

# Workshop

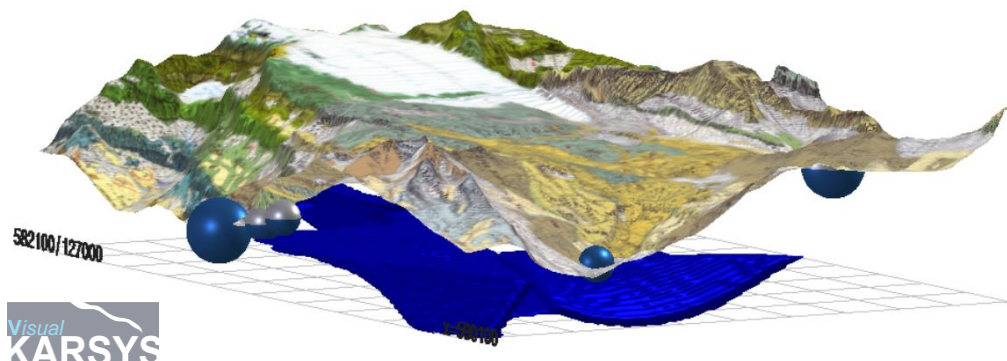
## "Modélisation des aquifères karstiques du Valais"

Espace Portes de Conthey, Sion

28 janvier 2020

Dr Pierre Christe

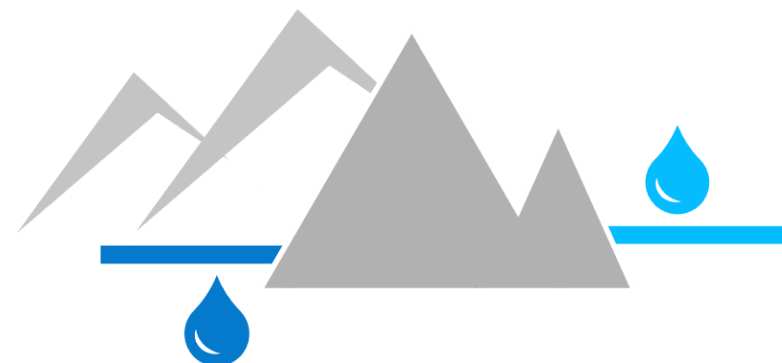
Service de l'environnement (SEN)  
Chef de groupe Eaux souterraines



Visual  
KARSYS



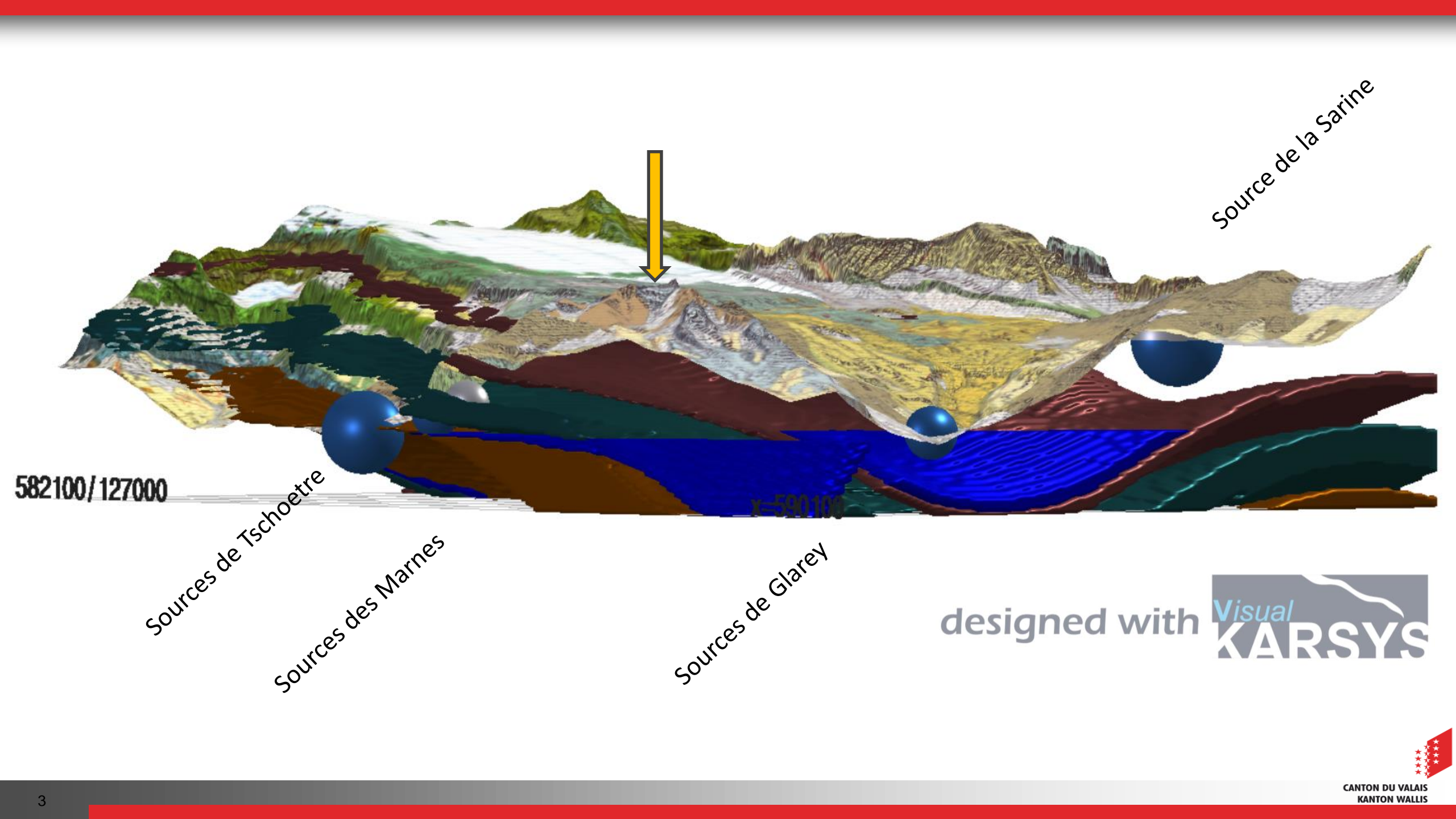
BÂTIMENT  
GAÏA



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS







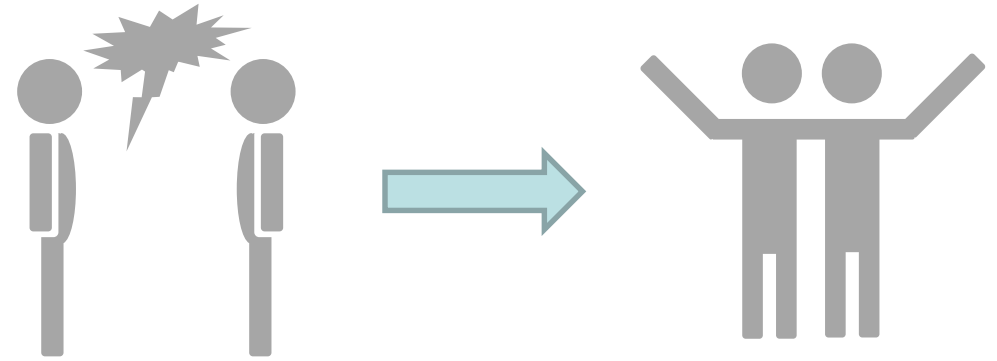


# Introduction

- ❑ Mandat KARST-VS 2014-2019 dans le contexte de la révision de l'OEaux pour les aquifères karstiques et fissurés fortement hétérogènes
- ❑ Rappel des principes et des besoins pour la constitution des dossiers de délimitation des zones de protection des eaux souterraines
- ❑ Applicabilité des modèles géologiques 3D pour le domaine de l'hydrogéologie et de la gestion des ressources en eau



SPE, 2012



# Importance du karst pour l'approvisionnement en eau du pays

*Avec 120 km<sup>3</sup> de réserve et 6 à 8 km<sup>3</sup>/an de ressource annuelle, les aquifères karstiques représentent en Suisse environ 80% de la réserve et 50% de la ressource en eau souterraine du pays.*

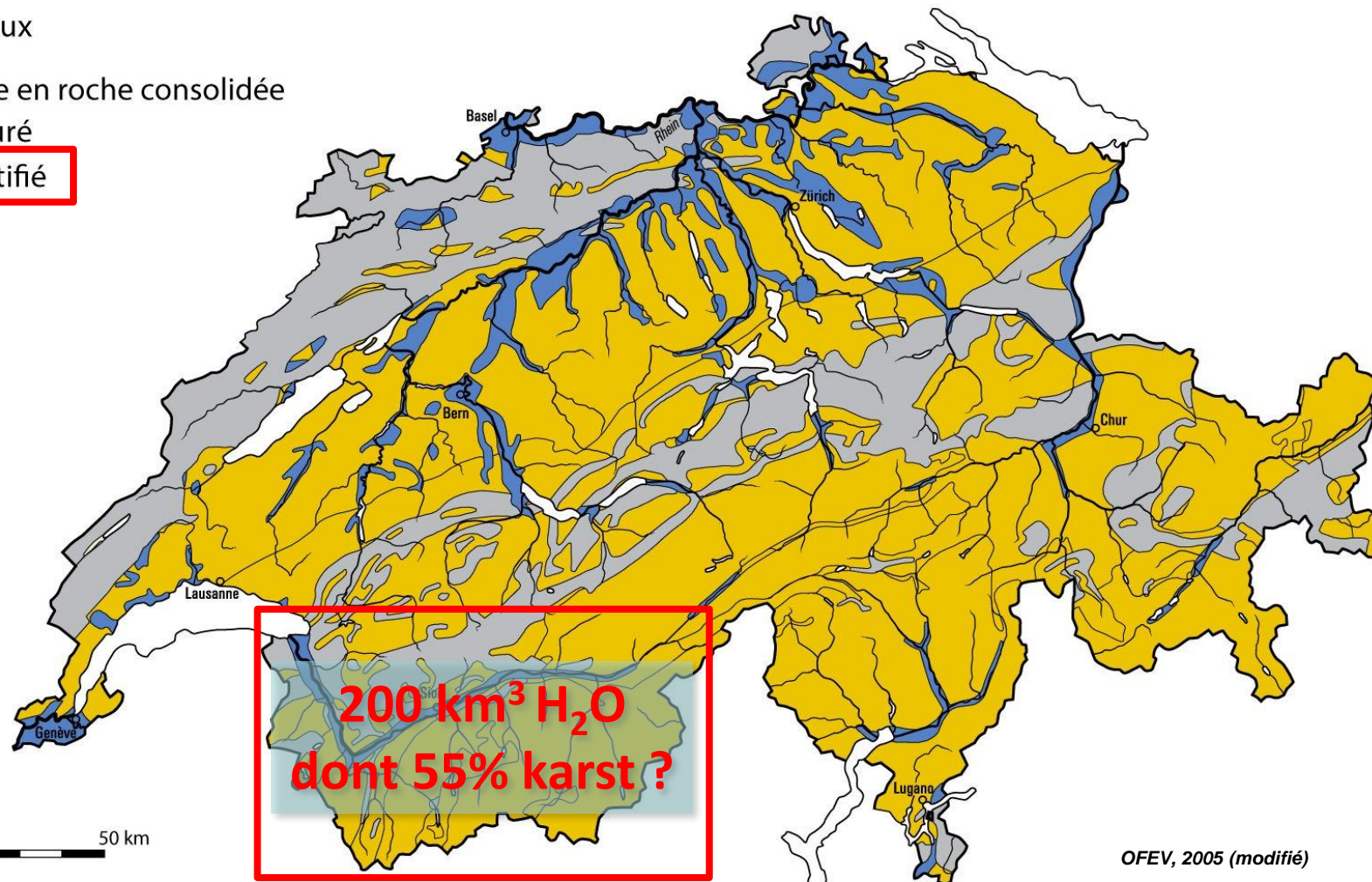
*Ils restent cependant mal connus, puisqu'aucune carte ou document ne les décrit de manière systématique.*

Projet Swisskarst in Programme national de recherche "Gestion durable de l'eau" (PNR 61, 2012)



- Aquifère en roche meuble
  - Poreux
- Aquifère en roche consolidée
  - Fissuré
  - Karstifié**

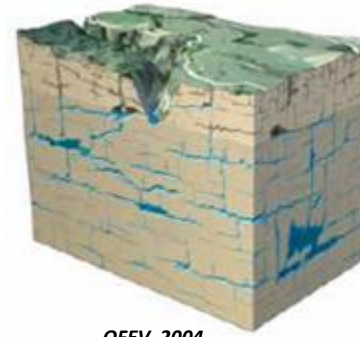
0 50 km



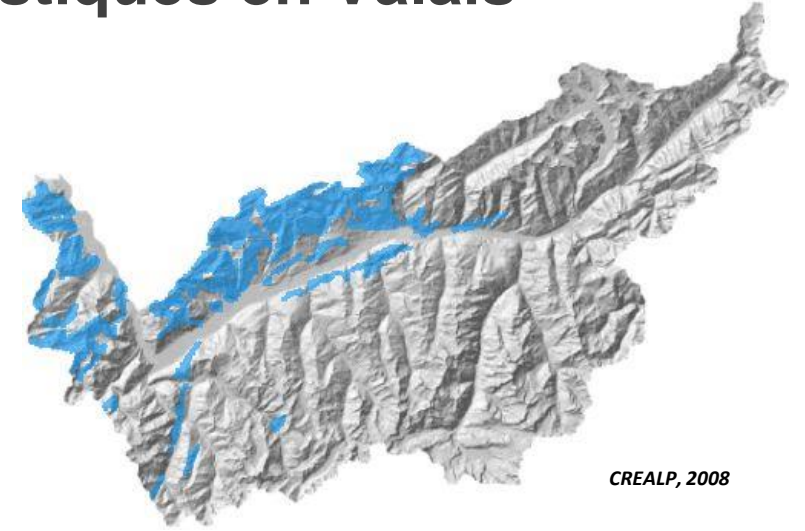
OFEV, 2005 (modifié)



# Situation pré-2012 de la protection des sources karstiques en Valais



OFEV, 2004



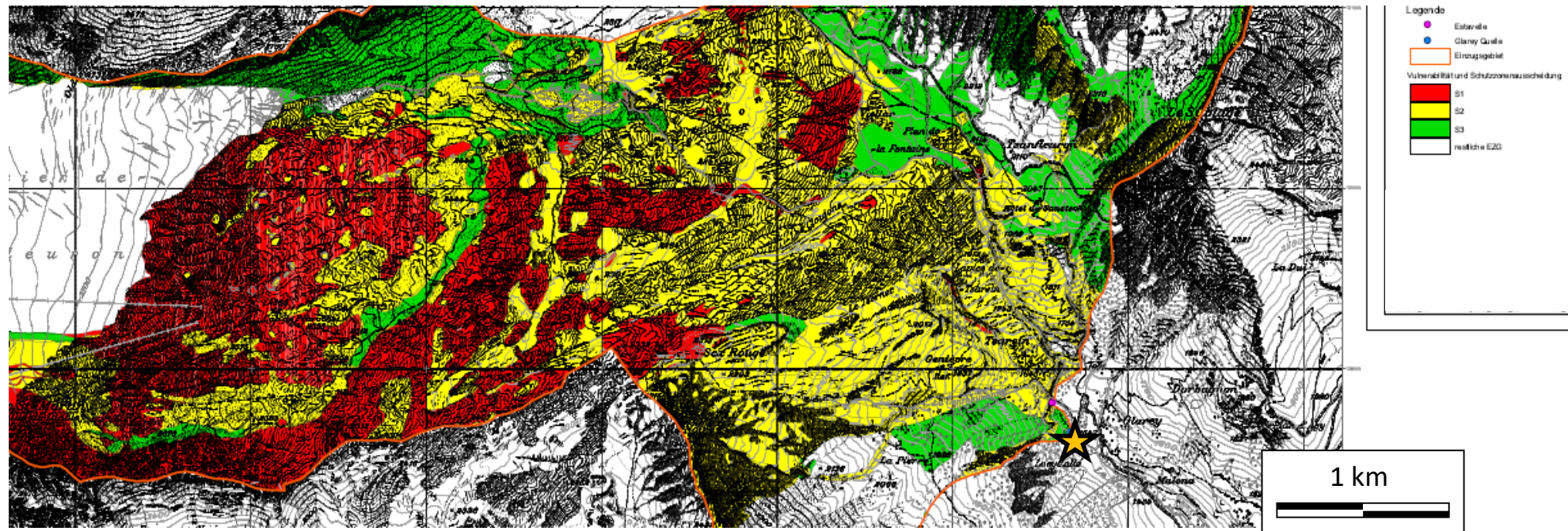
CREALP, 2008

- ☐ Env. 20 communes directement dépendantes de sources karstiques pour l'approvisionnement en eau potable.
- ☐ Conflits majeurs au sens de l'OEaux (S1, S2) observés suite à la délimitation des zones de protection selon EPIK.
- ☐ Dossiers hydrogéologiques irrecevables pour mise à l'enquête publique.
- ☐ Cartes de zones de protection inapplicables du point de vue administratif (incompatibilité avec PAZ).
- ☐ Procédures d'approbation s'éternisent... (même si délai LcEaux 01.01.2017!)

# Révision OEaux 2016: Nouvelles zones de protection $S_h/S_m$

## Pilotstudie Tsanfleuron (BAFU-DUW)

### a) EPIK 1998 (mit Anpassungen 2004)

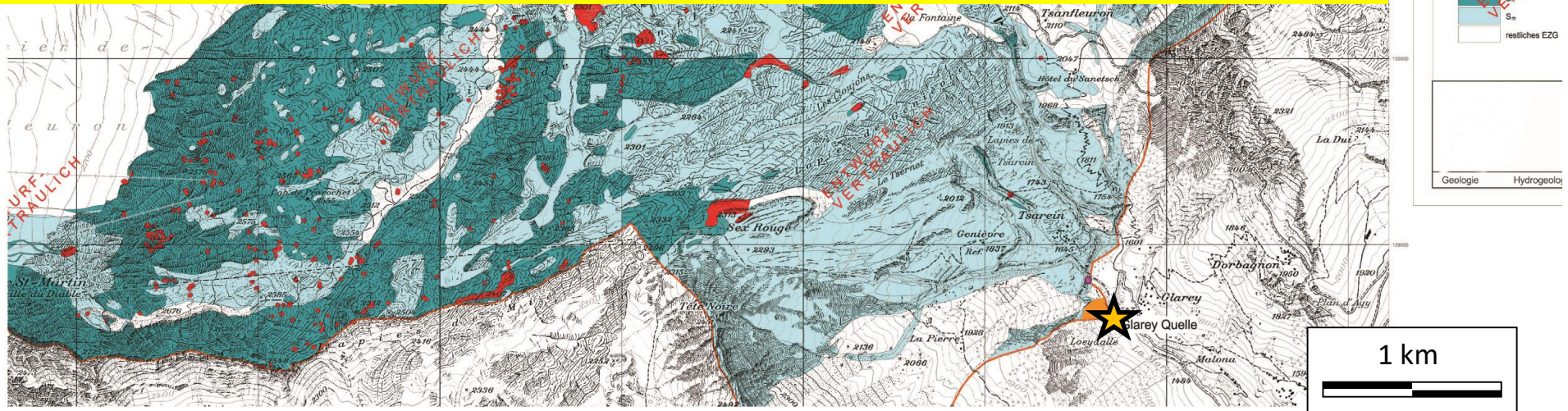





# Pilotstudie Tsanfleuron (BAFU-DUW)

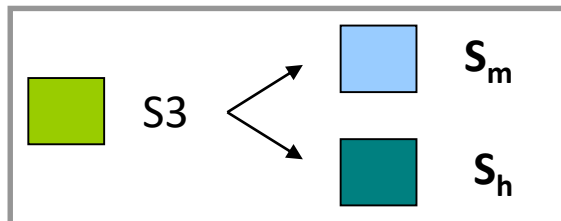
## b) Anpassung EPIK (Pilotstudie 2012)

Als Kriterium für die Zonen  $S_h$  und  $S_m$  dient eine Beurteilung der Vulnerabilität des Grundwassers gegen Einflüsse von aussen. Der Faktor „Boden“ spielt dabei eine wichtigere Rolle als bisher.



 S1  
(inkl. Schlucklöcher)

 S2  
(«100-Meter-Regel»)



mittlere Vulnerabilität  
ersetzt  $\pm$  die ursprüngliche S3

hohe Vulnerabilität (*N.B. kein absolutes Bauverbot!*)  
ersetzt  $\pm$  die ursprüngliche S2



# Situation post-2019 de la protection des sources karstiques en Valais

## Vollzug Grundwasserschutz – Modul Karst / Kluft


- ☐ VH Grundwasserschutz in stark heterogenen Karst- und Kluft-Grundwasserleitern

→ *Anhörung wurde Ende 2019 abgeschlossen*

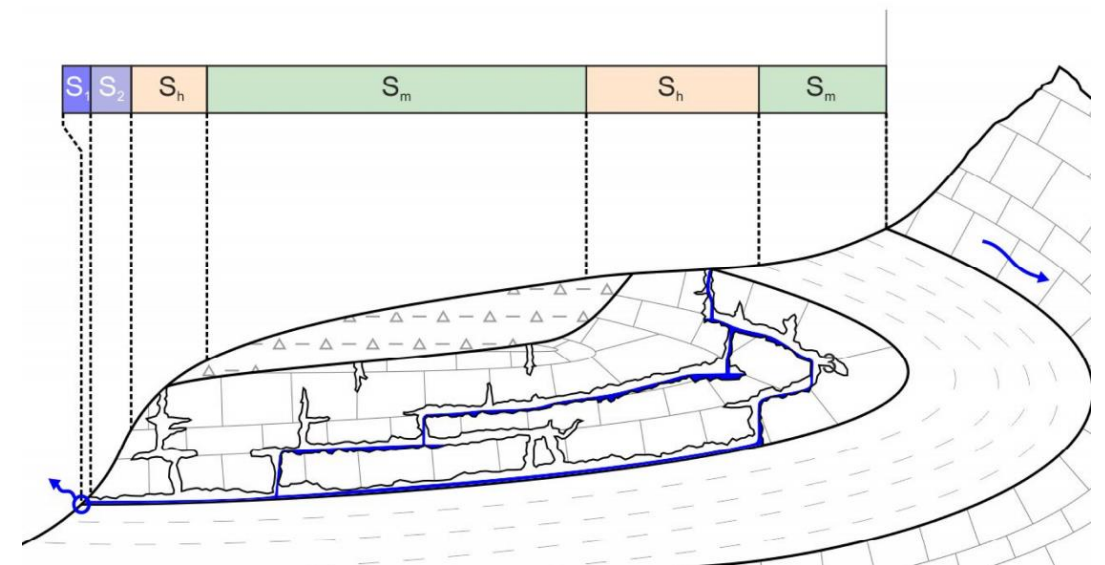
- ☐ PH Methodik der Kartierung der Vulnerabilität in stark heterogenen Karst-Grundwasserleitern zur Bemessung von Grundwasserschutzzonen

→ *in Bearbeitung*

- ☐ Im Wallis werden GWSZ-Dossier mit  $S_h$  und  $S_m$  seit 2016 vom Kanton genehmigt! Fall Tsanfleuron wird als Beispiel in der neuen Praxishilfe berücksichtigt.

Grundwasser-leitertyp	Locker-gestein	Karst / Kluft		Vorschriften
		schwach heterogen	stark heterogen	
Grundwasser-schutzzonen	S1	S1	S1	
	S2	S2	S2	
			$S_h$	
	S3	S3	$S_m$	

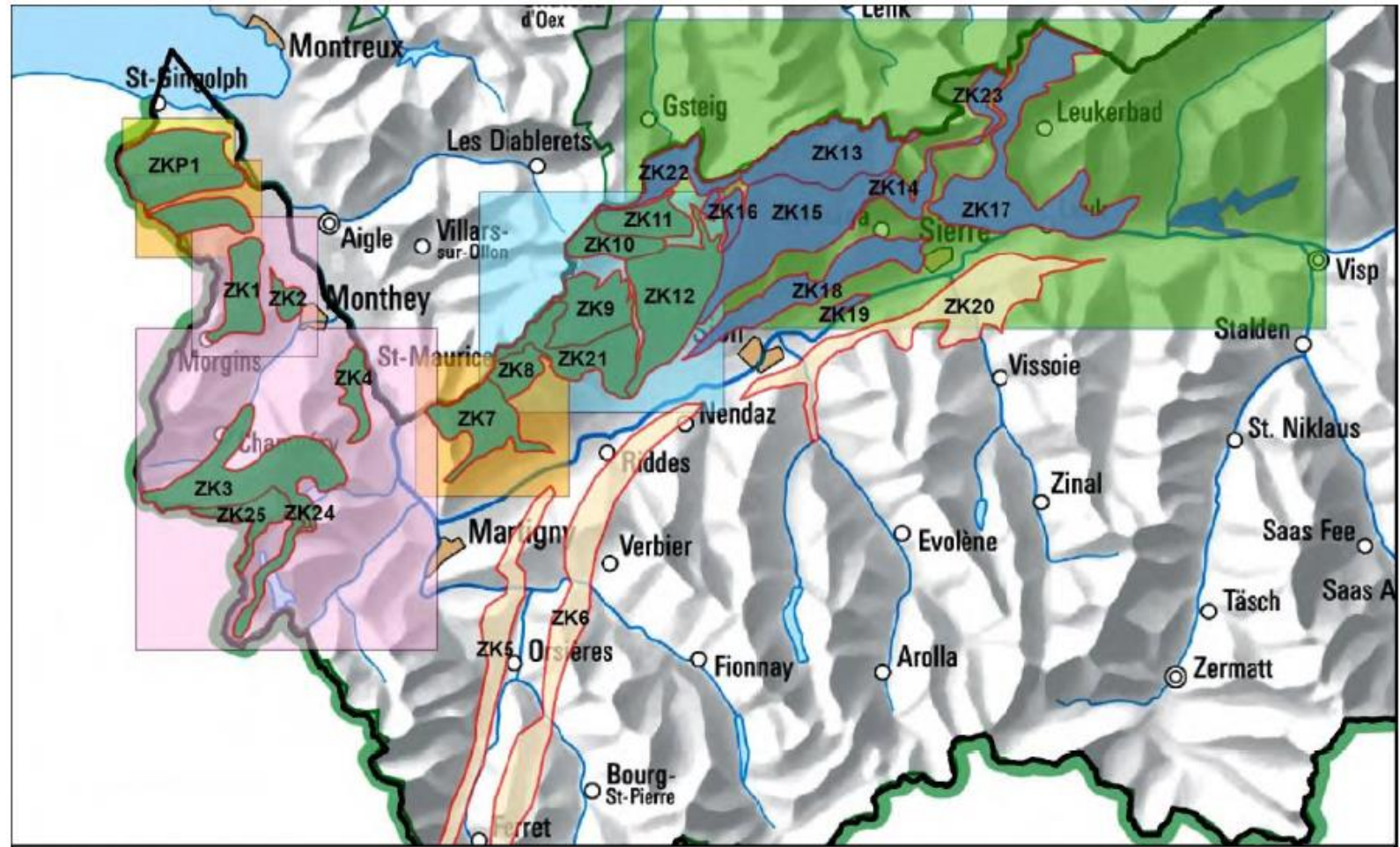
Grundwasser-scheide



# Mandat KARST-VS (SEN-ISSKA 2014-2019)

- 1 Assurer une documentation harmonisée du karst en Valais
- 2 Développer une meilleure compréhension des systèmes hydrogéologiques rattachés
- 3 Appuyer les communes dans l'application de la révision de l'OEaux pour les milieux karstiques et fissurés fortement hétérogènes

**25 zones karstiques modélisées  
(66 bassins d'alimentation)  
entre le Chablais valaisan et la  
portion N des Alpes**



ISSKA  
SISKA  
ISSKA  
SISKA



0 5 10 20 Km



CANTON DU VALAIS  
KANTON WALLIS



# Méthode KARSYS (ISSKA)

L'application de la méthode passe par la construction d'un **modèle géologique 3D** à l'échelle régionale dans lequel les **relations hydrogéologiques** sont intégrées.

Les résultats sont disponibles sous forme de

- ❑ **Fiches descriptives** pour chacun des modèles
- ❑ **PDF3D** du modèle (*ou modèle VisualKARSYS si déjà disponible*)

Sur la base du modèle hydrogéologique 3D et des modalités hydrauliques en conditions de basses et de hautes eaux, les **différents systèmes karstiques** sont **identifiés et interprétés**.

Les résultats sont disponibles par système sous forme de

- ❑ **Fiches descriptives** (*localisation, dimension BA, description hydrogéologique*)
- ❑ **Fiche de synthèse** (*compilation des données d'input/output et appréciation de l'interprétation*)
- ❑ **Carte de fonctionnement hydrogéologique** (*nature et direction des écoulements dans les zones vadoses et phréatiques, nature et géométrie des nappes karstiques*)



Tous les résultats sont également disponibles au format numérique! → Géodatabase KARST-VS sera prochainement intégrée au catalogue cantonal des géodonnées (= accessible via le SIT-VS)

# Méthode KARSYS (ISSKA)

Système karstique: Raugéa - Mollens

Identifiant: 211287VS0001



## Caractéristiques surface

Surface [km²]	Convergent	Diffluent	Indéterminé	Total
Karst (K)	1.1	0.9	0.0	2.0
Karst sous couverture (CK)	3.4	2.5	0.0	5.9
Semi karstique (SK)	1.1	0.2	0.0	1.3
Semi karstique, sous couverture (SKC)	2.5	0.3	0.0	2.8
Karst évaporitique (Ke)	0.0	0.0	0.0	0.0
Karst évaporitique, sous couverture (KeC)	0.0	0.0	0.0	0.0
Non-karstique (NK)	1.6	0.2	0.0	1.8
Total =	9.7	4.1	0.0	13.8 km²

## Débit spécifique moyen [L/km²/s]

min.: 40.4 moy.: 46.8 max.: 53.2

## Altitude [m]

min.: 1179 moy.: 2094 max.: 2992

## Coordonnées [CH1903 LV03]

135671

602719 607381

129229

## Caractéristiques aquifère

Description: Malm

Remarques: -

## Sources

ID	Nom	Régime	X[m]	Y[m]	Z[m]
141287VS0026 / None	MOL_2sup	Permanent	605850	129950	1240.0
141287VS0003	Colombire	Permanent	605275	132386	1940.0
141287VS0004	Mollens-Raugéa	Permanent	605874	129922	1200.0
141287VS0018	VEN_14/3	Permanent	606534	131240	1445.0
141287VS0015	RAN_17	Permanent	604924	130501	1580.0
141287VS0016	RAN_20-21	Permanent	605538	129752	1320.0
141287VS0022	MON_8	Permanent	604343	131450	1945.0
141287VS0021	RAN_8	Permanent	605237	131370	1770.0
141287VS0025	Boverèche, rive droite	Permanent	604921	132613	2050.0
141287VS0013	RAN_11-12	Permanent	604174	130155	1670.0
141287VS0014	RAN_13	Permanent	604426	130327	1625.0
141287VS0019	VEN_14/4	Temporaire	606574	131262	1445.0
141287VS0017	VEN_14/1	Temporaire	606436	131193	1445.0
141287VS0012	RAN_14	Temporaire	604379	130020	1580.0
141287VS0020	MOL_7b/7a	Temporaire	605286	132376	1915.0

## Légende

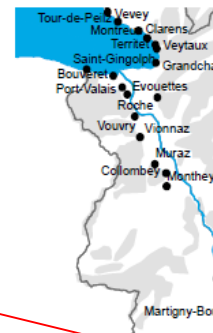
Données disponibles: Q = débit, T = Température, C = conductivité électrique

## STEP 2: Modèle géologique 3D

Cohérence modèle par rapport aux données: Fort

Cohérence modèle par rapport aux interprétations: Moyen

Fiabilité modèle en profondeur: Moyen



## STEP 1: Données

### Géologie

Carte géologique 1/25'000: Disponible  
Profils géologiques: 13 | 2.4 | 5  
Nombre | Densité [km/km²] | Nb auteurs  
Forages profonds (>100m): 0 | 0.0  
Nombre | Densité [m/km²]

### Hydrologie

Indications charge hydro: Non  
Connexions hydrogéologiques: 33 | 2.4  
Nombre connexions | Densité connexions [nb/km²]

### Karst

Cavités documentées: 0 | 0  
Nombre | Densité conduits [m/km²]

## STEP 3: Modèle hydrogéologique 3D

Confiance niveau de base: Fort

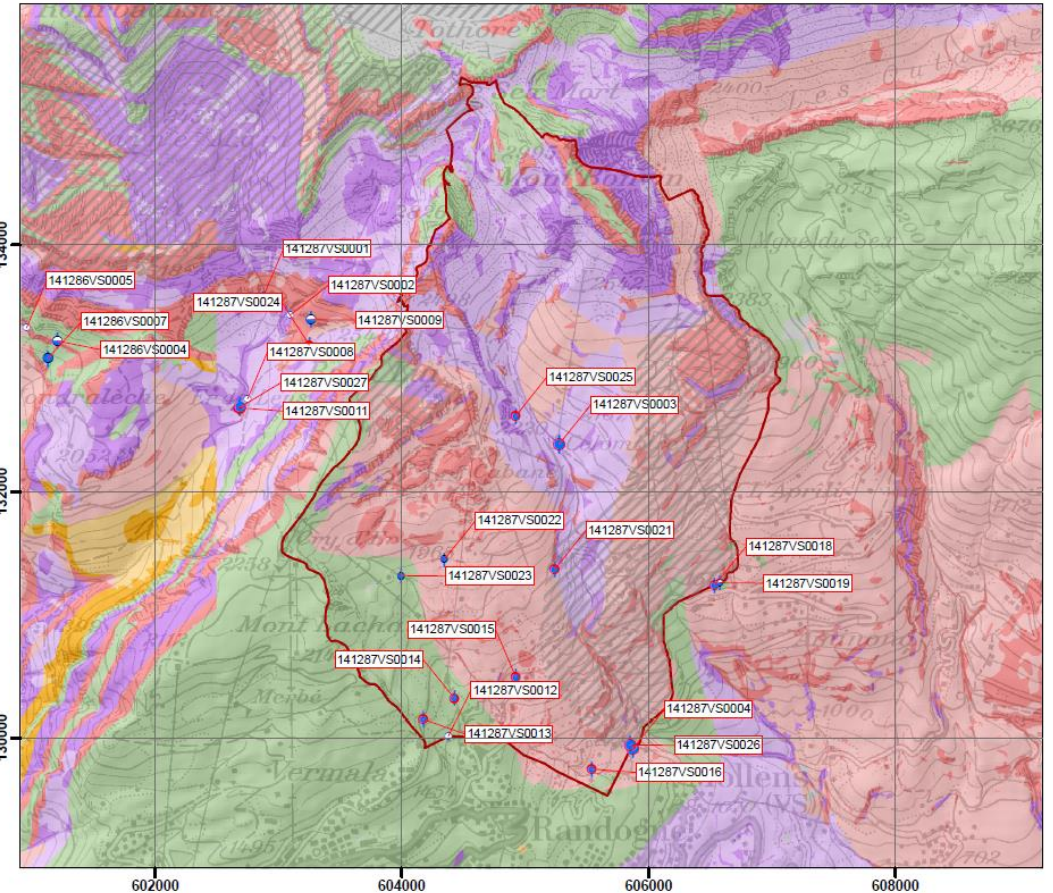
Cohérence par rapport au modèle géol. 3D: Moyen

## Etat des connaissances post-KARSYS

Degré investigation: KARSYS Original 3D

Appréciation: Cette zone est complexe, car plusieurs écaïles de Malm participent à l'alimentation de petites sources locales privilégiées un bassin hydro global pour ce versant.

## Documentation KARSYS



Détermination du caractère *convergent* ou *diffluent* des unités de bassin d'alimentation en fonction du régime hydrologique.



# Applicabilité des modèles géologiques 3D

Pour assurer durablement la **protection des nappes phréatiques** (aspects qualitatifs et quantitatifs), les conflits d'intérêts susceptibles de surgir entre différents projets et activités en souterrain ou à la surface doivent si possible être anticipés «*en amont*» pour éviter d'occasionner des dommages potentiellement irréversibles.

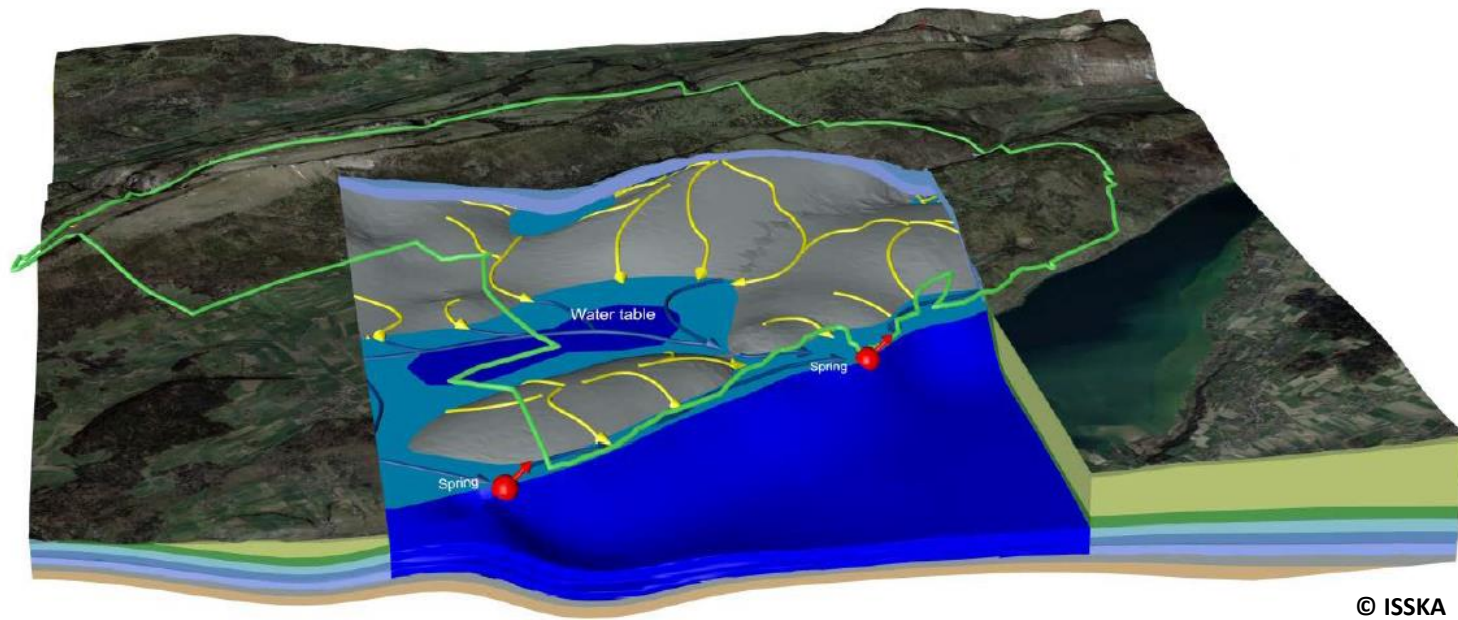
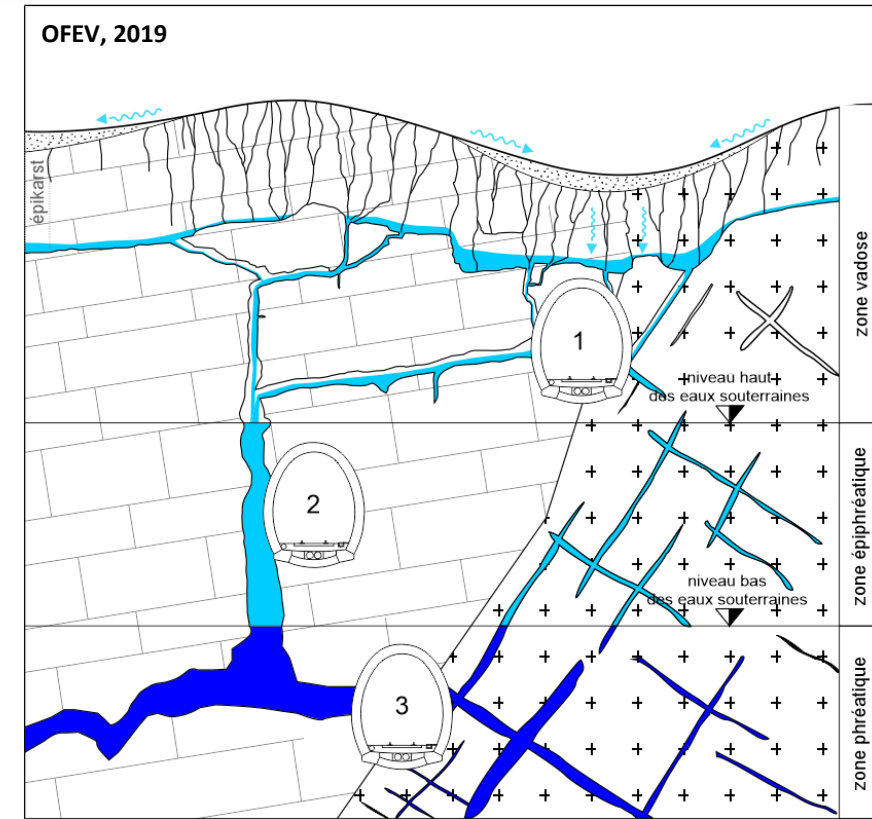


Figure 1. Perspective view of a KARSYS hydrogeological model; the model informs on the geometry of the aquifers and the main groundwater drainage axes. (Green line: Catchment area; Blue volumes: groundwater bodies; Yellow arrows: underground vadose flow paths; blue arrows: underground phreatic flow paths; Red spheres: Springs).



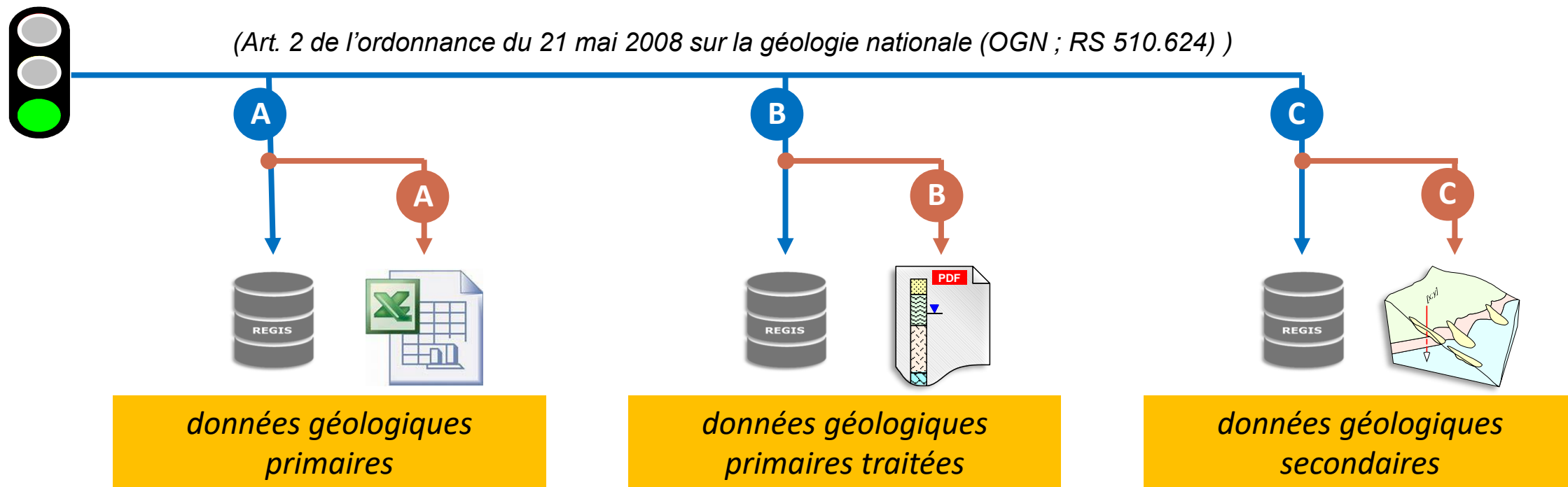
**Une protection efficace des systèmes karstiques et fissurés fortement hétérogènes profite d'un recours à des outils 3D performants pour assurer les tâches de gestion et coordination!**

# «Prévoir aujourd'hui pour bien décider demain»

« La **coordination**, au sens de l'**aménagement du territoire**, entre les différentes utilisations ou intentions d'utilisation du sous-sol nécessite des **connaissances suffisantes sur les conditions géologiques** (et hydrogéologiques NDLR) et un **recensement des utilisations actuelles**.

*Si le sous-sol doit être mieux intégré dans l'aménagement du territoire, il faut que les données et informations géologiques soient **plus accessibles** et **mieux prises en compte**. »*

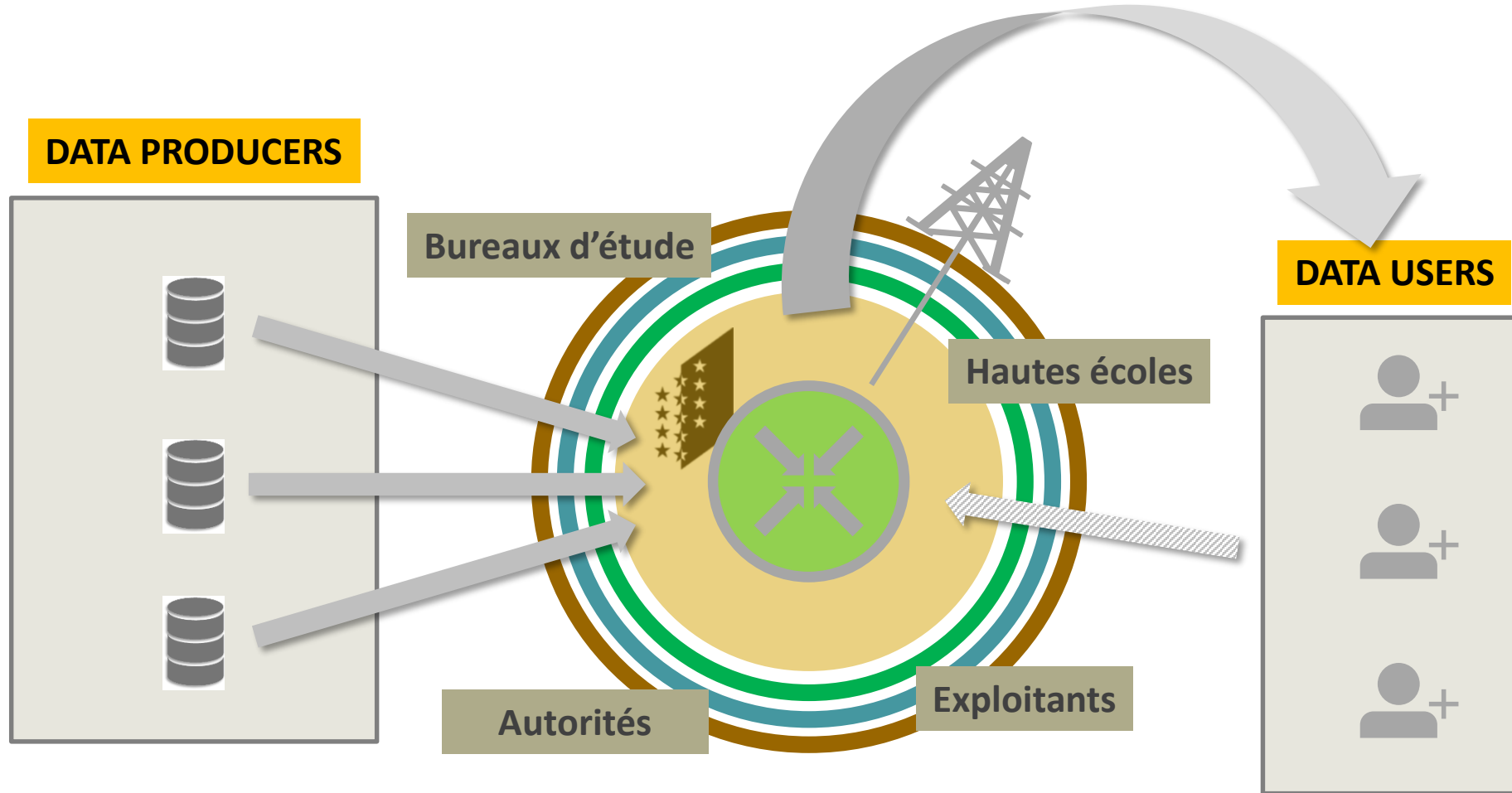
Conseil Fédéral Suisse, 2018

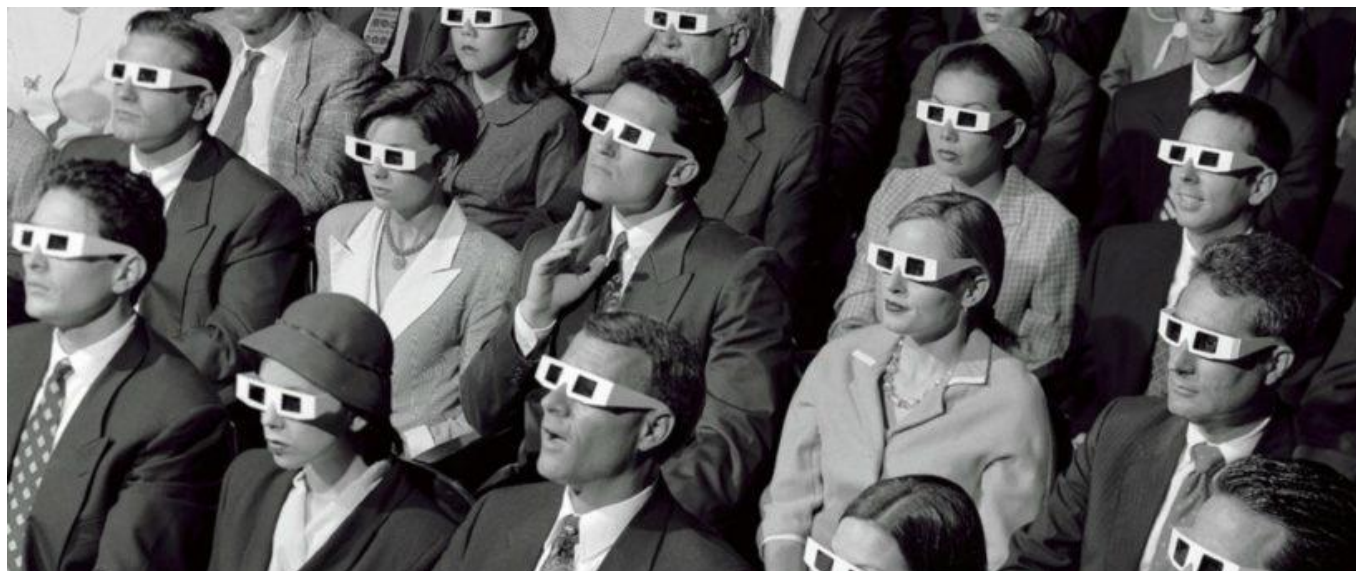




# Evolution itérative des connaissances (et des modèles!)

Besoin d'une **coordination** au sens de la **gestion de l'information**!





**Visual KARSYS;**  
a software dedicated to the  
management of karst  
environment