

TROIS PETITS KARSTS DES PYRÉNÉES OCCIDENTALES

COL D'ARAN, ARRIOUTORT ET ARTIGALÉOU

PYRÉNÉES-ATLANTIQUES ET HAUTES-PYRÉNÉES

*THREE SMALL KARSTS IN THE PYRÉNÉES OCCIDENTALES :
THE PASS OF ARAN, ARRIOUTORT AND ARTIGALÉOU
PYRÉNÉES-ATLANTIQUES AND HAUTES-PYRÉNÉES, FRANCE*

JEAN-YVES BIGOT

*Association Française de Karstologie, Les Sept Portes, F 04400 Barcelonnette
Contact : catherine.arnoux@club-internet.fr*

RÉSUMÉ

A partir de l'étude de trois petits karsts des Pyrénées occidentales (Col d'Aran, Arrioutort et Artigaléou), il a été possible de reconstituer l'évolution géomorphologique externe de ce secteur. La reconnaissance et l'interprétation des phénomènes souterrains ont également permis de confirmer ou d'infirmer les conclusions tirées de l'observation des paysages.

Le gouffre du col d'Aran (Bielle) s'ouvre à l'extrême amont de la vallée d'Aran, laquelle est drainée par la vallée d'Aspe située à l'ouest. Le bassin d'alimentation du gouffre a été amputé par un ruisseau conquérant, affluent du gave d'Ossau situé à l'est. Ce gouffre, qui présente tous les attributs d'une ancienne perte, se trouve ainsi privé de bassin versant. La vallée d'Aran, orientée E-O et suspendue par rapport aux vallées environnantes, correspond à un stade hérité de phases plus anciennes.

La formation des gouffres d'Arrioutort (Laruns) est étroitement liée au décapage d'une couverture de schistes, dont le retrait a entraîné l'abandon de certains gouffres, situés plus aval, au profit de ceux situés plus amont. Concomitamment, l'évolution des versants abrupts de la montagne tend à faire disparaître les phénomènes karstiques fossiles situés plus en aval. Ainsi, les pertes actives évoluent-elles avec le recul de la couverture, tandis que les gouffres plus anciens disparaissent avec l'érosion des versants.

Les galeries étagées du gouffre d'Artigaléou (Esparros) évoquent une situation ancienne du niveau de base en total décalage avec le paysage actuel dont le niveau de base est celui de l'Arros (510 m), situé 400 m en contrebas du gouffre étudié. L'enfoncement rapide du réseau hydrographique a entraîné l'assèchement progressif du Riou Serbi dans la coume de l'Homme Mort, orientée N-S, et le développement des galeries du gouffre d'Artigaléou, orientées E-O. Ces galeries, qui s'étagent de 890 à 870 m d'altitude, drainaient les eaux vers l'Arros situé à 850 m environ. Enfin, une nouvelle vague d'érosion régressive a entraîné l'approfondissement de la vallée de l'Arros. La concurrence entre les rivières coulant du sud au nord aboutit à une hiérarchisation des drains et à des captures, comme celle du riu Serbi qui a permis à l'Arros d'étendre son bassin.

Cette vague d'érosion n'a toutefois pas affecté les cavités et le relief hérité d'Artigaléou qui restent déconnectés du réseau hydrographique actuel.

MOTS CLÉS : *VALLÉE SUSPENDUE, RECU DE COUVERTURE, ÉROSION RÉGRESSIVE, CAPTURE, COL D'ARAN, BIELLE, ASPE, OSSAU, ARRIOUTORT, LARUNS, MONTAGNON D'ISEYE, ARTIGALÉOU, ESPARROS, ARROS, SERBI, PYRÉNÉES-ATLANTIQUES, HAUTES-PYRÉNÉES, FRANCE.*

ABSTRACT

Thanks to the study of three small karsts in the South-West (Pyrénées occidentales) (the pass of Aran, Arrioutort and Artigaléou), the reconstitution of the external geomorphological evolution was possible. The recognition and the interpretation of subterranean phenomena also enabled us to confirm or invalidate conclusions drawn by the observation of landscapes.

The cave of the pass of Aran (Bielle) opens up far above the Valley of Aran, which is drained by the Valley of Aspe situated in the West. The drainage basin of the cave was drastically reduced by a masterful river, a tributary of the mountain stream of Ossau situated in the East. This cave, which has all the features of a former sinkhole, an opening through which a river becomes subterranean, thus is to be found deprived of draining basin. The Valley of Aran, orientated East-West and which is hanging in comparison with the surrounding valleys, corresponds to an inherited stage of former eras.

The formation of the caves of Arrioutort (Laruns) is tightly connected with the stripping of a layer of shale whose withdrawal caused by the desertion of some caves situated lower, to the detriment of those ones situated more above. Concomitantly, the evolution of the steep sides of the mountain tends to put an end to the fossil karstic phenomena situated lower. Thus, the sinkholes evolve simultaneously with the withdrawal of the layer, while the former caves are disappearing because of the erosion of the sides.

The overlapping galleries of the cave of Artigaléou (Esparros) refer to a former situation of the ground level totally shifted compared with today's landscape whose ground level is Arros one (510 m), situated 400 meters lower of the studied cave. The fast deepening of hydrographic network caused by the progressive drainage of the Riou Serbi in the Coume de l'Homme Mort, orientated North-South, and the development of the galleries of Artigaléou, orientated East-West. These galleries, which are overlap from an altitude of 890 m to 870 m drained the waters towards the Arros situated at about 850 m. Finally, a new period of retrogressive entrenchment caused the deepening of the Valley of Arros. The competition between the rivers flowing from the south to the north amounts to a hierarchisation of drains and harnessings, like the one of Riou Serbi which enabled the Arros to stretch its basin.

Yet, the period of erosion did not damage the cavities and the relief inherited by Artigaléou which are disconnected with the current hydrographic network.

KEYWORDS : HANGING VALLEY, WITHDRAWAL OF THE LAYER, RETROGRESSIVE ENTRENCHMENT, CAPTURE, COL D'ARAN, BIELLE, ASPE, OSSAU, ARRIOUTORT, LARUNS, MONTAGNON D'ISEYE, ARTIGALÉOU, ESPARROS, ARROS, SERBI, PYRÉNÉES-ATLANTIQUES, HAUTES-PYRÉNÉES, FRANCE.

INTRODUCTION

A côté des grands karsts des Pyrénées occidentales (Pierre Saint Martin, Arbailles, etc.), il existe des petits karsts moins connus, d'apparence mineurs mais néanmoins dignes d'intérêt, dont l'étude permettrait de mieux comprendre l'évolution géomorphologique externe. Même avec l'œil avisé du spécialiste, il est en général difficile d'interpréter un paysage sans recourir à des cartes ou des vues aériennes pour prendre un peu de hauteur. Pour les paysages karstiques, une introspection supplémentaire est nécessaire. En effet, la reconnaissance des phénomènes souterrains et leur interprétation apportent un éclairage différent, confirmant ou infirmant les conclusions intuitives de l'observateur de surface.

En juin 2006, une excursion dans les Pyrénées a permis quelques observations sur trois petits karsts (Figure 1) peu fréquentés par les spéléologues, mais présentant un intérêt particulier pour la compréhension des paysages : le gouffre du

col d'Aran (Bielle), amputé d'une partie de son bassin d'alimentation. ; les gouffres d'Arrioutort (Laruns) formés au fur et à mesure du décapage d'une couverture ; enfin, le gouffre d'Artigaléou (Esparros) avec ses galeries étagées en rapport avec l'évolution du relief qui montre une situation héritée des phases d'enfoncement du réseau hydrographique.

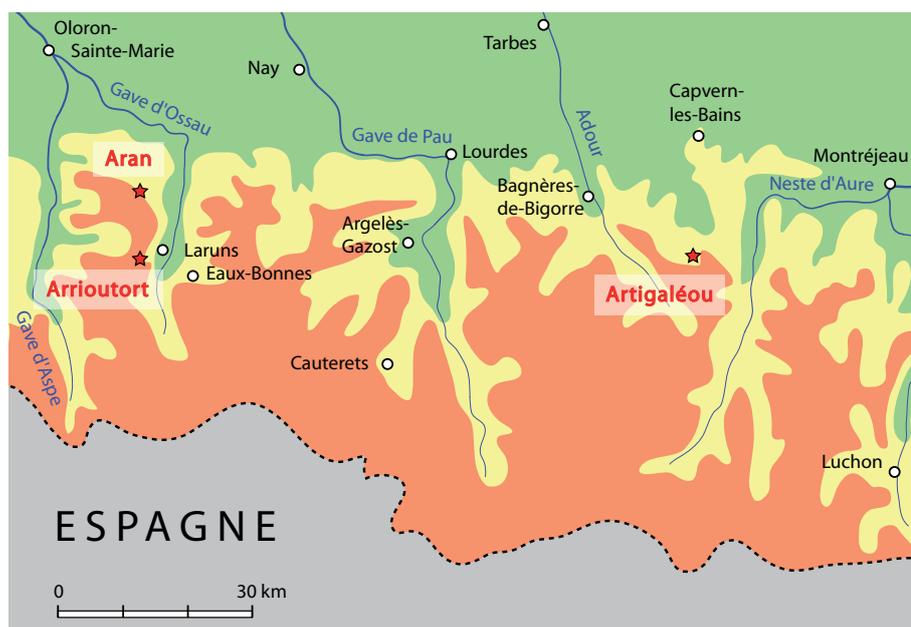


Figure 1 - Carte de situation des karsts étudiés.

I - LE GOUFFRE N° 3 DU COL D'ARAN (BIELLE, PYRÉNÉES-ATLANTIQUES)

1 - Situation

Au nord-ouest de Laruns, sur la commune de Bielle, des massifs calcaires s'étirent sur le front nord pyrénéen. Le massif est référencé « Col d'Aran » par le Comité départemental de spéléologie des Pyrénées-Atlantiques, bien que d'importantes dolines s'ouvrent également sur le plateau de Lescaumère situé au sud. Le col d'Aran (1654 m) se situe entre deux vallées orientées est-ouest. À l'ouest du col, la vallée d'Aran descend jusqu'à Sarrance en vallée d'Aspe, tandis qu'à l'est la coume de la Herrère rejoint la vallée de l'arriou Mage qui se jette dans le gave d'Ossau à Bielle.

Le pédaing dous Plous correspond au flanc méridional de la chaîne des pics calcaires en partie recouverte par des formations imperméables (calcschistes, marno-calcaires) favorables à la pratique du pastoralisme (Figure 2). En effet, l'eau ruisselle sur les marno-calcaires dans les vallons herbeux avant de s'enfoncer dans des pertes. Les cavités du col d'Aran sont connues ; le gouffre n° 1 du col d'Aran a été exploré jusqu'à 439 m de profondeur. La cavité que nous avons visitée est le gouffre n° 3 du col d'Aran, profond seulement d'une cinquantaine de mètres.

2 - Le gouffre n° 3 du col d'Aran

Le gouffre n° 3 du col d'Aran ($x = 30\ 703\ 242\ E$; $y = 47\ 68\ 582\ N$; $z = 1660\ m$) s'ouvre à une dizaine de mètres à l'ouest du col d'Aran. Il débute par une ouverture de $1,50 \times 3\ m$ et présente un tronçon plein vide de 20 à 30 m jusqu'à un chaos de blocs. La cavité se poursuit par des petits puits et se termine par une étroiture

aspirante impénétrable. Le gouffre ne présentant pas vraiment d'intérêt spéléologique, les nombreux chocardards qui y nichent ne sont pas souvent dérangés.

La situation paradoxale du gouffre, à quelques mètres d'un col, est surprenante, la section du puits, ovale et large l'est également, car elle indique que le puits a été creusé par une perte concentrée. Le puits est légèrement incliné et présente des traces d'écoulement vadose qui suggèrent que le débit a dû être parfois important. En effet, la forme générale du puits (Figure 3) n'est pas celle d'un puits en éteignoir - dans les cas très classiques des puits-méandres - mais d'une bouche d'engouffrement d'une perte concentrée relativement large (Bigot, 2004 a et b).

3 - Interprétation

Le gouffre a perdu son bassin versant situé à l'est. En effet, celui-ci a été emporté par les eaux de la coume de la Herrère qui bénéficient d'un gradient topographique plus important fourni par la vallée du gave d'Ossau toute proche. On peut mettre au crédit de l'immunité du karst la pente régulière de la longue vallée d'Aran, orientée E-O, qui devait drainer un bassin, autrefois plus étendu, de l'est vers l'ouest, c'est-à-dire vers la vallée d'Aspe, selon une orientation conforme à la structure géologique. Un ruisseau conquérant de la vallée d'Ossau, située à l'est, a érodé la partie amont du bassin versant (Figure 4) qui alimentait les gouffres du col d'Aran. La vallée d'Aran semble suspendue par rapport aux vallées situées au sud. Les cours parallèles de ces vallées, orientés E-O et très surcreusés, montrent que la morphologie de la vallée d'Aran correspond à un stade hérité de phases d'érosion plus anciennes.



Figure 2 - La vallée d'Aran et le pédaing dous Plous, vus vers la vallée d'Aspe (ouest).

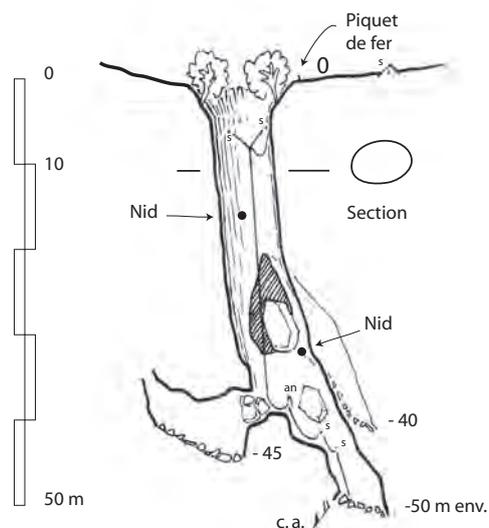


Figure 3 - Croquis du gouffre n° 3 du col d'Aran, Bielle, Pyrénées-Atlantiques, vue en coupe, croquis du 21/06/2006.

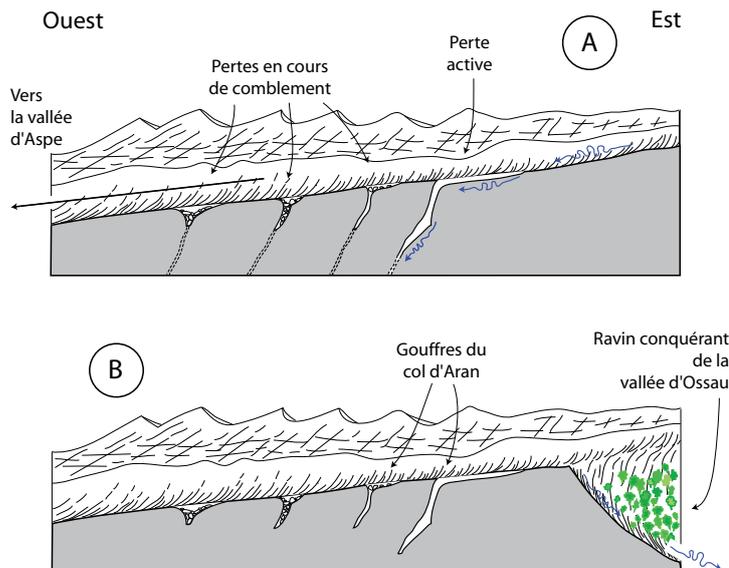


Figure 4 - Coupes longitudinales du col d'Aran (Bielle) :
 a : les gouffres collectent les eaux de la vallée d'Aran vers la vallée d'Aspe ;
 b : le développement du bassin hydrographique du gave d'Ossau prive les gouffres de leur bassin d'alimentation.

II - LES GOUFFRES D'ARRIOUTORT (LARUNS, PYRÉNÉES-ATLANTIQUES)

1 - Situation

À l'ouest de Laruns, dans le massif d'Iseye au sens large, on trouve vers l'altitude de 1550 m environ la cabane d'Arrioutort. Sur la carte, de nombreux gouffres y sont pointés ; ils correspondent pour la plupart à des pertes actives (gouffre n° 3 : $x = 42^{\circ}58'$, 496 N ; $y = 00^{\circ}28'$, 104 W ; $z = 1540\text{ m}$). Les eaux suintent et ruissellent sur les calcschistes (zones boisées), puis se perdent au contact du calcaire (Figure 5).

D'après la carte, le ruisseau d'Arrioutort (ou de Lasnières) prend sa source vers 1660 m sur les flancs du pic de Lasnières (résurgence pointée). Il semble que

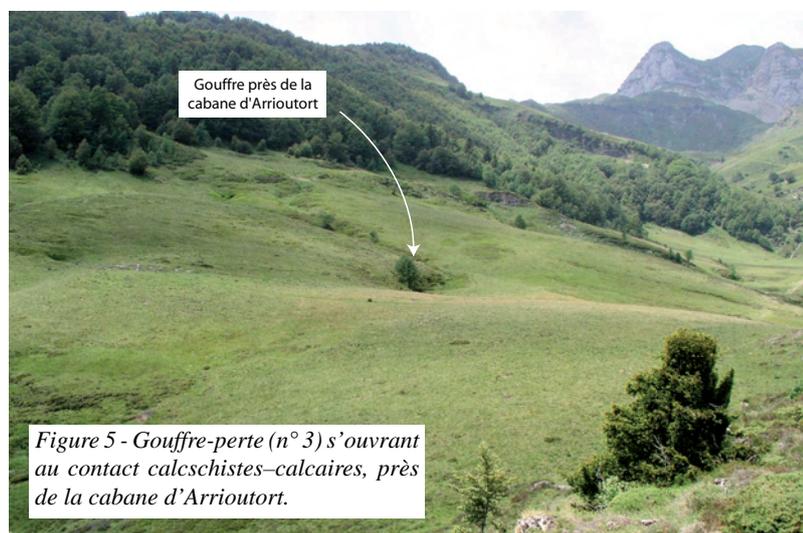


Figure 5 - Gouffre-perte (n° 3) s'ouvrant au contact calcschistes-calcaires, près de la cabane d'Arrioutort.

l'eau vienne des lacs du Montagnon d'Iseye situés vers 2000 m (Figure 6). Une résurgence est également pointée, vers les granges d'Espouey, 500 m en contrebas d'Arrioutort à l'altitude de 1030 m environ. Elle sourd dans le même vallon souvent à sec de Lasnières ; on peut donc penser qu'il s'agit de la résurgence des eaux engouffrées à Arrioutort.

2 - Les gouffres d'Arrioutort

La plupart des pertes sont impénétrables, celles qui ne le sont pas sont bouchées par des névés ou n'offrent que des conduits étroits et humides en cours de creusement. Lorsqu'on s'éloigne de la zone de contact, on trouve des lapiaz (crête de Barthèque) sur lesquels s'accrochent quelques arbres que l'éco-buage a épargnés.

Plus on s'éloigne des zones de pertes actives, plus les entrées de gouffres sont comblées. On devine que la corrosion a été active, mais qu'aucune circulation n'est venue réactiver les formes karstiques empâtées sous les lambeaux d'une formation de couverture.

Dans les pertes actives, on trouve des petites plaquettes de calcschistes assez fines et du matériel morainique plus grossier. Les conduits sont étroits et les formes assez déchiquetées.

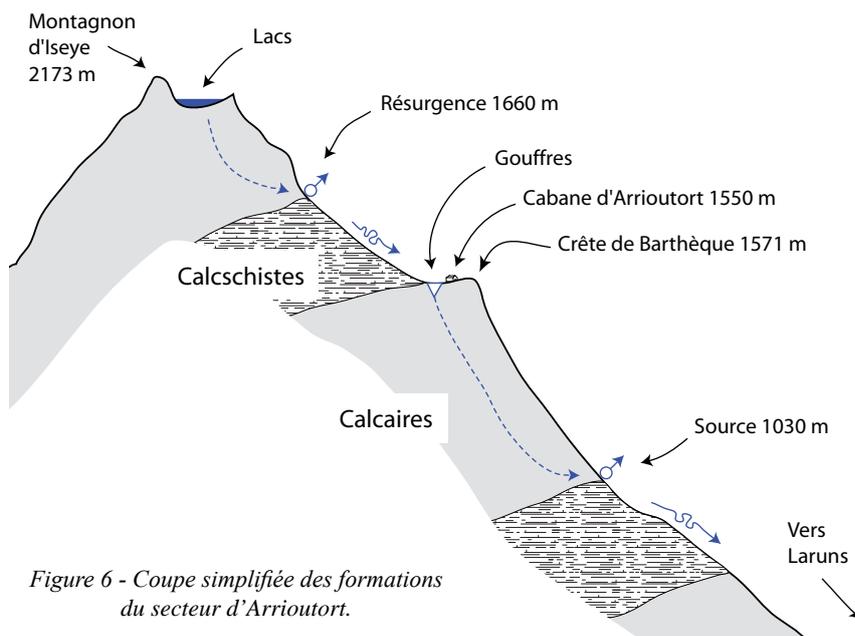


Figure 6 - Coupe simplifiée des formations du secteur d'Arrioutort.



Figure 7 - Au premier plan, le gouffre (n° 3) d'Arrioutort, perte active située à proximité du versant. Au fond, la crête de Barthèque dégagée de sa couverture.

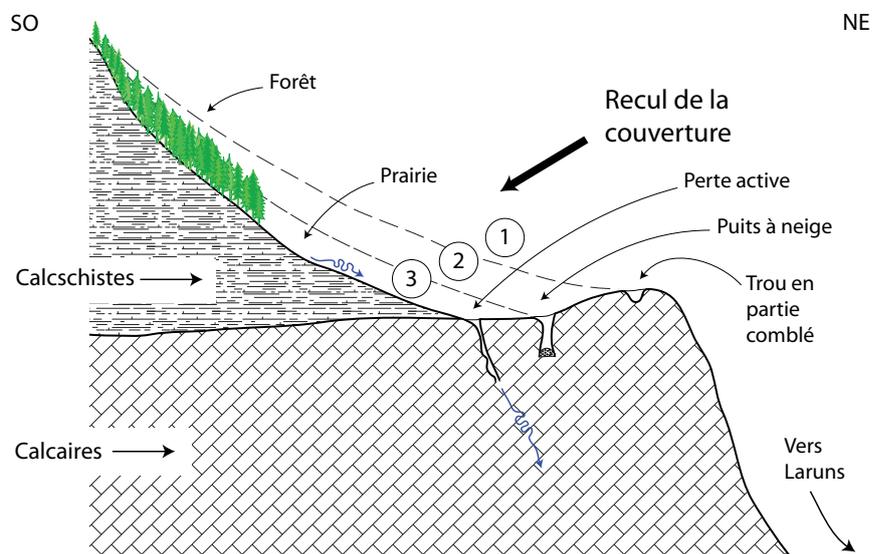


Figure 8 - Coupe schématique de la formation des gouffres d'Arrioutort

3 - Interprétation

Les gouffres absorbants sont jeunes alors que les plus anciens ont probablement disparu par érosion du versant (Figure 7). En effet, les gouffres d'Arrioutort s'ouvrent sur le bord d'un versant assez abrupt, raviné par l'arrec de Béteret. Le retrait de la couverture de schistes a entraîné l'abandon de certains gouffres situés plus aval, alors que les gouffres actifs sont situés à l'amont de la crête de Barthèque (Figures 5, 6 et 8).

Dans de nombreux massifs calcaires d'altitude des Alpes ou des Pyrénées, la part du ruissellement de surface est importante, car ces massifs offrent des pentes trop abruptes sur lesquelles les eaux n'ont pas la possibilité de s'infiltrer. Certes, il faut du calcaire et un gradient pour former un karst souterrain, mais il faut surtout des pertes concentrées capables de progresser vers le cœur d'un massif grâce au retrait d'une couverture imperméable qui protège les calcaires de la karstification (Puyoo, 1976 ; Maire, 1990 ; Audra, 1994 ; Jaillet, 2005).

On peut ainsi conclure que le karst d'Arrioutort est jeune, car on assiste à un premier recul de la couverture. Cependant, il faut que le recul de la montagne ne soit pas équivalent à celui de la couverture, sans quoi le karst disparaîtra au fur et à mesure de sa formation...

III - LE GOUFFRE D'ARTIGALÉOU (ESPARROS, HAUTES-PYRÉNÉES)

1 - Situation

Le gouffre d'Artigaléou ($x = 432,500$; $y = 3081,100$; $z = 910$ m système Lambert III) se situe à l'est de Bagnères-de-Bigorre dans les Baronnies, une région peu connue des spéléologues (Figure 9). Une route forestière permet de monter en voiture depuis Arrodets au courtaou (jasse, cabane) d'Artigaléou (860 m). Vers 700 m, on monte sur le flanc d'une grande vallée boisée qui se poursuit par la coume de l'Homme Mort ; on atteint les parties hautes de la vallée au col d'Artigaléou vers 860 m. Après avoir franchi ce col, on observe de nombreuses dolines. Elles perforent le fond d'une ancienne vallée qui se raccorde à celle du riu Serbi dans les prairies d'Artigaléou où l'on trouve enfin la cabane (Figure 10).

Le riu Serbi coule depuis le col de Couradabat (1028 m), puis se perd en terre vers la cabane d'Artigaléou (Figure 11). Son cours aérien se poursuit plus à l'ouest par un vallon d'abord à faible pente jusqu'à 820 m d'altitude, puis rejoint le cours de l'Arros par un ravin abrupt après une dénivellée de 300 m.

Le gouffre d'Artigaléou s'ouvre sur le versant sud du vallon du riu Serbi à l'altitude de 910 m, dans les calcaires à faciès urgonien du Crétacé. Il rejoint le cours actif d'un ruisseau une quarantaine de mètres plus bas.

2 - Le gouffre d'Artigaléou

Il est évident que la cavité est une ancienne perte du riu Serbi ; l'entrée du gouffre est aujourd'hui perchée à plus de 60 mètres au-dessus du fond du vallon. Le gouffre a une orientation E-O conforme à celle de la vallée du riu Serbi (Figure 12). Ce gouffre présente des étages fossiles superposés quelques mètres au-dessus de son cours souterrain actuel (Figure 13). L'étage supérieur comporte de belles galeries recoupées à l'emporte-pièce par des puits vadoses. En de nombreux endroits, on observe des remplissages de galets et des encoches de

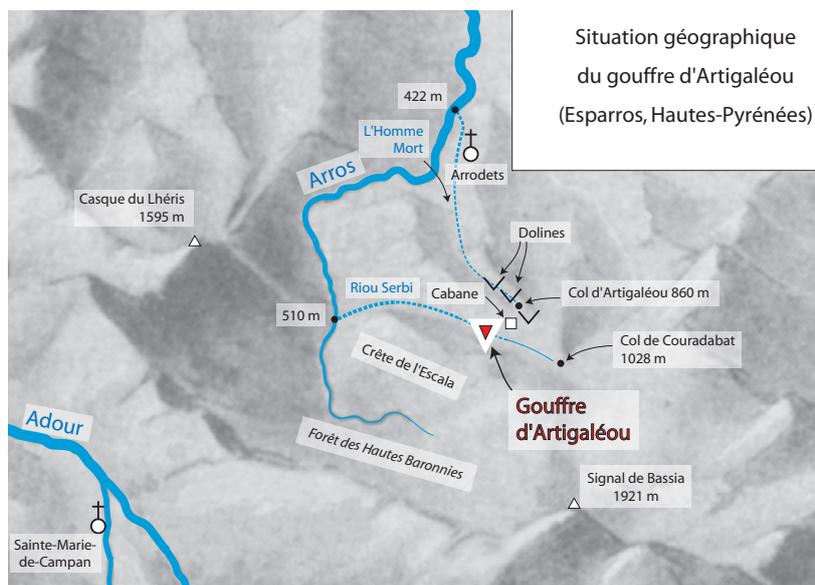


Figure 9 - Situation du gouffre d'Artigaléou et de la vallée de l'Arros.

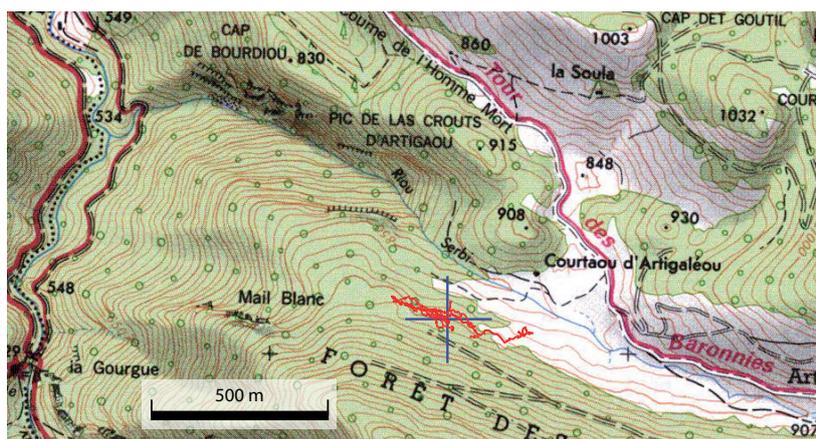


Figure 10 - Situation du gouffre d'Artigaléou.



Figure 11 - Le col de Couradabat et l'amont de la vallée du riu Serbi.

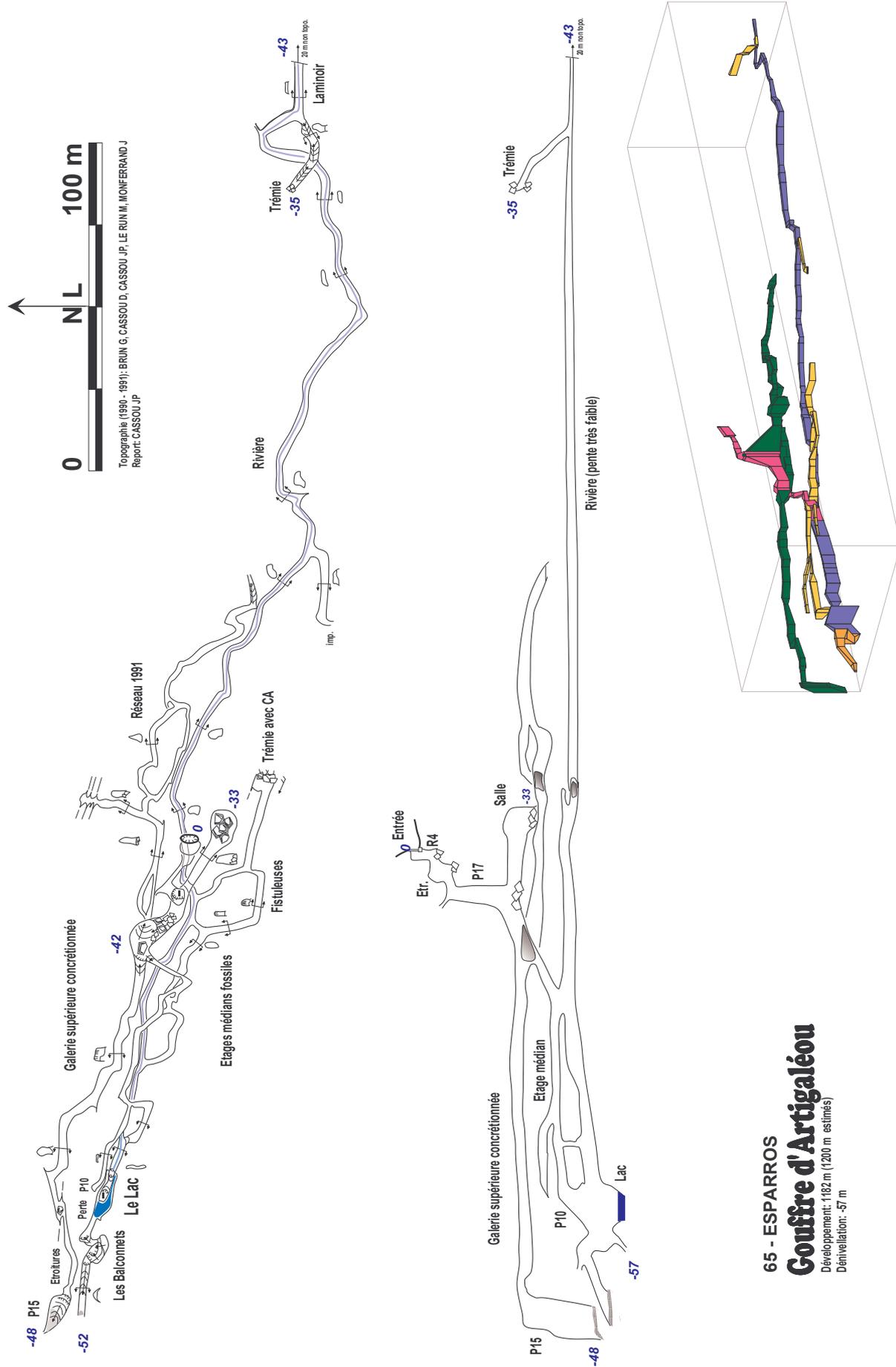


Figure 12 - Topographie du gouffre d'Artigaléou (d'après Jean-Pierre Cassou).

niveau d'eau (Figure 14) liées à l'écoulement du ruisseau sur un lit de remplissage d'insolubles.

La galerie supérieure présente des voûtes bien corrodées, sa section est globalement circulaire ; elle se poursuit à l'aval par une galerie concrétionnée. Un ressaut permet de prendre pied dans l'étage intermédiaire dont les galeries présentent des sections plus réduites. Un nouveau cran de descente livre accès au réseau actif (étage inférieur) où coule un ruisseau souterrain. L'étagement des galeries du gouffre d'Artigaléou est remarquable (Figure 13), car il présente, sur une assez faible dénivellation, des galeries à la pente régulière.

3 - Interprétation

a - La coume de l'Homme Mort

Le ruisseau temporaire de la coume de l'Homme Mort (860 m) s'écoule dans une vallée sèche orientée N-S jusqu'au village d'Arrodets où il rejoint l'Arros à l'altitude de 422 m après un parcours de 3 km environ (Figure 9). Le fond de la coume de l'Homme Mort est défoncé par des dolines, mais l'altitude du col d'Artigaléou (860 m) montre que le riu Serbi

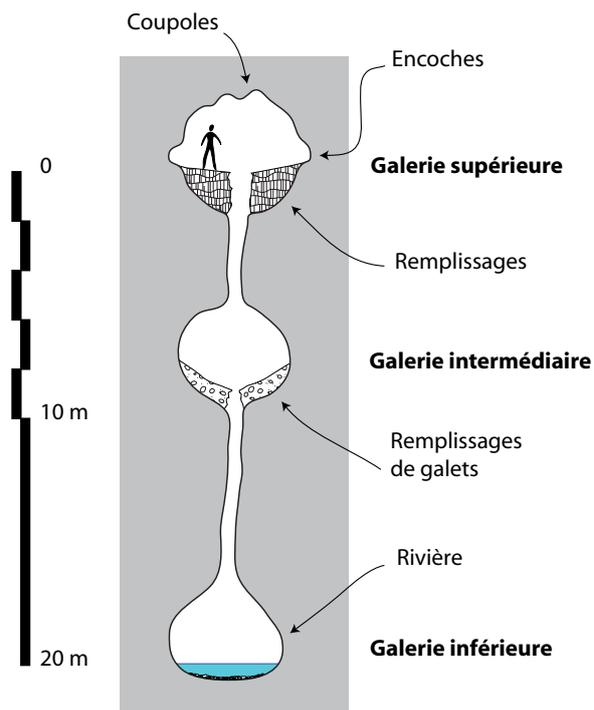


Figure 13 - Étagement des galeries du gouffre d'Artigaléou entre 890 et 870 m d'altitude.



Figure 14 - Encoche de niveau d'eau dans la galerie supérieure du gouffre d'Artigaléou.

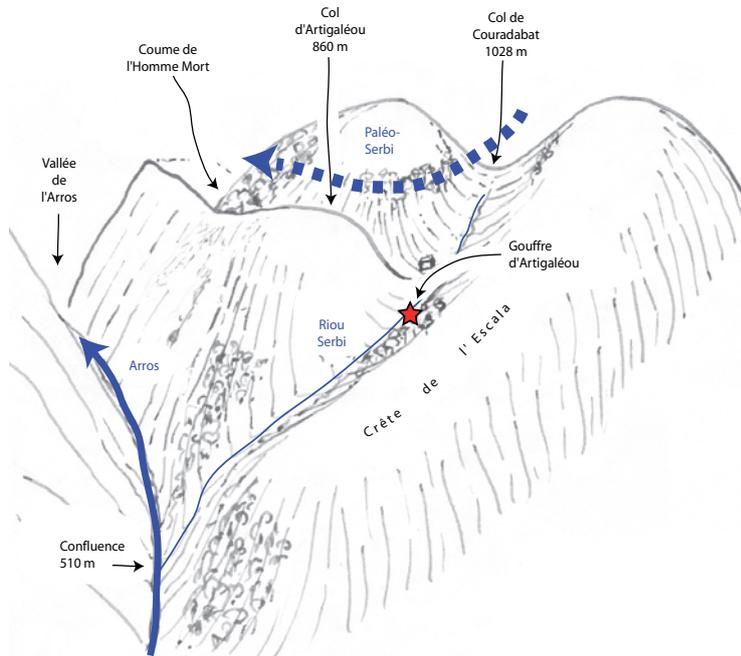


Figure 15 - Bloc-diagramme du massif d'Artigaléou.

s'écoulait autrefois vers le nord dans la coume de l'Homme Mort. Aujourd'hui, le riu Serbi - quand il ne se perd pas en terre avant - rejoint à l'ouest le cours de l'Arros à l'altitude de 510 m par un ravin très pentu, après un parcours beaucoup plus court de 2 km environ (Figure 15).

La coume de l'Homme Mort est une vallée morte dont le tracé N-S est plus ou moins parallèle à celui de l'Arros.

b - Le riu Serbi

Il est évident que le riu Serbi, qui coulait dans la coume de l'Homme Mort, a été capturé par l'Arros qui a considérablement approfondi son lit et agrandi son bassin versant au sud. En effet, le riu Serbi passait initialement par la coume de l'Homme Mort lorsqu'il a été asséché par une capture de l'Arros. Lors de cette capture (peut-être d'abord souterraine...), les reliefs étaient moins prononcés, comme le suggère la partie supérieure du cours du riu Serbi (Figure 16). Le profil de la partie inférieure du cours du riu Serbi est beaucoup plus pentu et montre qu'une phase d'érosion régressive récente tend à régulariser son ancien profil.

c - Le gouffre d'Artigaléou

Si on compare la pente du gouffre d'Artigaléou à celle de la partie inférieure du riu Serbi, on note une incohérence flagrante qui ne permet pas d'attribuer le creusement du gouffre au niveau de base actuel (Arros) situé beaucoup trop bas (510 m). Le profil en long du gouffre d'Artigaléou atteste d'un niveau de base situé plus haut (peut-être vers 850 m ?). On note également que la partie supérieure du cours du riu Serbi (Figure 16) n'a pas encore été atteinte par la vague d'érosion régressive qui monte depuis la vallée de l'Arros.

Les formes observées dans le gouffre d'Artigaléou montrent qu'il n'a pas subi de rehaussement du niveau de base dû à un comblement de vallée, si fréquent dans les cavités de basse altitude (Bigot, 2007). Au contraire, le gouffre semble avoir suivi une baisse graduelle du niveau de base de l'Arros.

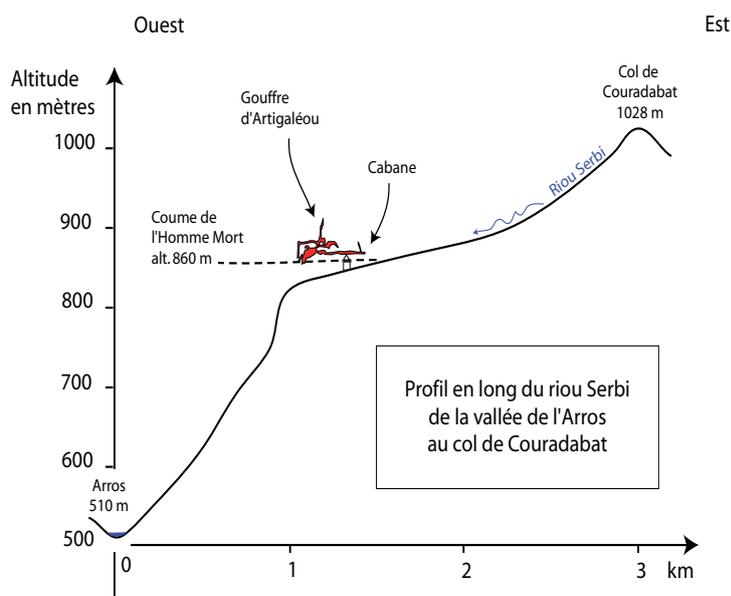


Figure 16 - Profil en long du riu Serbi.

d - Synthèse des observations

On peut résumer les phases successives de la manière suivante :

- 1 -Le riu Serbi creuse la vallée de l'Homme Mort. L'Arros et le riu Serbi-Homme Mort sont deux rivières qui descendent du piémont pyrénéen en empruntant un tracé, qui va du sud au nord, pour rejoindre au plus court la plaine nord pyrénéenne.
- 2 -L'enfoncement de l'Arros détourne souterrainement le cours du riu Serbi vers l'ouest. La coume de l'Homme Mort tend à s'assécher, le riu Serbi est capturé par l'Arros. Le gouffre d'Artigaléou se met en place et les circulations souterraines se calent sur un niveau de base relativement élevé de l'Arros (850 m environ) qui tend à s'abaisser. Les galeries du gouffre s'éta-

gent dans le massif au fur et à mesure de l'enfoncement de l'Arros.

- 3 -Le débit du riu Serbi ne lui permet plus de passer la coume de l'Homme Mort, une série de dolines se forme qui représentent autant de pertes successives du ruisseau. La concurrence entre les rivières qui coulent du sud au nord aboutit à une hiérarchisation des drains, le cours de l'Arros (alt. 800 à 850 m environ) s'impose et capture le cours aérien du riu Serbi.
- 4 -Le versant nord du piémont pyrénéen subit une vague d'érosion régressive qui affecte le cours de l'Arros ; un bassin marneux (Jurassique) est rapidement débarrassé par l'Arros au sud de la crête de l'Escala.

Cette vague d'érosion n'a toutefois pas encore atteint ou affecté les cavités et le relief hérité d'Artigaléou.

CONCLUSION

Ces exemples illustrent l'intérêt géomorphologique des paysages pour reconstituer les conditions dans lesquelles se sont formées des cavités. Les trois phénomènes décrits sont des pertes dans des massifs montagneux qui ont été ensuite portés en altitude par le soulèvement de la chaîne pyrénéenne. Les captures, le recul de la couverture, puis la destruction des bassins versants sont des évolutions relativement récentes encore perceptibles dans le paysage.

Enfin, il faut souligner que la lecture de paysages en cours de démantèlement, ainsi que l'interprétation de pertes successives, sont des phénomènes éphémères bien plus faciles à interpréter que les émergences des vallées qui se sont développées et adaptées sur des périodes beaucoup plus longues.

BIBLIOGRAPHIE

- AUDRA PH., 1994. Karst alpins. Genèse des grands réseaux souterrains. Exemples le Tennengebirge (Autriche), l'Île de Crémieu, la Chartreuse et le Vercors (France). Thèse Université J. Fourier, Grenoble I, Institut de géographie alpine, Grenoble, *Karstologia Mémoires*, 5, 280 p.
- BIGOT J.-Y., 2004a. Les puits et conduits subverticaux, l'exemple de l'aven de la Pépette, Simiane-la-Rotonde, Alpes-de-Haute-Provence, France. *Atti della Tavola Rotonda Internazionale "Grotte e carsismo nel gruppo delle Grigne e nelle valli del Lario"*, Valsassina, 2-5 septembre 2004. Frassati, *Le Grotte d'Italia, Rivista dell'Istituto Italiano di Speleologia e della Società Speleologica Italiana*, V, 5, 57-62.
- BIGOT J.-Y., 2004b. Les puits et conduits subverticaux. *Spéléo*, 49, 24-26.
- BIGOT J.-Y., 2007. Les conduits de raccordement des émergences aux niveaux de base des vallées. *Actes de la seizième rencontre d'octobre*, Méaudre, 14 - 15 octobre 2006, S. C. Paris édit., 16, 41-48.
- JAILLET S., 2005. Le Barrois et son karst couvert. Structure, fonctionnement, évolution. Thèse géogr. Université Bordeaux 3, 2000. *Karstologia Mémoires*, 12, 336 p.
- MAIRE R., 1990. La haute montagne calcaire. *Karstologia Mémoires*, 3, 730 p.
- PUYOO S., 1976. Étude hydrogéologique du massif karstique d'Arbas (Haute-Garonne). Thèse de 3^e cycle, Paris (thèse publiée dans les numéros de *Ouarnède* 1976, 7, 75-90 ; 1977, 8, 67-102 ; 1977, 9, 79-104 ; 1980, 10, 78-104 et éditée en 1985 par le G. S. Pyrénées).