

**Zeitschrift:** Actes de la Société jurassienne d'émulation  
**Herausgeber:** Société jurassienne d'émulation  
**Band:** 117 (2014)

**Artikel:** Fouille de dolines : présentation d'une méthodologie et de son application sur le terrain  
**Autor:** Leuenberger, Hugues / Rauber, Gaëtan  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-555157>

### **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:** 17.04.2026

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

# Fouille de dolines: présentation d'une méthodologie et de son application sur le terrain

Hugues Leuenberger et Gaëtan Rauber

**Toute fouille archéologique et paléontologique représente un défi en termes de temps, d'argent et de personnel; des choix stratégiques doivent donc être pris dès le début, influençant toute la suite des opérations. Cet article n'a pas vocation de livrer une méthodologie prête à l'emploi, mais simplement une expérience de terrain permettant d'établir une base de réflexion sur les difficultés à fouiller une dépression karstique.**

## Introduction

Le patrimoine naturel ou anthropique menacé par les travaux autoroutiers doit être documenté<sup>1</sup>. Cette sauvegarde se déroule principalement d'un point de vue archéologique. Dans le cadre de l'autoroute A16, dite Transjurane, l'Archéologie A16 a été active dès 1985 dans la documentation des couches anthropiques, avec déjà un souci pour la géologie. La Paléontologie A16 a été créée, elle, en 2000. Elle a comme objectif la sauvegarde du patrimoine géologique, et plus particulièrement paléontologique, menacé par la construction de l'A16. Ces deux entités, financées à 95% par la Confédération et à 5% par la République et Canton du Jura, sont regroupées au sein de la Section d'archéologie et paléontologie (SAP), composante de l'Office de la culture (OCC).

Les dolines sont des dépressions en forme de cônes renversés plus ou moins profondes formées par dissolution et /ou effondrement des roches calcaires (1). Ces cuvettes sont des pièges potentiels pour les sédiments et autre objets anthropiques ou non qui se trouvent aux alentours. Elles représentent des sources de renseignements importants et c'est la raison pour laquelle, dès 1998, l'Archéologie A16 a commencé à les fouiller. La première

doline fut vidée à Courtedoux, au lieu-dit Le Sylleux (SY). Elle fut suivie de plusieurs autres entre la frontière française et ce même village. La Paléontologie A16 reprit le flambeau dès 2005 et se concentrera dès lors sur les dolines situées au sud du tunnel de Bure, toujours sur la commune de Courtedoux, avec les chantiers de Vâ Tche Tchâ (VTA), qui comptent plusieurs dolines, et de Béchat Bovais (BBO), au lieu-dit Lai Combe di Pouche (Fig. 1).

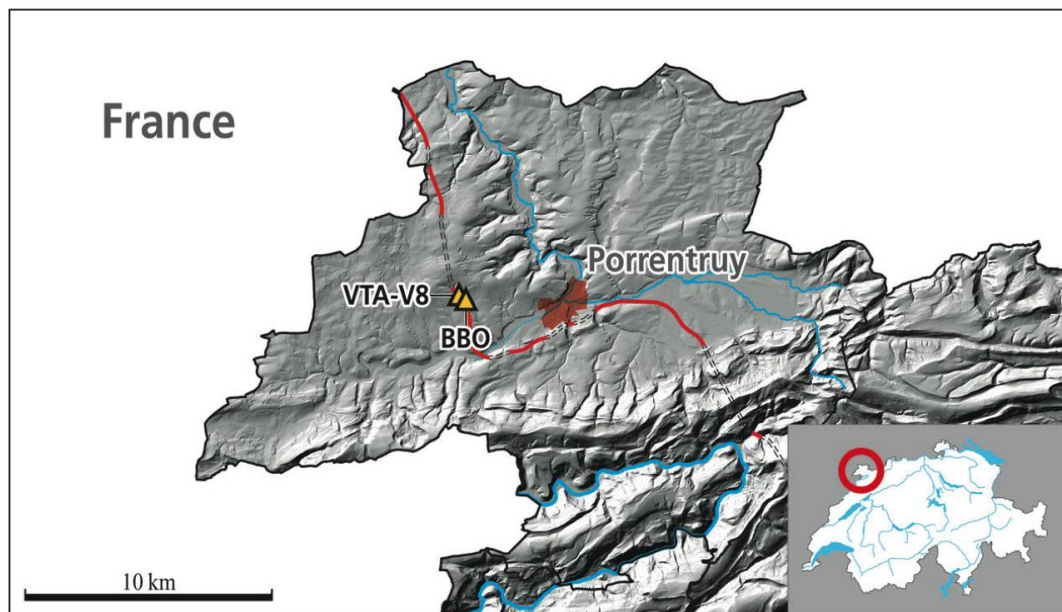


Fig. 1 : Localisation des dolines de Béchat Bovais (BBO) et de Vâ Tche Tchâ (VTA-V8). MNT/MNS Laser du Canton du Jura, édition 2001-2008.

Comment fouiller ces dolines ? Il n’y a pas de méthode toute faite pour répondre à cette question ; il existe toutefois plusieurs références pour ce sujet transdisciplinaire, les archéologues s’étant penchés depuis le XVII<sup>e</sup> siècle sur ce problème (2).

Il nous semblait dès lors intéressant de décrire la manière dont nous avons abordé ce problème, même si la méthodologie présentée ici n’est pas nécessairement la meilleure. Elle peut d’ailleurs être améliorée puisque son application, sur les deux dolines présentées ci-dessous, a apporté plusieurs points qui méritent d’être discutés, voire changés. Nous souhaitons juste apporter une base solide de réflexion établie sur notre expérience. Cet article ne se veut donc pas une présentation scientifique des résultats, mais une mise par écrit d’une expérience de fouille qui, nous l’espérons, offrira une base de réflexion pour les personnes confrontées, à l’avenir, à de semblables défis.

## Contexte géographique et géologique

La partie qui nous intéresse concerne le tronçon de l'autoroute qui traverse le plateau de Bure<sup>2</sup> (Fig. 2.) Ce plateau calcaire est bordé par la Haute Chaîne (anciennement Jura plissé) au sud et par le Fossé rhénan au nord. Il fait partie du « Jura tabulaire » rattaché au Plateau de Haute-Saône.

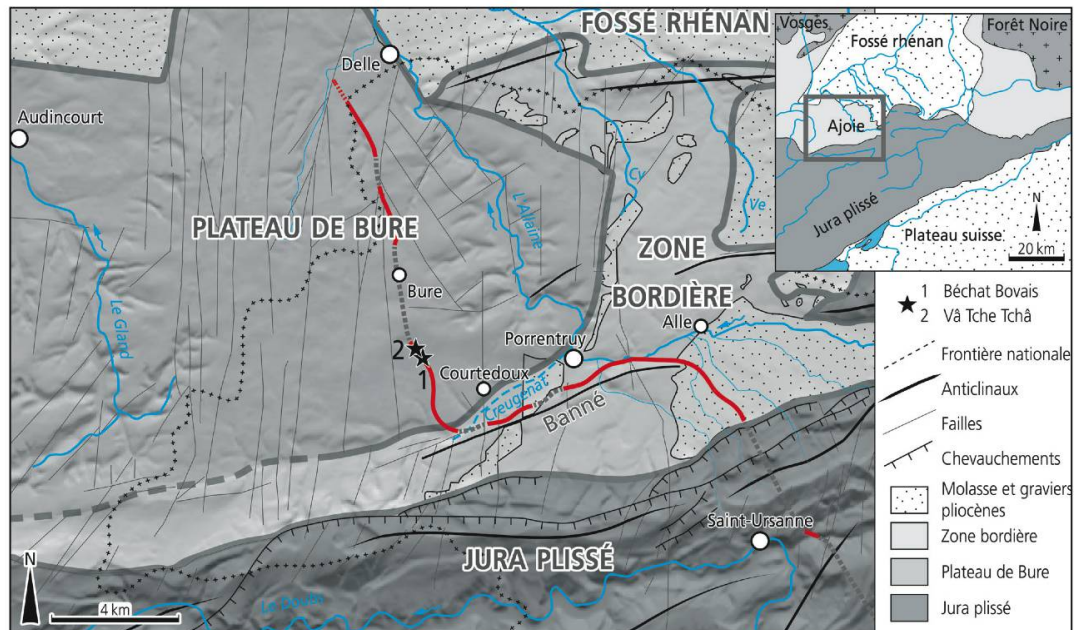


Fig. 2 : Carte structurale du plateau de Bure. Modifiée d'après (3).

Les nombreuses fissurations du plateau de Bure résultant de l'ouverture des fossés du Rhin et de la Bresse, ainsi que du plissement de la chaîne du Jura<sup>5</sup>, ont favorisé le développement de plusieurs éléments typiques du karst aussi bien souterrains, comme les grottes de Milandre, que de surface, comme les dolines ou « emposieux », et les vallées sèches du plateau de Bure. D'après les résultats des sondages archéologiques effectués sur le tracé de l'autoroute, quelques centaines de dolines de toutes tailles se trouvent sur ce plateau<sup>3</sup>.

Les deux exemples décrits ci-dessous présentent des dolines formées dans les couches du Kimméridgien en suivant certainement les réseaux de failles et de grottes de ces couches calcaires. Les remplissages rencontrés lors de leurs vidanges étaient presque exclusivement composés de dépôts périglaciaires du Pléistocène<sup>4</sup> (4, 5).

# Méthodologie

## Phase 1: repérage et dégagement de la doline

Etape 1 : repérer la doline par prospection (photographie aérienne, sondage, carottage, magnétométrie, résistivité ou tout autre moyen d'investigation). Il faut récupérer le maximum d'informations, comme l'estimation du diamètre à la surface, et en fonction des techniques utilisées, la forme de la doline ainsi que sa profondeur. Ne pas oublier non plus les informations non géologiques mais essentielles, comme les lignes électriques enterrées, les réseaux de drainage ou toute autre forme d'intervention anthropique. Plus abondante sera cette récolte d'informations, meilleure sera l'évaluation des difficultés et des mauvaises surprises.

Etape 2 : topographier la surface du sol (relief, végétation, etc.).

Etape 3 : dégager le pourtour de la doline, c'est-à-dire dégager le sol et éventuellement les premières couches de sédiments pour avoir une image précise de son encaissant et de son remplissage. Cette étape ne doit pas être sous-estimée et être documentée au mieux, car toutes les données omises ne pourront plus être retrouvées par la suite ; elle fait un lien entre ce que l'on voit en surface de la doline et son organisation souterraine, et permettra de se faire une première idée de sa géométrie.

Il ne faut pas oublier qu'une doline n'est pas un objet enfoui sous des couches de sédiments ; c'est une structure qui peut certes être profonde, mais qui commence généralement au niveau du sol.

## Phase 2: fouille du remplissage de la doline (Fig. 3)

Etape 1 : sur la base des informations récoltées en phase 1, on fixe un axe A-B qui passe par le centre présumé de la doline, définissant ainsi le secteur 1 (S1), le secteur 2 (S2) et un plan de coupe vertical (C3). Définir sur cet axe des sections d'un mètre qui formeront par la suite les « colonnes » métriques de la coupe.

Etape 2 : faire un nettoyage de toute la surface de la doline et relever le plan dans les deux secteurs. Ce sera le plan de décapage de S1 et S2 à la descente 0 (S1-S2/dec0).

Etape 3 : « descendre » le secteur 1 à la machine par couches de 1 à 5 cm selon la nature des sédiments et sous la surveillance d'un fouilleur, sur une profondeur d'environ 1,20 m (normes de sécurité CH). C'est ce qu'on appelle le « décapage machine ».

Etape 4 : nettoyer la nouvelle surface du secteur 1 et en relever le nouveau plan de décapage (S1/dec1).

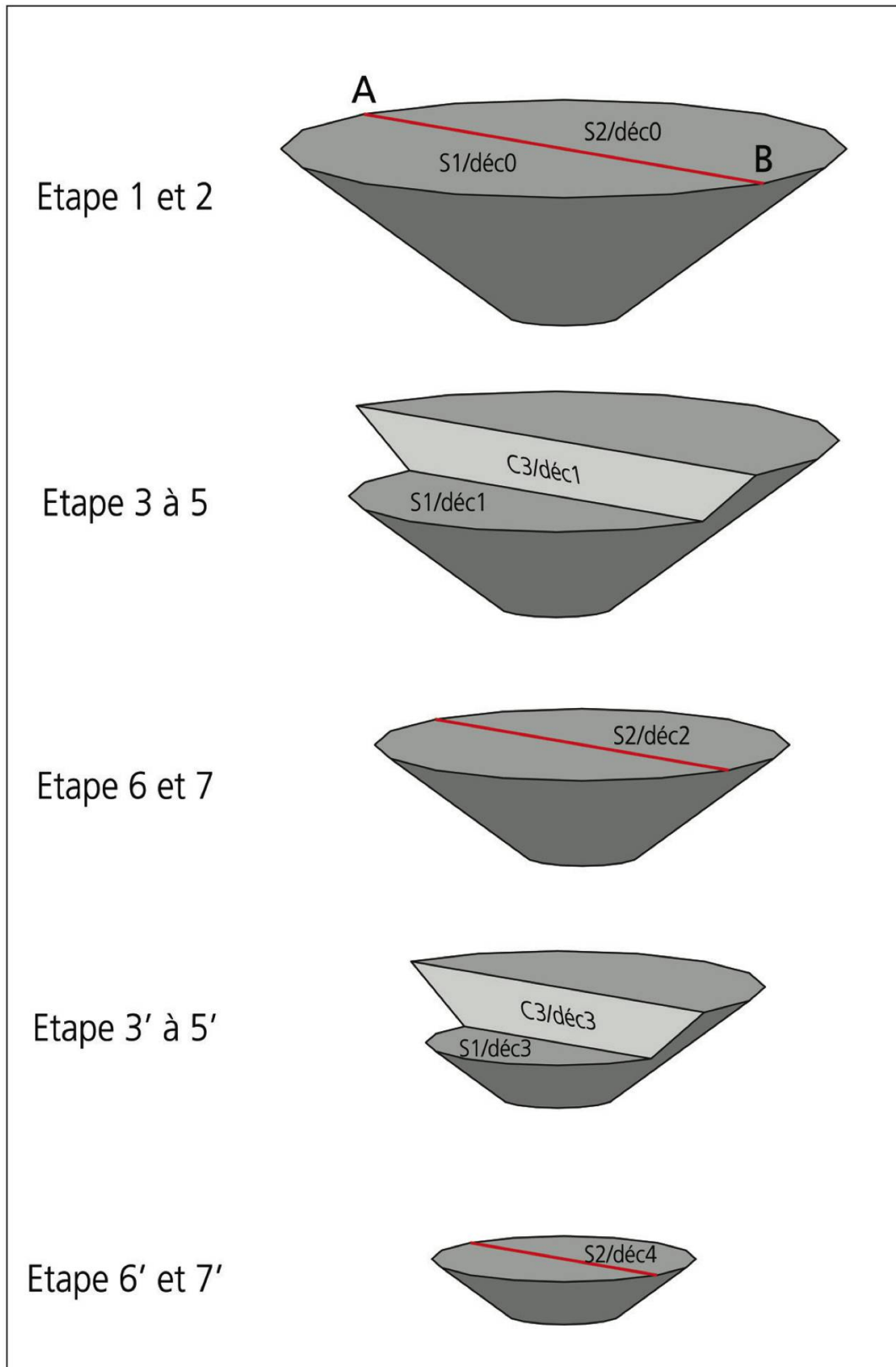


Fig. 3 : Schéma des différentes étapes de la phase 2.

Étape 5 : nettoyer et rectifier le plan de coupe sous l'axe A-B et relever la coupe (C3/dec1).

Étape 6 : « descendre » le secteur 2 à la machine comme pour l'étape 3, sur environ 1,20 m, et en relever le nouveau plan de décapage (S2/dec2).

Étape 7 : contrôler que l'axe de coupe n'est pas décalé par rapport à l'axe A-B et replacer si nécessaire des points de référence.

Recommencer à l'étape 3, en incrémentant le numéro de descente.

Remarque : des prélèvements peuvent être effectués lors de chaque étape.

## Système de référence pour localiser les prélèvements

Dans un remplissage de doline, il est quasiment impossible de reporter les prélèvements effectués sur la coupe centrale. Les couches y sont généralement agencées comme des cônes emboîtés les uns dans les autres, avec le plus ancien à l'extérieur et le plus jeune au centre. En faisant une simple projection de ces échantillons sur une coupe axiale, on mélange automatiquement les couches. D'où la nécessité absolue de leur localisation rationnelle et précise dans l'espace, une doline ne pouvant, au risque de nous répéter, être appréhendée que par sa description dans les trois dimensions.

Pour les deux dolines présentées ici et pour chaque prélèvement et observation, nous avons utilisé l'axe A-B de la coupe comme axe principal (X), auquel nous avons ajouté virtuellement un axe perpendiculaire (Y) et une altitude (Z) prise avec la lunette à niveau.

## Colonne systématique

Nous avons également établi une « colonne systématique » : un même volume de sédiment a été prélevé tous les 10 cm. Pour nous assurer de la constance de ce volume, une caisse en plastique de 10 l a servi de repère. Cette colonne a pour but un échantillonnage régulier et standardisé, contrairement aux autres prélèvements effectués de manière plus dispersée et soumis au jugement des divers intervenants selon le chantier.

## Terrain

### La doline de Béchat Bovais (BBO) (Fig. 4)

Cette doline se situe au sud de la dalle à traces de Béchat Bovais<sup>5</sup>, dalle qui constitue une partie de l'encaissant et qui fut détectée lors des prospections archéologiques de 1999<sup>6</sup>.

Entre fin juin et début juillet 2008, les premiers travaux eurent pour but de préciser clairement le pourtour de la doline à fouiller, d'atteindre les premières couches loëssiques et de localiser les câbles enterrés d'une ligne téléphonique<sup>7</sup>. Durant cette phase, un foyer de l'Époque romaine fut mis au jour. Ces interventions correspondant à la phase I sont malheureusement peu documentées et, de ce fait, le seul lien entre la surface et la future fouille paléontologique est assuré par la coupe levée par les archéologues lors de la documentation du sondage.

En 2009, une fouille plus conséquente vit la première mise en application, sur le terrain, de la méthode décrite<sup>8</sup>. Un premier axe plus ou moins est-ouest fut fixé, dans la direction de la rampe d'accès pour la machine; aucun problème majeur ne fut rencontré sur les premiers mètres d'excavation.

Au fur et à mesure des descentes, quelques adaptations durent être mises en place pour assurer correctement la documentation, l'axe passant initialement par le centre de la doline s'étant vu relégué vers son bord nord. A environ 5,50 m de profondeur, un second axe (P-Q) fut donc placé plus au sud; deux autres secteurs furent aussi définis. Cette doline, comme généralement tout objet naturel, n'est pas exactement conforme à la doline idéale théorique: elle s'est séparée en deux «racines», l'une au sud, l'autre au nord, à la profondeur d'environ 9,20 m. La «racine» sud n'a pu être fouillée minutieusement, les parois quasi verticales et très fracturées n'offrant pas une sécurité idéale. La «racine» nord, avec des couches plus compactes et des verticalités moins prononcées, fut fouillée plus activement, notamment avec des zones de fouille manuelle (sans l'aide de la machine).

A environ 13,20 m de profondeur, les fouilles furent arrêtées. Une poursuite aurait été difficile vu l'accès de plus en plus problématique pour la machine et l'augmentation en coûts et en temps des aménagements assurant la sécurité des fouilleurs.



Fig. 4: Photo du chantier de Béchat Bovais, devant la première coupe verticale de l'axe A-B et derrière la deuxième coupe de l'axe P-Q. Photographie Gaëtan Rauber © OCC-SAP.

## La doline V8 de Vâ Tche Tchâ (VTA-V8)

Cette doline fut repérée en 1999 dans un sondage archéologique, et un profil par imagerie électrique fut réalisé en 2006<sup>9</sup>. Il indique une extension nord-ouest de la doline par rapport au sondage, et un début d'activité de fouille fut mené en 2007<sup>10</sup> ; mais une autre doline apparut durant ces mêmes travaux : la doline V14. Celle-ci fut alors fouillée en priorité et le chantier de la doline V8 repoussé à plus tard. Cette première intervention, correspondant à la phase 1 de la méthodologie décrite, ne fut que faiblement documentée, en raison notamment d'un changement d'objectif et d'un manque de temps.

En 2010-2011 la fouille de la doline V8 fut relancée<sup>11</sup>. Depuis la dernière activité de fouille en 2007, la surface de cette doline fut retravaillée sur quelques centimètres et recouverte de chaille pour servir de zone de stockage aux déblais du tunnel de Bure. Ces travaux ont rendu plus ardu le suivi de la documentation. L'étape 3 de la phase 1 fut à nouveau appliquée mais sans lien direct avec la surface, lien rompu depuis l'intervention de 2007. Le pourtour de la doline fut défini et un axe A-B fixé par son centre supposé. La fouille fut menée sans problème majeur en fin d'année 2010, et le fond fut atteint début 2011, après une descente d'environ 13,50 m. L'application de la méthode décrite a cependant montré quelques limites dans ce genre de documentation : au nord, une zone plus ancienne n'a malheureusement pas été recoupée par l'axe central de la doline (Fig. 5). On peut tout de même suivre l'évolution en profondeur de ces sédiments sur les plans de décapage, mais l'absence de cette couche sur la coupe peut être considérée comme un point faible dans la documentation de la doline V8.

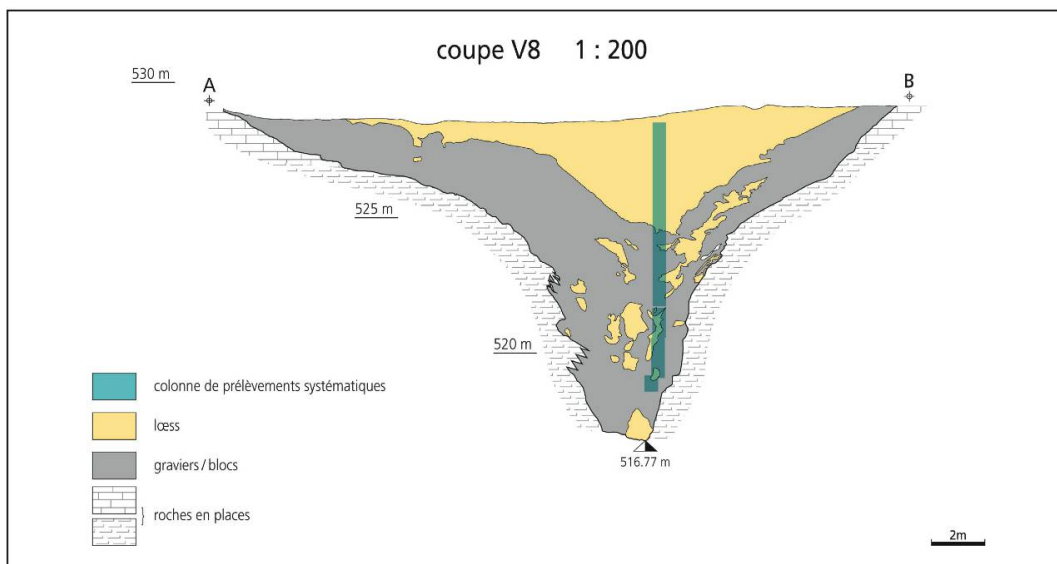


Fig. 5 : Coupe lithologique de la doline V8 de Vâ Tche Tchâ. Dessin Hugues Leuenberger © OCC-SAP.

## Discussion

La fouille d'une doline doit être pensée dans les trois dimensions. C'est le point le plus important à retenir pour toute opération de ce type.

Théoriquement, une doline peut se résumer plus ou moins à un cône renversé. Une approche avec un plan de coupe vertical, ainsi que plusieurs plans de surface régulièrement relevés environ tous les 1,20 m, permettent de se faire une idée assez précise de la répartition des dépôts dans ce cône renversé. La réalité est toutefois souvent plus complexe que la théorie. Les deux expériences de terrain commentées ici le démontrent. D'où l'importance de réunir un maximum de données sur la doline à fouiller afin d'implanter la coupe verticale de manière à ce qu'elle en recoupe son centre. Le temps fut également un facteur qui a limité la documentation, facteur qu'il ne faut pas sous-estimer pour établir les plans de surface et les relevés de la coupe. Une doline n'est jamais vraiment un cône renversé, même si elle est bien délimitée en surface : elle peut par exemple « migrer » le long d'une faille. Il faut donc prévoir du temps et surtout ne pas s'enfermer dans une méthodologie toute faite, ceci afin de pouvoir réagir et adapter la méthode de travail à la réalité du terrain.

Une possible amélioration peut être envisagée en mettant en place non pas un, mais deux axes qui se recoupent à angle droit, ce qui implique de travailler avec deux coupes et quatre secteurs. Cette solution a l'avantage d'offrir une vision plus précise de la doline, mais complique la gestion des interventions de la machine : il faudrait alors prévoir non pas une mais deux rampes d'accès, dans la continuité des deux axes de coupe. La méthodologie expliquée ici devrait également être revue car, avec quatre secteurs et deux coupes, les phases de décapage doivent se coordonner pour pouvoir effectuer, après la fouille et dans les meilleures conditions, le remontage des coupes.

Bien que s'adressant à des archéologues, une citation devrait également être dans l'esprit de tout sédimentologue, paléontologue ou géologue accompagnant un chantier de fouille : *Fouiller en terrassier n'est pas fouiller en archéologue. Fouiller en chercheur d'objets de vitrine n'est pas fouiller en archéologue. Les sites les plus intéressants du monde antique ont été dévastés plutôt qu'explorés par des chercheurs de trésor qui se croyaient à tort des archéologues... Le seul remède à ce mal est de multiplier le plus possible les fouilles surveillées, [...] de manière à sauver non pas les objets – qu'une cupidité avertie empêche généralement de détruire – mais ce qu'on pourrait appeler les archives du sol* (6).

## Remerciements

Cet article est l'aboutissement de multiples discussions et collaborations avec tous nos collègues. Nous remercions plus spécialement Sébastien Bergot, Steve Montavon et Denis Aubry, les machinistes Guillaume Tavier, Fabrice Part et Alain Allevione, les autres équipes de terrain, les responsables du matériel, les préparateurs et restaurateurs, l'équipe de géomatique ainsi que toute l'équipe des sondages archéologiques. Ce travail a également bénéficié du soutien de l'Office de la culture (OCC) de la République et Canton du Jura et de l'Office fédéral des routes (OFROU).

*Hugues Leuenberger a débuté en 1999 comme technicien de fouilles à la section d'archéologie et paléontologie de la RCJU. De 2009 à 2014, il a réalisé les dessins techniques liés aux études des dolines.*

*Gaëtan Rauber, géologue diplômé de l'Université de Fribourg, travaille depuis 2004 à la Section d'archéologie et paléontologie de la RCJU. Il a dirigé entre 2009 et 2011 les chantiers de fouilles des dolines et est depuis 2012 responsable d'étude dans le domaine du Cénozoïque jurassien.*

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) Foulcault A. & Raoult J.-F. 2005. Dictionnaire de géologie. Dunod, Paris, 380 p.
- (2) Desachy B. 2008. De la formalisation du traitement des données stratigraphiques en archéologie de terrain. Thèse, Université de Paris 1, vol. 1, 193 p.
- (3) Braillard L. 2006. Morphogenèse des vallées sèches du Jura tabulaire d'Ajoie (Suisse) : rôle de la fracturation et étude des remplissages quaternaires. Thèse.
- (4) Aubry D., Braillard L., Guélat M., Stalder L. & Stahl Gretschi L.-I. 2005. L'homme et l'environnement. La revue d'archéologie suisse 28.2005.2, p. 6-16.
- (5) Aubry D., Detrey J. & Saltel S. 2008. Présentation générale du site, historique des travaux et définition du corpus. Cahier d'archéologie jurassienne 19, p. 39-74. Université de Fribourg, Geofocus 14, 224 p.
- (6) Reinach S. 1911. La méthode en archéologie. In: Borel E. (dir.). De la Méthode dans les sciences, 2<sup>e</sup> série. Félix Alcan, Paris, p. 199-219.

### NOTES

<sup>1</sup>Loi fédérale du 1<sup>er</sup> juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage (LPN); Ordonnance du 16 janvier 1991 sur la protection de la nature et du paysage (OPN); Ordonnance du 7 novembre 2007 sur les routes nationales (ORN).

<sup>2</sup>Tel que défini par (3).

<sup>3</sup>Communication personnelle de Denis Aubry.

<sup>4</sup> Pour plus d'informations, se référer aux travaux de synthèse de l'étude Dolines de la Section d'archéologie et paléontologie, ainsi qu'aux travaux déjà publiés, entre autres (4) et (5).

<sup>5</sup> Coordonnées CH: 568474/251850.

<sup>6</sup> Sondage S2-1613, inscrit au registre cantonal sous le numéro 1876.

<sup>7</sup> Fouille réalisée par un technicien de fouille et un machiniste de l'entreprise Bangerter & Amstutz SA, sous la direction de Damien Becker.

<sup>8</sup> Suivi scientifique: Damien Becker pour les aspects paléontologiques, Nigel Thew pour la malacologie et Denis Aubry pour la stratigraphie. Responsable de chantier: Gaëtan Rauber. Dessinateur: Hugues Leuenberger. Techniciens de fouille: Steve Montavon et Sébastien Bergot. Machiniste: Guillaume Tavier (entreprise Bangerter & Amstutz SA).

<sup>9</sup> Sondage S2-1463, inscrit au registre cantonal sous le numéro 1810; imagerie électrique par l'entreprise HydroSol Sàrl.

<sup>10</sup> Fouille réalisée par la Paléontologie A16, sous la direction du chef de chantier Ralf Krebs.

<sup>11</sup> Suivi scientifique: Damien Becker pour les aspects paléontologiques, Nigel Thew pour la malacologie et Denis Aubry pour la stratigraphie. Responsable de chantier: Gaëtan Rauber. Dessinateur: Hugues Leuenberger. Techniciens de fouille: Steve Montavon et Sébastien Bergot. Machinistes: Fabrice Part (2010, entreprise Bangerter & Amstutz SA) et Alain Allevione (2011, entreprise G. Cuenat SA).

