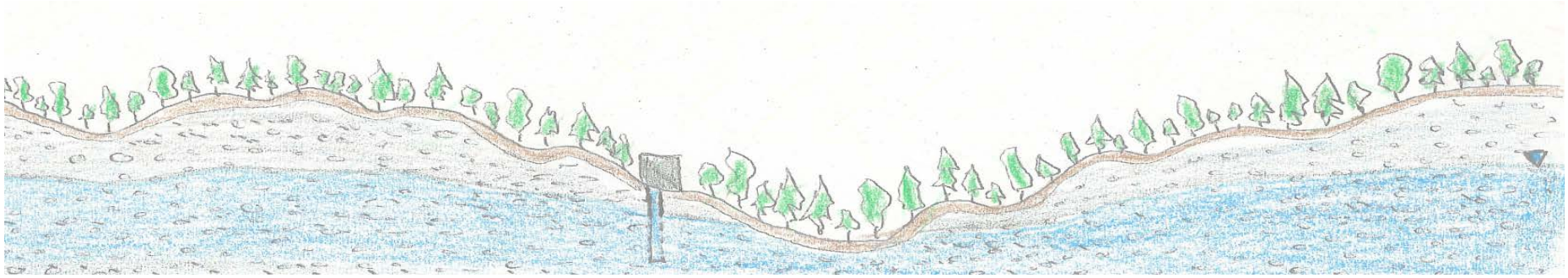
Vulnérabilité des eaux souterraines: Enjeux et perspectives

Lorienne Thüler



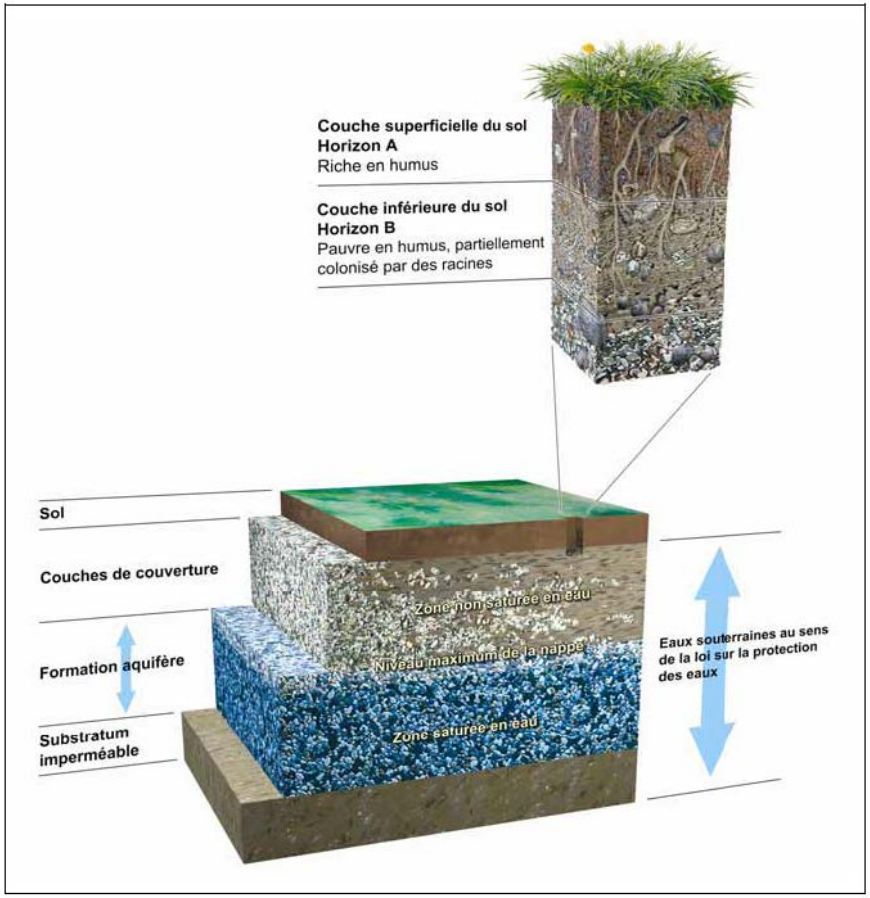
Exploitation des eaux souterraines en CH

- 80% de l'eau potable provient de l'eau souterraine
- Différents traitements à différents coûts:
  - 40% de l'eau n'est pas traitée (≈ 0.04 €/m^{3*})
  - 30% subissent un traitement « léger » (≈ 0.13 - 0.23 €/m^{3*})
  - 30% un traitement « lourd » (≈ 0.42 €/m^{3*})
- Les études de vulnérabilité des eaux souterraines permettent d'éviter les pollutions et de limiter le traitement des eaux souterraines, donc leur coût

*Source: ENGREF (Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et des Forêts), Montpellier, France 2006

Vulnérabilité des eaux souterraines: principe

- Si une pollution se produit à la surface du sol, elle peut être atténuée durant son parcours entre la surface et l'aquifère
- Certaines surfaces d'un bassin d'alimentation protègent mieux les eaux souterraines que d'autres, qui sont plus vulnérables *Vra et Zaporozec, 1994*



Source: Instructions pratiques pour la délimitation des zones de protection des eaux souterraines. OFEFP 2004

Vulnérabilité des eaux souterraines: propriétés

- Ne peut pas être directement mesurée sur le terrain
- Subjective, beaucoup d'incertitudes
- Est estimée avec différentes méthodes
  - Propres au type d'aquifère
  - Propres aux conditions environnementales
  - Propres à l'objectif visé (cartes générales, protection contre 1 type de contamination…)
- Sert à définir les périmètres et les zones de protection des captages d'eau souterraine pour leur exploitation

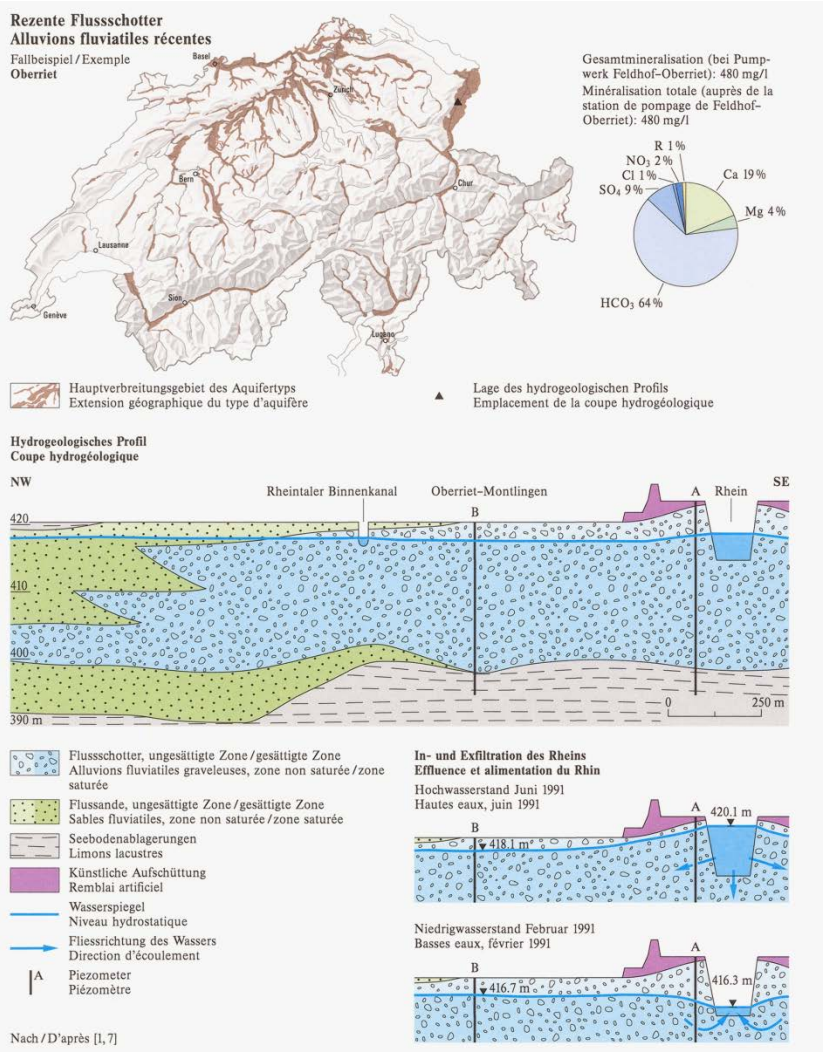
Aquifères à porosité d'interstices

Géologie:

- Zones alluviales
- Dépôts fluvio-glaciaires
- Molasse

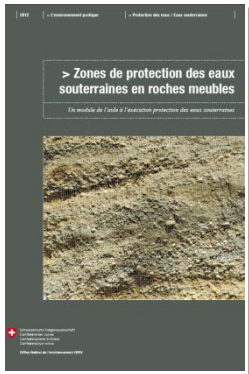
Caractéristiques:

- Circulation dans les pores
- Vitesses d'écoulement (≈ qqs m/j) dépendent de la structure et de la granulométrie
- Généralement peu vulnérables



Source: Atlas hydrologique de la Suisse HADES

Délimitation des zones de protection en roches meuble

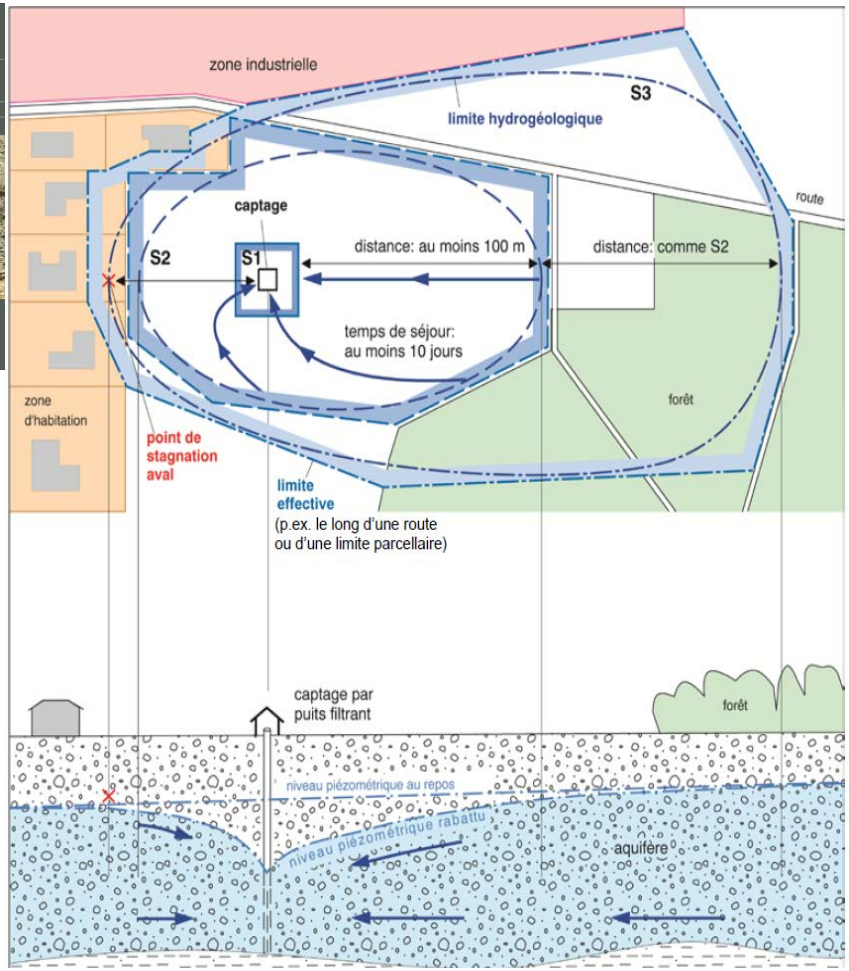


Principes:

- S1: 10 mètres des drains
- S2: Isochrone des 10 jours
- S3: + équivalent S2

Caractéristiques:

- Zones de protection souvent de petite surface
- Peut poser problème en zone agricole et à bâtir



Source: Zones de protection des eaux souterraines en roches meubles. OFEV 2012

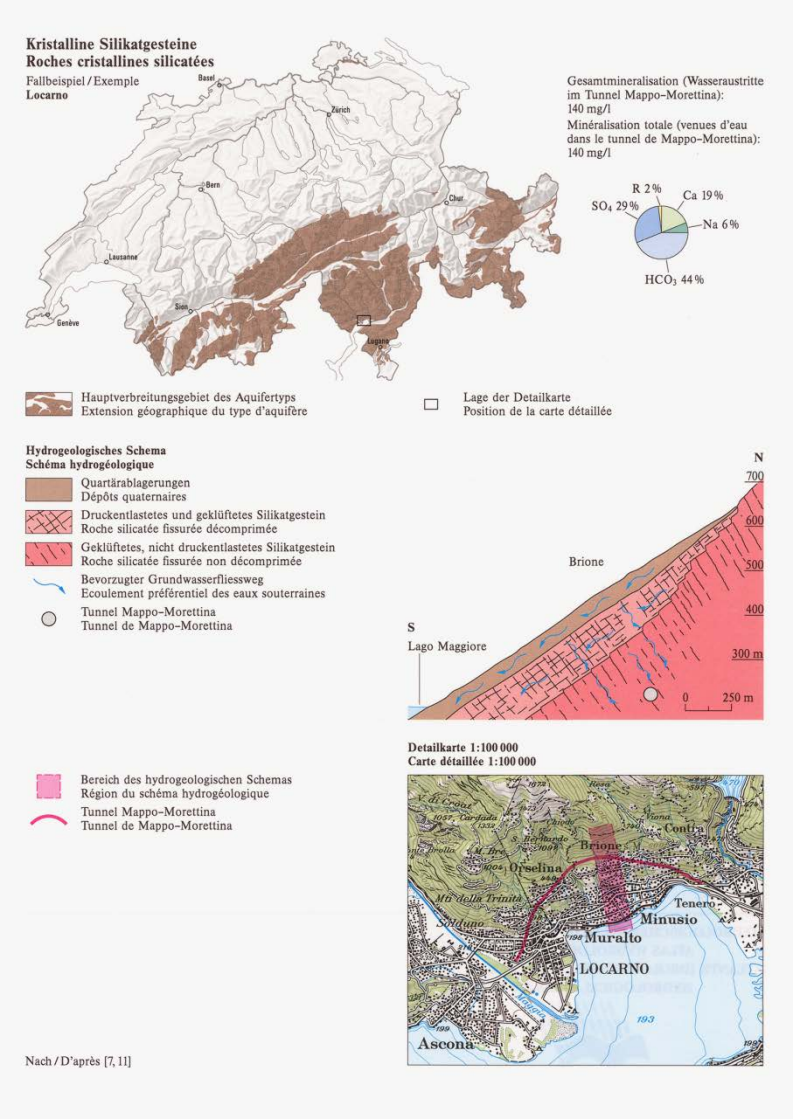
Aquifères fissurés

Géologie:

- Roches cristallines silicatées (gneiss, granite…)
- Molasse

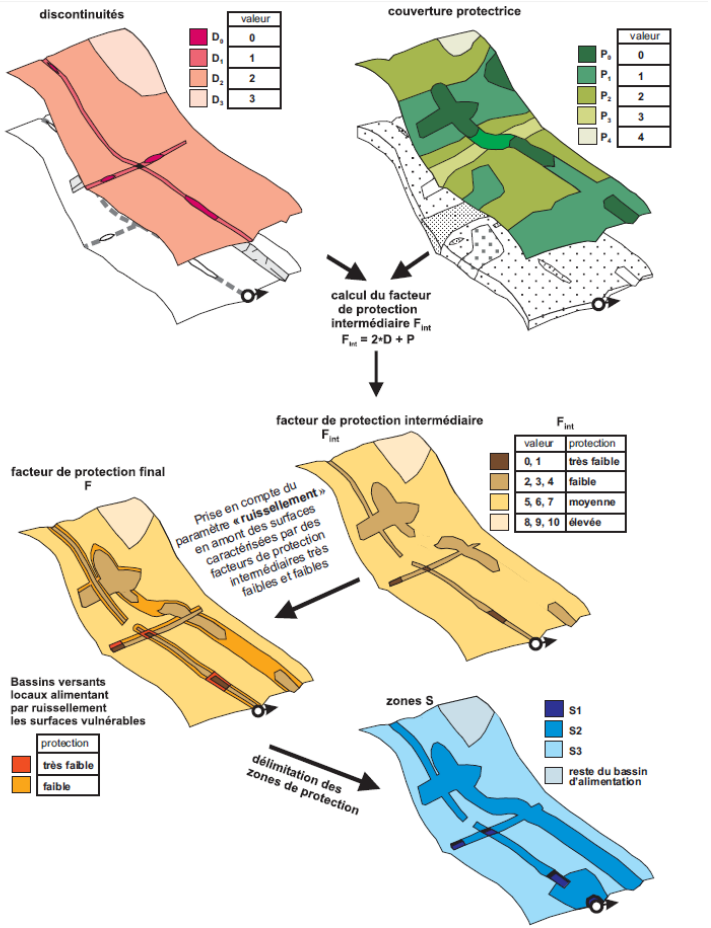
Caractéristiques:

- Eau circule dans les fractures
- Vitesses d'écoulement dépendent de l'ouverture + fréquence + connexion des fractures
- Capacité d'emmagasinement faible



Source: Atlas hydrologique de la Suisse HADES

Délimitation des zones de protection pour les aquifères fissurés



Source: Délimitation des zones de protection des eaux souterraines en milieu fissuré. OFEFP /OFEG 2003

Principes:

- 2 méthodes différentes selon l'hétérogénéité du bassin d'alimentation
- Si homogène: idem poreux
- Si hétérogène: DISCO

Caractéristiques:

- Taille des zones dépend de l'hétérogénéité du terrain

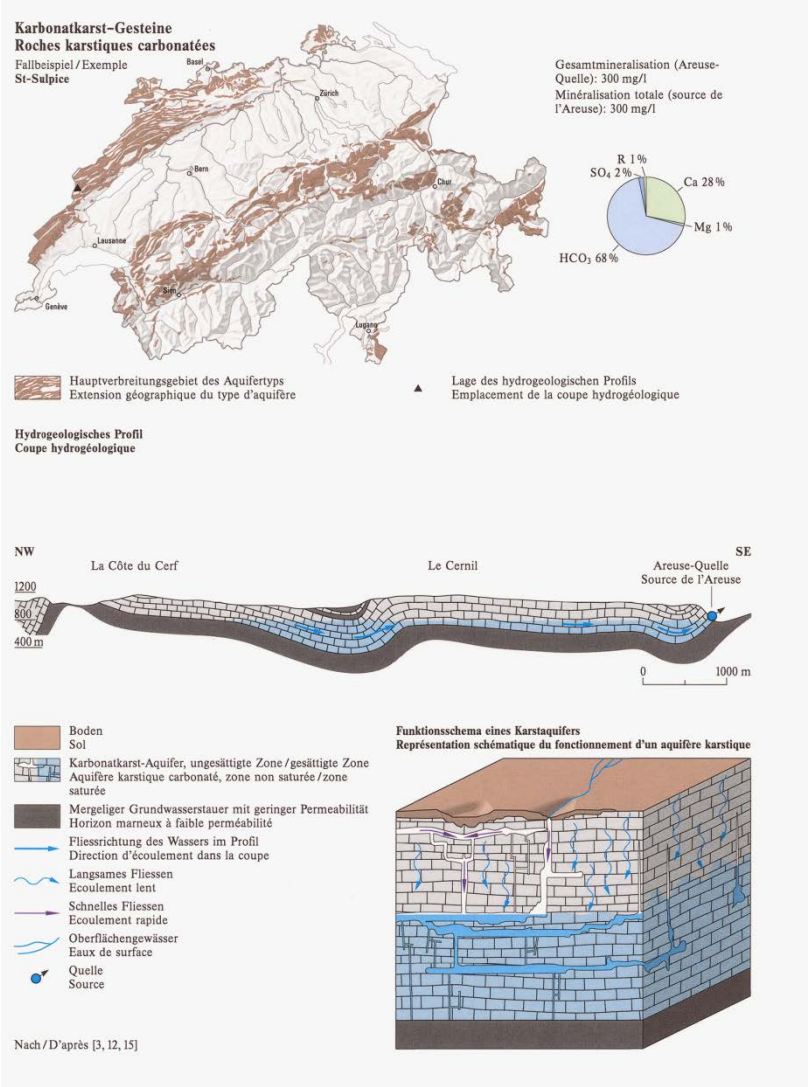
Aquifère karstiques

Géologie:

- R. carbonatées (calcaires)
- Evaporites (gypse, dolomies)

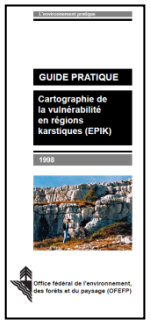
Caractéristiques:

- Circulation rapide dans les conduits
- Peu de cours d'eau en surface
- Généralement très vulnérable aux pollutions
- Faible capacité d'emmagasinement



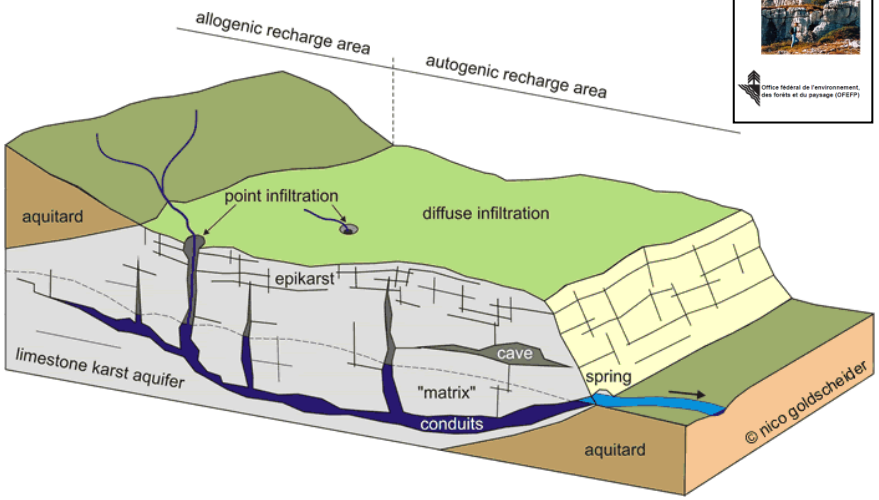
Source: Atlas hydrologique de la Suisse HADES

Délimitation des zones de protection pour les aquifères karstiques



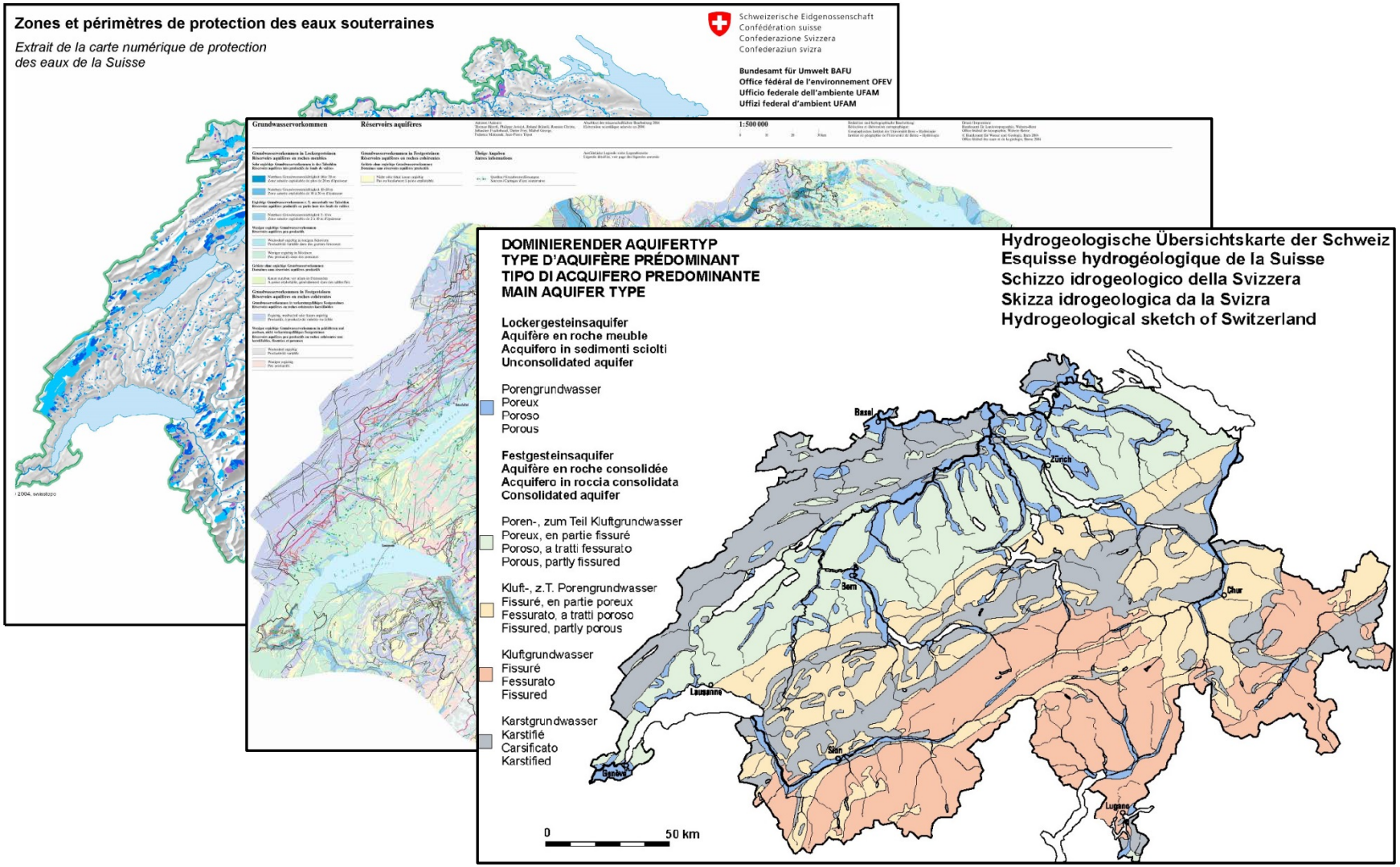
Principes:

- Méthode de vulnérabilité à indices superposables (EPIK)
- Cartographier:
  - L'épikarst
  - La couverture protectrice
  - Les conditions d'infiltration
  - Le réseau karstique
- Combiner les cartes, associer les zones de vulnérabilité aux zones de protection



Caractéristiques:

- Génère des zones de protection très (trop) grandes

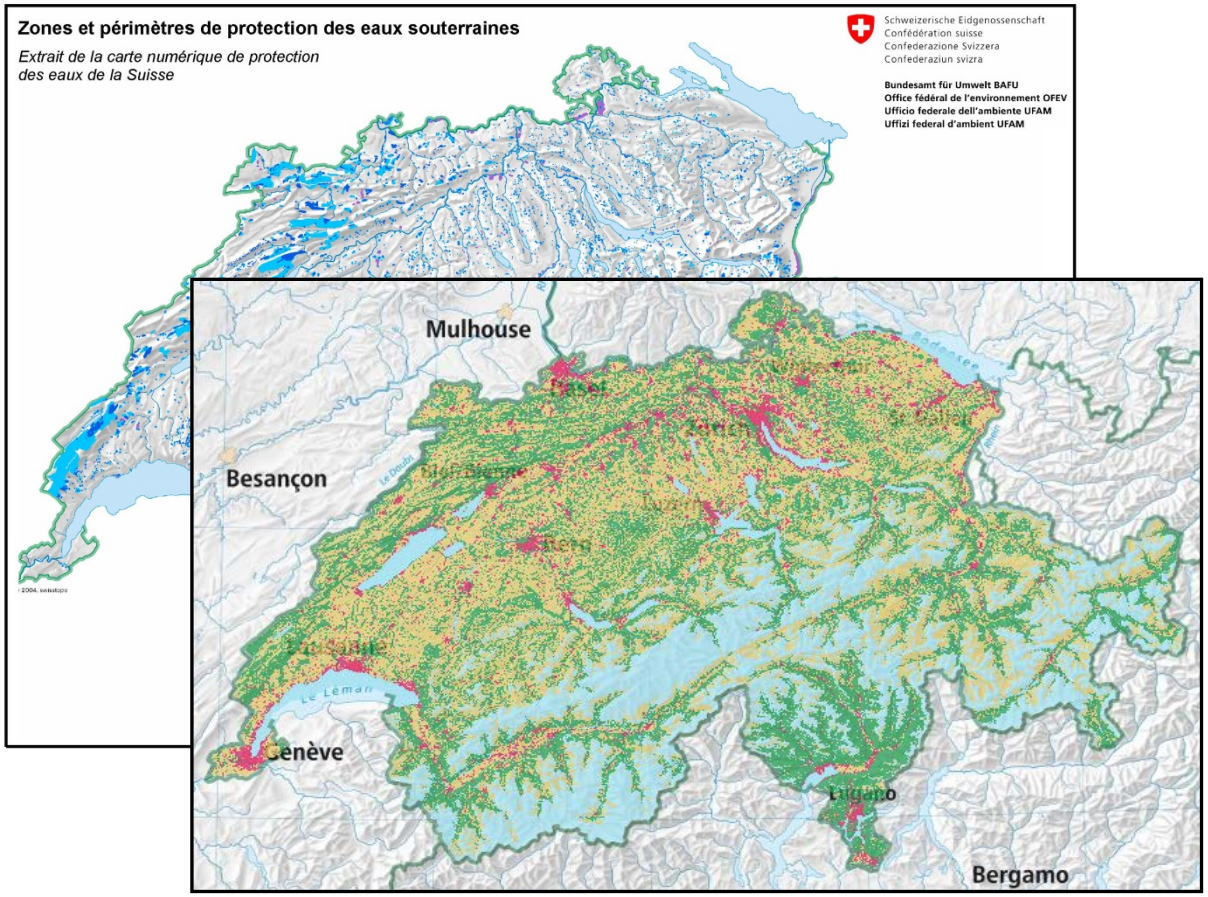


Source: Atlas hydrologique Suisse HADES et www.bafu.admin.ch/grundwasser

Conflits d'intérêt entre l'exploitation des eaux souterraines et l' aménagement du territoire

- **Construction:** habitations, infrastructures, voies de communication… interdites ou sujettes à restriction en S1, S2, S3 et dans les périmètres de protection (PP)
- **Agriculture:** épandage d'engrais, utilisation de produits phytosanitaires, labours… interdits en S1 et S2
- **Exploitation des gravières:** interdits en S1, S2, S3 et PP
- **Exploitation de l'énergie du sol:** interdite en S1, S2, S3 et PP
- **Sylviculture:** défrichement, plantations et dépôts de bois interdit en S1 et S2, et soumis à autorisation par l'autorité compétente (canton) en S3.

Conflits d'intérêt entre sylviculture et exploitation des eaux souterraines



42% de la surface de ces zones de protection se situent en forêt, principalement des zones S2 et S3*

- Surfaces boisées
- Surfaces agricoles
- Surfaces d'habitat et d'infrastructure
- Surfaces improductives

*Source: *OFEV 2003 et map.geo.admin.ch*

Pourquoi autant de zones de protection en forêt?

- Beaucoup de sources en forêt car la forêt protège les eaux souterraines
  - Protection passive
  - Protection active
- La forêt n'est pas toujours étudiée dans le détail

Conséquences pour les forestiers

- Beaucoup de restrictions (défrichement, plantations et dépôts de bois interdit) sur de grande zones (Jura)
- Exploitation de la forêt difficile, pertes économiques

Nécessité de développer une nouvelle méthode: la méthode ForSIG

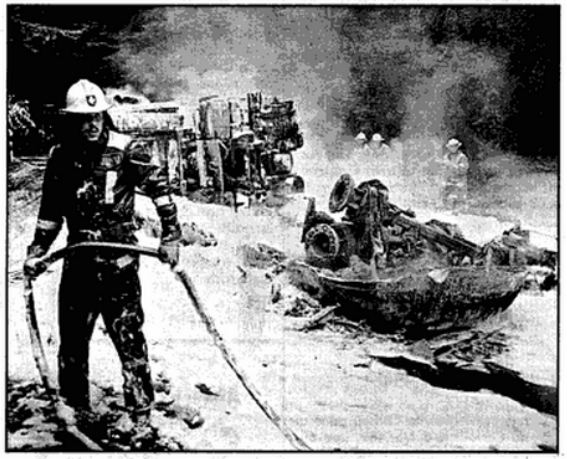
Objectif

- Etre plus précise
- Mieux faire ressortir les zones vulnérables en forêt
- Générer de plus petites zones de protection

Principe

- Prendre en compte le caractère protecteur de la forêt sur les eaux souterraines
  - Couvert forestier (composition, structure)
  - Sol forestier (épaisseur, perméabilité)

Source de l'Eperon, NE: Les faits



AMAS DE FERRAILLE – *La violence des flammes a littéralement fait fondre cette voiture.* olg. E

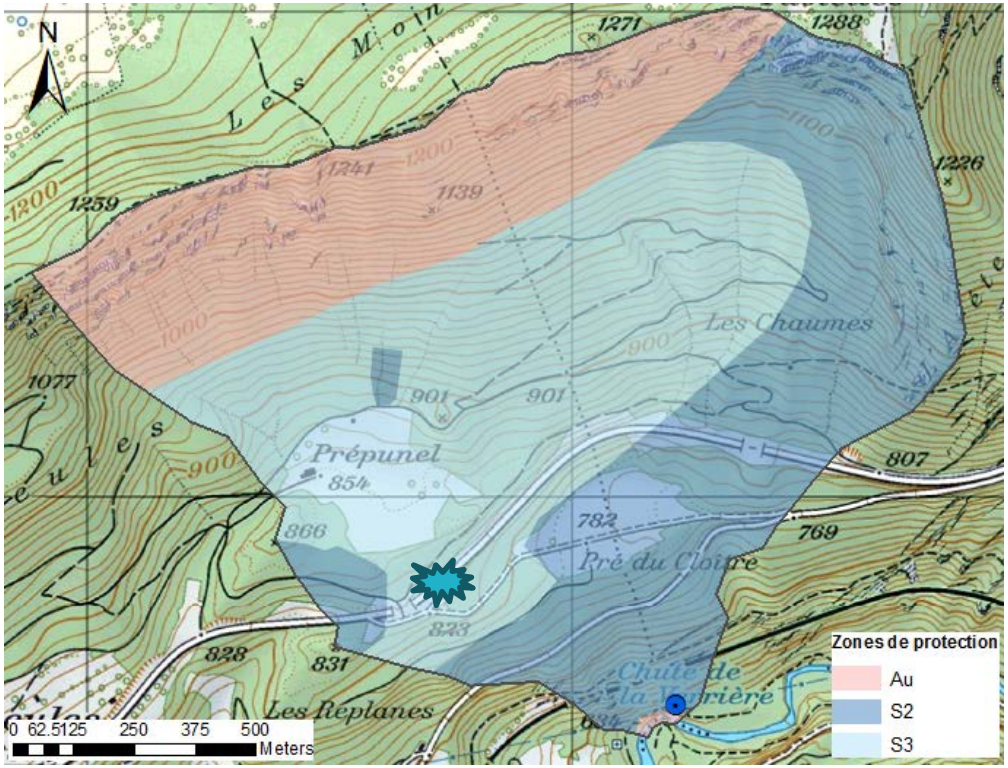
Le 1er octobre 1993 à 7h00 un camion contenant 24'000l d'hydrocarbures se renverse, explose et brûle 1000m^2 de forêts

Environ 10'000l d'essence se déversent dans l'environnement et vont polluer la source de l'Eperon dès le lendemain. Source mise en vidange durant 6 mois.

SOURCE CONTAMINÉE – *L'accident du camion citerne vendredi matin sur la route entre Rochefort et Fretereules a eu des conséquences très graves. L'une des sources d'alimentation de l'aqueduc a été contaminée par de l'essence. Confiants, les chimistes et autres hydrogéologues avaient pourtant estimé qu'il n'y aurait aucun danger de pollution. Résultat: quelque 60.000 habitants répartis sur une bonne partie du Littoral neuchâtelois ont été touchés durant tout le week-end. Les responsables du Service des eaux et du gaz de Neuchâtel ont dû organiser une distribution d'eau de secours à la station de pompage de Champ-Bougin.* Pierre Treuthardt E

Source: L'Express (2 et 4 octobre 1993), communications personnelles de Bernard Matthey (Ingénieurs et Conseils) et Steve Gobert (Viteos)

Source de l'Eperon, NE: caractéristiques

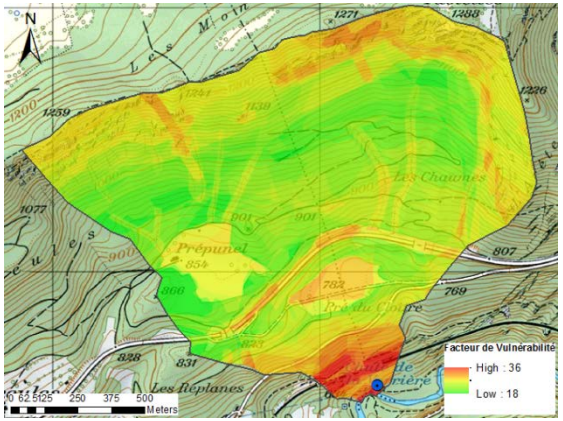


- Aquifère karstique
- Gorges de l'Areuse, eau potable NE et La Chaux-de-Fonds ≈ 75'000 personnes
- Q_{moy}: 3000l/min
- Aire du bassin d'alimentation: 1.68km

Source: www.sitn.ch et rapport ZP Gorges de l'Areuse (Matthey Ingénieurs et Conseils)

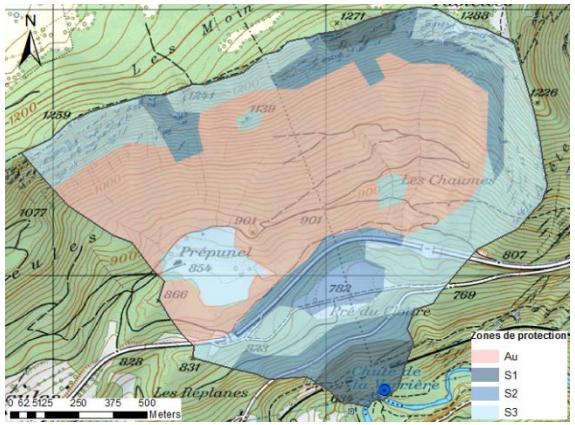
Source de l'Eperon, NE: application ForSIG

Vulnérabilité méthode ForSIG

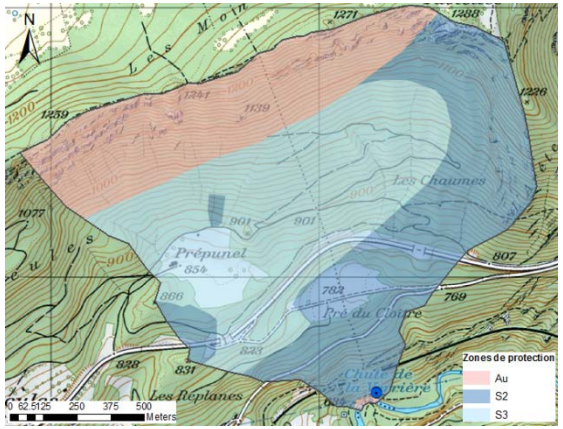


- ≈ mêmes bases que méthode existante
- Ajout des 4 critères
  - Perméabilité du sol
  - Profondeur du sol
  - Composition des forêts
  - Structure des forêts

ZP proposées par ForSIG



ZP existantes



- Moins de surface en zone S2 et S3
- S3 surtout diminuée en forêt
- S1 plus importante
- Zone de l'accident apparaît en S2
- ZP plus précises mais moins contraignantes pour les forestiers

Conclusions

- La méthode ForSIG réduit les surfaces des zones S2 et S3, et met mieux en valeur les zones vulnérables.
- Applicabilité en Suisse? Dépend des bases légales!
- Applicabilité en France? Oui
- Résultats définitifs pour l'été 2014
- Publication de la méthode à suivre

Merci de votre attention!

Zones de protection des eaux souterraines

Zone	Définition et objectif	Principales restrictions
Au	Etendue de l'aquifère en surface et zone attenantes. Protection générale qualitative et quantitative des eaux souterraines.	Pas d'installation dangereuse pour l'eau. Prescriptions pour l'exploitation des gravières.
Zu	Surface d'infiltration de 90% des eaux. Protège l'air d'alimentation des captages si risque de pollution (NO_3, phyto…).	Décidées par les cantons p.ex. phytosanitaires, engrais, pas de labour d'automne. Assainissement si polluées.
S3	Zone tampon autour de la S2. Si accident, permet d'avoir assez de temps et d'espace pour assainir.	Pas d'extraction de gravier, sable…, pas de décharge, pas de construction sous le niveau piézométrique.
S2	Empêche les pollutions chimiques ou bactériologiques, la modification des écoulements, protège le sol (filtre).	S3 + pas de constructions, fouilles, épandage d'engrais et phytosanitaires, et autres activités polluantes
S1	Protège le captage des pollutions directes et de la dégradation des installations	Tout sauf entretient des captages
PP	Protection des eaux souterraines en vue d'une utilisation future	Pas de construction ou d'aménagement pouvant compromettre la future installation

Source: Instructions pratiques pour la protection des eaux souterraines. OFEFP 2004