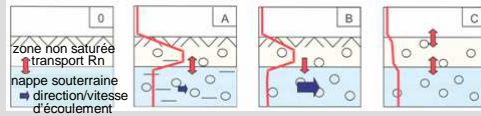
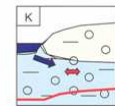
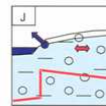
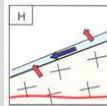
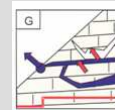
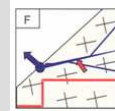
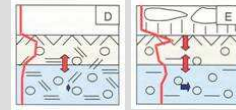


Le radon dans l'eau



Divers aspects de l'analyse radon dans l'eau

- radon dans l'eau souterraine
 - informations hydrogéologiques
 - valeurs élevées / milieu réducteur
 - détermination de l'âge de l'eau
 - vulnérabilité
- aspects sanitaires
 - épidémiologie / risque de radon par ingestion
 - dégazage du radon / radon dans l'air intérieur
 - service de l'eau / risque de radon par respiration
- risque de radon
 - cartographie du risque de radon



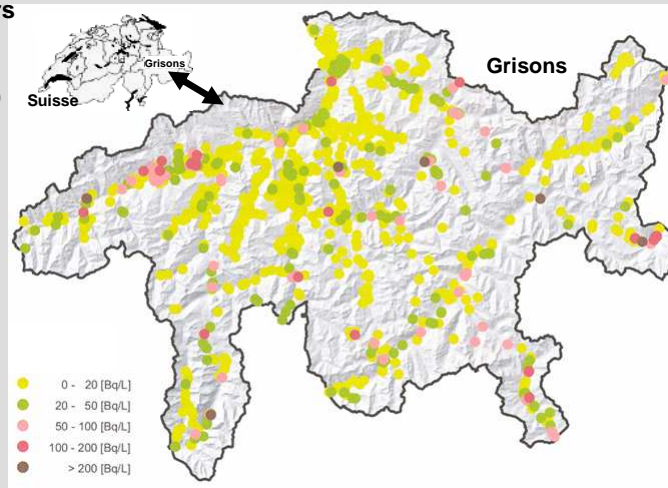
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
 Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Analyses de l'activité du radon dans les eaux souterraines des Grisons, Suisse ; valeurs particulières

(radon = ^{222}Rn)



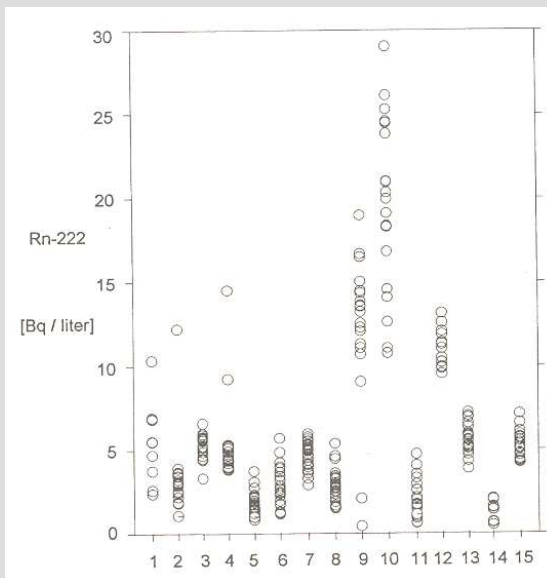
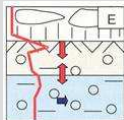
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
 Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Variabilité de l'activité radon dans des sources karstiques

Eisenlohr & Surbeck (1995) ;
C.R. Acad. Sci. Paris,
321/IIa/761-767.

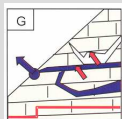


Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Échantillons d'eau ; canton des Grisons, Suisse



Échantillons d'eau, canton des Grisons, Suisse	moyenne arithmétique [Bq/L]	médiane radon [Bq/L]	nombre d'échantillons
source - sédimentaire	11.2	6.5	(465)
source - cristallin	36.2	18.0	(250)
total des sources	19.9	8.3	(715)
eau souterraine - sédimentaire	20.3	17.1	(107)
eau souterraine - cristallin	57.8	40.5	(68)
total des eaux souterraines	34.9	22.6	(175)
fleuves et ruisseaux	2.2	0.5	(6)
service de l'eau - sédimentaire	6.6	4.2	(104)
service de l'eau - cristallin	17.0	8.0	(95)
total des services de l'eau	11.6	5.4	(199)
total des régions sédimentaires	11.9	6.9	(677)
total des régions cristallin	35.0	17.9	(418)
total	20.7	9.1	(1095)

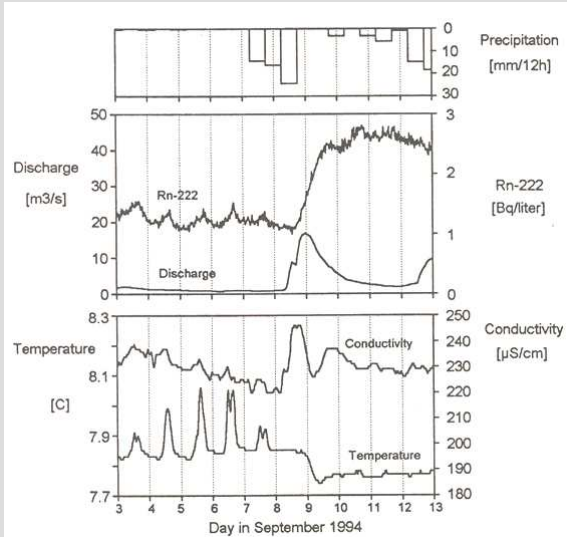
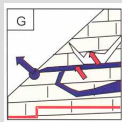
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Source karstique de l'Areuse, canton de Neuchâtel, Suisse

Eisenlohr & Surbeck (1995) ;
C.R. Acad. Sci. Paris,
321/IIa/761-767.



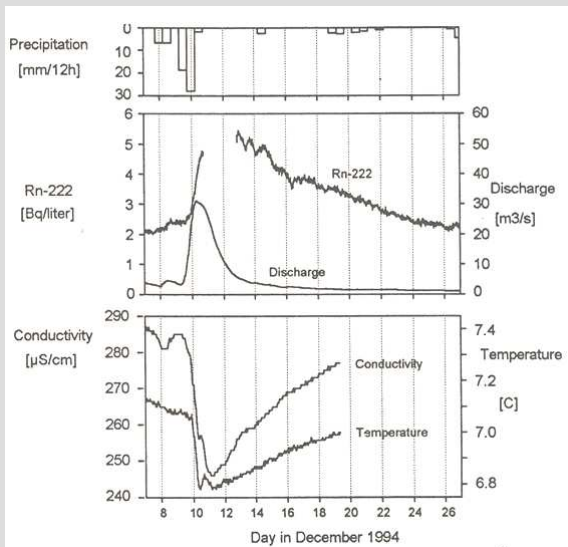
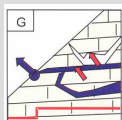
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Source karstique de l'Areuse, canton de Neuchâtel, Suisse

Eisenlohr & Surbeck (1995) ;
C.R. Acad. Sci. Paris,
321/IIa/761-767.



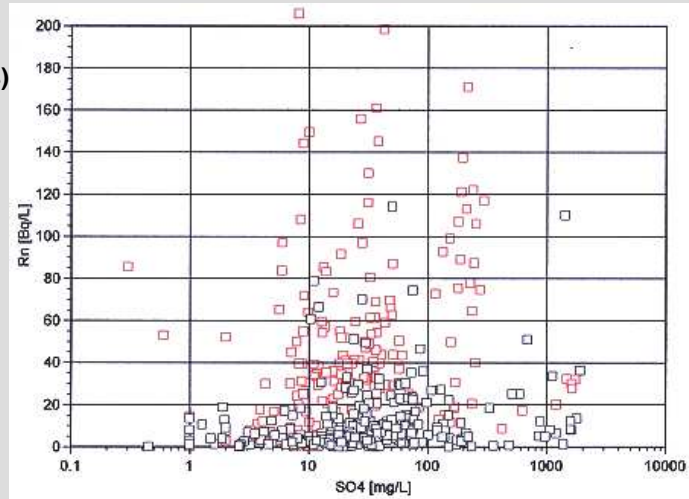
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Relation
Rn – Chimie
(p.ex. sulfates)

rouge :
cristallin
noir :
sédimentaire



Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Radon dégazant de l'eau des ménages :

Règle empirique :

$$Rn_{\text{air (contribution par dégazage)}} : Rn_{\text{eau de ménages}} = 1 : 10'000$$

$$\text{p.ex. } Rn_{\text{eau de ménages}} = 100 \text{ Bq/L} \rightarrow Rn_{\text{air (contribution par dégazage)}} = 10 \text{ Bq/m}^3$$

(Nazaroff et al., 1988)

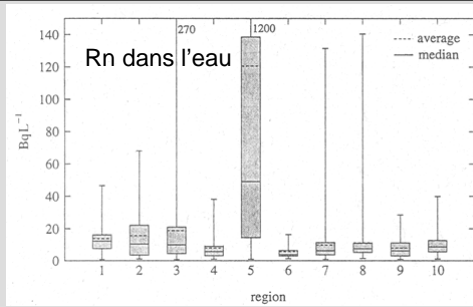
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

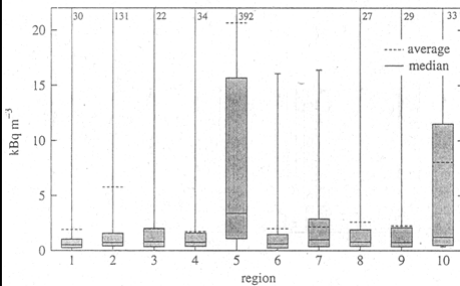
Le radon dans l'eau

Service de l'eau – Attention au dégazage

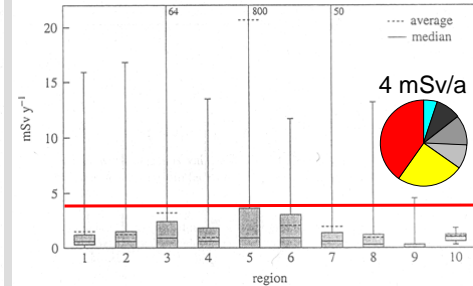
d'après: Trautmannsheimer
et al. (2003); Health Phys.
84/1, 100-110.



Rn dans les bâtiments de service de l'eau



Service de l'eau / dose effective

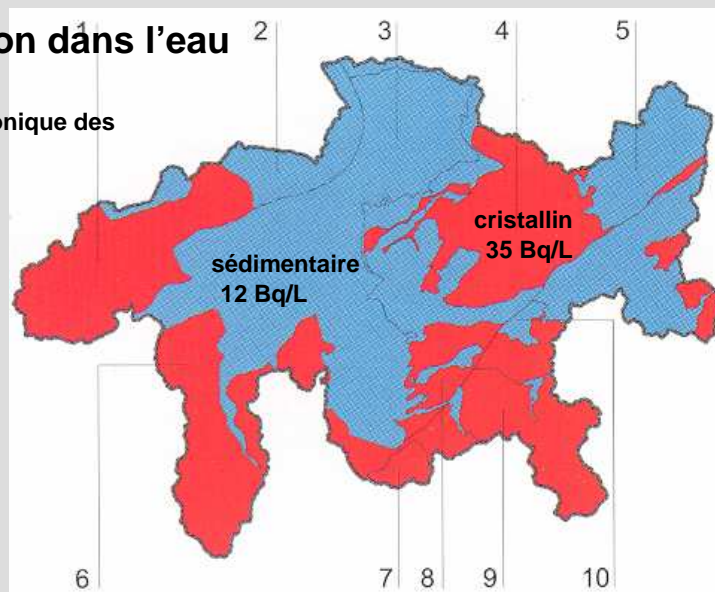


Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Carte tectonique des Grisons

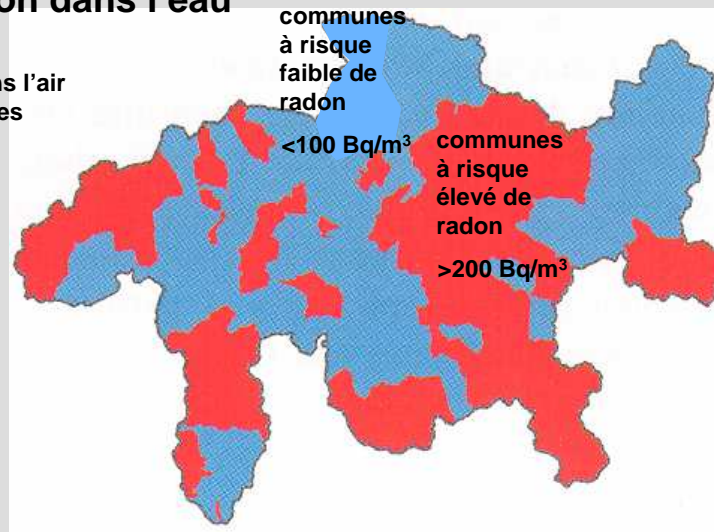


Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Radon dans l'air
intérieur des
bâtiments

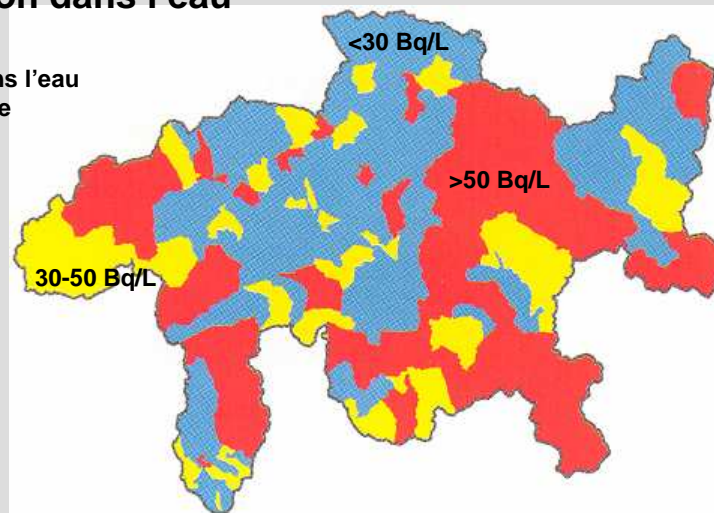


Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Radon dans l'eau
souterraine
(local)



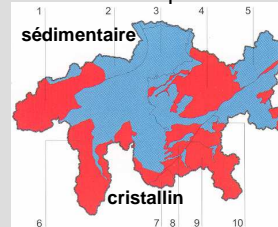
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

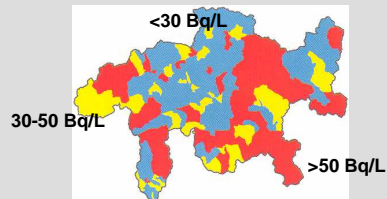
Le radon dans l'eau

Risque de radon	faible	élevé
Radon dans l'air intérieur des bâtiments	<100 Bq/m ³	>200 Bq/m ³
Radon dans l'eau	<30 Bq/L	>50 Bq/L

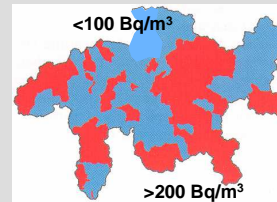
Carte tectonique



Radon dans l'eau souterraine



Radon dans l'air intérieur

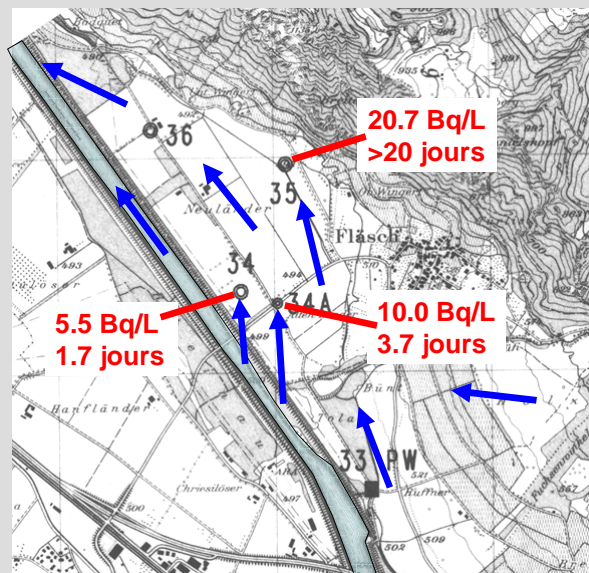
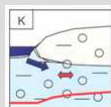


Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Détermination de l'âge d'une eau souterraine

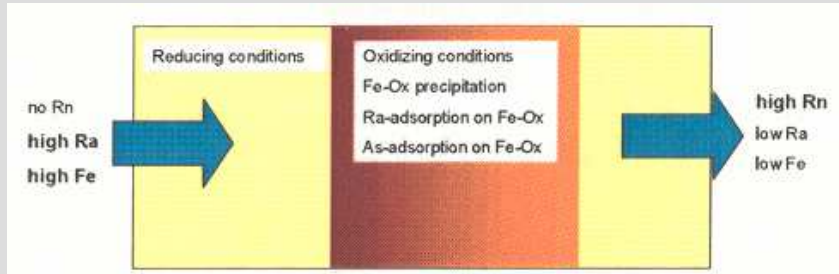


Böhm

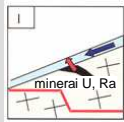
Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Teneurs élevées en radon



Surbeck (2005) : Dissolved gases as natural tracers in karst hydrogeology; radon and beyond. – Budapest.



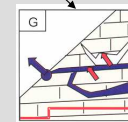
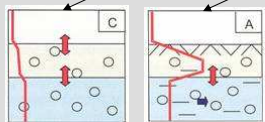
Böhm

Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau

Détermination de la **vulnérabilité** d'une eau souterraine (p.ex. d'une source)

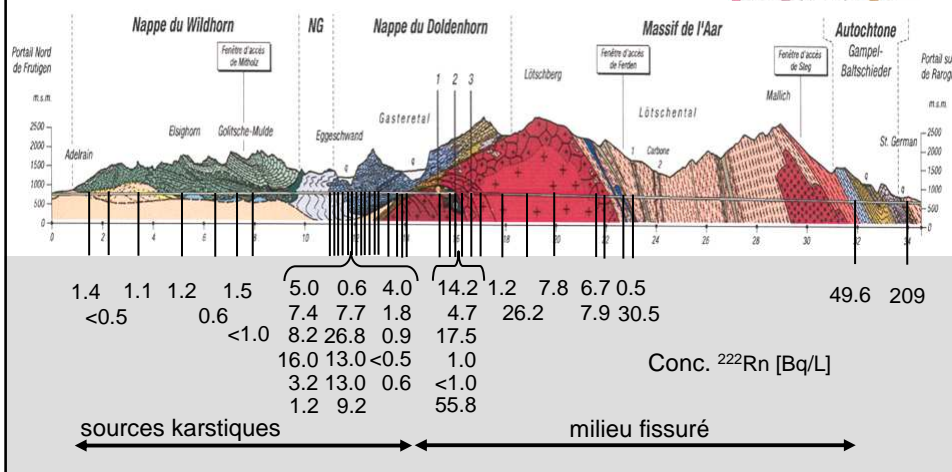
Radon dans l'eau	concentration faible	concentration élevée
Qualité de l'eau	inférieure	bonne



Böhm

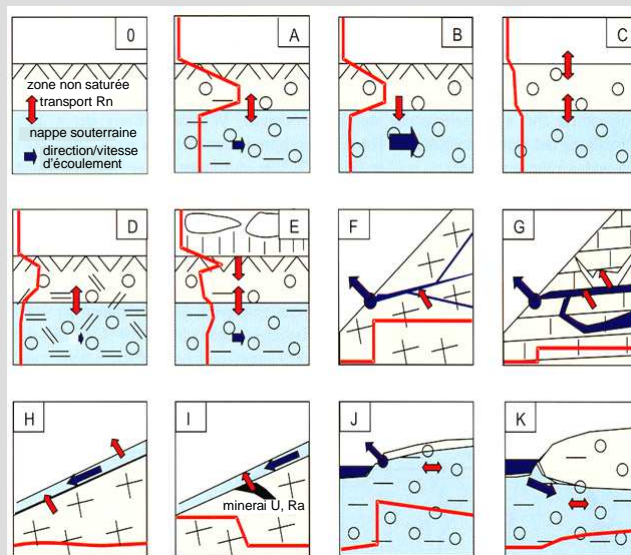
Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau : Exemple du tunnel du Lötschberg



Böhm Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
 Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch

Le radon dans l'eau



Böhm Christian Boehm, géologie / hydrogéologie, Obere Gasse 40, CH-7000 Coire, Suisse
 Tél. +41 81 252 59 84 Fax +41 81 253 69 48 cb@boehmgeol.ch www.boehmgeol.ch