Etude de la vitesse de circulation de l'eau dans un aquifère calcaire par essais de traçage (Bassin de la Serrière/NE)

Autor(en): **Mathey, Bernard / Simeoni, Gianpietro**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **95 (1972)**

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-89032

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

INSTITUT DE GÉOLOGIE, UNIVERSITÉ DE NEUCHATEL

CENTRE D'HYDROGÉOLOGIE

ÉTUDE DE LA VITESSE DE CIRCULATION DE L'EAU DANS UN AQUIFÈRE CALCAIRE PAR ESSAIS DE TRAÇAGE (BASSIN DE LA SERRIÈRE/NE)

par

BERNARD MATHEY et GIANPIETRO SIMEONI

AVEC 1 FIGURE ET 2 PLANCHES

Situation

Le bassin alimentaire de la source karstique de la Serrière (surface $\cong$ 80 km^2) occupe une partie du flanc sud de la deuxième chaîne anticlinale du Jura helvétique plissé, dans une région comprise entre le Mont-Racine et Les Bugnenets (cf. SCHARDT 1906 et BURGER et *al.* 1971).

Bien que la source de la Serrière sorte de l'Hauterivien supérieur, les calcaires du Malm (400 à 450 m d'épaisseur) forment son aquifère principal et sont le siège d'une circulation karstique très active (pl. III et IV).

Des dépôts tertiaires et quaternaires, dans l'ensemble peu perméables, recouvrent le fond du synclinal du Val-de-Ruz, déterminant le bassin superficiel du Seyon.

Des échanges hydrauliques, dont l'importance varie en fonction des conditions hydrologiques, ont lieu au contact des deux bassins.

But des essais de traçage

Une première campagne d'essais de traçage avait permis de vérifier les limites du bassin de la Serrière. Le présent essai était destiné à :

a) confirmer que la source temporaire du Torrent était bien le « trop-plein » du réseau karstique de la Serrière ;

b) étudier les vitesses de circulation pour divers états hydrologiques de la nappe du Malm (un premier essai avait été réalisé sur le même trajet alors que la source du Torrent ne coulait pas) ;

c) étudier l'influence de la fissuration sur les directions et les vitesses d'écoulement.

Le gouffre de Pertuis

Profond de 156 m, il s'ouvre dans les calcaires du Malm de la Cluse de Pertuis au travers de laquelle s'évacuent les eaux ruisselant dans les combes Mauley et Berthière.

De trop fréquentes inondations à l'aval de cette dernière devaient aboutir, en 1962, à la construction d'un tunnel de dérivation détournant les crues du ruisseau dans le gouffre qui absorbe facilement des débits de 1 à 2 m^3 par seconde.

La source du Torrent

Source temporaire, elle coule quelques jours par an à la fonte des neiges surtout. JACCARD (1883) supposait déjà qu'elle devait appartenir au réseau karstique de la Serrière, dont elle était le trop-plein. Son débit peut dépasser 2 m^3 à la seconde (mai 1970 : 2,2 m^3/s).

Si les venues principales sortent des calcaires du Malm, quelques résurgences apparaissent également dans le Valanginien.

Les fluctuations de la surface piézométrique de la nappe du Malm à l'aplomb de la source du Torrent, compte tenu de l'artésianisme de l'aquifère en période de crue, dépassent 180 m.

Réalisation de l'essai

Le colorant a été injecté à l'entrée de la canalisation qui relie le lit du ruisseau au gouffre de Pertuis. L'essai a été réalisé en période de très forte crue de la Serrière qui débitait 10 m^3/s au moment de l'injection.

Les contrôles (MATHEY 1970) comprenant la relève des fluocapteurs et le prélèvement d'échantillons d'eau ont été effectués deux fois par jour durant six jours. Lors du dernier contrôle à la Serrière, on pouvait encore détecter de la fluorescéine sur le charbon actif.

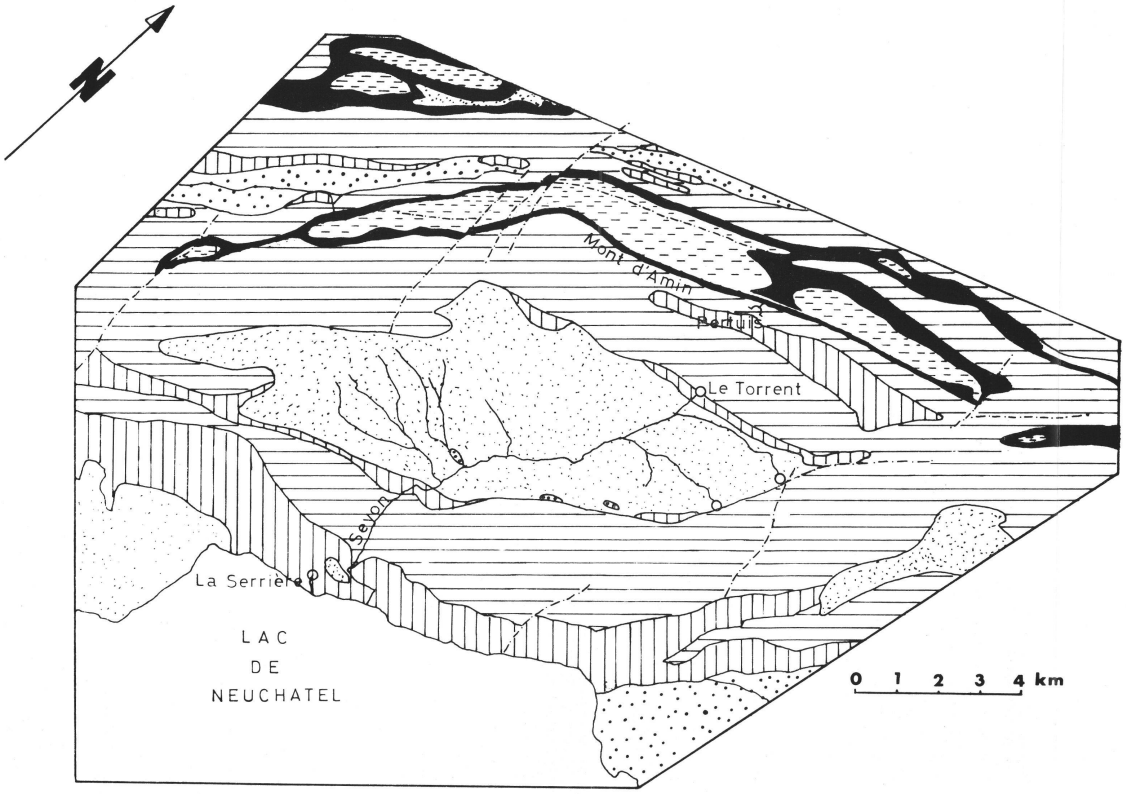
Données et résultats techniques de l'essai se trouvent sur les deux fiches standards ci-jointes.

Les concentrations très faibles (le colorant n'était pas visible à l'œil nu et légèrement au fluoroscope) s'expliquent par le volume important d'eau souterraine rencontré ($\sim$ 5 millions de mètres cubes).

Vitesse de circulation

Le colorant est ressorti :

à la source du Torrent :	16 h après l'injection ;
à la source de la Serrière :	38 h après l'injection.



LEGENDE

- quaternaire
- tertiaire
- crétacé
- malm sup.
- malm inf.
- dogger
- accident tectonique

Carte géologique des bassins de la Serrière et du Seyon.

Comparons les vitesses de circulation de l'eau entre elles et avec celles obtenues lors du premier essai.

	Pertuis-Torrent	*Pertuis-Serrière*
Distance	2,5 km	12,4 km
Dénivellation	9,6 %	4,4 %
Vitesse (30 mai 1967)	—	188 m/h
Vitesse (4 février 1970)	150 m/h	305 m/h

On constate que :

— la vitesse du colorant sur le trajet Pertuis-Serrière est 1,6 fois plus élevée en période de très forte crue.

— malgré une dénivellation deux fois plus forte, la vitesse du colorant est deux fois plus faible sur le trajet Pertuis-Torrent que le trajet Pertuis-Serrière.

Structure géologique et interprétation des vitesses d'écoulement

Un essai de coloration sur le flanc sud de la première chaîne du Jura (Mathey 1971) a montré que les fissures de tension, par leur fréquence et leur ouverture élevées, provoquent une anisotropie très marquée de la perméabilité du réseau karstique.

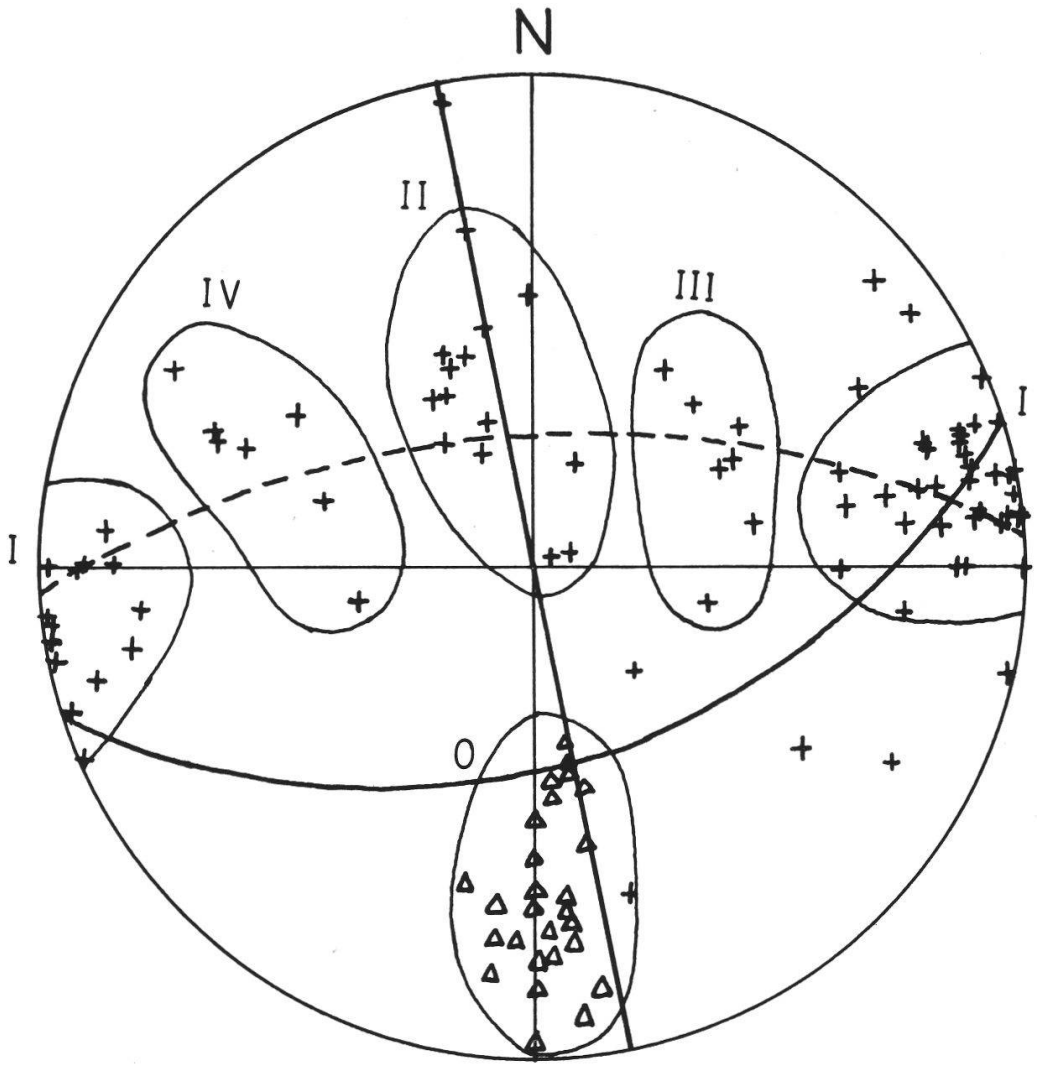
La distribution régionale des fissures s'établit ici de la manière suivante (fig. 1) :

Direction moyenne	*Type*	*Fréquence*	*Ouverture des fissures*
N 160-170	Tension I	Elevée	Elevée
N 70- 80	Tension II	Elevée	Elevée
N 30	Cisaillement III dextre	Faible	Faible
N 120	Cisaillement IV senestre	Faible	Faible

Les fissures de tension N 70 sont parallèles à la direction des couches, celles de direction N 170, normales aux premières et parallèles à l'axe Pertuis-Torrent.

En concordance avec les conclusions de l'article cité plus haut (Mathey 1971), on devrait donc observer une vitesse de circulation plus élevée le long de l'axe N 170, ce qui n'est pas le cas.

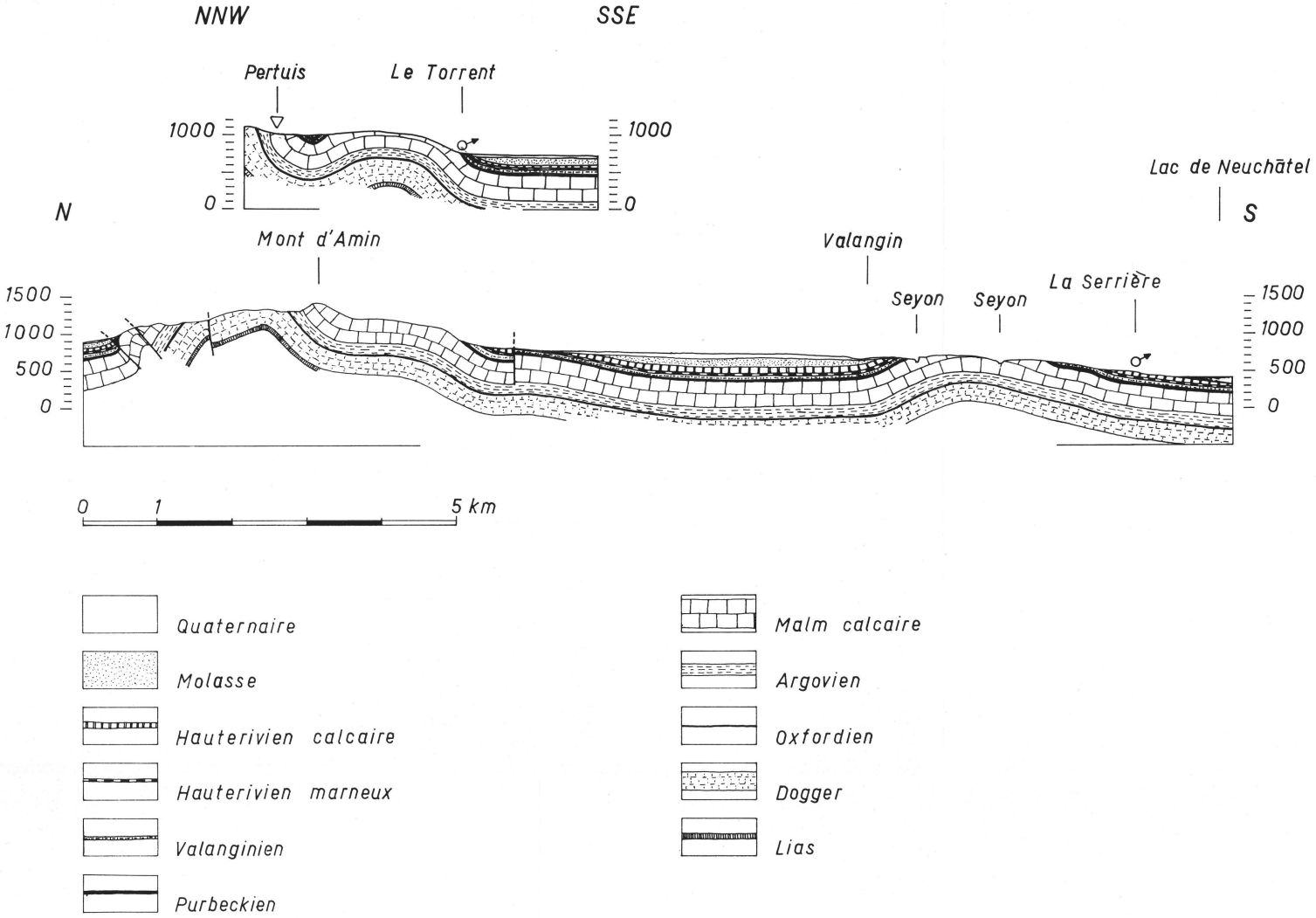
Le trajet des eaux souterraines entre Pertuis et la Serrière s'effectue essentiellement à travers les deux systèmes conjugués de fissures de tension I et II (fig. 1), alors que ce sont surtout les fissures de tension N 170 qui drainent les eaux vers la source du Torrent.



--- plan moyen des couches

—— fissures de tension

Fig. 1. Fissuration des calcaires aux environs de la source du Torrent.
+ Diaclases. △ Plans de stratification.
0 Plan des couches.
I Fissures de tension N 160°-170°.
II Fissures de tension N 70°-80°.
III Fissures de cisaillement dextre N 30°.
IV Fissures de cisaillement senestre N 120°.
Projection équisurface, hémisphère supérieur. (D'après un lever de A. Burger, doc. in.)



Coupe géologique à travers les bassins de la Serrière et du Seyon.

Le système N 70° est particulièrement bien développé parallèlement aux deux plis en genou du flanc sud de l'anticlinal, entre Pertuis et le Torrent.

Le gradient hydraulique $\vec{J}$, dans la zone alimentaire du bassin, ayant une composante plus grande selon les fissures de direction N 70°, c'est suivant ce système que les vitesses seront les plus élevées.

Conclusions

Deux essais de coloration sur un même parcours soulignent d'abord l'influence de l'état hydrologique de la nappe karstique sur les vitesses de circulation de l'eau.

En admettant que fréquence et ouverture des deux systèmes de fissures de tension conjuguées sont également développées, la composante de vecteur vitesse de filtration $\vec{q}$ dépend uniquement de la composante du gradient hydraulique $\vec{J}$ dans la direction des fissures.

La composante $\vec{J}$ étant plus importante suivant la direction N 70°, il est évident que la vitesse doit être plus grande suivant cette dernière.

FICHE ESSAI DE TRACAGE **Essai No** 2

Renseignements relatifs à l'injection.

Point d'injection Gouffre de Pertuis/NE

Coordonnées 561.050 / 215.975

Description du lieu Entrée du tunnel de dérivation

Altitude du plan d'eau au point d'injection 1010 m

Distance au point de disparition de l'eau 5 m

Débit estimé de la perte 200 l/sec.

Nature du traceur fluorescéine Quantité 3 kg

Dilution du traceur dans l'eau (volume d'eau) 40 litres

Date et heure de l'injection 4.2.1970 à 11.45 h

Temps écoulé jusqu'à la disparition complète du traceur 1 h

Observateurs

Récolte d'un échantillon d'eau :

Température

pH

Conductibilité électrique

Essai No 2

Renseignements relatifs à la réapparition.	LA SERRIERE	LE TORRENT	
Point de réapparition	Source de la Serrière	Source du Torrent	
Coordonnées	559.125/203.975	562.375/213.640	
Altitude du plan d'eau au point de réapparition	470 m	750 m	
Débit de la résurgence (estimé)	8-10 m3/sec	0-1 m3/sec	
Date et heure de la première réapparition :			
Oeil nu	---	----	
Fluoroscope	6.2.70 à 02.00	5.2.70 à 05.00	(1)
Charbon actif	6.2.70 à 02.00	5.2.70 à 05.00	
Concentration maximale du traceur :			
Dans l'eau	10^{-9} g/ml	10^{-9} g/ml	
Dans la solution alcoolique	$1,4 \cdot 10^{-7}$ g/ml	$1,2 \cdot 10^{-7}$ g/ml	(2)
Date et heure de la pointe :			
Dans l'eau	-	-	
Dans la solution alcoolique	7.2.70	5.2.70	
Durée de la coloration :			
Oeil nu	-	-	
Fluoroscope	80 heures	25 heures	
Charbon actif	150 heures	25 heures	(3)
Poids de traceur réapparu en °/o			

Résultats techniques.	Serrière	Torrent
Distance en ligne droite du point d'injection au point de réapparition	12,4 km	2,5 km
Dénivellation en mètres 540 | 260 Pente en °/o	4,4	9,6
Temps de passage :		
Début de la coloration	38 h	16 h
Pointe	45 h	33 h
Vitesse moyenne :		
Début de la coloration	305 m/h	156 m/h
Pointe		
Autres sources colorées	---	---

(1) Par extrapolation des courbes de variation des concentrations en fonction du temps.

(2) 2 grammes de charbon actif dans 15 ml de solution alcoolique de KOH

(3) Le 6.2.1970 le Torrent avait cessé de couler

Remerciements

Cette étude a pu être réalisée grâce à la collaboration de M. Laszlo Kiraly. Qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude.

Résumé

La répétition d'un essai de coloration met en évidence l'influence de l'état hydrologique de la nappe sur la vitesse de filtration de l'eau. Fissuration et gradient hydraulique déterminent les vitesses de circulation de l'eau.

Summary

Repetition of a coloring test clearly shows the influence of the hydrological state of the nappe upon the filtration rate of water. Fissuration and hydraulic gradient determine the circulation rate of water.

BIBLIOGRAPHIE

BURGER, A., MARCE, A., MATHEY, B. et OLIVE, P. — (1971). Tritium et Oxygène —18 dans les bassins de l'Areuse et de la Serrière (Jura neuchâtelois/Suisse). *Actes du colloque d'hydrologie en pays calcaire, Besançon :* 79-87.

Commission géologique suisse. — (1969). Atlas géologique de la Suisse. Feuille 1144, Val-de-Ruz.

GIGON, R. — (1967). Le Spéléo-Club des Montagnes neuchâteloises a dix ans. Région de Pertuis. *Cavernes, bull. du S.C.M.N.* 1 : 10-12.

JACCARD, A. — (1883). Note sur le changement de région des sources du Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 13 : 170-187.

KIRALY, L., MATHEY, B. et TRIPET, J.-P. — (1971). Fissuration et orientation des cavités souterraines. Région de Milandre (Jura tabulaire). *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 94 : 99-114.

MATHEY, B. — (1970). La méthode au charbon actif dans les essais de coloration à la fluorescéine. *Actes du IVe Congrès national de spéléologie, Neuchâtel :* 53-61.

— (1971). Essai de coloration des pertes du ruisseau de Vaux à Lignières (NE). *Bull. Soc. neuchâtel. Sci. nat.* 94 : 119-126.

SCHARDT, H. — (1906). Serrière (la) - Seyon (rivière et gorges du). *Dictionnaire géographique de la Suisse* 4 : 638 et 646.