

Isotope im Wasserkreislauf

Isotopes dans le cycle de l'eau

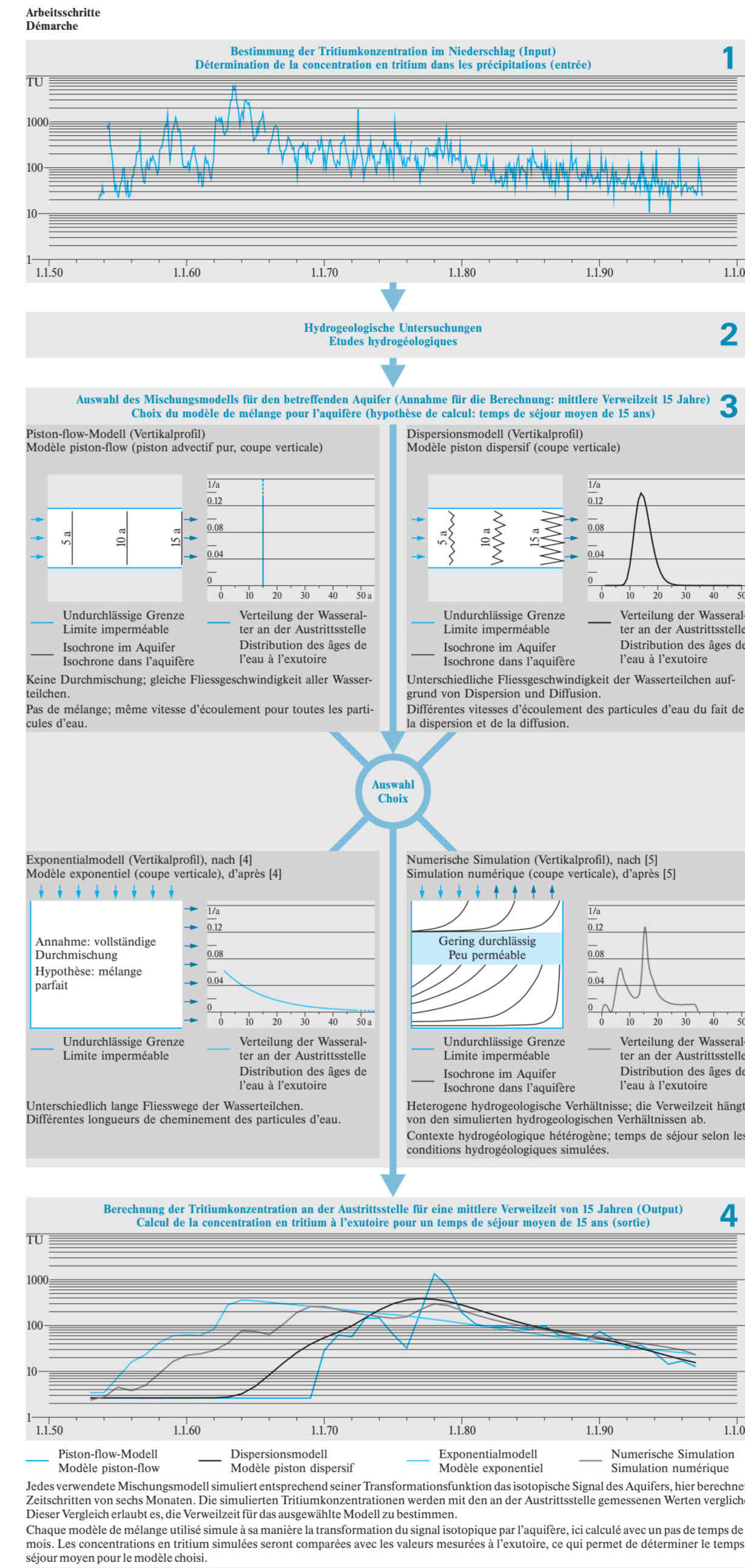
Isotopi nel ciclo dell'acqua

Isotopes in the Water Cycle

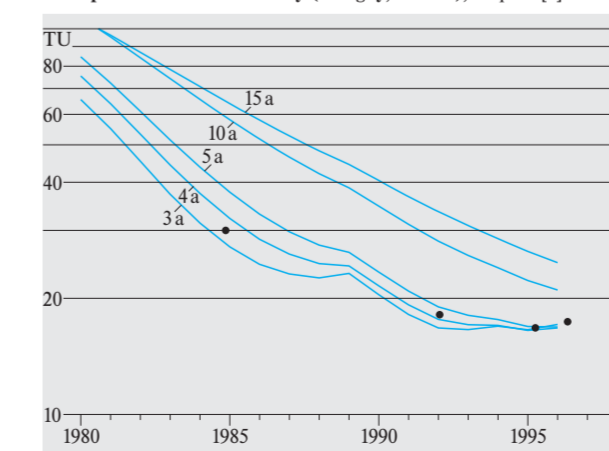
Autoren / Auteurs / Autori / Authors:
 Aurèle Parriaux, David Etcheverry, Julien Vaudan
 Laboratorium für Geologie, Abteilung für Bauingenieurwesen der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Lausanne
 Laboratoire de géologie, Département de génie civil de l'École polytechnique fédérale, Lausanne

Anwendungsbeispiele Exemples d'application

Fig. 9
 Bestimmung der Grundwasser-Verweilzeit mittels Tritium
 Détermination du temps de séjour des eaux souterraines à l'aide du tritium



Fallbeispiel der Quelle Lutry (Savigny, Nr. 549), nach [3]
 Exemple de la source de Lutry (Savigny, N° 549), d'après [3]

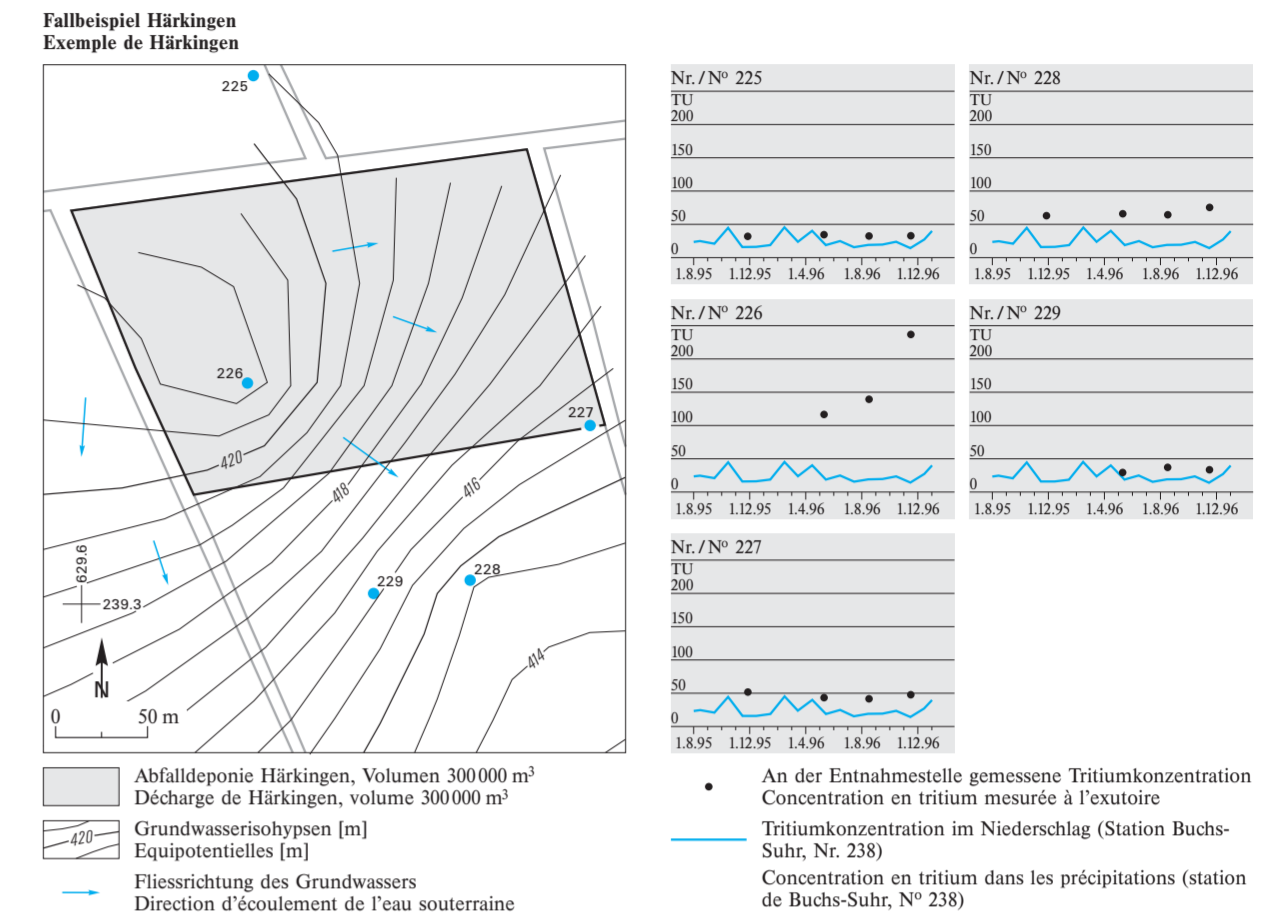


Modelwahl: Exponentialmodell
 Modèles choisis: modèle exponentiel
 Aquifertyp: Molassegesteine, s. Tafel 8.4
 Type d'aquifère: roches molassiques, v. planche 8.4
 — Berechnete Tritiumkonzentration an der Austrittsstelle
 — Concentration en tritium calculée à l'exutoire
 — Zur Berechnung angenommene mittlere Verweilzeit
 — Temps de séjour moyen, supposé pour le calcul

- Gemessene Tritiumkonzentration an der Austrittsstelle
 • Concentration en tritium mesurée à l'exutoire

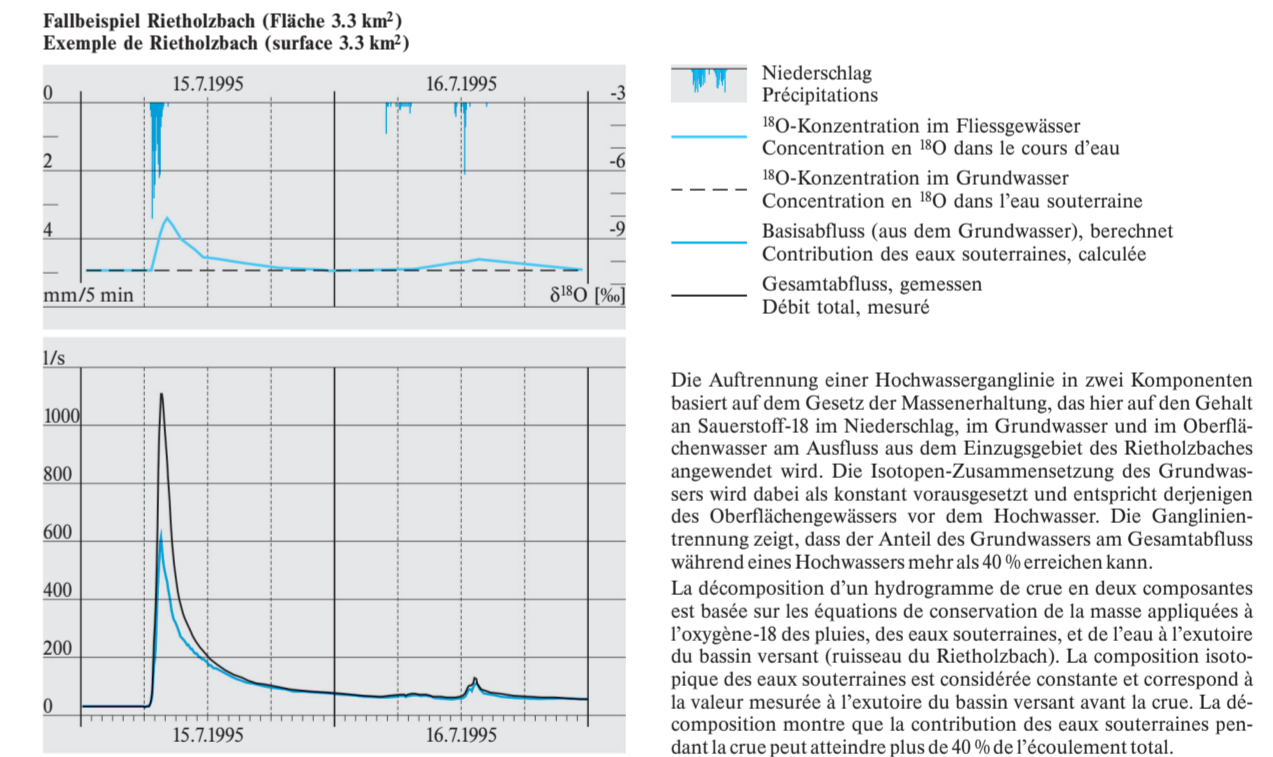
Der Vergleich der gemessenen mit den berechneten Tritiumkonzentrationen liefert die Grundlage zur Bestimmung der mittleren Verweilzeit. Im vorliegenden Fall beträgt diese ca. 3,5 Jahre, was einer jährlichen Erneuerungsrate von ca. 30 % entspricht. La comparaison des valeurs mesurées et des résultats du modèle donne un temps de transit moyen de l'eau proche de 3,5 années, soit un taux de renouvellement de 30 % par année.

Fig. 10 (nach / d'après [7])
 Analyse der Grundwasserverschmutzung im Bereich einer tritiumbelasteten Abfalldeponie
 Marquage de la pollution des eaux souterraines par le tritium dans une décharge



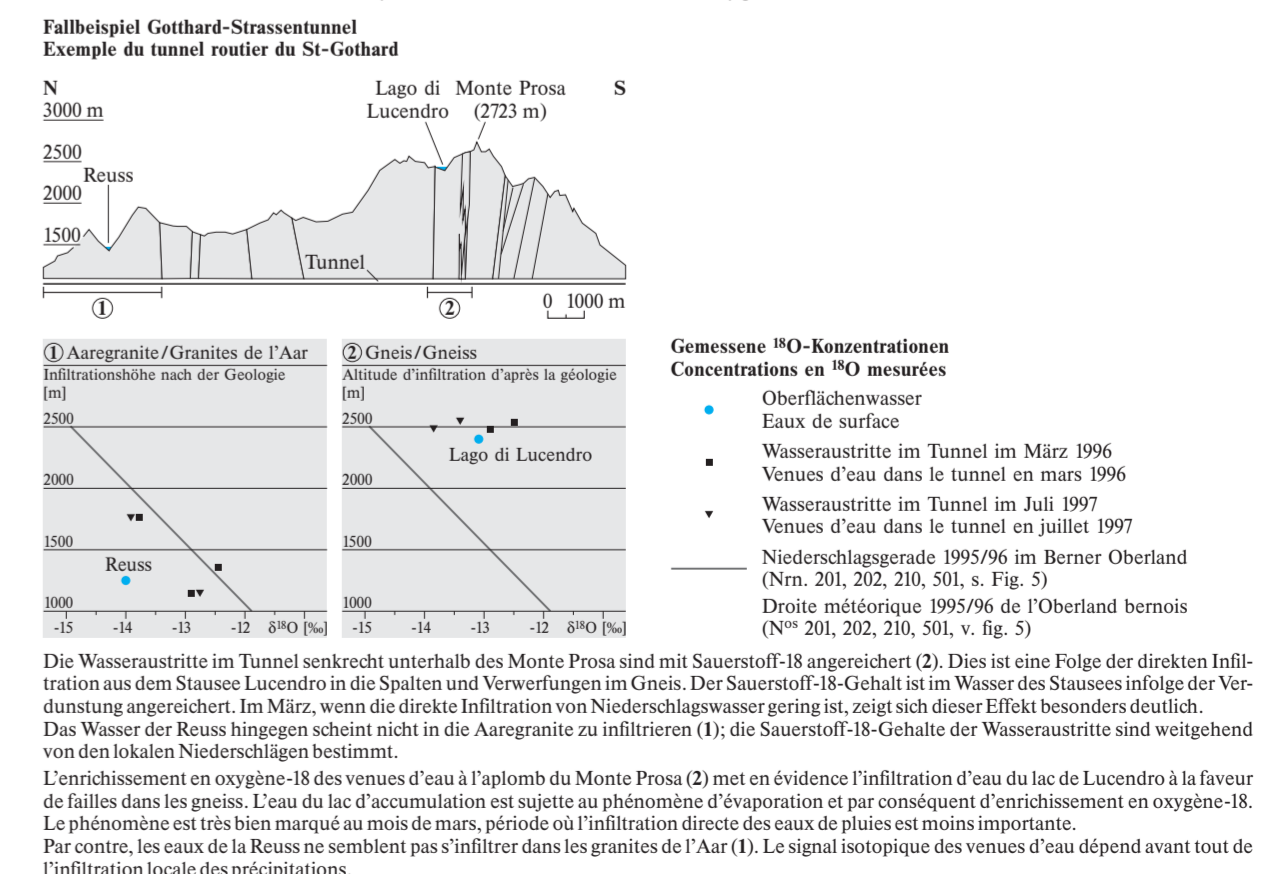
In einer ehemaligen Kiesgrube wurden Abfälle unterschiedlicher Herkunft deponiert. Die Ausbreitung der Grundwasserverschmutzung lässt sich anhand des Tritiums, das aus den Abfällen stammt, verfolgen. Die Messstelle Nr. 225 oberhalb der Deponie dient dabei als Referenz. Nr. 226 im Zentrum der Abfalldeponie zeigt anomal hohe Tritiumkonzentrationen. Im Abstrom der Deponie sind ausserdem die Stationen Nr. 228 und, wenn auch in geringem Ausmass, Nr. 227 betroffen. Die Station Nr. 229 scheint unbeeinflusst zu sein. Une ancienne gravière a été utilisée comme dépôt de déchets de différentes natures. L'extension de la pollution des eaux souterraines est suivie par mesure de la concentration en tritium provenant des déchets. Le piézomètre n° 225 en amont de la gravière sert de référence locale. Le n° 226 situé au coeur des déchets présente des concentrations en tritium anormalement élevées. En aval, le tritium montre que la pollution affecte surtout le n° 228, et le n° 227 dans une moindre mesure. En revanche, le n° 229 ne semble pas touché.

Fig. 11 (nach / d'après [13])
 Trennung der Abflusskomponenten bei Hochwasser mittels Sauerstoff-18
 Décomposition d'un hydrogramme de crue à l'aide d'oxygène-18



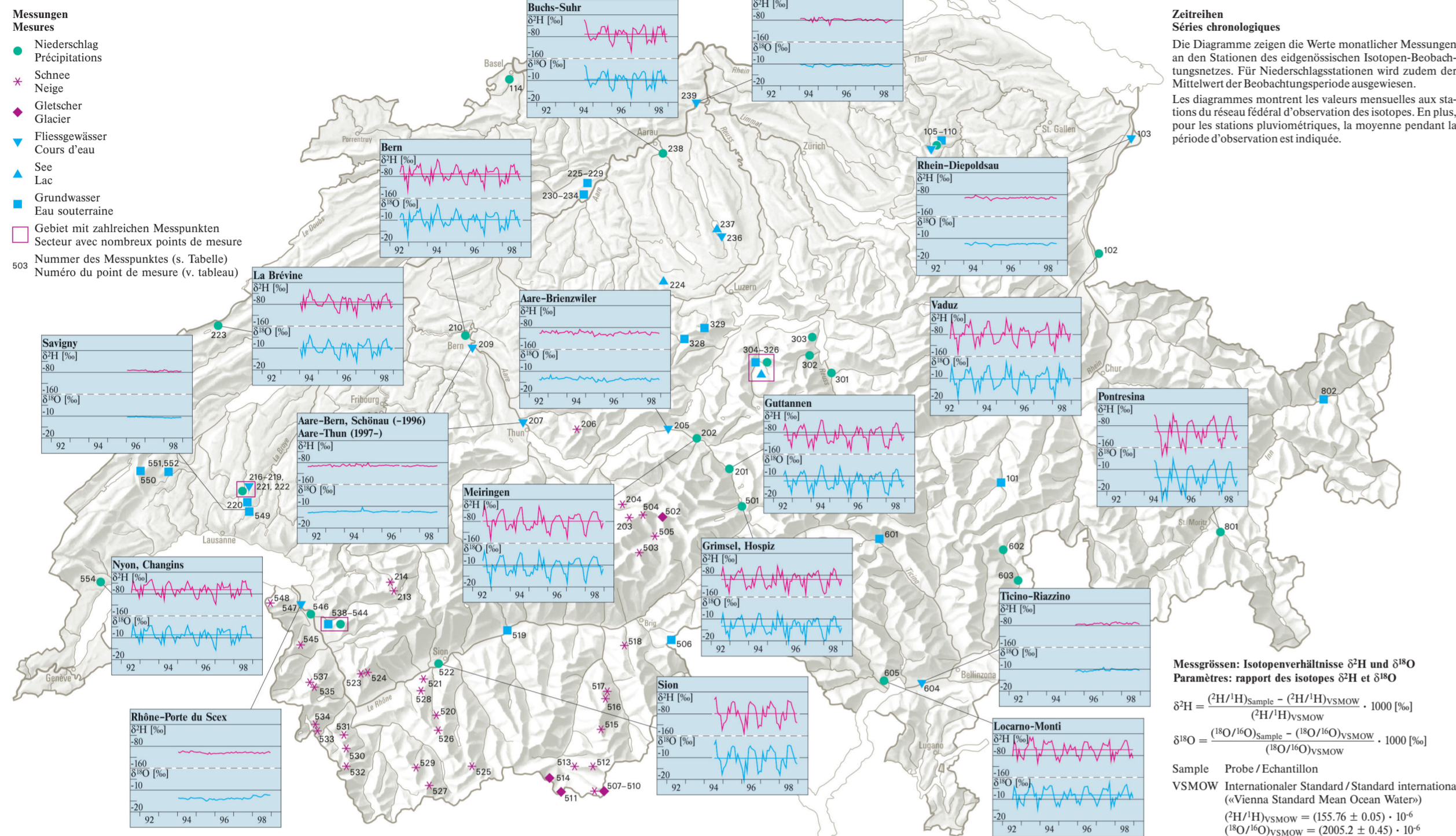
Die Auftrennung einer Hochwasserganglinie in zwei Komponenten basiert auf dem Gesetz der Massenerhaltung, das hier auf den Gehalt an Sauerstoff-18 im Niederschlag, im Grundwasser und im Oberflächenwasser am Ausfluss aus dem Einzugsgebiet des Rietholzbachs angewendet wird. Die Isotopen-Zusammensetzung des Grundwassers wird dabei als konstant vorausgesetzt und entspricht derjenigen des Oberflächenwassers vor dem Hochwasser. Die Gänglinientrennung zeigt, dass der Anteil des Grundwassers am Gesamtfluss während eines Hochwassers mehr als 40 % erreichen kann. La décomposition d'un hydrogramme de crue en deux composantes est basée sur les équations de conservation de la masse appliquées à l'oxygène-18 des pluies, des eaux souterraines, et de l'eau à l'exutoire du bassin versant (ruisseau du Rietholzbach). La composition isotopique des eaux souterraines est considérée constante et correspond à la valeur mesurée à l'exutoire du bassin versant avant la crue. La décomposition montre que la contribution des eaux souterraines pendant la crue peut atteindre plus de 40 % de l'écoulement total.

Fig. 12 (nach / d'après [8])
 Bestimmung der mittleren Infiltrationshöhe mittels Sauerstoff-18
 Détermination de l'altitude moyenne d'infiltration à l'aide d'oxygène-18

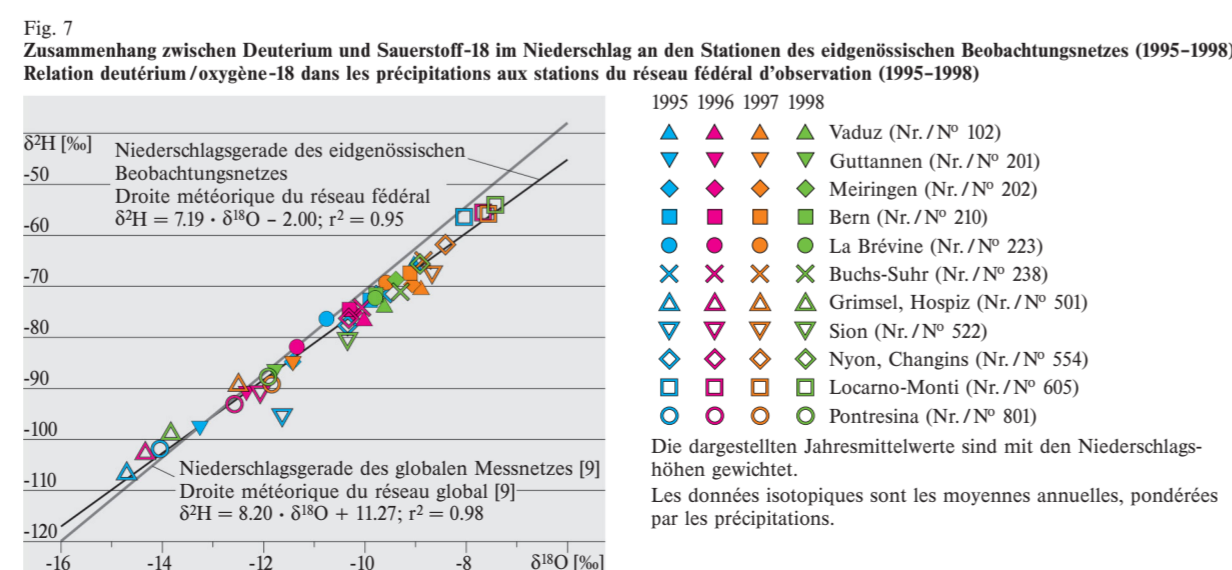
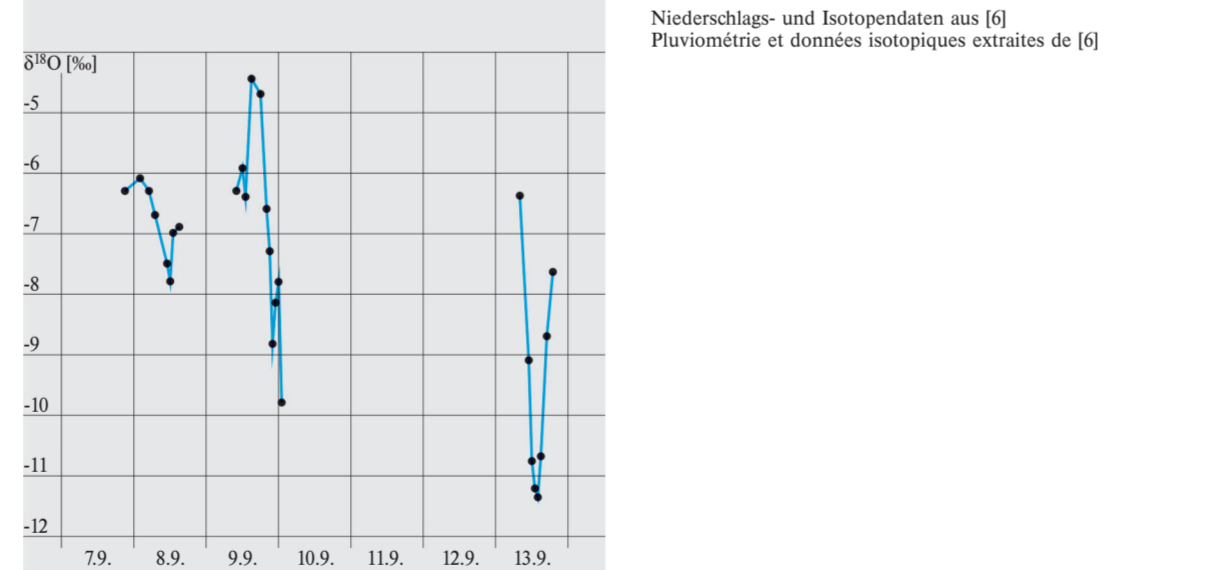
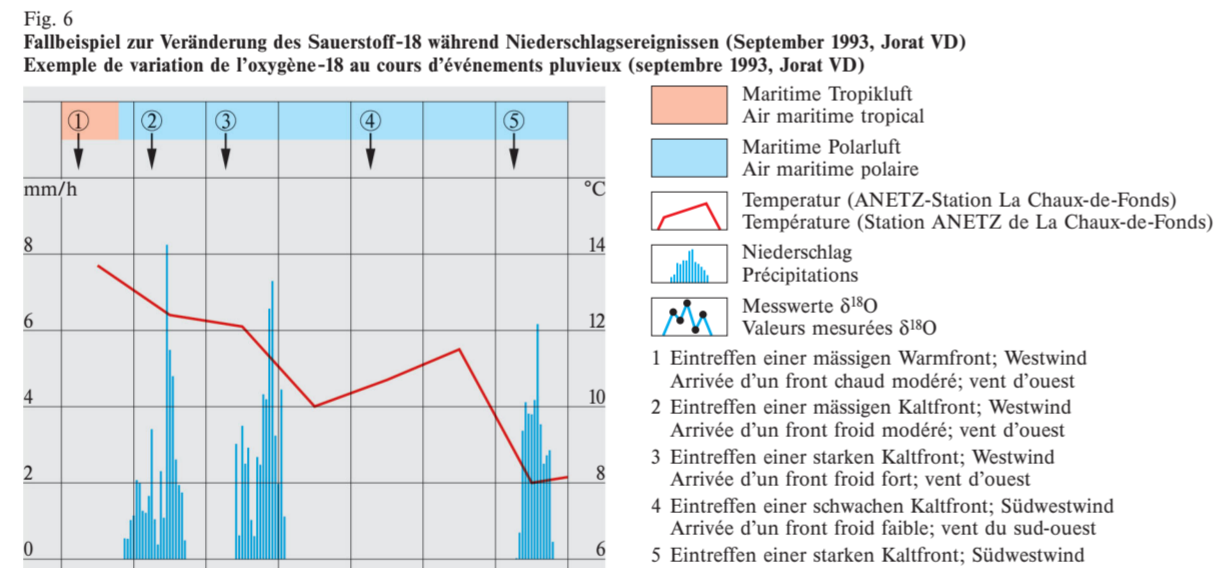
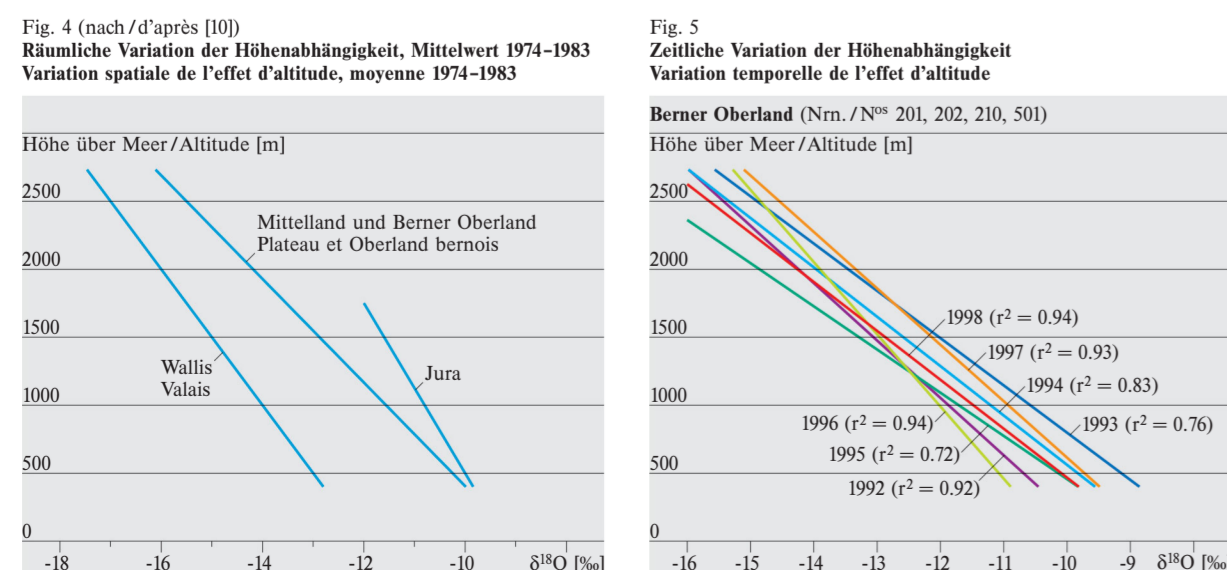
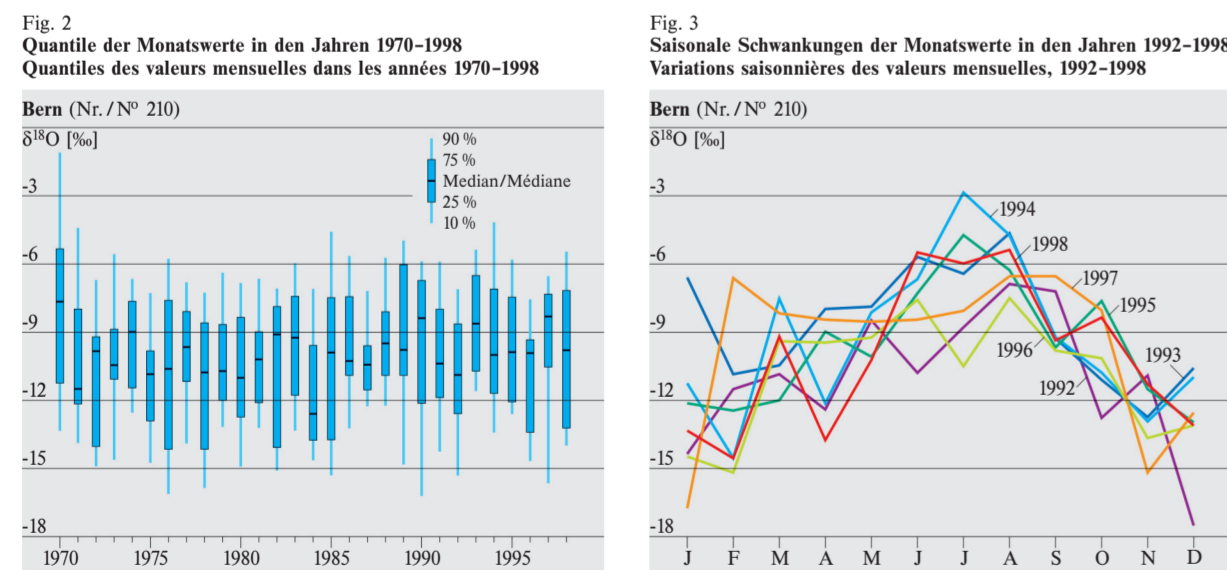
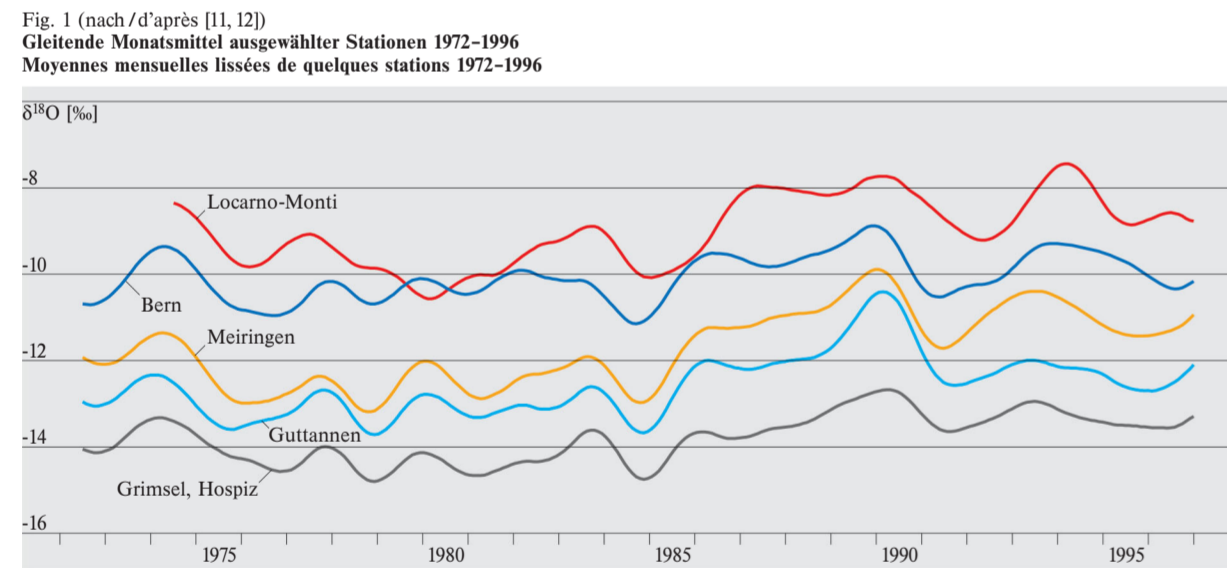


Die Wasseraustritte im Tunnel senkrecht unterhalb des Monte Prosa sind mit Sauerstoff-18 angereichert (2). Dies ist eine Folge der direkten Infiltration aus dem Stauesee Lucendro in die Spalten und Verwerfungen im Gneis. Der Sauerstoff-18-Gehalt ist im Wasser des Stauesees infolge der Verdunstung angereichert. Im März, wenn die direkte Infiltration von Niederschlagswasser gering ist, zeigt sich dieser Effekt besonders deutlich. Das Wasser der Reuss hingegen scheint nicht in die Aaregranite zu infiltrieren (1), die Sauerstoff-18-Gehalte der Wasseraustritte sind weitgehend von den lokalen Niederschlägen bestimmt. L'enrichissement en oxygène-18 des venues d'eau à l'aplomb du Monte Prosa (2) met en évidence l'infiltration d'eau du lac de Lucendro à la faveur de failles dans les gneiss. L'eau du lac d'accumulation est sujette au phénomène d'évaporation et par conséquent d'enrichissement en oxygène-18. Le phénomène est très bien marqué au mois de mars, période où l'infiltration directe des eaux de pluies est moins importante. Par contre, les eaux de la Reuss ne semblent pas s'infiltrer dans les granites de l'Aar (1). Le signal isotopique des venues d'eau dépend avant tout de l'infiltration locale des précipitations.

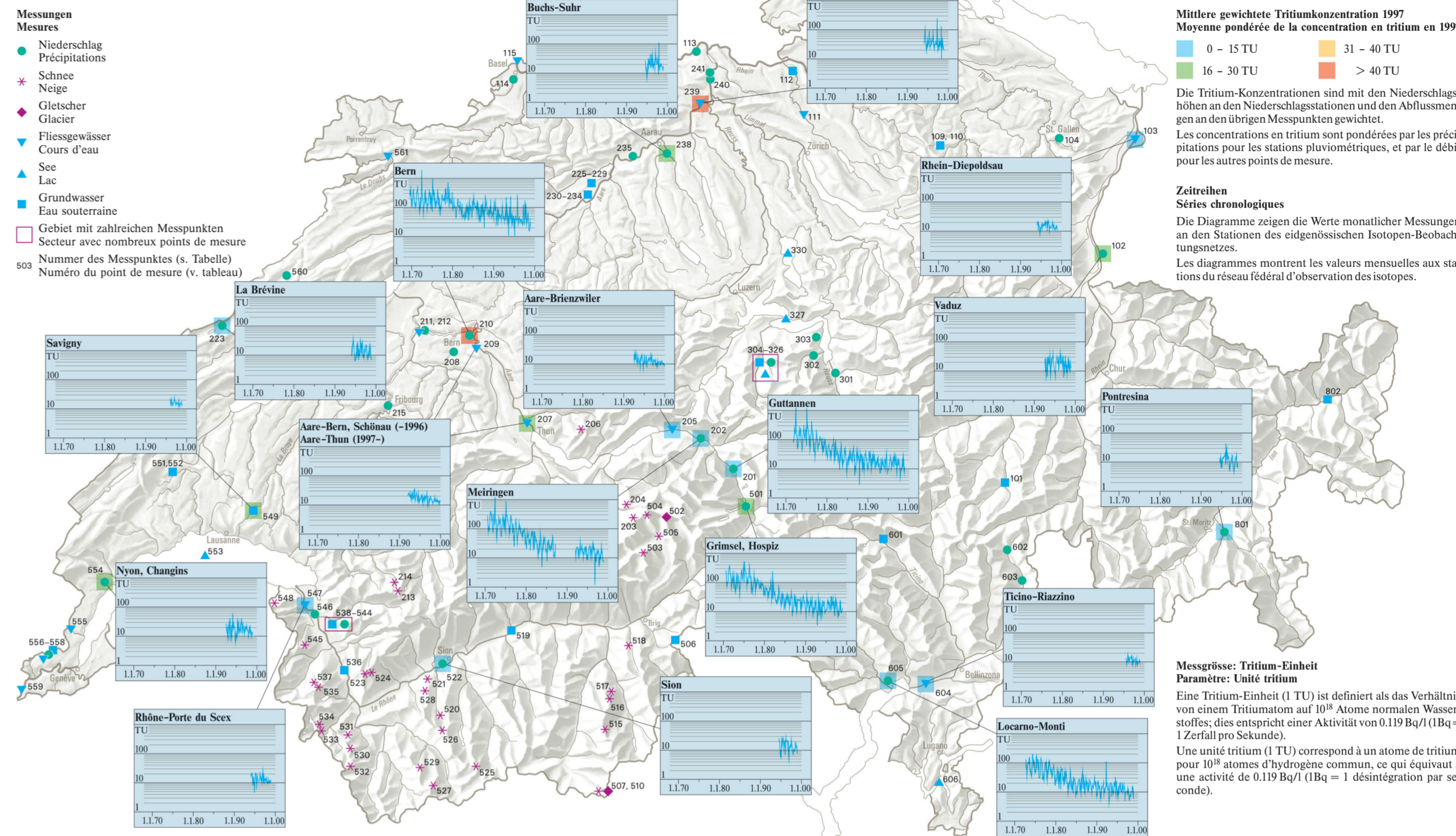
Deuterium (²H) und Sauerstoff-18 (¹⁸O) – die stabilen Isotope des Wassermoleküls
Deutérium (²H) et oxygène-18 (¹⁸O) – les isotopes stables de la molécule d'eau



Charakteristische Aspekte des Sauerstoff-18 im Niederschlag
Aspects caractéristiques de l'oxygène-18 dans les précipitations



Tritium (³H) – das radioaktive Isotop des Wassermoleküls
Tritium (³H) – l'isotope radioactif de la molécule d'eau



Herkunft und Entwicklung des Tritiums im Niederschlag
Origine et évolution du tritium dans les précipitations

