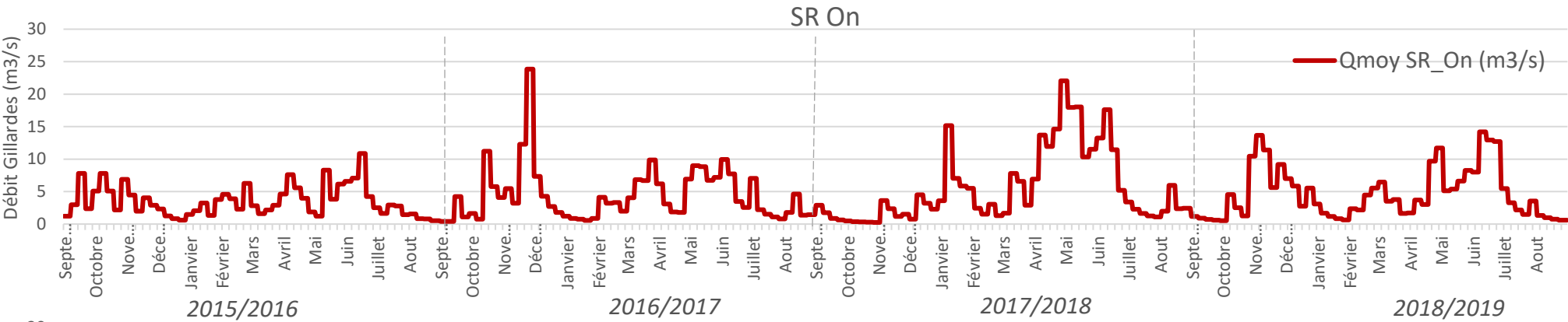
Impact de l'augmentation de la température de l'air



Modification de la répartition pluie/neige via la température de fonte (T_s): +2°C et +4°C. (basé sur trajectoires TRACC).

+2°C intermédiaire. Débits de fonte plus limités et plus fort en hiver car le stockage se fait moins. Etiage arrive plus rapidement en début d'été avec récessions plus basses.

Impact de l'augmentation de la température de l'air



Modification de la répartition pluie/neige via la température de fonte (T_s): +2°C et +4°C (basé sur trajectoires TRACC).

+2°C intermédiaire. Débits de fonte plus limités et plus forts en hiver car le stockage se fait moins. Etiage arrive plus rapidement en début d'été avec récessions plus basses.

+ 4°C. Le stockage semble être très faible en hiver et les débits de fonte réduits. L'étiage arrive entre fin juin et juillet.

Conclusion

- **Plusieurs dynamiques dans le fonctionnement de l'aquifère karstique**
Ecoulements très rapides non stockés, rapides alimentés par l'eau de fonte et les précipitations, et lents soutenant les étiages
- **Rôle central de la neige dans la recharge**
Stockage hivernal suivi d'un relargage printanier qui soutient les étiages jusque fin juillet. Effet « tampon » de la neige sur un système karstique très transmissif.
- **Effets du réchauffement climatique**
Moins de neige = plus de débits en hiver + moins de soutien printanier/estival. Les étiages estivaux sont plus précoces. Moindre disponibilité en eau en été.
- **Modèle simple mais efficace et bon outil d'aide à la décision**
Permet de tester des scénarios climatiques sur l'évolution du système karstique. Simple à paramétrer, peu de données nécessaires en entrée.

