

**Zeitschrift:** Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 51 (1998)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Analyse du fonctionnement hydrogéologique du bassin de l'Allondon  
**Autor:** Fourneaux, Jean-Claude  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740152>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Archs Sci. Genève	Vol. 51	Fasc. 2	pp. 171-183	Septembre 1998
-------------------	---------	---------	-------------	----------------

# ANALYSE DU FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE DU BASSIN DE L'ALLONDON

PAR

**Jean-Claude FOURNEAUX\***

*(Ms reçu le 6.08.1998, accepté le 30.09.1998)*

## ABSTRACT

**Analysis of the hydrogeological functioning of the Allondon catchment area (Pays de Gex - French Jura).** - Precipitation and spring discharge measurements along many years and the observations made during the LEP tunnel excavation give now many informations about the complex aquiferous of Allondon spring, in the Pays de Gex, in the french Jura, near Geneva. The Allondon catchment area is divided in two parts: the catchment of the karstic spring area in the calcareous rocks of the frontal Jura range and the plain catchment area developed on the fluvio-glacial deposits.

The Allondon spring is the overflow of a complex system which contributes partially to the alimentation of the fluvio-glacial deposits aquiferous.

We find a good correlation between precipitation and discharge during the high waterlevel periods in winter but not for the summer or autumn floods and also for the low water level. The LEP tunnel excavation did not change this complex aquiferous functioning. The discharge in the tunnel is less than 3% of the annual average discharge of the karstic catchment. This water comes from the deep supplies.

**Key-words:** Pays de Gex - Jura - Karstic hydrogeology - Karstic filling-in

## INTRODUCTION

L'Allondon est un affluent de la rive droite du Rhône qui prend sa source au pied de la première chaîne du Jura, sur le territoire de la commune de Naz, dans le Pays de Gex, vers 570 m d'altitude. Il rejoint le Rhône dans le Canton de Genève, à La Plaine, après avoir reçu différents affluents (Fig. 1). La source de l'Allondon est une source karstique typique mais le cours de la rivière se développe essentiellement sur des formations alluviales d'origine fluvio-glaciaire qui recouvrent les assises de la Molasse argilo-gréseuse du Tertiaire.

La partie karstique du bassin versant qui alimente la source et la partie du cours compris entre la source et Saint-Genis ont fait l'objet de plusieurs études initiées par les services de la D.D.A.<sup>1</sup> de l'Ain, par la DIREN<sup>2</sup> (ex SRAE<sup>3</sup>) de Lyon et par le CERN<sup>4</sup> dans le cadre des études du projet LEP<sup>5</sup>.

Ces études commencées en 1980 ont donné lieu, entre autres, à deux thèses (HUGOT, 1983; MARTINEZ, 1986) soutenues au Laboratoire d'Hydrogéologie de l'Uni-

\* CIBAMAR, avenue des Facultés, F-33405 Talence.

<sup>1</sup> Direction Départementale de l'Agriculture.

<sup>2</sup> Direction Régionale de l'Environnement

<sup>3</sup> Service Régional d'Aménagement des Eaux.

<sup>4</sup> Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire.

<sup>5</sup> Large Electron Positron Collider.

versité J. Fourier de Grenoble. Plusieurs articles cités dans le texte ont traité des différents aspects scientifiques de ces études ainsi que des résultats obtenus lors des travaux de creusement du tunnel du LEP (FOURNEAUX, 1988).

On dispose aujourd’hui de mesures pluviométriques depuis 1983, de mesures des débits de l’Allondon et de certains de ses affluents en différents points de 1981 à 1988 et pour l’Allondon à Naz, d’une nouvelle série de mesures de 1993 à nos jours, ainsi que des mesures concernant les débits d’exhaures du tunnel du LEP.

Toutes ces données et les études géologiques et géophysiques menées pour les travaux du LEP apportent de nombreux éléments qui permettent de bien comprendre le fonctionnement du système complexe que représente l’Allondon.

### LE BASSIN VERSANT DE L’ALLONDON

Il s’agit ici du bassin versant de l’Allondon fermé à Saint-Genis. Il peut être divisé en deux parties très différentes: le bassin d’alimentation de la source et le bassin versant qui alimente la rivière entre la source et le limnigraphé situé sous le pont de la R.D. 984, à la sortie Sud du bourg de Saint-Genis, appelé bassin de plaine.

Le bassin d’alimentation de la source de l’Allondon se développe sur le flanc Est de l’anticlinal, chevauchant vers l’Ouest, qui constitue la première chaîne du Jura. Les terrains qui affleurent dans la zone d’alimentation sont d’une part les calcaires du Jurassique supérieur et d’autre part les formations du Néocomien essentiellement calcaires elles aussi.

La source de l’Allondon se situe vers 570 m d’altitude. Il y a en fait plusieurs venues d’eau étagées qui se mettent à couler quand le débit augmente. La source tarit régulièrement en période de basses eaux.

La source se trouve sur un grand accident tectonique qui correspond à un décrochement dextre entraînant au droit de l’émergence un rejet vertical apparent d’une quarantaine de mètres (DUCLOZ, 1980). Juste en aval de l’émergence la plus basse affleurent des bancs de congolomérats et des marnes rouges de la Gompholite (Oligocène).

Le fonctionnement de la source est typiquement karstique. Le débit varie très brutalement lors des précipitations ou d’épisodes de fonte des neiges. Il n’existe aucun écoulement superficiel en amont de la source. Lorsque l’on se trouve en période de très basses eaux, la source ne coule plus mais il existe toujours un écoulement au sein des alluvions car il y a quasiment toujours de l’eau au niveau du pont de la route de Crozet à Naz sous lequel était installé le limnigraphé qui a fonctionné de 1981 à 1988.

La surface du bassin d’alimentation de cette source a été estimée à 12,1 km<sup>2</sup> par HUGOT (1983) et à 15 km<sup>2</sup> par MARTINEZ (1986). L’altitude moyenne de cette zone est de 1050 m. L’incertitude entre les deux valeurs provient de la difficulté à fixer certaines limites de ce bassin. Au Nord, la ligne de crête où les marnes de l’Oxfordien sont subaffleurantes constitue une bonne limite imperméable. Vers l’Est, la limite avec le bassin du Journans est nette au niveau du Creux de l’Envers mais beaucoup moins vers le Sud-Est. Vers le Sud-Ouest la limite avec le bassin de l’Allemagne est fluctuante comme le montrent les relevés piézométriques faits dans cette zone pendant plus de 6

ans (MARTINEZ, 1986). Enfin vers le Sud, il n'y a pas de limite imperméable nette. En effet, les calcaires sont recouverts en discordance par la Molasse que l'on peut admettre comme imperméable, mais aussi par d'épaisses masses d'éboulis, de moraines plus ou moins remaniées et de dépôts fluvio-glaciaires qui sont souvent perméables.

Le flanc de l'anticlinal qui constitue l'impluvium de la source est formé par les assises calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur. Les niveaux de marnes qui existent au sein de cette série sont trop minces pour constituer des limites imperméables compte tenu de la fracturation importante qui affecte ce flanc d'anticlinal.

La région a été recouverte à plusieurs reprises par les glaciers au cours du Quaternaire. D'importants dépôts témoignent de ces passages. Les moraines ont été lessivées par les eaux de fontes et les précipitations et une part importante des fines a été entraînée dans le karst provoquant un colmatage partiel.

La surface du bassin versant comprise entre la source et Saint-Genis et qui se trouve sur les formations fluvio-glaciaires est de 18 km<sup>2</sup> avec une altitude moyenne de 515 m (Fig. 1). Elle s'étend sur des formations quaternaires où les moraines et les dépôts fluvio-glaciaires sont largement dominants. L'épaisseur de ces formations qui recouvrent et masquent la Molasse varie de quelques décimètres à quelques dizaines de mètres. Il s'agit toujours de formations très poreuses qui sont parfois très perméables.

Les précipitations sur le bassin karstique sont de l'ordre de 2000 mm/an alors qu'elles sont de 1150 mm/an pour le bassin de plaine (MARTINEZ, 1986).

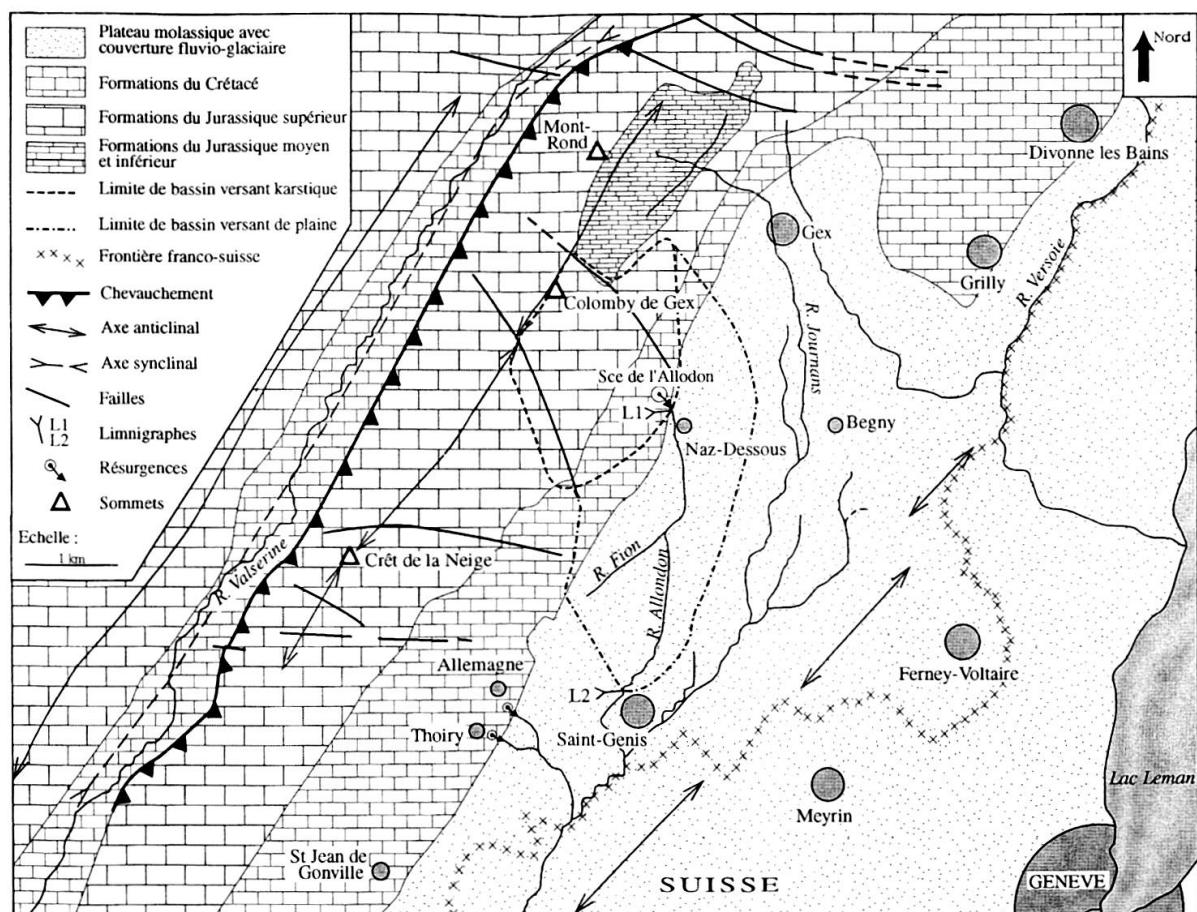


FIG. 1. Plan de situation avec géologie simplifiée

### LA KARSTIFICATION

La karstification est très développée dans toute la série stratigraphique où dominent les faciès calcaires c'est-à-dire depuis le Jurassique supérieur jusqu'au sommet du Crétacé inférieur, comme partout dans le Jura.

On trouve des traces de karstification anté-Oligocène très marquées avec des galeries remplies par de la Gompholite (photo n° 1). Cela a été très bien observé lors du creusement du tunnel du LEP et confirme les observations faites dans la région de Neuchâtel (MIEA & POCHON, 1980) sur la karstification dans le Jura.

La karstification a repris dès la fin du Tertiaire et s'est beaucoup développée au Quaternaire. Les puits karstiques les plus importants se trouvent dans le Jurassique



PHOTO n° 1. Galerie karstique anté-oligocène dans les calcaires hauteriviens remplie par les argiles rouges de la Gompholite. Les traces de pétrole sont nombreuses dans cette zone.

supérieur alors que les exutoires se trouvent dans le Crétacé inférieur. Cela implique l'existence de communications entre les différents niveaux calcaires, relations qui ont été confirmées par différents traçages dans le bassin de l'Allemagne (MARTINEZ, 1986) et dans celui de l'Allondon (FOURNEAUX, 1988).

Lors du retrait des glaciers à la fin du Würm, les dépôts morainiques ont été lessivés par les eaux de fonte et par la suite, par les précipitations; les éléments fins ont été entraînés dans le karst. Ce remplissage qui joue un rôle important dans le fonctionnement de l'aquifère est bien visible dans les carrières qui exploitent les Calcaires du Valanginien

(Marbre bâtarde) (photo n° 2) ou ceux du Berriasiens (Calcaires de Thoiry). Ceci montre bien que ce colmatage se rencontre beaucoup plus haut que le niveau de base actuel.

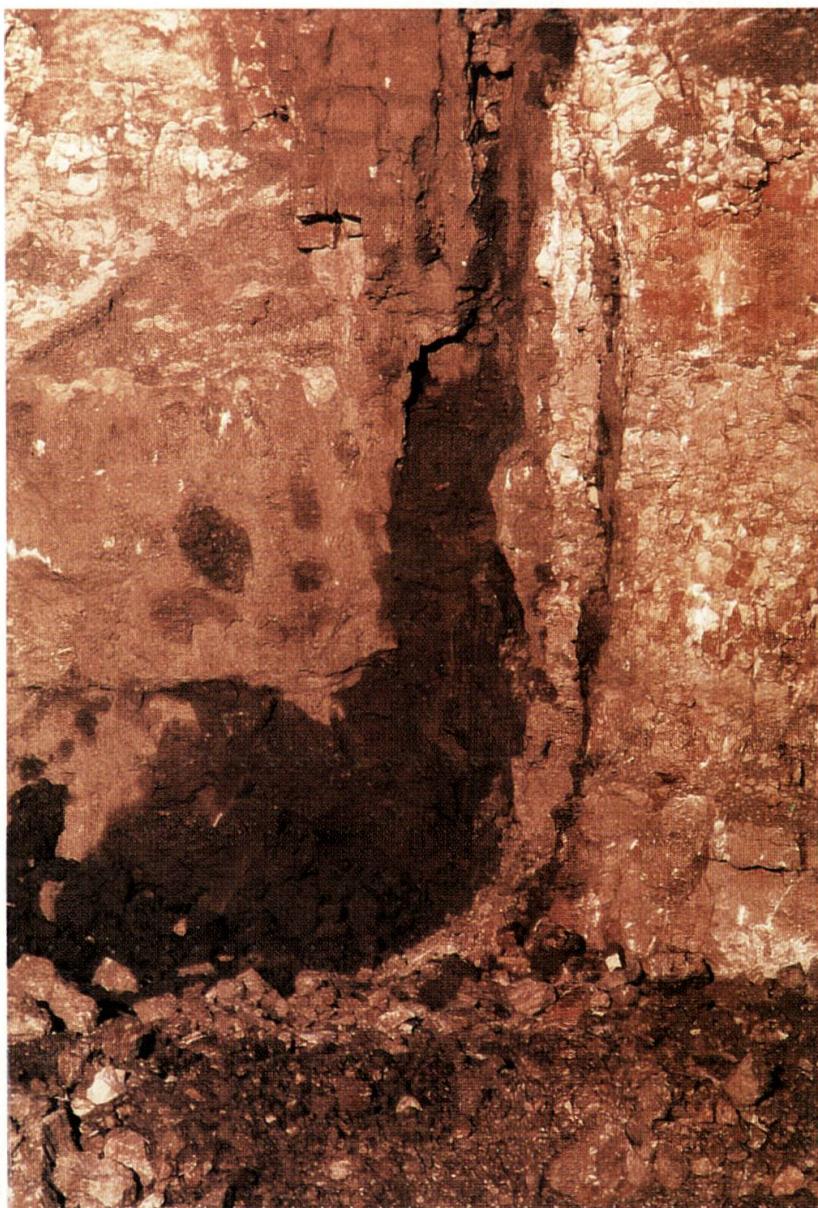


PHOTO n° 2. Puits karstique dans les calcaires valanginiens (Marbre Bâtard) aboutissant sur une galerie; l'ensemble est comblé par les dépôts glaciaires constitués de sables et d'argiles avec même de petits galets de granite.

#### FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME

On doit distinguer ici le fonctionnement de l'aquifère karstique qui alimente la source de l'Allondon du fonctionnement du bassin de plaine compris entre les deux points de mesure, à savoir le pont de Naz et Saint-Genis.

On retrouve dans le fonctionnement de l'aquifère qui alimente la source de l'Allondon une influence de type karstique et l'influence d'un milieu poreux en relation avec le remplissage d'une partie importante du karst par le lessivage des dépôts glaciaires.

La source de l'Allondon constitue l'exutoire principal d'un aquifère karstique avec des variations brutales de débit. Cet aquifère est développé dans les formations calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur bien en dessous du niveau de l'émergence actuelle à 570 m (FOURNEAUX *et al.*, 1990). Le véritable niveau de base est constitué par les dépôts tertiaires, Gompholite et Molasse, qui ne se trouvent pas partout au niveau de l'émergence actuelle. En effet il existe des paléotalwegs comme l'ont montré les études géophysiques. Mais des traces de karstification ont été observées beaucoup plus bas, vers 450 m d'altitude, lors du percement du tunnel du LEP sans que cela puisse être mis en relation avec la paléomorphologie.

Les mesures physico-chimiques et les observations faites lors du percement du tunnel du LEP montrent un développement de la karstification plus bas que le niveau de base ancien, c'est-à-dire avant le dépôt des sédiments fluvio-glaciaires (FOURNEAUX, 1994). Cela induit la présence de réserves d'eaux importantes.

Mais, comme cela a été dit plus haut, le passage des glaciers et le lessivage des dépôts qu'ils ont laissés sur le flanc de l'anticlinal de la première chaîne du Jura ont entraîné un colmatage important des puits et chenaux karstiques. Ce remplissage se retrouve dans la zone karstifiée au dessus du niveau de base mais aussi très en dessous puisque il a été observé lors des travaux de percement du tunnel. Les matériaux du remplissage se comportent comme un milieu poreux dont la vidange est beaucoup plus lente que celle du karst actif.

On a donc juxtaposition sous l'épikarst, de deux ensembles différents: un karst rapide dont l'exutoire est la source à plusieurs émergences et un karst colmaté qui lui réagit comme un milieu poreux (MARTINEZ, 1986). Cet aquifère se développe tant au-dessus qu'au-dessous du niveau de la source. Il a plusieurs exutoires essentiellement au sein des formations quaternaires. C'est cet aquifère qui apporte de l'eau au cours superficiel de l'Allondon entre la source et le pont de Naz, en particulier.

Cet aquifère se comporte comme un vase à débit constant. L'émergence de la source constitue un trop plein qui fait que la pression, même si elle varie très rapidement en cas de fortes précipitations ne reste jamais très élevée. La nature du remplissage de ce karst limite les variations de débits même lorsque la pression augmente dans le massif. Les mesures de pressions faites dans le tunnel du LEP le confirment.

Le débit qui transite du karst vers les formations quaternaires varie tout de même en fonction de l'importance du colmatage de ces formations. Lorsque les eaux sont hautes au sein de ces formations, l'écoulement se fait essentiellement par la source de l'Allondon, alors qu'en basses eaux l'écoulement occulte est beaucoup plus important vers ces formations. Cela se traduit dans la rivière Allondon, par une augmentation des débits entre le pont de Naz et Saint-Genis. Les calculs de bilan montrent que ce débit est de l'ordre de 100 à 150 l/s provenant des apports du karst lent (MARTINEZ, 1986). Cette augmentation correspond à la vidange de l'aquifère poreux développé dans les formations glaciaires et fluvio-glaciaires qui sont elles aussi alimentées pour partie par des eaux venant du karst colmaté.

On se trouve donc en présence d'un aquifère complexe avec en amont un karst typique avec puits et chenaux, lapiaz et dolines; l'exutoire correspond à la source de l'Allondon où l'on observe un fonctionnement de karst rapide, c'est-à-dire des réactions brutales aux épisodes pluvieux. En aval le karst est colmaté par un remplissage essentiellement sableux et sablo-argileux qui fonctionne comme un milieu poreux; on peut le définir comme un karst lent. Cet aquifère alimente différentes fuites dont les débits sont quasiment constants. Ses réserves sont très importantes.

On peut imaginer un modèle de fonctionnement de cet aquifère où se trouve juxtaposé d'une part, un milieu karstique avec écoulement rapide et réserves faibles qui alimente les écoulements de crues et d'autre part, un milieu poreux avec écoulement très lent et des réserves importantes qui fournit le débit de base de la source de l'Allondon, ainsi que les apports qui rejoignent la rivière entre la source et le pont de Naz et qui alimentent directement les formations fluvio-glaciaires du bassin de plaine (Fig. 2). Il

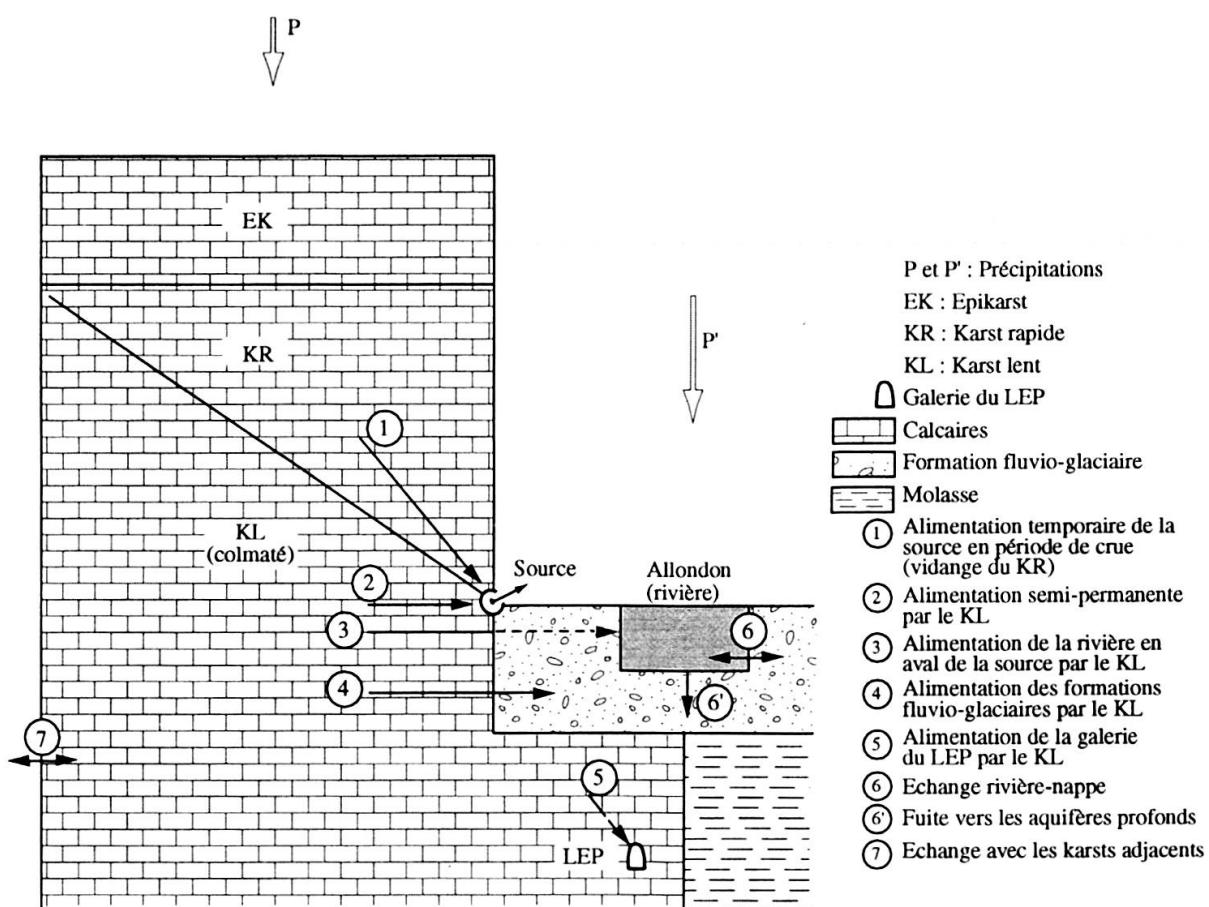


FIG. 2. Modèle de fonctionnement du système aquifère de l'Allondon

existe aussi des échanges avec les karsts adjacents en particulier vers le Sud-Ouest puisque cette limite n'est pas stable au cours de l'année. Il existe aussi des échanges entre la rivière et les nappes contenues dans les formations fluvio-glaciaires.



PHOTO n° 3. La source de l'Allondon en août 1998.

### ANALYSE DES DÉBITS DE L'ALLONDON À NAZ ET À SAINT-GENIS

Les débits moyens mensuels de l'Allondon ont été enregistrés à Naz et à Saint-Genis de 1982 à 1987 et de 1993 à nos jours pour la nouvelle station de Naz. Ils sont donnés dans les tableaux I et II.

Il n'existe pas une bonne corrélation entre les débits moyens annuels à Naz et à Saint-Genis. Ceci tient évidemment à la nature différente des deux aquifères et à l'influence de l'altitude qui intervient sur les écoulements en période hivernale.

En ce qui concerne les débits moyens mensuels, la corrélation est bonne pour les basses eaux mais pas pour les hautes eaux.

Tableau I: Débits moyens mensuels de l'Allondon à Naz en litres par seconde

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
1982	1398	333	425	882	1020	912	113	145	105	120	945	1480	747
1983	1075	340	1130	1690	1880	317	134	180	400	170	780	685	731
1984	700	697	575	1227	642	274	42	25	485	391	321	273	471
1985	568	945	761	1558	1261	751	178	96	40	5	239	186	549
1986	1051	195	1079	1598	1453	363	123	57	1	267	315	461	580
1987	808	809	1099	1403	1056	1528	528	191	229	563	442	404	755
1993													1114
1994	352	1385	790	871	496	206	11	15	958	405	572	768	569
1995	1717	1346	892	903	881	421	72	41	584	184	304	662	667
1996	531	89	599	299	530	280	491	31	11	171	616	1391	420
1997	386	831	426	274	776	344	630	93	54	201	511	933	454

D'une manière générale, l'augmentation des débits entre Naz et Saint-Genis est considérable lors des hautes eaux. Ceci confirme l'idée selon laquelle une part importante des précipitations tombées sur le bassin d'alimentation de la source ne transite pas par cet exutoire mais par les formations récentes qui tapissent le pied du versant et de là rejoignent l'Allondon soit directement soit par l'intermédiaire de son affluent rive droite, le Fion. Cette situation se poursuit lors de la décrue. Les débits diminuent beaucoup plus vite à Naz qu'à Saint-Genis. Ce phénomène est encore plus marqué en période hivernale.

Par contre, en période de moyennes et de basses eaux, les débits n'augmentent que très peu entre les deux stations. On observe même des mois où le débit est inférieur à Saint-Genis par rapport à Naz (mai et juin 82, septembre 83, août 84 et mai 87). Dans ces cas-là, les apports provenant des versants ne compensent pas les pertes par évaporation et infiltration.

Ces pertes alimentent les aquifères qui sont exploités dans les alluvions fluvio-glaciaires en amont de Saint-Genis et près de Crozet. Il y a là une situation très classique. En basses eaux la rivière alimente la nappe et en hautes eaux la rivière draine la nappe. Ces fuites peuvent même entraîner le tarissement de l'Allondon à Saint-Genis comme cela a été observé en août 1984 et octobre 1985.

TABLEAU II: Débits moyens mensuels de l'Allondon à Saint-Genis en litres par seconde

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
1982	4034	489	198	1118	938	780	236	289	225	2096	1903	3600	1370
1983	1190	1083	1480	3270	3340	610	267	190	390	430	1540	1310	1258
1984	1930	2525	918	2103	958	516	109	23	516	743	493	623	955
1985	1091	1121	1024	1856	1773	1128	440	179	92	23	250	267	770
1986	2523	626	2037	4575	3062	1026	535	167	138	756	854	1012	1436
1987	1520	903	1390	1976	1030	3112	877	358	212	582	958	829	1146

Le calcul du bilan, pour le bassin de plaine, confirme les apports à partir du bassin de la source karstique (MARTINEZ, 1986). La somme de l'évapo-transpiration et de la lame d'eau éculée est toujours supérieure à la lame d'eau précipitée.

Les valeurs des débits moyens mensuels à Naz, montrent clairement que les différents incidents survenus lors du creusement du tunnel du LEP ne se sont pas traduits par des baisses significatives du débit de l'Allondon sauf pendant le mois de septembre 1986.

L'analyse des débits de l'Allondon à Saint-Genis entre 1982 et 1987 ne montrent que deux périodes d'étiage important, en août 1984 et d'octobre à début novembre 1985. Il est à remarquer que ces épisodes ne peuvent en aucun cas être imputés aux travaux de creusement du tunnel du LEP puisque les eaux arrivant dans la galerie sont rejetées dans l'Allondon en amont de Saint-Genis d'une part et que les travaux de percement ne concernaient pas encore le bassin de l'Allondon, à cette période, d'autre part.

## RELATION PLUIES-DÉBITS

Pendant les études et les travaux pour le creusement du tunnel du LEP, des mesures de précipitations ont été faites en différents points au pied et sur le flanc du Jura (MARTINEZ, 1986). La comparaison de ces mesures avec celles faites sur des périodes plus longues et poursuivies encore aujourd’hui montre que ce sont les mesures faites à Gex qui sont les plus représentatives de ce qui tombe sur le bassin de l’Allondon.

Il existe une bonne corrélation entre les pluies et les débits de la source de l’Allondon pour les crues d’hiver. On trouve des coefficients d’infiltation qui sont toujours supérieurs à 80% entre les mois de novembre et avril. Dès que l’évapotranspiration devient importante, ces coefficients sont beaucoup plus faibles (tableau III). Les résultats sont identiques à Saint-Genis.

Ces résultats confirment les travaux antérieurs sur ce sujet (DROGUE, 1971; KESSELER, 1965).

En ce qui concerne les basses eaux, les corrélations sont beaucoup plus difficiles à mettre en évidence. En effet, différents facteurs interviennent, entre autres l’évapotranspiration qui augmente beaucoup avec la température et l’intensité des averses. En période estivale, la valeur de la précipitation utile, c’est-à-dire la hauteur d’eau nécessaire pour avoir une réaction à la source est de l’ordre de 15 mm alors qu’elle n’est que de 5 mm en hiver.

De plus, du fait que la source n’est qu’un trop plein de l’aquifère, il n’est pas possible d’utiliser les formules de Maillet ou de Mangin (MANGIN, 1975) qui permettent de calculer les réserves à un instant donné et de prévoir l’évolution du débit.

TABLEAU III: Corrélation entre la lame d’eau précipitée et la lame d’eau écoulée à la source de l’Allondon et à Saint-Genis

Date des crues	VN	P	VN/P	VS	P'	VS/P'
15-21.10.83	0,321	0,069	46,5	0,313	0,0059	53
26-30.11.83	2,226	0,271	82	1,251	0,238	90,1
23-25.12.83	0,341	0,036	95	0,316	0,034	92,9
14-21.01.84	1,122	0,129	87			
04-14.02.84	1,413	0,150	93,7	2,416	0,114	212 (*)
03-08.05.84	0,294	0,047	62			
11-12.09.84	0,056	0,041	13,5			
23-30.09.84	0,595	0,124	47,9			
02-11.10.84	0,701	0,134	53	0,406	0,074	54,8

avec: VN volume d’eau évacué par la crue au pont de Naz (en m<sup>3</sup>) en prenant

VN = V total - V de base,

P précipitations mesurées (en mètre) En Beule à 864 m d’altitude,

VS volume d’eau évacué à Saint-Genis calculé de la même manière,

P’ précipitations mesurées à Villeneuve à 489 m d’altitude,

(\*) Cette valeur correspond à une période de fonte des neiges en plaine alors que la neige n’a quasiment pas fondu sur le Jura.

Les tarissements de la source de l’Allondon interviennent à partir du mois d’août lorsqu’il n’y a pas de précipitations utiles pendant plus de 20 jours consécutifs. Ils se sont produits quasiment chaque année depuis que des mesures sont faites, c’est-à-dire

1982, entre le début du mois d'août et le début du mois de novembre. On en compte en novembre 83, août et début septembre 84, du 18 août au 5 novembre 85, du 31 août au 25 octobre 86, du 10 au 24 août 87, juillet et août 94, août 95, septembre 96 et enfin septembre et octobre 97.

### INFLUENCE DES TRAVAUX DU LEP

Les travaux de percement du tunnel du LEP ont rencontré, à deux reprises, des venues d'eau importantes. Le premier incident est intervenu le 2 septembre 1986 et les venues d'eau n'ont été maîtrisées que vers le début du mois de janvier 1987. Le second incident est intervenu à la fin du mois de juin 1987 et a trouvé sa solution à la fin du mois de septembre 1987 (LAPORTE, 1987). Comme cela a été dit plus haut, les eaux arrivant dans la galerie sont rejetées dans l'Allondon, en amont de Saint-Genis, après décantation.

Dans le premier cas les débits arrivant dans la galerie ont atteint 180 l/s, en période de hautes eaux. Les perturbations au niveau de la source de l'Allondon ne se sont fait sentir qu'entre le 3 septembre et le 23 octobre 1986. Mais les fortes pluies de la fin de ce mois ont fait que le volume d'eau écoulé en octobre 1986, était beaucoup plus élevé que celui écoulé en octobre 1985 et ce malgré les prélèvements faits dans le tunnel du LEP. En 1985, les travaux de percement du tunnel ne concernaient pas le bassin d'alimentation de la source de l'Allondon et les débits en galerie ne dépassaient pas 5 l/s.

Lors du deuxième incident, l'influence des venues d'eau en galerie a été totalement négligeable sur les débits à la source de l'Allondon. Cela confirme bien le fait que les prélèvements faits par le tunnel concernent les réserves profondes qui ne participent qu'indirectement à l'alimentation de la source.

Depuis la fin de ce deuxième incident, c'est un débit remarquablement constant de l'ordre de 20 l/s qui est soutiré de l'aquifère du karst colmaté ou karst lent. La présence d'un colmatage sur plus de 100 m d'épaisseur exclut que ces eaux puissent venir du karst rapide (FOURNEAUX *et al.*, 1990). La constance du débit est elle aussi parfaitement incompatible avec une alimentation de type karstique.

Depuis la mise en service du LEP, les venues d'eau en galerie sont remarquablement stables, si l'on excepte deux incidents survenus à la suite de fortes précipitations sur le Jura, en particulier en février 1990. Le débit total est voisin de 25 l/s dont 20 litres environ provenant du bassin de l'Allondon et 5 litres du bassin de l'Allemagne. Il s'agit d'une autre source karstique située plus au Sud dont le bassin d'alimentation est limitrophe de celui de l'Allondon (MARTINEZ, 1986).

Les prélèvements dans la zone d'alimentation de la source de l'Allondon représentent moins de 3% du volume annuel sortant du bassin. Il s'agit de prélèvements faits sur les réserves profondes. Cette valeur est inférieure aux erreurs de mesures qui sont de l'ordre de 5% dans les meilleures conditions.

Lors des deux incidents évoqués plus haut, le débit n'a varié que pendant un temps très bref en relation avec l'augmentation de pression dans le massif (FOURNEAUX, 1994).

Les eaux prélevées dans le tunnel sont rejetées dans l'Allondon en amont de Saint-Genis, après passage dans un décanteur. Il n'y a donc aucune influence possible sur le débit de l'Allondon en aval du point de rejet. Au contraire, ces rejets de 25 l/s apportent un soutien notable dans cette partie du cours de la rivière, en cas de très basses eaux.

Les éléments apportés par l'étude des venues d'eau dans le tunnel du LEP confirment l'existence d'une zone noyée sous le niveau de base et donc plus basse que la source de l'Allondon. Il existe là des réserves d'eau importantes dans lesquelles sont prélevés les débits qui arrivent dans le tunnel.

L'analyse des débits de la source de l'Allondon ne montre pas d'augmentation des fréquences ni des longueurs des périodes de tarissement depuis 1986, année où les travaux d'excavation du tunnel ont atteint le bassin de la source. Cela confirme ce qui vient d'être dit.

## CONCLUSIONS

Les études menées sur le bassin de l'Allondon mettent en évidence l'existence d'un aquifère karstique complexe et d'un aquifère de type alluvial.

L'aquifère karstique est caractérisé par la juxtaposition d'un karst rapide qui alimente les crues de la source de l'Allondon et dont les réserves sont très faibles et d'un karst lent correspondant à la partie colmatée par le lessivage des dépôts glaciaires dont les réserves sont importantes. Le karst lent se développe très en dessous du niveau de base et alimente la source de l'Allondon, la rivière de l'Allondon et les formations quaternaires du bassin de plaine.

La réalisation du tunnel du LEP n'a modifié en rien le fonctionnement de cet aquifère. Les faibles débits qui arrivent en galerie sont prélevés sur les réserves profondes. Ils représentent moins de 3% du débit total du bassin karstique. Les périodes de tarissement de la source ne sont ni plus longues ni plus fréquentes depuis 1986, date des travaux d'excavation ayant atteint le bassin de l'Allondon.

Par ailleurs, les variations interannuelles des débits moyens sont tout à fait analogues à ce qu'il est possible d'observer ailleurs dans le Jura, tant en France qu'en Suisse, comme cela sera montré dans une prochaine publication.

## RÉSUMÉ

Plusieurs années de mesures des débits et des précipitations ainsi que les études et les observations faites avant et pendant le percement du tunnel du LEP permettent aujourd'hui de préciser les conditions de fonctionnement de l'aquifère complexe de l'Allondon. Le bassin de l'Allondon est divisé en deux parties: le bassin d'alimentation de la source qui est un bassin karstique et le bassin versant de plaine qui se développe sur des formations fluvio-glaciaires constituées de galets, graviers, sables et argiles.

Le fonctionnement de l'aquifère karstique montre un système complexe où co-existent un karst rapide et un karst lent. La source de l'Allondon constitue le trop plein de ce système dont une partie des eaux rejoint directement les formations fluvio-glaciaires.

Il existe une bonne corrélation entre les pluies et les débits pour les hautes eaux d'hiver mais pas pour les crues d'été ni pour les basses eaux. Les travaux de creusement du tunnel du LEP n'ont en rien modifié le fonctionnement de cet aquifère complexe. Les prélèvements par le tunnel représentent moins de 3% du volume écoulé chaque année par le système karstique et sont empruntés aux réserves profondes.

**Mots-clés:** Pays de Gex, Jura, Hydrogéologie karstique, remplissage karstique.

## BIBLIOGRAPHIE

- DROGUE, C. 1971. Coefficient d'infiltration ou infiltration efficace sur les roches calcaires. *Ann. Sci. de l'Université de Besançon, Géologie*, 3<sup>e</sup> série, 15: 121-132.
- DUCLOZ, CH. 1980. Observations aux sources de l'Allondon (Ain). *Compte rendu de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, 15, 2: 167-178.
- FOURNEAUX, J.C. 1988. Les conditions géologiques et hydrogéologiques de percement du tunnel du LEP sous le Jura. Numéro spécial de la revue *Travaux*. Juin 1988: 42-45.
- FOURNEAUX, J.C., B. LANDRU & L. SOMMERIA. 1990. La karstification profonde dans le Jura à partir des observations faites lors du percement du tunnel du LEP. *Karstologia* 16, 2/90: 1-8.
- FOURNEAUX, J.C. 1994. Analyse des conditions de développement de la karstification profonde. *Karstologia* 23, 1/1994: 19-22.
- HUGOT, G. 1983. Hydrogéologie et paléomorphologie du Pays de Gex (Ain). *Thèse 3<sup>e</sup> cycle*, Uni. J. Fourier Genoble. 244 pp., 76 figs.
- KESSELER, H. 1965. Water balance investigation in the karstic region of Hungary. *Act. Col. Dubrovnik. AIHS - UNESCO* 73: 91-105.
- LAPORTE, H. 1987. Problèmes rencontrés dans le projet LEP pour le percement dans le calcaire jurassien. *Bull. de la Soc. Suisse de Mécanique des Sols et des Roches* 115: 53-56.
- MANGIN, A. 1975. Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. *Annales de Spéléologie* 30-1: 21-24.
- MARTINEZ, J.F. 1986. Etude du fonctionnement d'aquifères complexes - Pays de Gex (Ain). *Thèse 3<sup>e</sup> Cycle* Uni. J. Fourier Grenoble. 187 pp., 65 figs.
- MEIA J. & M. POCHON. 1980. Nouvelles observations sur la présence de paléokarst dans la région de Neuchâtel (Jura suisse). *Bulletin de la Société Neuchâteloise de Sciences Naturelles* 103: 115-128.

