

Projet de viaducs A16 à proximité de l'estavelle du Creugenat et de la rivière souterraine l'Ajoulotte : caractérisation hydrogéologique et impacts

Autor(en): **Kohler, V. / Flury, F. / Grobet, D.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin für angewandte Geologie**

Band (Jahr): **6 (2001)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-222972>

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.

Projet de viaducs A16 à proximité de l'estavelle du Creugenat et de la rivière souterraine l'Ajoulotte : Caractérisation hydrogéologique et impacts

avec 6 figures

V. KOHLER *, F. FLURY *, D. GROBET * & M. HESSENAUER *

Résumé

Le Creugenat (ce qui signifie Creux-aux-Sorcières en patois jurassien, Gigon 1986) a toujours passionné les esprits: cette estavelle, qui forme un vaste entonnoir de 20 m de diamètre et profond de 14 m, fonctionne comme un «piézomètre naturel» sur la rivière souterraine l'Ajoulotte et constitue un géotope d'importance nationale.

Dans le contexte du projet de viaducs autoroutiers A16 à 300 m au NE de l'estavelle, les moyens de reconnaissance mis en œuvre (plongée spéléologique, géophysique, forages et sondages carottés), n'ont pas, à l'automne 2001, permis de reconnaître le tracé de la rivière souterraine sous les futurs ouvrages A16.

Afin de détecter tout vide dans le massif rocheux sous les fondations des futurs ouvrages, nous recommandons, une fois le projet d'exécution établi précisément, des forages sous chaque pile avec auscultation par géophysique des alentours des forages.

Une gestion particulièrement prudente des liquides polluants sur le chantier ainsi qu'une série de mesures visant à éviter tout largage de matériaux fins (limons, argile) dans le réseau de drainage karstique seront établies avec les différents acteurs du projet (maître d'ouvrage, ingénieur projeteur, direction des travaux, entreprise, services concernés, hydrogéologue mandaté).

Zusammenfassung

Der Karstschlot von Creugenat (20 m Durchmesser und 14 m Tiefe, im lokalen jurassischen Dialekt «Hexenloch» genannt) hat schon immer die Phantasie beflügelt. Wir schlagen diesen natürlichen Piezometer über dem unterirdischen Fluss Ajoulotte als Geotop von nationaler Bedeutung vor.

Im Rahmen der Autobahn A16 ist der Bau von zwei Autobahnviadukten 300 m NE dieses Karstschlotes vorgesehen. Verschiedene Voruntersuchungen wurden unternommen (Höhlentauchen, Geophysik und Kernbohrungen), dabei ist es allerdings nicht gelungen, den genauen Verlauf des unterirdischen Flusses unter den zwei geplanten Brücken zu bestimmen.

Um auszuschliessen, dass die Fundamente der künftigen Bauwerke über Hohlräumen im Festgestein ausgelegt werden, empfehlen wir das Abteufen von Sondierbohrungen unter jedem festgelegten Standort eines Brückenpfeilers. Bohrlochgeophysikalische Untersuchungen («cross hole») erlauben es, die Qualität des umgebenden Gesteins zu bestimmen.

Ein spezielles Augenmerk ist ebenfalls auf die Handhabung von wassergefährdenden Flüssigkeiten (Kohlenwasserstoffe, Abwasser etc.) während der Bauarbeiten zu werfen. Zusätzlich gilt es, jeglichen Eintrag von feinem Material (Ton, Silt) in das leicht verletzliche Karstsystem zu verhindern.

* MFR Géologie-Géotechnique SA, Rue de Chaux 9, 2800 Delémont

Abstract

The «Creugenat», a 14 m deep and 20 m wide funnel like hole (known locally in the NW Switzerland's local Jura-French dialect as the «Hole of Witches») has always been an enigma to its neighbours. This funnel, which functions like a natural piezometer, is perched on the «Ajoulote» underground river in the Jura Tableland in NW Switzerland and is considered as being a geological phenomena of national importance.

Up until autumn 2001, karstic aquifer explorations, which included cave diving, EM-VLF geophysical surveys and core drilling, were unable to determine the exact location of the underground river network. The network is situated more-or-less directly underneath two planned A16 motorway bridges that lie along the motorway some 300 metres to the North-East of the «Creugenat».

In order to detect any gaps in the massive rock formations under the foundations of those future structures we recommend that boreholes should be drilled under each foundation and that bedrock investigations are made using geophysical cross-hole methods just as soon as the planned bridges' foundations have been accurately located.

Prior to any construction work we propose that all «stakeholders» in the motorway construction project (owners, water departments, project engineers, contractors and groundwater consultants) establish a liquids and fine materials management and handling policy which should firstly avoid spillage of particularly hazardous liquids used during construction works such as hydrocarbons, waste water, concrete-derived residues, etc. and secondly avoid migration of silts and clays towards the karstic underground river network drainage system as a result of these materials being inadvertently dumped.

1. Introduction

Le projet de viaducs du Creugenat s'insère dans le cadre de la construction de l'autoroute A16 (Transjurane), qui reliera à travers le canton du Jura et le Jura bernois, de Boncourt à Bienne, les réseaux autoroutiers français et suisse.

Cet ouvrage d'art supprimer, d'une hauteur de 50 m maximum et d'une longueur de 570 m, est constitué de deux viaducs, un par sens de circulation. Il fait la liaison entre le tracé à ciel ouvert, reliant le tunnel de Bure, au Nord, et le tunnel du Bois de Montaigne, à l'Est (Fig. 1).

Ces viaducs sont situés à environ 400 m en aval de l'estavelle du Creugenat. Cette curiosité géologique (Fig. 2) fait fonction de trou émissif karstique de la rivière souterraine l'Ajoulote, qui se déverse en cas de fortes crues dans le lit temporaire aérien du Creugenat qui sera enjambé par les futurs viaducs. De nombreux travaux traitant de l'estavelle du Creugenat et des réseaux karstiques jurassiens (Lièvre 1940, Schweizer 1970, Brandt, Isler & Pahud 1981, Gigon 1986, Monbaron 1991, Grétilat 1992, Monbaron & Bouvier 1996 et 1999, Kohler 2000) ont permis d'en expliquer le fonctionnement et de caractériser les problèmes potentiels liés à la construction et à la mise en service des futurs viaducs du Creugenat.

2. Cadre géologique

La plaine du Creugenat se situe dans le Jura tabulaire d'Ajoie au NW de la Suisse. Elle relie le plateau de Bure, au Nord, à l'anticlinal du Banné, au Sud. Elle est orientée WSW-ENE et s'élargit vers l'E en direction de Porrentruy. Cette plaine est parcourue par le déversoir occasionnel de la rivière souterraine l'Ajoulote dont le lit aérien apparaît très clairement dans la morphologie du terrain. Ce cours d'eau temporaire – nommé également Creugenat – est à l'origine des dépôts alluvionnaires tapissant le fond de la vallée et souvent mélangés à des colluvions descen-

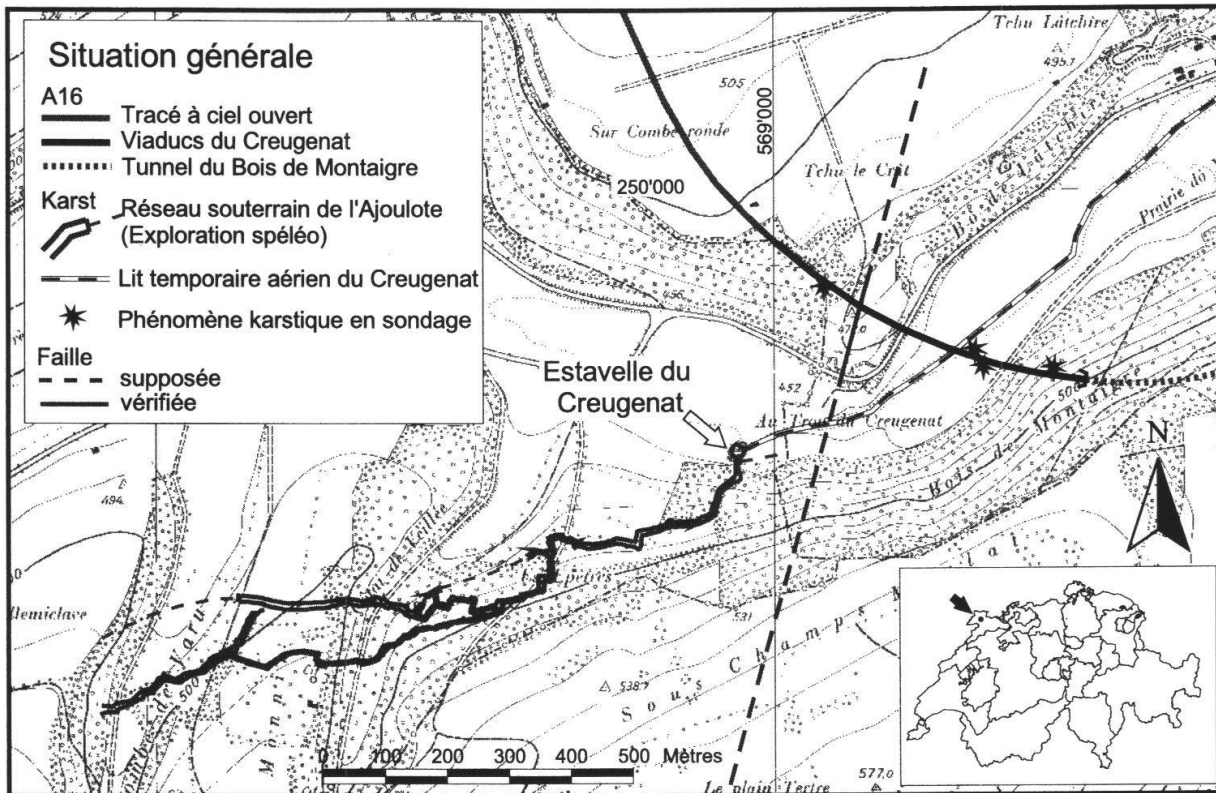


Fig. 1: Situation générale.



Fig. 2: Estavelle du Creugenat: à gauche, en période de basses eaux; à droite, en début de crue.

dues des versants latéraux par ruissellement. Ces graviers alluvionnaires sont recouverts d'une couche limoneuse d'origine éolienne (Löss), et d'épaisseur très variable (1.50 à 5.70 m sur les axes des deux viaducs).

La stratigraphie (Fig. 3) du tronçon considéré est caractérisée par la succession d'importantes séries calcaires du Kimméridgien, entrecoupées de niveaux marneux et plus ou moins karstifiées. Les couches géologiques plongent d'environ 5° vers le N-NNW dans la plaine et en rive gauche, et de 25–65° au NNW en rive droite (Fig. 4).

La zone d'étude est recoupée transversalement par un accident tectonique orienté NNE-SSW avec un rejet estimé à 10 m. Ce type de faille subméridienne, dite «rhénane», se retrouve sur l'ensemble du Jura tabulaire et forme une structure particulière en «touches de piano» (horst et graben).

Ce type de discontinuités se présente sous la forme de zones fortement fracturées (roches broyées). Ces zones de faiblesse du massif rocheux ont permis localement le développement de la karstification.

La fracturation du substratum rocheux, mesurée sur des affleurements environnants, est dominée par deux familles de discontinuités tectoniques (Fig. 5) :

- la principale famille de fractures est subverticale et a une orientation NNE-SSW (F1) à NE-SW (F2). Elle est en relation avec le système de failles «rhénanes»;
- la deuxième famille de fractures est également subverticale et d'orientation ESE-WNW (F3) à E-W (F4).

Hydro	Ep.(m)	Lithologie	Terminologie française	Membre	Formation	Etage	Epoque
Aquiclude local	9		Calcaires à Ptérocères supérieurs	Banné	Reuchenette	Kimméridgien	MALM (Jurassique supérieur)
			Marnes à Ptérocères				
Aquifère	14		Calcaires à Ptérocères inférieurs	Porrentruy	Courgenay	Oxfordien supérieur	
	4						
	32						
	15						
	40		Calcaires à Térébratules	La May			

Fig. 3: Colonne lithostratigraphique de la zone d'étude.

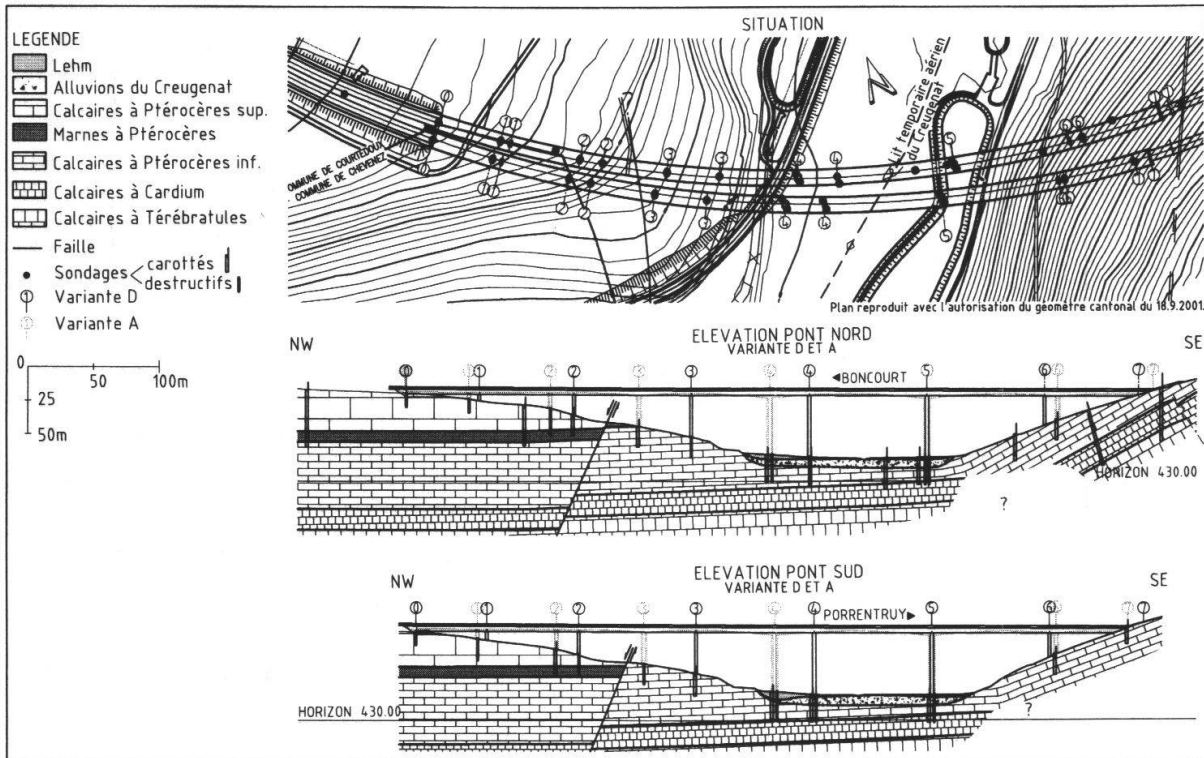


Fig. 4: Situation et profils en long géologiques (ponts mixtes, variantes A et D au niveau du projet général).

Une troisième famille de discontinuités est formée par les joints stratigraphiques subhorizontaux (S_0), à léger plongement vers le NNW.

3. Développement karstique

Le site des viaducs du Creugenat est caractérisé par des phénomènes karstiques importants. En effet, les zones fracturées favorisent le drainage des eaux souterraines et permettent ainsi le développement de la karstification (vides ou cavités, colmatés ou non par des matériaux fins ou grossiers).

L'estavelle du Creugenat, trou émissif karstique de la rivière souterraine l'Ajoulotte, dont le principal exutoire est représenté par la source de la Beuchire à Porrentruy, est située à moins de 300 m à vol d'oiseau en amont des futurs viaducs. En cas de fortes pluies, la rivière souterraine se met en charge, déborde en surface par l'estavelle du Creugenat et écoule ses eaux dans le déversoir occasionnel (débit de plusieurs m^3/s , voire exceptionnellement 20–30 m^3/s lors de la crue du 25 mai 1983) (Gretillat 1992). L'estavelle du Creugenat constitue donc le trop-plein naturel de cette rivière souterraine.

D'après L. Lièvre (1940), le cours souterrain exploré de l'Ajoulotte forme en amont de l'estavelle un bassin souterrain de retenue (environ 700 m^3), provoqué par un important cône d'éboulis à la base de l'estavelle du Creugenat. Lors de crues, la montée des eaux dans l'estavelle du Creugenat devient de ce fait très rapide et la mise en charge du chenal souterrain s'effectue de plus en plus loin en amont. La partie aval – non explorée actuellement – est également mise sous pression avec les émissions de plusieurs exutoires. Lorsque le niveau d'eau s'élève à

plus de 13.7 m dans le trou du Creugenat, un débordement se produit (Monbaron & Bouvier 1999). Cette hauteur d'eau correspond alors à un débit de 1'450 l/s à la Beuchire (Fig. 6) (MFR 1995).

En période de hautes eaux et en milieu karstique en général, le débit maximal d'une source pérenne est lié à la quantité d'eau maximale que peuvent faire transiter les conduits souterrains en relation avec cet exutoire. Pour la Beuchire, le débit maximal semble le plus souvent être de l'ordre de 2'800 l/s. Cependant, en cas de crues exceptionnelles ou lors d'années particulièrement pluvieuses, d'autres conduits souterrains peuvent être sollicités et mis en charge, engendrant ainsi, à la Beuchire, des débits de crue encore supérieurs à 3'000 l/s.

Les discontinuités observées dans l'estavelle du Creugenat appartiennent aux familles F1 et F4. L'intersection de ces plans a favorisé le développement de l'estavelle du Creugenat. En outre, les cheminées observées dans les conduits souterrains lors de reconnaissances spéléologiques (Groupe spéléo Porrentruy, cité par «Le Quotidien Jurassien» du 2.09.2000), sont situées à l'intersection de deux discontinuités subverticales. Le réseau souterrain de l'Ajoulotte s'est développé selon les plans de discontinuité du massif rocheux: les galeries souterraines ont effectivement des orientations E-W, N-S et NE-SW.

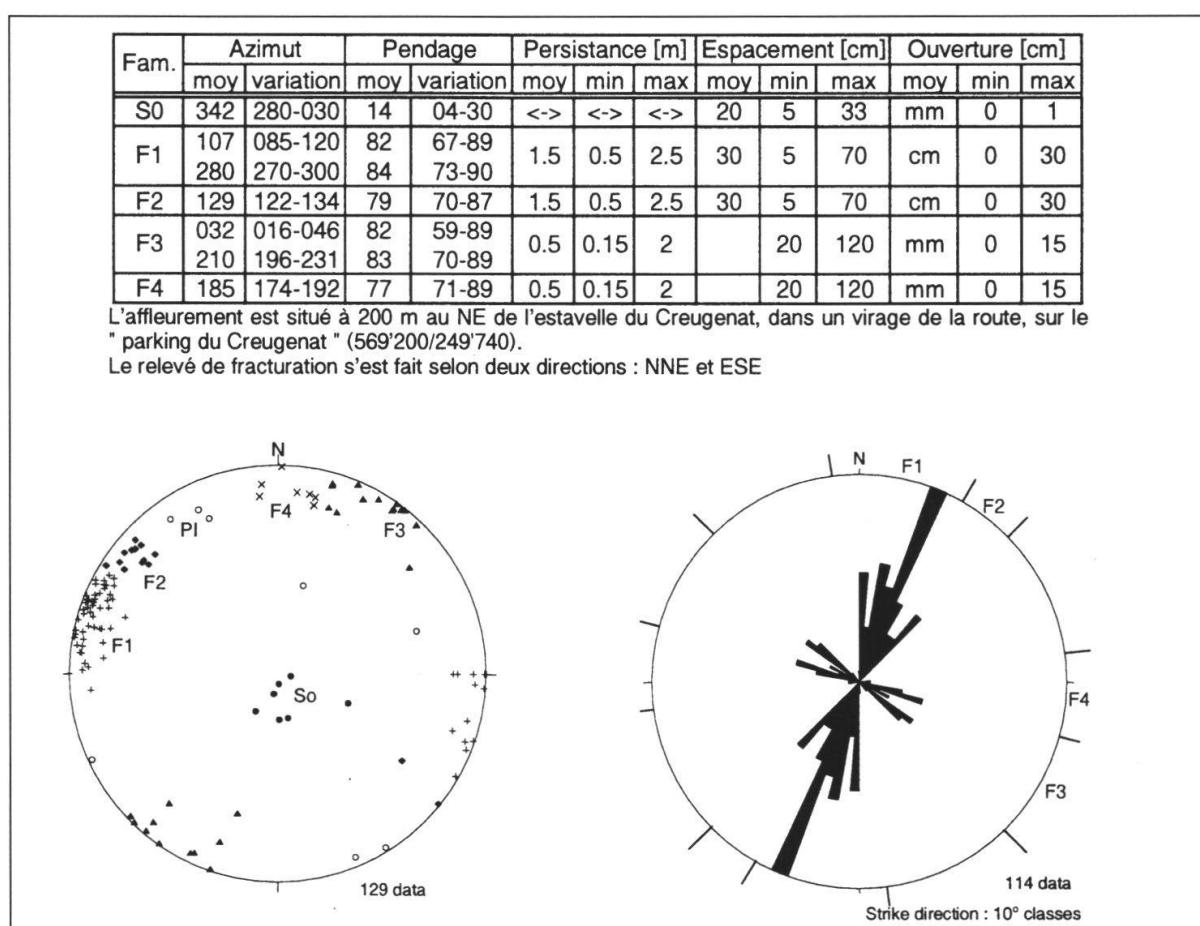


Fig. 5: En haut, tableau des caractéristiques structurales des discontinuités sur affleurement. En bas à gauche, projection stéréographique de Schmidt-Lambert, hémisphère inférieur. So: stratification, F1 à F4 : familles de fractures, PI: plan isolé.
En bas à droite, répartition statistique des discontinuités subverticales sous la forme d'un diagramme en rose.

De nombreuses investigations ont été entreprises afin de découvrir le parcours souterrain de l'Ajoulotte: dès 1934, des spéléologues en scaphandre ont commencé à s'aventurer dans l'estavelle du Creugenat et à explorer les différents conduits et salles accessibles (Gigon 1986). L'exploration spéléologique continue encore de nos jours grâce aux efforts des spéléologues locaux (G. Domont, plongeur et Groupe spéléo Porrentruy). Jusqu'ici, elle a permis de reconnaître le parcours souterrain, ainsi que les caractéristiques de l'Ajoulotte *en amont* de l'estavelle. En revanche, en aval où se situe le projet de viaducs A16, l'exploration spéléologique de la rivière souterraine s'est révélée impossible jusqu'à présent.

Le problème majeur de la construction des futurs viaducs A16 du Creugenat, et en particulier des piles, est l'interaction possible avec le réseau karstique de l'Ajoulotte.

Des campagnes géophysiques ont été menées afin de mieux caractériser le sous-sol et de déceler la présence de phénomènes karstiques (y compris la rivière souterraine). Les méthodes utilisées sont le VLF-R et le VLF-EM (Kohler 2000). D'après ces données géophysiques, le tracé de la rivière souterraine ou du moins une de ses ramifications doit se trouver à l'aplomb du lit temporaire aérien du Creugenat, au droit des futurs viaducs A16.

Lors des campagnes de sondages carottés et destructifs (20 sondages pour le viaduc N et 14 pour le viaduc S, MFR 2001), quelques phénomènes karstiques ont été observés. Dans la plaine du Creugenat, en rive droite, un conduit karstique d'une épaisseur de 95 cm, rempli de gravier roulé a été intercepté à 13.60 m de profondeur, soit 5.90 m sous le toit des Calcaires à Ptérocères inférieurs. Toujours en rive droite, quelques vides de 5 à 20 cm, parfois remplis de graviers ont été observés, ainsi qu'un écoulement d'eau audible.

Bien que les autres sondages situés dans la plaine du Creugenat n'aient pas révélé de vides, la présence de karst au droit des piles des futurs viaducs n'est pas à exclure

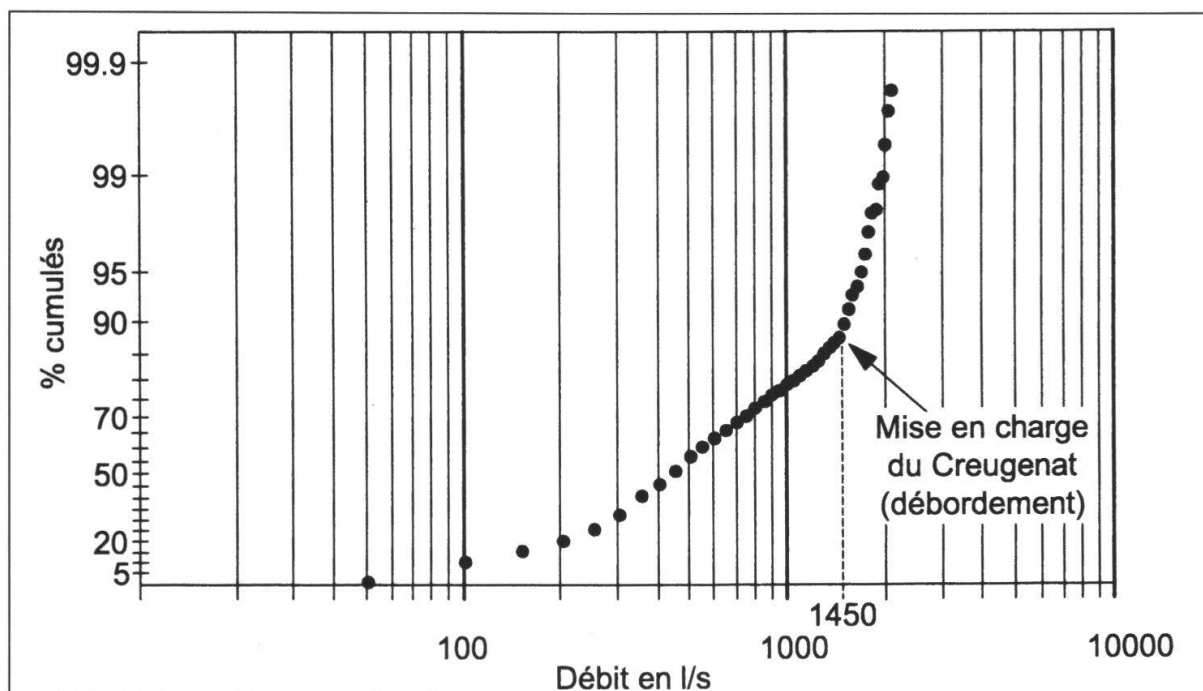


Fig. 6: Courbe des débits classés à la Beuchire (1990-1993) (MFR 1998).

étant donné la distance entre chaque forage (7 à 7.45 m) effectué pour une même pile.

Les versants de la plaine sont aussi soumis aux phénomènes karstiques. En versant N, une zone de fracture importante avec un remplissage argileux karstique d'environ 5 m a été observée, tandis qu'en versant S (Bois de Montaigne) un vide karstique de 60 cm, avec du sable à la base, a été rencontré.

Contrairement aux attentes, les mesures géophysiques ainsi que les 34 forages destructifs et sondages carottés (682.35 m au total) n'ont pas permis de localiser le conduit principal de la rivière souterraine l'Ajoulotte, à l'aval de l'estavelle du Creugenat, au droit du projet de viaducs A16

4. Impact des futurs viaducs A16 du Creugenat sur les eaux souterraines et la rivière Allaine

4.1 Estavelle du Creugenat

La construction des viaducs du Creugenat ne présente aucune menace pour l'estavelle du Creugenat, car celle-ci se trouve suffisamment éloignée à l'amont du tracé prévu (300 m environ).

4.2 Réseau souterrain à l'aval de l'estavelle, eaux souterraines et rivière Allaine

En fonction de l'emplacement qui sera retenu pour les fondations des piles des viaducs A16, le réseau souterrain de l'Ajoulotte pourrait être touché. L'obstruction de conduits dans le réseau souterrain de l'Ajoulotte peut modifier sensiblement le régime actuel des crues du Creugenat (augmentation de la fréquence et de la durée des crues, modification des débits de crue, apparition de nouvelles émergences, de nouvelles pertes, modification de débit à la source de la Beuchire, ...).

Précisons que la phase de chantier présente également des risques de modifications des conduits souterrains (effondrements, décolmatages, colmatages, fissures) par les vibrations causées lors des travaux de construction, sans même que les fondations n'atteignent le réseau de l'Ajoulotte. Il y a également un risque de colmatage des conduits souterrains par du coulis de ciment (cas de l'exécution de pieux).

Vis à vis de la protection des eaux souterraines, l'exécution de fondations profondes (pieux) risque de supprimer tout effet filtrant des alluvions sur les calcaires karstifiés. L'effet filtrant est admis comme nul sur les versants, car ils ne présentent pas suffisamment de couverture.

A l'aval, l'exutoire principal de la rivière souterraine de l'Ajoulotte, la source de la Beuchire, n'est pas exploitée pour l'alimentation en eau potable. Il n'existe donc aucune zone de protection attribuée à cette source. Toutefois, il a été admis, en référence à l'étude d'impact du projet général de l'A16, que l'ensemble du tracé des sections 1, 2, et 3 sera considéré comme une zone de protection SIII (MFR 1998); ceci pour des questions de forte vulnérabilité des aquifères karstiques d'Ajoie. Il a été également tenu compte de l'importance de cette source karstique qui se déverse directement dans la rivière Allaine, dont elle peut doubler, voir tripler le débit en étiage. C'est dire l'impact que peut avoir cette source sur l'Allaine à Porrentruy et en aval, aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif.

La décision de classer le tracé A16 en Ajoie en zone SIII était également motivée par la volonté du maître d'ouvrage de définir un concept unique de protection des eaux souterraines et superficielles ainsi qu'un concept unique de gestion des eaux de chaussées (Christe et al. 1995, Hessenauer et al. 1997).

Le risque de pollution aux exutoires est majeur en phase de chantier et concerne surtout l'augmentation de la turbidité et la contamination par les liquides polluants (hydrocarbures, adjuvants et coulis de ciment, eaux usées).

4.3 Eaux de surface à l'aval de l'estavelle, déversoir occasionnel du Creugenat

Si des piles devaient être construites dans le lit du déversoir occasionnel, l'écoulement de surface lors de crues pourrait être dévié par les piles et devrait alors suivre un tracé différent de l'actuel, du moins sur une portion de son cours. L'évolution morphogénique de ce cours d'eau temporaire pourrait être sensiblement modifiée: inondation de nouvelles surfaces, érosion et charriage de matériaux.

5. Mesures constructives recommandées

Afin de préserver la fonctionnalité et l'intégrité de ce site, aussi bien en surface qu'en souterrain, il est impératif d'éviter le lit temporaire aérien ainsi que le tracé souterrain de l'Ajoulotte pour l'emplacement des piles.

En conséquence, et selon le projet qui sera finalement retenu, des forages exploratoires sont recommandés au droit de chaque pile.

Une reconnaissance entre forages par tomographie sismique ou radar sera proposée pour détecter d'éventuels vides au droit des fondations profondes.

La viscosité, la chimie et la mise en œuvre des bétons et coulis de ciment seront soigneusement examinées avec un hydrogéologue et l'Office des Eaux et de la Protection de la Nature. Pour éviter les risques de colmatage des conduits souterrains par le coulis de ciment des pieux, la mise en place d'une «chaussette» permettrait d'éviter la migration de ce coulis vers le réseau de drainage souterrain.

D'entente avec les différents «acteurs» du projet (Maître d'ouvrage, direction des travaux, entreprise, services concernés, hydrogéologue mandaté), nous recommandons de mettre en place toutes les mesures nécessaires

- afin d'éviter l'infiltration d'eaux polluées durant les phases de chantier et d'exploitation de l'A16, car cela se répercuterait directement sur les eaux de la source de la Beuchire et sur l'Allaine;
- afin d'éviter toute remobilisation et largage de particules fines dans le réseau de drainage du massif rocheux (rivière souterraine).

Remerciements

Les auteurs remercient vivement le Maître d'ouvrage, le Département de l'Environnement et de l'Équipement du Canton du Jura, représenté par le Service des Ponts et Chaussées, M. J.-Ph. Chollet, Ingénieur cantonal, ainsi que ses collaborateurs.

La collaboration a été exemplaire avec les spéléologues du Groupe Spéléo Porrentruy (GSP) ainsi qu'avec M. Gérard Domont, plongeur spéléo: nous leur adressons nos remerciements les plus chaleureux!

Bibliographie

- BRANDT, C., ISLER, O. & PAHUD, A. 1981 : La grotte du Creugenat. *Stalactite*, 31/1.
- CHRISTE, R., FLURY, F., HESSENAUER, M., JEANNIN, P.-Y. & TURBERG, P. 1995: Groundwater impact assessment for the N16-motorway project in northwestern Switzerland. *Groundwater Quality: Remediation and Protection (Proceedings of the Prague Conference, May 1995)*, IAHS Publ. no. 225.
- GIGON, R. 1986: Inventaire spéléologique de la Suisse. II: Canton du Jura. Commission de Spéléologie de la Société helvétique des Sciences naturelles, Porrentruy.
- GRETILLAT, P.-A. 1992: Aquifères karstiques et poreux de l'Ajoie (Jura, Suisse), Eléments pour la carte hydrogéologique au 1:25'000. Volumes 1 et 2. Thèse, Université de Neuchâtel.
- HESSENAUER, M., FLURY, F., BUGNON, C., CHRISTE, R. & RIEBEN, C. 1997: Spéléologie jurassienne. Impact sur les eaux souterraines et problèmes techniques liés au karst lors de la construction de la Transjurane (autoroute A16). Girafe, Cahiers du MHN n°5. La Chaux-de-Fonds, 17.08.1997.
- KOHLER, V. 2000: Etude géologique, hydrogéologique et géotechnique des viaducs A16 du Creugenat (Jura, CH) . Travail de diplôme postgrade EPFL-GEOLEP, 1015 Ecublens et MFR Géologie-Géotechnique SA, 2800 Delémont.
- LE QUOTIDIEN JURASSIEN 2000: «Creugenat: les premières photos du gouffre, et des questions aussi». Delémont, édition du 2 septembre 2000.
- LIEVRE, L. 1940: Le karst jurassien. Hydrogéologie de la Haute-Ajoie et découverte d'une rivière souterraine du Jura bernois. Le Jura S.A., Porrentruy.
- MFR GÉOLOGIE-GÉOTECHNIQUE SA 1995: N16 sec. 3. EIE - Impact sur les eaux souterraines. Rapport d'impact. Projet définitif. Service des Ponts et Chaussées, Delémont, 31.03.1995.
- MFR GÉOLOGIE-GÉOTECHNIQUE SA 1998: A16 sec. 2. Km. 0.200 – 13.603. Etude d'impact sur les eaux souterraines. Projet définitif. Service des Ponts et Chaussées, Delémont, 31.08.98.
- MFR GÉOLOGIE-GÉOTECHNIQUE SA 2001: N16 sec.2. Projet définitif. Viaduc du Creugenat. Etude géologique et géotechnique. Service des Ponts et Chaussées, Delémont, 18.05.2001.
- MONBARON, M. 1991: Importance morphologique et hydrogéologique du site du Creugenat et de l'Ajoulotte, EIE N16, projet général. Institut de géographie de l'université de Fribourg.
- MONBARON, M. & BOUVIER, J.-C. 1996: L'estavelle du Creugenat et le fonctionnement du système karstique de la Haute-Ajoie (JU), Etat des lieux. Actes du colloque SSGm-AFK, Rapports de Recherche, Institut de géographie, Fribourg.
- MONBARON, M. & BOUVIER, J.-C. 1999: L'estavelle du Creugenat (Canton du Jura, Suisse) : chroniques des crues et dispositif moderne d'observation. Colloque européen «karst 99». Etude de géographie physique. Suppl. n° XXVIII. CAGE P. Université de Provence.
- SCHWEIZER, H.U. 1970: Beiträge zur Hydrologie der Ajoie (Berner Jura). *Beitr. z. Geol. Schweiz*, 17, Kümmerly & Frei, Bern.