



HAL
open science

Le labyrinthe de la Borne aux Cassots : un exemple éloquent de réorganisation du drainage endokarstique.

Stéphane Jaillet, Christophe Gauchon

► To cite this version:

Stéphane Jaillet, Christophe Gauchon. Le labyrinthe de la Borne aux Cassots : un exemple éloquent de réorganisation du drainage endokarstique.. Le Karst Comtois, 2022, 3, pp.24-30. hal-04413893

HAL Id: hal-04413893

<https://hal.science/hal-04413893v1>

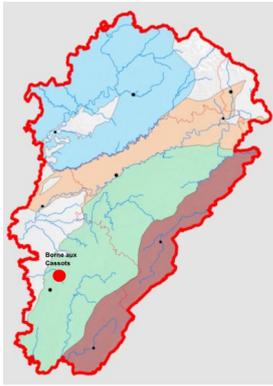
Submitted on 18 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License



LE LABYRINTHE DE LA BORNE AUX CASSOTS : un exemple éloquent de réorganisation du drainage endokarstique

Par Stéphane JAILLET & Christophe GAUCHON

JURA

NEVY-SUR-SEILLE

852,560 x 2198,230 x 305

Dév. : 19 072 m, dén. : -15 ; +116 m.

Laboratoire EDYTEM, Université Savoie Mont Blanc, CNRS, Pôle Montagne, 73 376 Le Bourget du Lac

Le labyrinthe de la Borne aux Cassots constitue un des exemples les plus éloquents qui soit, en termes de modèle de réorganisation du drainage karstique par des phénomènes d'auto-capture. La géométrie des conduits, la logique de leur organisation spatiale, le caractère étagé des boucles de capture constituent un cas singulier qui mérite analyse. Située au droit des plateaux occidentaux du Jura, dans la partie nord de la reculée de la Seille, la Borne aux Cassots est, avec ses 19 km de développement, la cavité la plus longue du département du Jura (REILÉ, 2010 ; VUILLEMIN, 2014). Il ne s'agira pas ici de proposer une analyse morphologique du réseau souterrain, ni-même de ses relations avec l'évolution du réseau hydrographique de la Seille. Il ne s'agira pas non plus de présenter ce réseau dans son organisation spéléologique (LIMAGNE et al., 1986 ; FRACHON et al., 2003). Nous proposons ici une analyse géomorphologique du labyrinthe valable à l'échelle strictement locale : celle de la réorganisation interne des conduits. En effet, il constitue en lui-même un objet souterrain suffisamment éloquent pour qu'une analyse lui soit consacrée.

LA BORNE AUX CASSOTS NEVY-SUR-SEILLE

Topographie :

Groupe Spéléologique Jurassien : 1970 - 1974 - 1976 - 1977 - 1978

Comité Départemental de Spéléologie du Jura : 1985

Groupe de Recherches Spéléologiques de Besain. Spéléo Club San Claudien : 1994

Spéléo Club Lédonien : 2005 - 2006

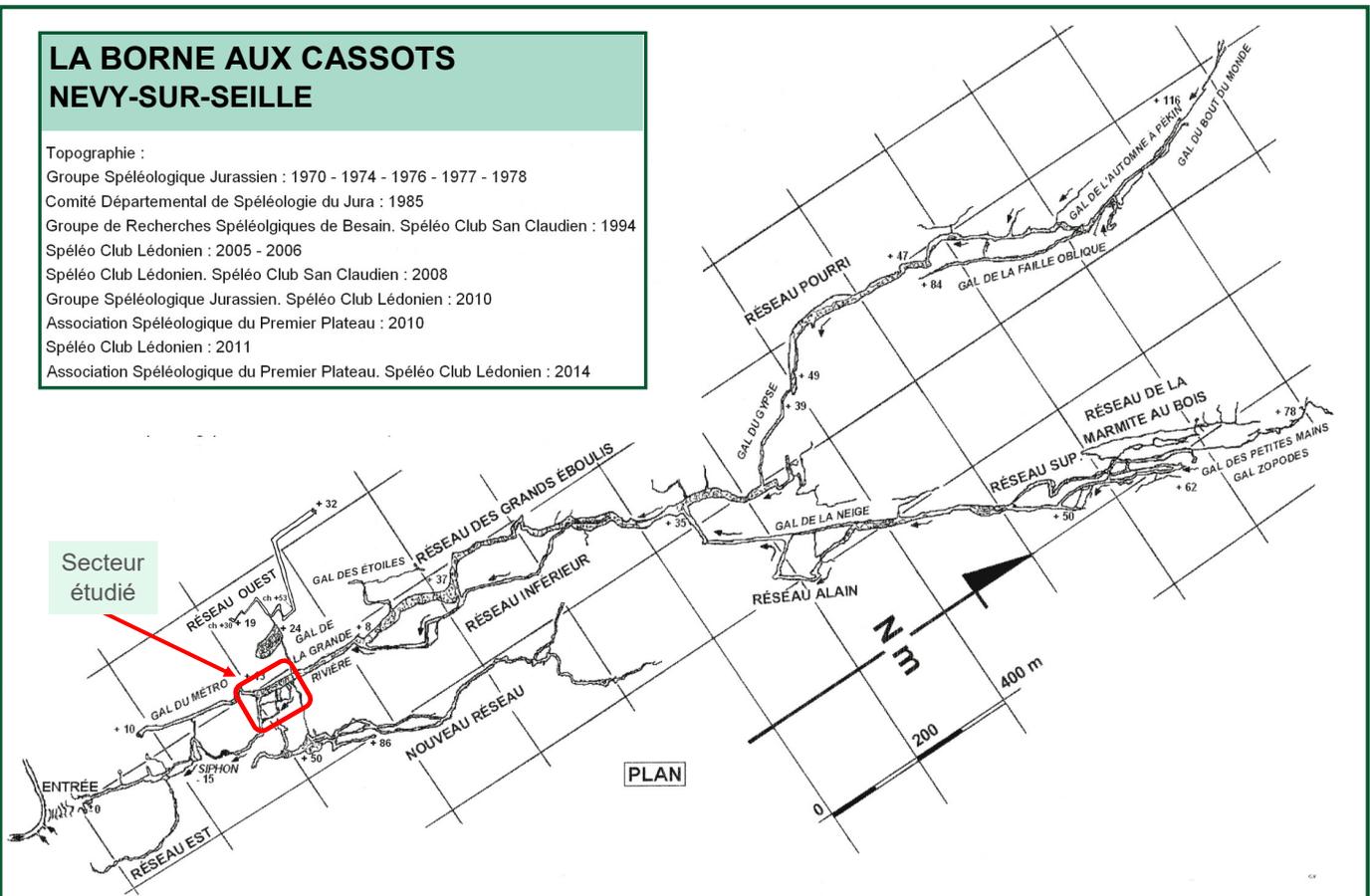
Spéléo Club Lédonien. Spéléo Club San Claudien : 2008

Groupe Spéléologique Jurassien. Spéléo Club Lédonien : 2010

Association Spéléologique du Premier Plateau : 2010

Spéléo Club Lédonien : 2011

Association Spéléologique du Premier Plateau. Spéléo Club Lédonien : 2014



UN ENSEMBLE DE CONDUITS LABYRINTHIQUES ÉTAGÉS

Le secteur étudié (fig. 1) se situe au nord de la galerie du métro nord, là où la rivière souterraine est atteinte lors d'une visite de la cavité. L'ensemble du secteur a été entièrement recartographié afin de disposer d'un fond topographique détaillé (1/500) et d'y conduire les observations morphologiques adaptées à la question : celle de la réorganisation du drainage, c'est-à-dire celle de la succession chronologique des conduits les uns par rapport aux autres. Quatre ensembles de conduits sont ainsi identifiés : (i) au nord-ouest, la rivière en amont de la zone de capture, (ii) au sud-est, la rivière en aval de cette même zone, (iii) au cœur du labyrinthe, un ensemble de conduits actifs, de petites dimensions et enfin toujours dans le labyrinthe, (iv) un ensemble de conduits inactifs, en partie comblés de sédiments détritiques.

La rivière souterraine au nord-ouest est un conduit important, d'une dizaine de mètres de section, très éboulé et où les morphologies originelles d'un creusement phréatique ne sont plus vraiment identifiables (fig. 1, sections 1 et 2). La rivière s'écoule en fond de galerie sur un ensemble de blocs éboulés et sur un plancher stalagmitique actif sur lequel nous reviendrons. Au sud-ouest, cette rivière présente des morphologies différentes. Si la hauteur du conduit reste élevée (jusqu'à une dizaine de mètres), la largeur est plutôt de l'ordre de 2 à 4 m et les morphologies pariétales de l'érosion par la rivière y sont toujours perceptibles. Ce secteur a été peu affecté par la détente mécanique et la dynamique gravitaire. A mesure que l'on progresse vers l'aval, le conduit est le siège d'une charge détritique fluviatile (argiles à graviers) qui tend à combler la rivière (toponyme « les Sables Mouvants »). Entre ces deux tronçons, au sud-ouest (fig. 1), la galerie forme un coude au droit de sa confluence avec la galerie du Métro. Dans ce secteur, la dynamique gravitaire est active et l'ensemble du sol de la galerie est occupé par une accumulation de près de 10 m de blocs provenant de la déstabilisation du plafond et des parois. Aucun de ces blocs n'est affecté par l'érosion de la rivière, celle-ci transitant en totalité par une série de conduits : le labyrinthe proprement-dit. Celui-ci peut être divisé en deux ensembles : les conduits actifs et les conduits inactifs. La rivière nord-ouest quitte son cours principal par trois pertes : amont, aval et de l'éboulis (fig. 2). Si cette dernière, la plus au sud, ne peut être suivie spéléologiquement, les deux autres sont pénétrables (très étroite pour la perte aval). La perte amont présente toutes les caractéristiques d'un conduit syngénétique surcreusé en canyon, actif et avec tout le cortège morphologique associé : marmites de fond de galeries, marmites pariétales, coups de gouges et cupules (fig. 1, section 3 et fig. 3). Le fond de la galerie est occupé par un dépôt stalagmitique discontinu. Au droit du lieu-dit « carrefour étagé », les écoulements des pertes amont et aval confluent et filent dans un conduit impénétrable pour résurger une soixantaine de

mètres au sud-est dans la rivière aval à la faveur d'une petite cascade. Au sud de cette zone, à partir du « carrefour étagé », il est possible de parcourir un ensemble de galeries inactives mais présentant un cortège morphologique similaire : marmites et cupulages.

A l'ouest, une paléo-perte perché 3 m au-dessus des écoulements actuels (perte des balcons, fig. 1, section 2) correspond à l'ancienne perte de la rivière. Le conduit peut être suivi vers le sud-est jusqu'à sa confluence perchée avec la rivière aval (fig. 1, section 7). Dans les dernières dizaines de mètres de ce conduit, la pente s'adoucit, la galerie se dédouble parfois et le comblement du conduit par des sédiments détritiques fins est quasiment total (fig. 1, section 5). Au droit du « carrefour étagé » (fig. 1, section 4), en position intermédiaire, un conduit sec file vers le sud et rejoint la rivière aval par un ressaut formant une paléo-cascade (fig. 1, section 6). Au droit de cette confluence, on note un dédoublement de galerie et quelques dépôts détritiques au sol correspondant à la limite sommitale actuelle des mises en charge de la rivière. Ce conduit est le prolongement partiel du conduit issu de la perte amont.

Les éléments topographiques essentiels étant posés, il s'agit à présent d'analyser plus finement ces géométries et de les ordonner dans un cadre altitudinal et surtout temporel.

UN MODÈLE D'AUTO-CAPTURE PAR INCISION

Il est possible en effet d'ordonner ces conduits de capture et d'identifier ce que nous proposons d'appeler des boucles de capture successives. La boucle 1, la plus ancienne, correspond à une dynamique d'auto-capture de la rivière alors que le niveau des écoulements était plus haut (orange, fig. 1). Depuis la perte des balcons, elle court-circuite le cours principal de la rivière et rejoint celle-ci vers le sud-est. Cette boucle est aujourd'hui totalement abandonnée, inactive et sa partie aval est presque totalement comblée par une importante charge détritique. Plus bas en altitude, la boucle n°2 (violet, fig. 1) débute à la perte amont. Après un coude vers le sud, le conduit se poursuit via la galerie intermédiaire aujourd'hui abandonnée. La boucle n°3 (bleue, fig. 1) est la boucle actuelle. Elle emprunte la partie amont de la boucle n°2 (perte amont), un tronçon de petit gabarit (perte aval) et les écoulements filent dans un conduit impénétrable. Cette boucle, la plus récente et la plus basse en altitude, offre les conduits les plus étroits du labyrinthe, ce qui peut être associé à une morphogenèse n'ayant pas atteint une maturité complète. Cette boucle emprunte donc en partie la perte amont, et donc la branche amont de la boucle n°2, qu'elle a ainsi surcreusée sur au moins 1 m d'incision.

Cette lecture paléo-hydrologique et hydrologique des modalités d'écoulements dans les conduits

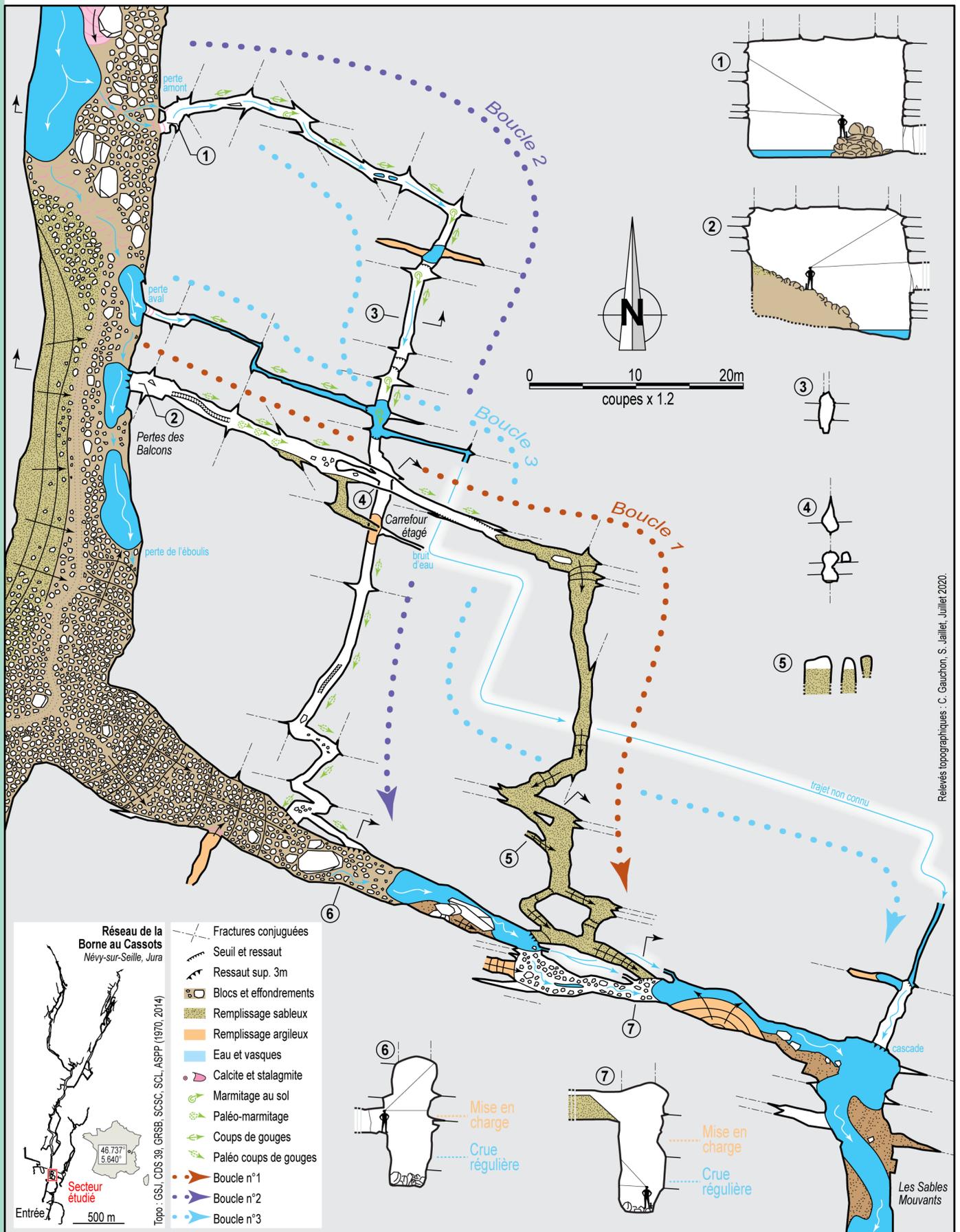


Figure 1 : Topographie et morphologie détaillée du labyrinthe de la Borne aux Cassots. Depuis l'amont au nord-ouest jusqu'à l'aval au sud-est, trois drains de capture sont identifiés formant trois boucles étagées en altitude. Cependant, bien que se succédant, elles coexistent partiellement en terme de fonctionnement comme c'est le cas actuellement la boucle 1 de la partie amont de la boucle 2.

Figure 2 : Le drain conquis de la Borne aux Cassots, au droit de la zone des pertes étagées. C'est un conduit ébouleux où les formes originelles de corrosion ne sont plus identifiables et où ne reste, au sol, qu'une accumulation de blocs et au plafond les stigmates de ces effondrements. En bas la rivière se perd, en rive gauche, dans une série de pertes étalées sur moins de 50 m de longueur. Photo Serge CAILLAULT..

permet d'ordonner la genèse du labyrinthe en trois phases successives (ici marquées par trois boucles). Cependant, il serait trop simple d'associer strictement un conduit à une phase génétique. C'est certes essentiellement le cas, les conduits les plus hauts (boucle 1) sont les plus anciens et les conduits les plus bas (boucle 3) sont les plus récents. Mais une analyse plus fine laisse apparaître une complexité plus grande. D'ailleurs le fonctionnement actuel le montre bien : des diffuences et des confluences peuvent s'organiser, des conduits, comme celui de la perte amont, peuvent appartenir à deux boucles différentes et donc à deux temporalités différentes. En outre, à cette lecture des fonctionnements hydrologiques et de l'organisation du chemin de drainage, il convient d'ajouter la variabilité des débits qui implique ponctuellement la réutilisation temporaire de conduits anciens. Ainsi le conduit intermédiaire (partie sud de la boucle 2) est-il un conduit abandonné mais qui de temps en temps est le siège des mises en charge actuelles de la boucle 3. De même les dépôts détritiques observés à l'aval de la boucle 2 sont l'empreinte des périodes de hautes eaux de la boucle la plus basse (3). Dans cette occurrence, il est même permis d'envisager que les dépôts détritiques qui comblent la partie sud de la boucle 1 sont la marque des mises en charge contemporaines de la boucle 2. Nous y reviendrons. Le modèle spatial et altitudinal proposé ici doit donc tenir compte à la fois des dynamiques de fonctionnement hydrologiques,



mais aussi des dynamiques d'évolution c'est-à-dire du temps nécessaire à la mise en place des formes.

Au final, on comprend que l'organisation géométrique des conduits est sous le joug de la dynamique de l'incision hydrographique et que la grille de lecture altitudinale constitue une clé pertinente à la compréhension de la mise en place et de l'évolution du système. Au-delà de ce contrôle altitudinal, ces conduits sont bien sûr en totalité calqués sur un canevas structural, organisé selon deux directions majeures : N-S et WNW-ESE. De même, les contacts stratigraphiques

impliquent la présence de joints préférentiels utilisés dans la karstification. Mais ce ne sont là que des paramètres d'état, stables et immuables à l'échelle des temps convoqués ici. C'est donc bien la logique d'une dynamique érosive, commandés par l'incision générale des écoulements qui contrôle l'organisation des conduits, mais surtout la genèse de certains et l'abandon d'autres.

TEMPORALITÉ ET RÉORGANISATION DU DRAINAGE

Un modèle conceptuel du



Figure 3 : La zone amont de la boucle n°2 du labyrinthe de la Borne aux Cassots est un conduit de capture toujours actif. Creusé aux dépens d'une série de fractures, il présente toutes les caractéristiques d'une évolution par incision (profil longitudinal penté, marmitage...). Bien qu'une capture plus récente soit en cours (boucle n°3), le conduit n°2 n'est pas abandonné. Photo Serge CAILLAULT.

identifiés correspondant plus ou moins aux trois boucles précédemment identifiées. Le contrôle structural (rôle du pendage) est un élément important qui a facilité la mise en place de ces drains. De l'amont à l'aval, ces trois drains étagés présentent des caractères communs qu'il convient de souligner. A l'amont, immédiatement après les pertes, le profil longitudinal est marqué par la présence de petites cascades, que ce soit pour la perte amont (boucle 2 et 3), la perte aval (boucle 3) ou la perte des balcons (boucle 1). A l'aval au contraire, l'horizontalité prédomine. Les drains se dédoublent, forment des méandres ; c'est la marque d'une dissipation de l'énergie gravitaire caractéristique de la proximité du niveau de base (DELANNOY, 1997 ; AUDRA et PALMER, 2011) qui génère ce type de deltas souterrains (RODET, 1991), ici à une échelle modeste. C'est dans ces secteurs aval que se dépose une charge détritique en période de mises en charge. Mais comme nous l'avons vu, il s'agit des mises en charge correspondant au fonctionnement hydrologique de l'étape suivante. Ainsi les mises en charge actuelles viennent-elles envahir la partie aval du drain de la boucle 2. Les dépôts identifiés dans ce drain ne sont donc pas contemporains du fonctionnement de la boucle 2, mais bien des phases de réajustement de la boucle 3. Tant que le calibre des drains de la boucle 3 (les drains de capture actuels) ne permettra pas d'accueillir la totalité des situations hydrologiques, ces mises en charge perdureront et les dépôts envahiront les étages

système s'impose. Il doit rendre compte des observations effectuées sur le terrain, mais doit aussi faire émerger les caractères structurants des conduits de capture étagés reconnus ici. Pour cela, une schématisation du labyrinthe de la Borne aux Cassots est proposée selon une coupe amont / aval théorique qui présente les différents objets souterrains selon leurs géométries (dimension, altitude) mais aussi selon les processus (et paléo-processus) mis en œuvre (fig. 4).

La capture s'organise entre deux

drains, l'un conquis dont l'altitude commande le niveau de base amont du système et l'autre conquérant, plus bas et dont l'altitude commande le niveau de base aval. Ces deux drains sont schématisés (fig. 4) dans leur dimension actuelle. Leur gabarit originel, alors qu'il devait s'agir de drains de la zone noyée, n'est pas connu. Ce drain noyé originel (ellipse verte, fig. 4) constitue le niveau de base de départ avant que la capture ne se mette en place et qu'une première boucle ne vienne connecter les deux drains conquis et conquérant. Entre ces deux drains, trois niveaux de galeries sont

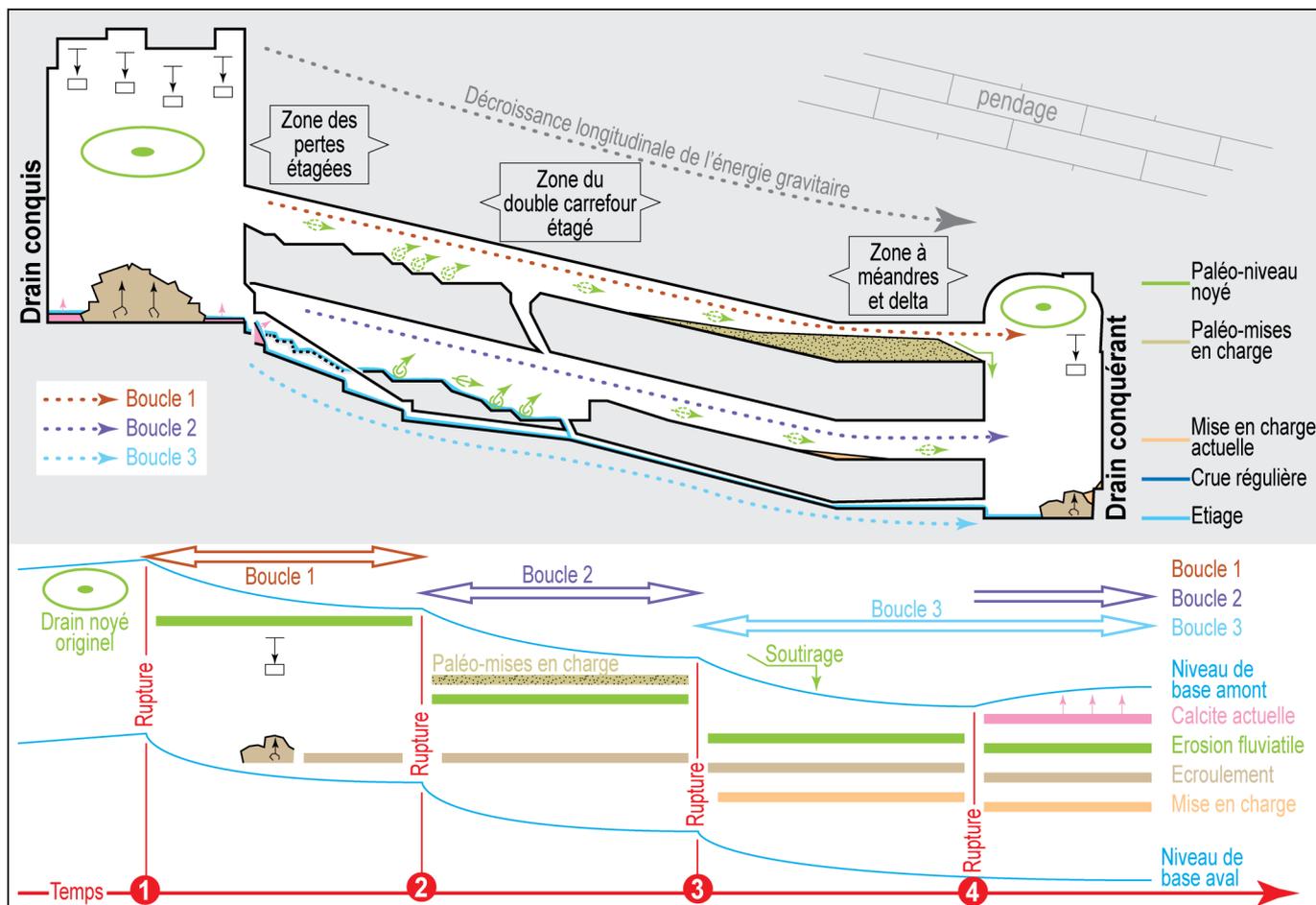


Figure 4 : Modèle conceptuel de mise en place du labyrinthe étagé de la Borne aux Cassots. Entre le drain conquis à l'amont et le drain conquérant à l'aval, trois boucles étagées et successives sont identifiées. Le passage d'une boucle à l'autre est marqué par une rupture dans l'évolution du système. Chaque fois les processus d'érosion, d'écroulement ou de calcification s'expriment et participent à l'évolution d'un système de capture toujours actif et non abouti.

supérieurs. Un raisonnement similaire peut être tenu pour l'important dépôt identifié dans la partie aval de la boucle 1 (fig. 1 et 4). Cette importante série argilo-sableuse d'un à deux mètres de puissance ne présente pas les traces d'un ruissellement provenant de l'amont de la boucle et nous la rattachons aux mises en charge contemporaines de la mise en place de la boucle inférieure, la boucle 2. Si l'évolution temporelle implique la genèse de drains chaque fois plus bas, les dépôts détritiques occupent eux des espaces qui sont au-dessus des fonctionnements hydrologiques du moment. Enfin, on note que si chaque nouvelle boucle se traduit par une nouvelle série de conduits plus bas en altitude, cela n'implique pas systématiquement une migration des pertes vers l'amont ou une migration des points de sortie vers l'aval. Dans un contexte de structure monoclinale à pendage très faible, c'est sans doute plutôt l'opportunité des fractures, plus ou moins ouvertes selon les bancs concernés, qui va jouer un rôle structurant dans le choix des conduits néoformés.

Entre la zone amont et la zone aval, un carrefour complexe étagé forme un nœud géomorphologique singulier dans lequel se télescopent les trois boucles. La boucle 1 est capturée dans l'aval de la boucle 2 par un surcreusement de quelques

mètres. Les deux branches de la boucle 3 confluent au même endroit et enfin l'amont de la boucle 2 est capturée au bénéfice de l'aval de la boucle 3. Ce carrefour étonnant rassemble ainsi sur un espace unique, les trois niveaux de conduits de capture et tous les éléments de raccordement (surcreusement par incision) qui les relie.

A ce modèle conceptuel, ici présenté en coupe, il convient désormais d'ajouter la grille de lecture temporelle qui a pu être esquissée. Une ligne de temps est présentée (flèche rouge) selon une échelle relative non linéaire. Après la phase noyée originelle, une première rupture permet la mise en place de la première boucle. L'abaissement du niveau de base autorise l'expression de deux processus morphogéniques majeurs : érosion fluviale et réajustement mécanique (écroulement, fig. 4). Une nouvelle rupture correspondant à la poursuite de l'incision hydrographique provoque une nouvelle boucle (2) plus basse en altitude, plus en amont pour la perte et plus en amont pour l'exutoire. Durant la phase transitoire, les conduits qui n'ont pas atteint encore leur maturité dimensionnelle et les mises en charge importantes envahissent les étages supérieurs et génèrent le dépôt détritique dans la boucle précédente (fig. 4). La poursuite de l'incision génère une nouvelle rupture et une nouvelle boucle (3) avec son

cortège de nouveaux conduits. Dernier point de l'évolution et nouvelle rupture, la dynamique, qui jusqu'à présent était à l'incision, est perturbée par le dépôt dans la rivière à l'amont, d'un plancher stalagmitique de fond de rivière. Celui-ci implique localement une remontée du niveau de base à l'amont et le maintien des deux branches (perte amont et perte aval) comme active pour la boucle 3.

UN LABYRINTHE AYANT ENREGISTRÉ LA DYNAMIQUE D'INCISION

Le labyrinthe de la Borne aux Cassots est un exemple éloquent d'une auto-capture qui n'en finit pas de se réorganiser sans jamais parvenir à une maturité complète. A chaque phase d'incision de la rivière, une nouvelle boucle se met en place. Mais jamais la capture n'est totale. Jamais les conduits ne sont capables d'absorber la diversité des situations hydrologiques. Ils n'atteignent pas un gabarit en conformité avec les quantités d'eau que voit transiter le système. Chaque fois la dynamique d'incision prend le pas et déconnecte une boucle avant sa maturité. La boucle 3, dont on a vu que les conduits étaient de dimensions bien modestes, pour certains impénétrables, cette boucle 3 est déjà en voie de déconnexion. En effet à l'aval elle conflue avec la rivière au sud-est par une cascade. Ce ressaut topographique marque le caractère perché de la boucle et sa future déconnexion.

A bien des égards, le labyrinthe de la Borne aux Cassots s'est révélé instructif. Il montre qu'une dynamique d'incision généralisée dans un karst peut être enregistrée par une série de boucles de capture étagées. Ces boucles scandent l'incision et les dépôts qui les occupent constituent des marqueurs pertinents mais décalés de cette évolution. Une question cependant demeure. Quel est ce rythme de l'incision généralisée dans le karst ? Est-ce la rivière qui s'incise par « saccades » et qui chaque fois laisserait un

enregistrement « étagé » ? Ou bien est-ce, comme nous le pensons, une dynamique d'incision continue qui est marquée par un enregistrement discontinu ? Quel moteur, quel processus, quelle organisation peut générer de la discontinuité spatiale à partir d'une évolution temporelle continue ? Nul doute que le karst offre ce type de singularité et le labyrinthe présenté ici en constitue un des exemples les plus passionnants qui soient.

Remerciements : Nous tenons à remercier Rémy LIMAGNE qui a bien voulu nous accompagner sur le site, ainsi que Michel MENIN et Christian VUILLEMIN pour leurs renseignements précieux sur la Borne aux Cassots.

Bibliographie

- VUILLEMIN C., 2014, Borne aux Cassots : Développement vers les 20 km ? CDS-Info n°251, p 6.
- AUDRA P., PALMER A.-N., 2011, The pattern of caves : controls of epigenic speleogenesis. Géomorphologie GRPE, vol. 17 n°4, p 359-378.
- REILÉ P., 2010, Le karst francontois sur massif du Jura. Grottes et Karsts de France (Audra dir.). Karstologia Mémoires n°19, p 176-177.
- FRACHON J.-C., LIMAGNE R., 2003, La Borne aux Cassots. Au bonheur des spéléos. Spéléo-Mag n° 44, p 14-19.
- DELANNOY J.-J., 1997, Recherches géomorphologiques sur les massifs karstiques du Vercors et de la transversale de Ronda (Andalousie) : les apports morphogéniques du karst. Thèse d'Etat : Géogr. Univ. Grenoble, 677 p.
- RODET, 1992, la craie et ses karsts. Centre normand d'étude du karst et des cavités du sous-sol, Thèse d'Etat, Univ. Paris 4, 560 p.
- LIMAGNE R., FRACHON J.-C., 1986, La Borne aux Cassots, Spélunca n°21, p 34-38.
- PALMER A.-N., 1975, The origine of maze caves. The NSS Bulletin (National Speleological Society, 37 (3), p 56-76.