

Les systèmes hydrographiques des grands réseaux souterrains : le point de vue topographique du curieux

Par Jean-Yves BIGOT

Qui n'a pas été impressionné en parcourant du regard les plans tentaculaires de cavités plurikilométriques. L'enchevêtrement labyrinthique des galeries – surtout dans les zones-clés d'un itinéraire – fait toujours frissonner les spéléologues. Mais une fois sur le terrain, l'angoisse cède le pas à l'action et les « pelotes de laine » du plan se traversent aisément. Y aurait-il un décalage entre la complexité de la topographie et les données du terrain ? Peut-on éclaircir un plan en sériant les grands systèmes hydrographiques ? Démêlons l'écheveau des topographes et tout redeviendra plus limpide.

Les buts du topographe

Une des tâches principales du spéléologue-topographe consiste à explorer et topographier des conduits souterrains. Avec la longueur cumulée des conduits, on obtient une valeur exprimée en mètres : le développement, que l'on peut ainsi comparer à celui d'autres cavités. La course au développement est dès lors ouverte : on agglomère, on cumule souvent des conduits de tous calibres et de toutes dimensions, puits et galeries confondus. Tout est permis ; aussi le développement exprime-t-il parfois l'abnégation du topographe plus que la longueur ou l'intérêt d'une cavité. Lorsque la valeur du développement atteint 100 km, on peut parler de grands réseaux, mais on reste un peu sur sa faim lorsque

l'on veut isoler les différents sous-systèmes hydrologiques. En effet, on sait que les grands réseaux ne se sont pas formés en un jour et qu'ils résultent d'une longue histoire karstologique et géomorphologique. C'est la raison qui était invoquée pour justifier la longueur du réseau Félix Trombe - Henne Morte : « *Ce sont ces changements de direction des circulations combinés à l'emboîtement des étages, le tout au cours d'une longue évolution, qui expliquent l'extension et le développement du réseau actuel* » (CLÉMENT, 2010).

Cette réalité nous amène à examiner la chronologie des événements enregistrés dans le karst.

L'enregistrement dans le karst

Les conduits souterrains peuvent parfois être très anciens. Certains ont même été recoupés par la surface, et sont totalement déconnectés des circulations actuelles. C'est le cas des nombreux conduits décapités reconnus sur plusieurs kilomètres à la surface du plateau de Saint-Remèze en Ardèche (MARTINI, 2005). Toutes ces observations attestent d'événements passés n'ayant que très peu de rapport avec des cavités aujourd'hui actives ; aussi a-t-on coutume de les identifier sous le terme de paléokarsts.

Toutefois, il est possible que des paléokarsts, ou conduits anciens, se trouvent imbriqués, recoupés et vidangés par des circulations plus récentes. Le cumul des longueurs de galeries sans distinction

morphologique ou chronologique devient alors très embarrassant et prive le curieux de certaines données karstogéniques.

Dans la pratique, ces considérations n'intéressent pas vraiment le topographe qui vise à inventorier tous les conduits d'un système souterrain. Il passera indistinctement d'une partie active à une partie fossile, le seul changement pour lui sera le confort offert par une galerie sèche et haute qu'il préférera – on le comprend – à une galerie humide et basse...

Cependant, les liens de filiation entre ces différentes galeries ne lui auront pas échappé et seront traduits graphiquement par un dessin qui fera l'objet d'une interprétation karstogénique ultérieure.

Les liens de filiation des réseaux

Très souvent, les galeries fossiles ont un rapport direct avec des réseaux actifs situés à l'aplomb de leur tracé ; on trouve même parfois des conduits qui attestent du lien de filiation entre les deux niveaux.

Il s'agit de loin des cas les plus fréquents ; le karst a la particularité de conserver l'étagement originel des réseaux (anciens niveaux de base) dans les modes de creusement les plus courants (*per descensum*), alors qu'en surface les niveaux de creusement de vallées peuvent avoir totalement disparu.

Ce principe de filiation a depuis longtemps été mis à profit chez les spéléologues qui ont exploré des réseaux

fossiles pour ensuite trouver des circulations actives dans les galeries inférieures. L'inverse est plus difficile, mais à partir d'une rivière souterraine, on peut aussi remonter dans les réseaux supérieurs (escalades). Parfois, les spéléologues parviennent à unir des réseaux spéléologiques ayant peu de rapport entre eux. Par exemple, un puits qui trépane une galerie ancienne permet de connecter des réseaux qui n'ont que très peu d'histoire en commun. Les meilleurs exemples sont des labyrinthes en 3D comme celui de la Dent de Crolles (Chartreuse) ou du Siebenhengste Hohgant (Alpes bernoises) dans lesquels des gale-

ries fossiles (tubes), qui caractérisent un niveau d'écoulement ancien, peuvent être recoupées par des réseaux vadoses plus récents.

Afin d'illustrer la confusion qui découle d'une représentation graphique ou, pire encore, de données chiffrées indifférenciées (développement), quatre exemples de cavités de la chaîne pyrénéo-cantabrique sont proposés (figure 1) : système du Mortillano (Cantabrie), système de la Pierre-Saint-Martin (Pyrénées occidentales), système du Trave (Picos de Europa) et réseau Félix Trombe - Henne Morte (Pyrénées centrales).



Figure 1 : Carte de la chaîne pyrénéo-cantabrique (France - Espagne) précisant la localisation des cavités : 1. système du Trave (développement : 9 167 m, dénivelée : 1 441 m) ; 2. système du Mortillano (développement : 117 000 m, dénivelée : 950 m) ; 3. système de la Pierre Saint-Martin / Partages (développement : 80 200 m, dénivelée : 1 408 m) ; 4. réseau Félix Trombe - Henne Morte (développement : 114 410 m, dénivelée : 975 m).

Quelques exemples de cavités pyrénéo-cantabriques

Le système du Mortillano (Soba, Cantabrie, Espagne)

Les limites des bassins versants apparents (surface) peuvent être trompeuses et révéler une indépendance insoupçonnée du drainage souterrain malgré la proximité de pertes en surface. Ainsi, dans la grande dépression de *Llena la Cueva* (Soba, Cantabrie, Espagne), on peut suivre deux petits ruisseaux qui naissent sur des marnes imperméables (figure 2). Ils disparaissent dans deux pertes distinctes, distantes d'une centaine de mètres. La perte de Cellagua draine les eaux vers un collecteur situé à l'ouest, tandis que la perte de Mazo Chico draine les eaux vers un autre collecteur situé au sud. *A priori*, rien ne permettait de penser que des eaux disparaissant dans la même dépression puissent emprunter des cheminements aussi

différents. Les rivières souterraines des deux sous-systèmes hydrographiques (Garma Ciega / Cellagua et Mazo Chico / Astrana / Rubicera) s'intègrent dans le système plus vaste du Mortillano (développement : 117 km, dénivelée : 950 m). Les eaux de ces rivières réapparaissent cependant à la même émergence, *Las Fuentes*, située dans le val d'Ason, après 700 à 800 m de dénivelée.

Les deux grands sous-systèmes hydrologiques du Mortillano : Garma Ciega / Cellagua au nord-ouest et Mazo Chico / Astrana / Rubicera au sud-est sont reliés par une galerie suspendue (galerie des Bourguignons) correspondant aux amonts fossiles du réseau de Cellagua. Cette galerie en tube ancienne s'est formée lorsque le niveau de base était situé plus haut. Elle a été recoupée par

Noms des systèmes	Collecteurs & émergences	Développement	Conduits de jonction
Sumidero de Cellagua & torca de Garma Ciega	Rio de Cellagua	47 000 m (*)	Galerie des Bourguignons
Torca de Mazo Chico, mortero de Astrana & cuevas de la Rubicera	Rio de Mazo Chico	70 000 m (*)	Galerias de la Calaca et du Crucero
Système du Mortillano	Las Fuentes	117 000 m	(*) évaluation

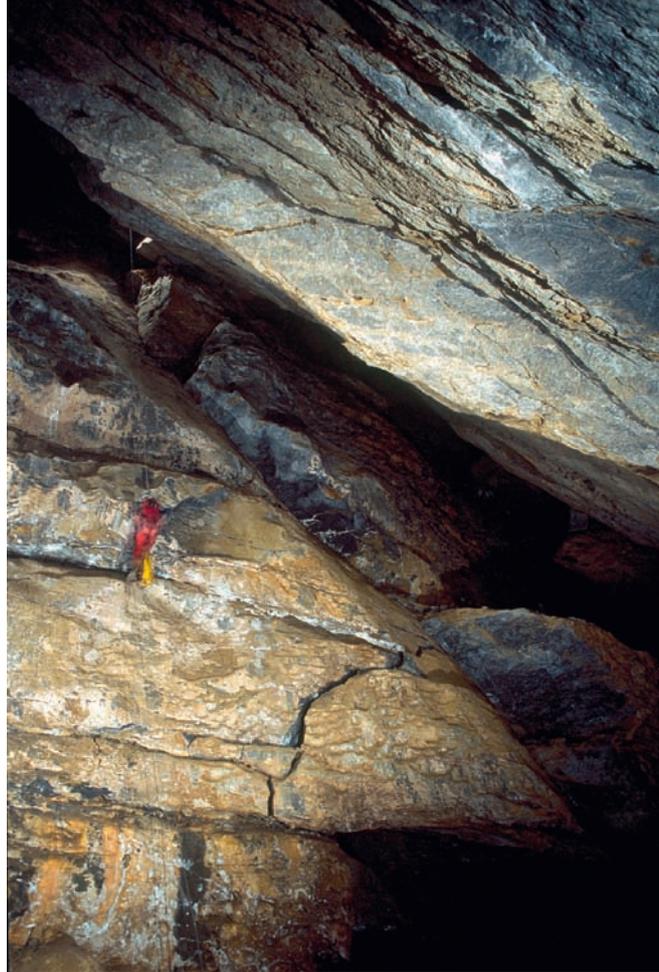
des circulations vadoses qui sont en fait des affluents de la rivière de Mazo Chico (BIGOT, 1995).

Les réseaux qui se développent au contact d'une roche imperméable, comme le socle paléozoïque du massif de la Pierre-Saint-Martin, illustrent parfaitement les problèmes de captures hydrologiques qui apparaissent alors plus nettement sur les topographies.

Les systèmes de la Pierre-Saint-Martin et des Partages (Navarre, Espagne / Pyrénées-Atlantiques, France)

Les gouffres du massif de la Pierre Saint-Martin sont des plus intéressants car les amonts des gouffres du Pourtet (système de la Pierre-Saint-Martin) et des Partages forment un chevelu en deux dimensions qu'il est facile d'appréhender sur un plan.

En 2008, la jonction à partir de galeries assez étroites du gouffre des Partages est devenue effective. Elle a permis de relier deux longs réseaux souterrains parallèles (système de la Pierre-Saint-Martin et des Partages, développement : 80 200 m, dénivellée : 1 408 m) dont les rivières coulent, conformément au pendage, de l'est - sud-est vers l'ouest - nord-ouest. Les eaux des deux réseaux souterrains réapparaissent dans la même vallée de l'Uhaitza



Le puits MTDE dans Garma Ciega, système du Mortillano, Cantabrie, Espagne. Cliché AER.

Sistema del Mortillano Soba, Cantabrie, Espagne

Développement : 117 000 m
Dénivellation : 950 m

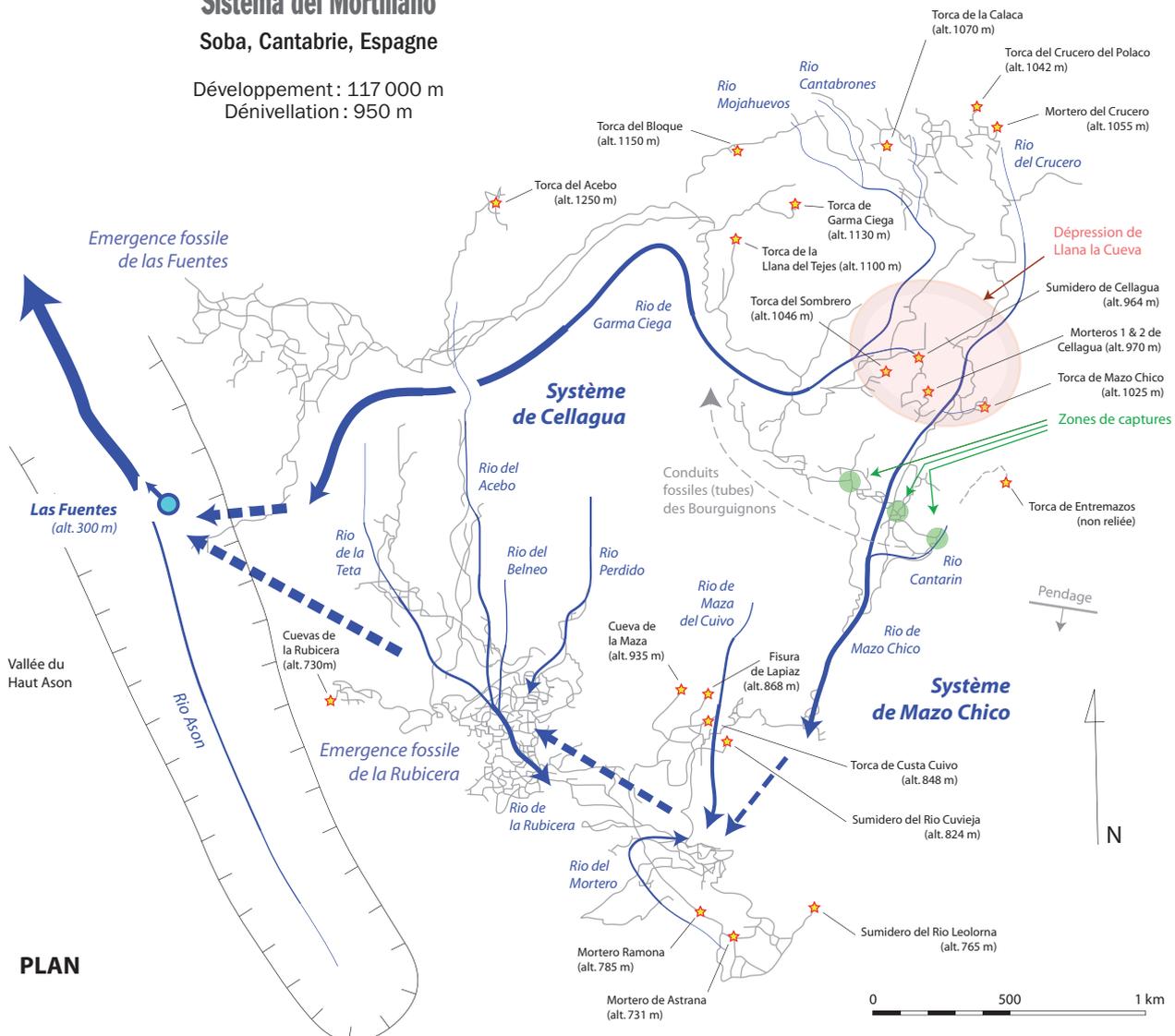


Figure 2 : Plan du système du Mortillano (Cantabrie, Espagne). Les deux sous-systèmes hydrographiques Garma Ciega / Cellagua et Mazo Chico / Astrana / Rubicera sont reliés par des galeries fossiles aujourd'hui suspendues et recoupées (captures) par des circulations actuelles drainées par la rivière de Mazo Chico. On peut attribuer ces changements à une baisse du niveau de base et au pendage favorable qui a permis de relier deux systèmes fossiles à l'origine indépendants et drainés par deux anciennes émergences : Rubicera et Las Fuentes.

(Sainte-Engrâce), mais ont cependant des émergences distinctes : Bentia pour le gouffre de la Pierre-Saint-Martin et Illamina pour le gouffre des Partages.

La jonction par une galerie de très modestes dimensions correspond à une capture des amonts du gouffre des Partages par ceux de la Pierre-Saint-Martin (PSM) qui ont étendu leur bassin versant vers le sud. En termes de surface de bassins versants, la capture est assez insignifiante, mais permet de relier spéléologiquement deux drains majeurs qui ne partagent qu'une très courte histoire dans les amonts de leur bassin. En termes de développement, le gouffre de la Pierre-Saint-Martin compterait pour 53 km et celui des Partages pour 27 km. L'importance relative des développements et l'indépendance de chaque cavité (PSM, Partages) apparaissent sur les topographies de manière explicite (figure 3).

Des cavités plus verticales comme celles des Picos de Europa (Espagne) présentent également des exemples intéressants de captures dans le système du Trave.



Rivière de la Pierre Saint-Martin, Pyrénées-Atlantiques, France. Cliché Jean-Luc Naudin.

Noms des systèmes	Rivières & émergences	Développement	Conduits de jonction
Gouffre de la Pierre-Saint-Martin	Rivière de la Pierre-Saint-Martin	53 000 m (*)	Galeries du gouffre du Pourtet
Gouffre des Partages	Rivière des Partages	27 200 m (*)	
Système Pierre-Saint-Martin - Partages	Bentia & Illamina	80 200 m	(*) évaluation

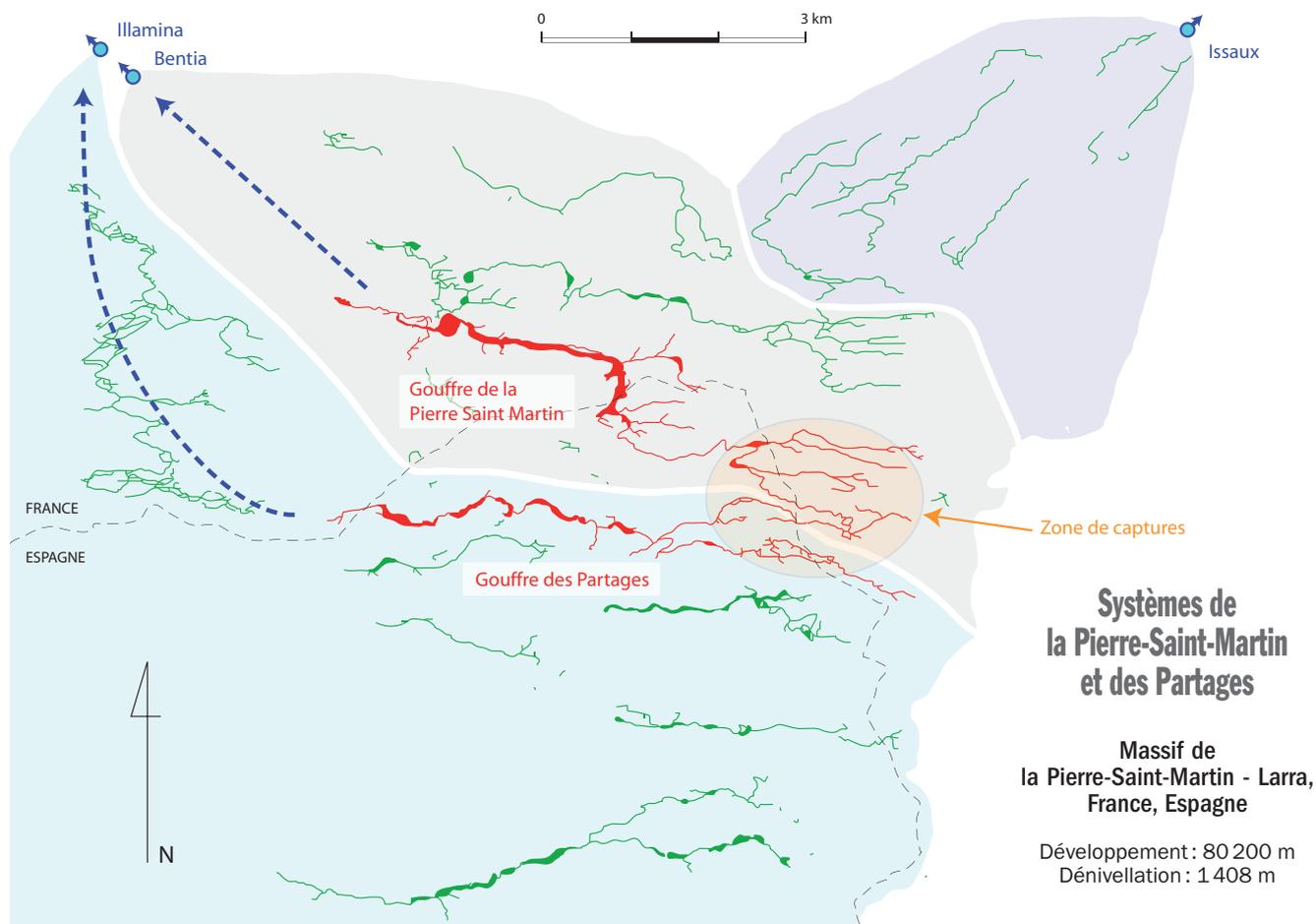


Figure 3 : Plan des systèmes de la Pierre-Saint-Martin - Larra, France - Espagne (d'après MAIRE, DOUAT & QUINIF, 2010 modifié). Les gouffres de la Pierre-Saint-Martin et des Partages appartiennent à deux bassins d'alimentation distincts mais sont néanmoins reliés par de petits conduits dans leurs zones amont (captures).

Le système du Trave (Picos de Europa, Asturies, Espagne)

À une échelle plus réduite, les joints ou fractures majeures qui affectent des écaillles (chevauchements), ou encore des structures géologiques fortement plissées et faillées, peuvent jouer un rôle drainant à la faveur d'un plan de discontinuité. Bien entendu, ce plan drainant ne sera pas aussi étanche que le socle paléozoïque de la Pierre-Saint-Martin. Dans le système du Trave (Picos de Europa, Espagne), dont le développement total n'atteint que 9 167 m (dénivelée : 1 441 m), des conduits fossiles de capture (Zéphirs) permettent de relier deux grands sous-systèmes distincts (figure 4) : l'un descendant à -1 381 m (Palabres & Toboggans) et l'autre à -1 441 m (Schéhérazade & Ariane) (COCKTAIL PICOS et *al.*, 1999).

La branche Schéhérazade (-1 441 m) est plus récente que celles des Toboggans (-1 381 m) et des Palabres (-989 m) qui se sont développées initialement dans le plan de chevauchement (discontinuité) ; ces deux dernières branches, conformes au pendage, sont probablement les plus anciennes (BIGOT, 1991). Enfin, le système hydrographique Ariane, plus jeune et aussi plus étroit, se termine à la profondeur de -863 m.

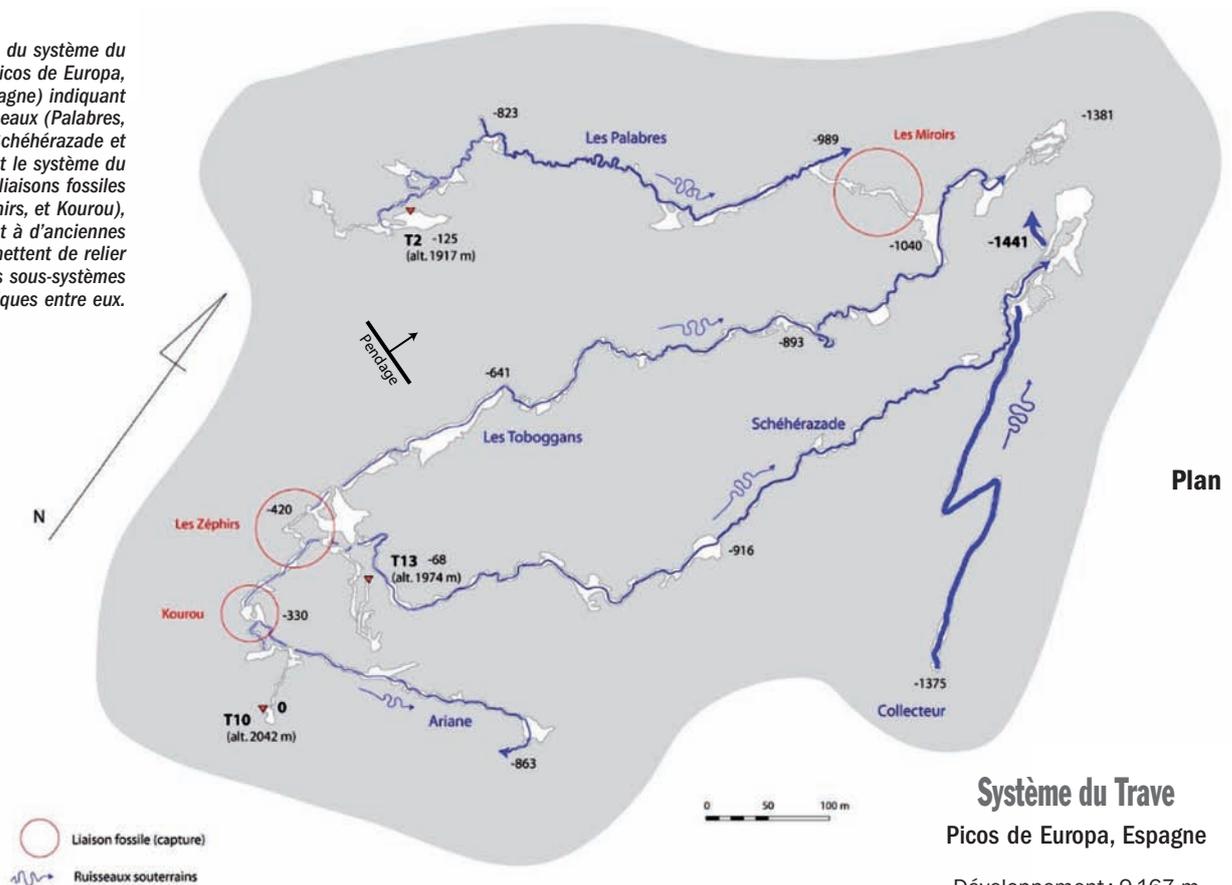
Dans les deux précédents exemples de cavités des massifs de la Pierre-Saint-Martin et des Picos de Europa, les réseaux étaient fortement guidés par des plans de discontinuité plus ou moins perméables. Mais d'autres grands



Galerie des Toboggans vers -550. Le plan de chevauchement constitue le toit des galeries, sistema del Trave, Picos de Europa, Espagne. Cliché Jean-Yves Bigot.

Noms des sous-systèmes	Rivières & émergence	Développement	Conduits de jonction
Branche du Trave (T2)	Ruisseau des Palabres	2 500 m (*)	Les Miroirs
Branche des Toboggans (T13 & T2)	Ruisseau des Toboggans	2 467 m (*)	Les Zéphirs
Branche Schéhérazade (T10 & T13)	Ruisseau Schéhérazade & Collecteur	1 400 m (*)	Méandre Kourou
Branche Ariane (T10)	Ruisseau Ariane	2 800 m (*)	-
Système du Trave	Farfao de la Viña	9 167 m	(*) évaluation

Figure 4 : Plan du système du Trave (Picos de Europa, Asturies, Espagne) indiquant les quatre ruisseaux (Palabres, Toboggans, Schéhérazade et Ariane) drainant le système du Trave. Trois liaisons fossiles (Miroirs, Zéphirs, et Kourou), correspondant à d'anciennes captures, permettent de relier les différents sous-systèmes hydrographiques entre eux.



Système du Trave Picos de Europa, Espagne

Développement : 9 167 m
Dénivellation : 1 441 m

réseaux aux caractéristiques géologiques différentes montrent une évolution en rapport direct avec la géomorphologie (ouverture d'une fenêtre hydrogéologique), tel le réseau Félix Trombe - Henne Morte dans les Pyrénées centrales.

Le réseau Félix Trombe - Henne Morte (Haute-Garonne, France)

Des observations spéléologiques dans le réseau Félix Trombe - Henne Morte, ou réseau de la Coume Ouarnède, (développement : 114 410 m, dénivelée : 975 m) montrent qu'une partie des eaux a été capturée par la Hount deras Hechos (système de la Henne Morte) au détriment du système hydrologique Félix

Noms des systèmes	Collecteurs & émergences	Développement	Conduits de jonction
Système Félix Trombe	Rivière du Pont de Gerbaut et du Pierre	95 410 (*)	Réseau Larrégola
Système de la Henne Morte	Rivière de la Henne Morte	19 000 (*)	
Réseau Félix Trombe - Henne Morte	Goueil di Her & hount deras Hechos	114 410 m	(*) évaluation

Trombe dont les eaux réapparaissent au Goueil di Her (figure 5).

Ce réseau Félix Trombe - Henne Morte est aujourd'hui drainé par deux émergences distinctes, alors qu'anciennement il ne formait qu'une seule entité contrôlée par une seule émergence : le Goueil di Her. On peut donc voir dans la

Hount deras Hechos (système de la Henne Morte) l'ouverture d'une fenêtre hydrogéologique consécutive à une modification du relief, comme l'approfondissement d'un vallon adjacent qui aurait ainsi permis la capture d'une partie des amonts du système Félix Trombe (CLÉMENT, 2010).

Le réseau Félix Trombe - Henne Morte Plan général - rivières principales

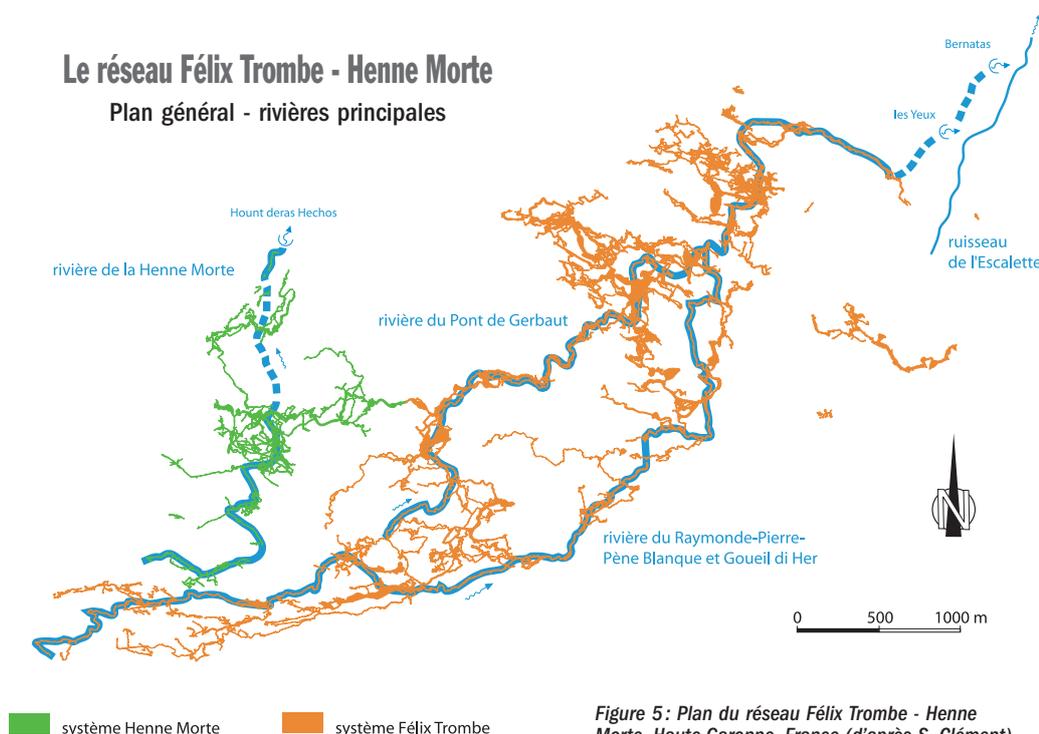


Figure 5 : Plan du réseau Félix Trombe - Henne Morte, Haute-Garonne, France (d'après S. Clément).

Bibliographie

- AGRUPACIÓN ESPELEOLÓGICA RAMALIEGA AER (2007) : Sistema Garma Ciega - Cellagua - Bloque - Sombrero... *Boletín Cantabro de Espeleología*, n° 16, p. 83-91.
- BIGOT Jean-Yves (1989) : Approche karstologique du système du Trave, Picos de Europa, Espagne.- *L'Aven, bulletin du Spéléo-club de la Seine*, n° 49, p. 96-107.
- BIGOT Jean-Yves (1991) : Un témoin de l'évolution des réseaux du Sistema del Trave : la galerie des Toboggans. *Première Rencontre d'Octobre, Paris, 25-27 octobre 1991, Actes des Rencontres d'Octobre*, Spéléo-club de Paris éditeur, n° 1, p. 11-15.
- BIGOT Jean-Yves (1995) : Llana La Cueva ou la naissance d'un grand réseau (Soba, Cantabrie).- *Grottes & gouffres, bulletin du Spéléo-club de Paris*, n° 138, p. 4-11.
- CLÉMENT Sylvestre (2010) : La Coume Ouarnède, le plus grand réseau souterrain de France.- In AUDRA, Philippe : Grottes et karsts de France. *Karstologia Mémoires*, n° 19, p. 278-279.
- COCKTAIL PICOS (ASSOCIATION D'EXPLORATION SPÉLEOLOGIQUE AUX PICOS DE EUROPA), ERRA Joan, GENUITE Pat, RENOUS Nicolas & VIDAL Bernard (1999) : La torca del Cerro (-1589) et le secteur du Trave. « La moisson de moins 1000 », Espagne, Picos de Europa.- *Spelunca*, n° 74, p. 25-50.
- LEÓN GARCIA José (2010) : Cantabria Subterránea. Catálogo de las grandes cavidades. Actualización 2010.- *Instituto de Estudios Cantabros y del Patrimonio edit.*, tomos 1 & 2, 933 p.
- MAIRE Richard ; DOUAT Michel & QUINIF Yves (2010) : Le karst de massif de la Pierre Saint-Martin.- In AUDRA, Philippe : Grottes et karsts de France.- *Karstologia Mémoires*, n° 19, p. 288-289.
- MARTINI Jacques (2005) : Étude des paléokarsts des environs de Saint-Remèze (Ardèche, France) : mise en évidence d'une rivière souterraine fossilisée durant la crise de salinité messinienne.- *Karstologia*, n° 45-46, p. 1-18.

Conclusion

On a vu que la plupart des grands réseaux spéléologiques sont souvent composés de plusieurs générations de conduits interconnectés. La notion de développement (longueur cumulée des conduits) ne reflète pas les réalités hydrographiques et karstogéniques des grands réseaux souterrains. C'est pourquoi on a tenté d'isoler et d'évaluer le développement de chaque entité pour quatre grandes cavités de la chaîne pyrénéo-cantabrique, afin de restituer la part des sous-systèmes hydrographiques dans leur développement total.

Certes, l'exercice n'est pas facile. Il permet cependant une approche plus rationnelle et plus fidèle d'une grande cavité. Il restera à convaincre les concepteurs de logiciels de topographie spéléologique de proposer le calcul partiel du développement de réseau permettant de restituer la part de chaque sous-système hydrographique identifié. Une restitution plus fine des dimensions (développements) permettra de mieux appréhender la réalité spéléologique, hydrologique et karstogénique (captures) des grands réseaux. ■

Remerciements

Sylvestre Clément, Ángel García Fuentes et Bernard Vidal.