

# Conclusion et perspectives

Jean-Pierre Barbary, Richard Maire et Zhang Shouyue

Voici donc la fin d'une étape. Après les rapports de 1986, 1992 et 1995, *Voyages en terres chinoises* présente un bilan provisoire des recherches spéléologiques, karstologiques et sur l'environnement dans le cœur du karst chinois effectuées entre 1997 et 2001, sans oublier une partie des résultats de 2003. Nous n'avons pas trouvé un titre qui puisse satisfaire toutes les tendances développées dans cet ouvrage multiforme. Comme Xu Xiake il y a plus de 350 ans, nous ne sommes ici que des voyageurs qui découvrent et tentent de comprendre un environnement karstique exceptionnel, des héritages culturels plurimillénaires, des mentalités orientales si particulières. Il est vrai que la Chine a du mal à se laisser enfermer dans un titre étroit.

Aujourd'hui, selon que l'on est scientifique ou non, le mot voyage peut avoir une connotation "explorateur du XIX<sup>ème</sup> siècle" ou simplement touristique. Ici le mot voyage renvoie à Xu Xiake ; il a l'avantage de laisser une place au rêve, il est synonyme de temps qui passe, de provisoire, avec en toile de fond un paysage karstique apparemment immobile. C'est ce cadre naturel hors du temps que nous avons voulu d'abord explorer et décrypter. Pour ce faire nous nous sommes plongés au cœur du monde rural, un monde longtemps oublié qui pourtant recèle des trésors inestimables dans ses modes de vies, ses traditions.

En témoin de notre temps, nous voyons d'un côté des paysages qui racontent la mémoire de la Terre depuis des millions d'années, de l'autre un pays-continent à la culture plurimillénaire pris dans le tourbillon actuel du capitalisme à la chinoise et de la mondialisation. Au départ de nature exploratoire, les voyages sont devenus, au fil des années, des sortes de parcours initiatiques qui à chaque fois nous invitent à revenir. Si certains géographes de salon racontent ce qu'on fait les explorateurs, pour paraphraser Saint-Exupéry, notre but est d'exprimer ici le point de vue de l'explorateur dont la motivation, garante du succès, est la passion pour la découverte des cavernes, l'esthétique des paysages et la curiosité pour le monde chinois.

Cet ouvrage est le résultat d'une collaboration qui a nécessité des milliers d'heures de travail sur le terrain, en laboratoire et dans les bureaux. Sans une grande cohésion humaine, sans l'acceptation des différences, il n'aurait sans doute jamais vu le jour. La synthèse des travaux, coordonnée par quelques-uns d'entre nous, a été menée par une vingtaine d'auteurs, français et chinois, qui ont su chacun à leur niveau de compétence fonctionner en

synergie. Cette entreprise a donc été difficile car il a fallu mêler dans le même ouvrage des sensibilités et des disciplines différentes, mais toujours complémentaires. Pour conserver une certaine unité et éviter un mélange des genres, nous avons divisé l'ouvrage en trois livres distincts, ce qui autorise une lecture séparée tout en établissant des passerelles d'une partie à l'autre. De compromis esthétiques en obligations académiques, nous avons essayé de décoder les inévitables jargons. Certes, dans le livre 1, les inventaires et descriptions de cavités peuvent se révéler fastidieux, mais au fil des pages notre souhait est de faire partager nos découvertes, nos réflexions scientifiques et l'esprit dans lequel nous avons vécu ces aventures.

Dans ce volume, les résultats de six projets ont été consignés depuis 1997. Le septième projet, Guizhou 2003 (expédition nationale de la FFS), a été l'occasion de grandes découvertes. Dans l'additif, nous avons donné un résumé des principaux résultats de cette expédition qui est marquée par trois explorations majeures : la Gesohe souterraine, le gouffre de Baiyudong avec son puits d'entrée exceptionnel de 424 m et bien sûr la poursuite du système de Shuanghedong qui, avec 54 356 m de développement, devient la plus longue cavité de Chine.

Mais revenons aux six premiers projets dont les résultats constituent l'essentiel de cet ouvrage. Les reconnaissances dans les hautes montagnes du nord-ouest du Yunnan (1997, 1998, 1999) nous ont permis d'observer et de décrire des phénomènes karstiques jamais documentés dans la littérature chinoise et internationale, comme par exemple les grands poljés d'altitude et notamment celui de Napahai (Zhongdian) qui s'étend sur plus de 137 km<sup>2</sup> à plus de 3 200 m d'altitude (chap. 6 et 8). Elles nous ont permis d'observer les effets de la surrection himalayenne qui a engendré des paysages somptueux et conditionné fortement l'évolution du karst dans tout le plateau du Yungui (Yunnan-Guizhou). Les massifs sauvages des Yulongxueshan (5 600 m) et en règle générale de toute la zone du double triangle du haut Yangtse s'avèrent des hauts lieux du karst, mais dans un style totalement différent du karst chinois classique. Ces karsts himalayens pourraient révéler prochainement des cavités à l'échelle de ces montagnes immenses.

L'expédition plongée Shuidong 97 est aussi une première pour nous car elle a été sollicitée et entièrement financée par l'entreprise gérant la grotte

aménagée de Benxi (chap. 7 et 12). Mais outre le fait qu'il est agréable de partir explorer des cavités à moindre frais, elle nous a donné l'occasion de visiter une région karstique située dans un domaine géologique et climatique très différent de la Chine du Sud-Ouest. Les plongées de Jean Bottazzi et Patrick Maniez ont permis d'explorer le plus long réseau de Chine derrière siphon. Ces quinze jours de travail intensif ont fait l'objet d'un rapport écrit détaillé et de nombreuses prises de vue subaquatique (vidéo, photos) remises aux gestionnaires de la cavité.

Panxian 2000 est une expédition particulière car tous ses résultats seront publiés intégralement en chinois sous le titre : *The Cave Annals of Panxian, Guizhou*. Ce sera le premier inventaire spéléologique préliminaire d'un district chinois, qui regroupera aussi les travaux de Guizhou 2003. Cet inventaire, qui détaille plus de 80 cavités, n'a été possible qu'avec le soutien et la participation active des autorités du district et notamment de Tian Ershuang, géologue à Panxian. Ce district bénéficie d'une position géographique originale en bordure du plateau du Yunnan et d'un contexte géologique spécifique avec notamment ses grandes failles et ses couvertures basaltiques résiduelles ou disparues qui jouent ou ont joué un grand rôle dans la genèse du karst conique et des cavités. Tous ces facteurs importants ont favorisé la mise en place de systèmes hydrogéologiques complexes (Wutuhe, Gesohe) et de gouffres hors du commun comme Baiyudong, localisé en position sommitale, dont la formation suscite de nombreuses questions.

Le long des grands accidents, comme la faille de Panxian-Lemin, nous avons découvert dans des cavités de nombreux indicateurs sismo-tectoniques à ne pas confondre avec des cisaillements classiques de détente (chap. 10). La multitude de ces phénomènes et leur répartition sur une aire à la fois vaste et bien circonscrite est unique en Chine. Cette découverte fait de cette région un véritable laboratoire pour une étude plus poussée de la tectonique récente.

Yungui-Bijie 2001 a permis d'ouvrir de nouveaux champs d'explorations, notamment dans le district de Suiyang (Guizhou), avec le désormais célèbre réseau de Shuanghedong qui est loin d'avoir livré tous ses secrets (chap. 4 et additif). Nos travaux dans cette région ont suscité un grand intérêt de la part des autorités locales qui envisagent maintenant la création d'un parc national thématique sur le karst et les cavités. Dans la préfecture de Bijie, notre reconnaissance a permis d'entrevoir les grandes potentialités spéléologiques de cette grande zone située au nord-ouest du Guizhou où les terrains karstiques affleurent sur plus de 19 700 km<sup>2</sup>. Cette reconnaissance, supportée sur le plan financier et logistique par les plus hautes autorités de la préfecture, a été menée tambour battant. Un rapport complet incluant les topo-

graphies partielles de plus de 20 cavités et leur descriptif a été remis à la fin de l'expédition aux responsables locaux.

Quant au karst de Xingchang, situé dans le district de Liuzhi (Guizhou), il mériterait à lui seul de nouvelles explorations car il détient sûrement en son sein un ou deux systèmes majeurs de plusieurs dizaines de kilomètres de développement.

La multitude des cavités et régions explorées nous permet aujourd'hui de proposer une classification provisoire des fameuses grottes-tunnels qui sont, avec le karst conique et les méga-dolines, les fleurons du karst chinois de moyenne montagne (chap. 9). Ces études nous permettent aussi de mieux appréhender la complexité du karst chinois grâce au décryptage des nombreux indicateurs morpho-sédimentaires présents dans le karst superficiel et dans le karst profond (chap. 10). L'érosion de la colonne sédimentaire, le démantèlement des anciennes grottes-tunnels, l'étagement des cavités, le creusement des vallées et des canyons, sous le contrôle de la tectonique himalayenne, soulignent les étapes de la surrection. Sans tectonique, il n'y a pas de développement de la karstification. De nombreuses recherches sont à poursuivre car les jalons chronologiques doivent être datés de manière plus précise.

Après avoir enregistré l'influence purement climatique des paléomoussons, les remplissages souterrains (spéléothèmes et dépôts détritiques rythmés) enregistrent les effets de la forte pression anthropique sur l'environnement : déforestation, érosion et lessivage des sols, pollutions, etc. A cause du substrat karstique sensible aux changements d'état de l'environnement, en particulier à cause d'un climat à saisons très contrastées, ces régions subtropicales sont très fragiles et leur aménagement est fort délicat à cause de la surpopulation rurale (chap. 13 et 14). En contre point, ces contrées montagneuses encore méconnues, habitées par des ethnies variées, anciennes et remarquables, possèdent des atouts esthétiques et culturels qui contribueront sans nul doute au développement du tourisme ethno-karstique qui est une marque de fabrique de la Chine du Sud-Ouest (chap. 15 et 16).

Outre les aspects spéléo-karstologiques, nous avons eu l'opportunité de découvrir de nombreux sites marqués par une présence humaine récente ou ancienne. Les empreintes de pas dans les réseaux de Shuanghedong (district de Suiyang, Guizhou), de Gaolushuiluodong (district de Liuzhi, Guizhou) et de Dadong (district de Suiyang, Guizhou), la grotte-mine de Wuliudaxiaodong, les grottes-forteresses de Fujiadadong et Anjiadong (district de Liuzhi, Guizhou), le temple de la grotte de Tianzidong (district de Jianchuan, Yunnan), pour ne citer que ces exemples, sont autant de signes montrant la relation forte que l'homme entretient avec le monde souterrain depuis des millénaires. Cette relation très ancienne (chap. 17) ouvre de

nouvelles perspectives de recherche situées aux frontières de plusieurs disciplines comme l'histoire, la géographie sociale et historique, l'archéologie et la paléontologie. La découverte de restes de *stegodon* dans la grotte de Laohuyandadong (district de Panxian, Guizhou), les nombreux ossements fossiles montrés par les habitants des villages, la visite de cavités comme Panxian Dadong (site de première importance), soulignent le grand intérêt archéologique et paléontologique de ces vastes régions karstiques. Pourtant une grande inconnue demeure : aucune peinture rupestre n'est connue dans l'univers des grottes chinoises.

Enfin, dans le domaine de la biospéléologie, les poissons cavernicoles de la grotte de Gaolushuiluodong (district de Liuzhi, Guizhou) ainsi que les têtards de la Shuanghe et les multiples observations sur la faune souterraine effectuées durant nos explorations, ne pouvaient qu'aboutir à l'enrichissement des compétences de notre équipe par la présence d'un biologiste. C'est ce que nous avons fait durant l'expédition 2003. Un travail préliminaire a été publié à la fin du chapitre 4. Mais

ce qui restera enfin, c'est l'aventure humaine et les échanges culturels intenses, particulièrement au cours des deux stages de formation spéléologique que nous avons encadrés en 1997 et 1998 (chap. 19) et tout simplement dans la vie quotidienne comme le relatent les récits consignés dans le chapitre 18.

Ces journaux de bord sans prétention, inspirés un peu des *Youji* chinois (carnets de voyage), constituent des facettes de notre perception de la Chine. Ces visions instantanées et parcellaires, qui fourmillent de détails, sont autant d'indicateurs géographiques, sociaux et psychologiques d'un lieu et d'une époque. Ces récits participent donc à la mémoire de ces voyages. Puissent-ils aussi être une invitation à découvrir la Chine dans toute sa diversité, dans cette période de mutation.

Point d'orgue de ces travaux franco-chinois, le réseau de Shuanghe (54,3 km) est devenu depuis début 2004 un parc national géologique. Depuis 1986, c'est la plus remarquable valorisation officielle de ce type de travail. Gageons que ce nouveau statut aidera à la fois la recherche et le développement local.

## Conclusion and future prospect

Jean-Pierre Barbary, Richard Maire and Zhang Shouyue

*Here we are at the end of an era. Following the 1986, 1992 and 1995 reports, «Voyages en terres chinoises» presents a provisional assessment of speleological, karstologic and environmental research in the heart of the Chinese karst, carried out between 1997 and 2001, without forgetting a part of results of 2003. We did not find a title which does justice to this diverse work. Like Xu Xiake 350 years ago, we are just travellers here, who discover and try to understand an exceptional karstic environment, a several thousands years old cultural heritage and so particular Oriental mentalities. It is true that China can't let itself be constrained by a strict title.*

*Today, according to whether you are a scientist or not, the word voyage can have a connotation "explorer of the XIX<sup>th</sup> century" or simply a tourist. This word has the advantage of leaving dream a place, it is synonymous with time passing by, with provisional, including the background of an apparently motionless karstic landscape. This is this natural out of time framework that we initially wanted to explore and decipher. To do so we plunged ourselves into a rural world, a world a long time forgotten which however conceals priceless treasures in its ways of life, its traditions.*

*As witnesses of our time, we see on one side the landscapes which tell the tale of the Earth over a*

*million years and on the other a country-continent with a several thousands years old culture taken in the current swirl of Chinese capitalism and universalization. At first from exploratory nature, with the passing of the years, our voyages became kinds of initiatory courses which each time invite us to return. If certain living room geographers tell what explorers have done, to paraphrase Saint-Exupéry, our goal is to express the point of view of the explorer whose shared motivation, guarantor of success, is the passion for the discovery of the caves, the aesthetics of the karstic landscapes and the curiosity for the Chinese world.*

*This work is the result of a collaboration which required thousands of working hours on the ground, in the laboratory and in offices. Without a great human cohesion, it would undoubtedly have never been born. The work of synthesis, coordinated by some among us, was carried out by some twenty authors, French and Chinese, who knew each one, on their qualification level, how to function in synergy. This project was thus difficult because it was necessary to mix in the same work the requirements of different and complementary disciplines. To preserve a certain unity and to avoid a mixture of the kinds, we divided the work into three distinct books, which require separate reading while establishing links from one part to another.*

*From aesthetic compromises to academic obligations, we tried to decode the inevitable jargons.*

*Admittedly, in book 1, the inventories and descriptions of caves can appear tiresome, but through the pages, our wish is to share our scientific discoveries, our thoughts and the spirit in which we lived through these adventures. In this volume, the results of six projects since 1997 were recorded. The seventh project, Guizhou 2003 (national expedition of the FFS), generated great discoveries. In the addendum, we give a summary of the main results of this expedition which is marked by three major explorations: underground Gesohe, the Baiyudong shaft with its exceptional 424 m deep pit and of course continuation of the Shuanghedong system which, with 54,3 km of length, has become the longest cave in China.*

*But let us return to the first six projects whose results constitute the essence of this work. The recce in the high mountains of the North-West Yunnan (1997, 1998, 1999) enabled us to observe and describe karstic phenomena never before documented in the Chinese and international literature, such as for example the large poljes of altitude and in particular that of Napahai (Zhongdian) which extends over more than 137 km<sup>2</sup> at more than 3 200 m a.s.l. (chap 6 and 8). They enabled us to observe the effects of the Himalayan uplift which generated sumptuous landscapes and strongly conditioned the evolution of the karst in all the Yungui plateau (Yunnan-Guizhou). The wild solid masses of Yulongxueshan (5 600 m) and in general of all the zone of the double triangle of high Yangtse prove to be high places of the karst, but in a style completely different from the traditional Chinese karst. These Himalayan karsts could soon reveal caves on a same scale.*

*The cave diving expedition Shuidong 97 is also a first of its kind for us because it was requested and entirely financed by the company managing the Benxi Show Cave (chap. 7 and 12). But in addition to the fact that it is pleasant to go and explore caves with fewer expenses, it gave us the opportunity to visit a karstic area located in a geological and climatic zone very different from South-West China. The diving of Jean Bottazzi and Patrick Maniez made possible the exploration of the longest network of China behind a sump. These fifteen intensive working days were the subject of the detailed report and the many subaqueous shots (video, photographs) given to the managers of the cave.*

*Panxian 2000 is a particular caving expedition because all its results will be published completely in Chinese under the title: *The Caves Annals of Panxian, Guizhou*. It will be the first speleological preliminary inventory, which will gather also work of Guizhou 2003, on the level of a County in China. This inventory, which details more than 80 caves, would not have been possible without the active support and participation of the authorities of the*

*County and in particular of Tian Ershuang, geologist in Panxian. This County profits from an original geographical position in edge of the Yunnan plateau and from a specific geological context, with in particular its great faults and its residual or disappeared basaltic covers which play or have played a great part in the genesis of the conic karst and caves. All these important factors supported the exploration of complex hydrogeological systems (Wutuhe, Gesohe) and of pits out of the norm like Baiyudong, located in summit position, whose formation causes many questions.*

*Along the great accidents, as the Panxian-Lemin fault, we discovered in caves many sismo-tectonics indicators, not to confuse with traditional shearings of relaxation (chap. 10). The multitude of these phenomena and their distribution on a vast and well circumscribed area is single in China. This discovery makes of this area a true laboratory for more advanced study of recent tectonics.*

*Yungui-Bijie 2001 made opened new fields of explorations, in particular in Suiyang County (Guizhou), with now the famous Shuanghedong network which is far from having delivered all its secrets (chap. 4 and additive). Our work in this area incited the greatest interest of the local authorities which now consider the creation of a national park, with as theme the karst and the cavities. In the prefecture of Bijie, our recce made it possible to foresee the great speleological potentialities of this great zone in the North-West of Guizhou where the carbonated outcrops are more than 19 700 km<sup>2</sup>. This recce, supported on a financial and logistic level by the highest authorities of the prefecture, was carried out beating drum. A full report, including partial surveys of more than 20 caves and their description, was submitted has the end of expedition to the local persons in charge.*

*As well, for the karst of Xingchang, located in Liuzhi County (Guizhou), it would only for itself worth several new explorations because it surely holds in its heart one or two major systems several tens of kilometers developed.*

*The multitude of the caves and explored areas allows us today to propose a provisional classification of famous cave-tunnels (through caves) which are, with the conic karst and mega-dolines, the florets of the Chinese karst of medium mountains (chap. 9). These studies also enable us to better apprehend the complexity of the Chinese karst thanks to the decoding of the many morpho-sedimentary indicators present in the karst surface and the deep karst (chap. 10). The erosion of the sedimentary column, the dismantling of through caves, the staging of the caves, the digging of the valleys and the canyons, under the control of Himalayan tectonics, underline the stages of the uplift. Without tectonics, there is not development of the karstification. Many researches are to be continued because the chronological stakes must*

be dated a more precise manner.

After having recorded the purely climatic influence of paleomonsoons, the underground fillings (rhythmic speleothems and detrital deposits) record the effects of the strong anthropic pressure on the environment: deforestation, erosion and scrubbing of the grounds, pollution, etc. Because the karstic substratum is sensitive to the changes of state of the environment, in particular because of a very contrasted seasons climate, these subtropical areas are very fragile and their installation is extremely delicate because of rural overpopulation (chap. 13 and 14). On the other hand, these still ignored mountainous regions, inhabited by varied, old and remarkable ethnic groups, have aesthetic and cultural assets which will contribute without any doubt to the development of ethno-karstic tourism which is a «trademark» of South-West China (chap. 15 and 16).

In addition to the speleo-karstological aspects, we had the advisability of discovering many sites marked by a recent or old human presence. The footprints in the networks of Shuanghedong (Suiyang County, Guizhou), of Gaolushuiluodong (Liuzhi County, Guizhou) and of Dadong cave (Suiyang County, Guizhou), the cave-mine of Wuliudaxiaodong, the cave-fortresses of Fujiadadong and Anjiadong (Liuzhi County, Guizhou), the temple of Tianzidong cave (County, Yunnan), to quote only these examples, are as many signs showing the strong relation maintained between man and the underground world since thousands years.

This very old relation (chap. 17) opens new prospects for research located at the borders of several disciplines like the history, the social and historical geography, archaeology and paleontology.

The discovery of remains of stegodon in Laohuyandadong cave (Panxian County, Guizhou), the many fossil bones shown by the inhabitants of the villages, the visit of cave like Panxian Dadong (a site of first importance), underline the great archaeological and paleontological interest of these vast karstic areas. However a great unknown factor remains: no cave painting is known in the universe of the Chinese caves.

Lastly, in the field of the biospeleology, the cavernicolous fish of the Gaolushuiluodong cave (Liuzhi County, Guizhou) as well as the tadpoles of Shuanghedong and the multiple observations on underground fauna carried out during our explorations, could only lead to the enrichment of competences of our team by the presence of a biologist. This was done during 2003 expedition. A preliminary work was published at the end of chapter 4.

But what will remain, it is the human adventure and the intense cultural exchanges, particularly during two speleological training courses which we framed in 1997 and 1998 (chap. 19) and quite simply in the everyday life as reported in chapter 18. These travel notebooks without ambition, inspired a little by Chinese Youji, constitute facets of our perception of China. These instantaneous and compartmental visions, which swarm with details, are as many geographical, social and psychological indicators of a place and time. They take part in the memory of these voyages. Can they also be an invitation to discover China.

Finally, at the beginning of 2004, Shuanghe Cave with its 54,3 km long is officially a Cave National Geo-Park. This is an encouraging valorization of chinese-french speleological researches and a chance for future scientific works and local development.

## 结论与展望

至此，这一阶段的工作方成告罄。继1986年，1992年和1995年的报告之后，「中国之旅」展示了，于1997至2001年之间所进行的，针对中国喀斯特地形所展开的洞穴学，喀斯特学和环境学研究的一个暂时性小结，附及2003年的部分研究结果。我们还没有为这部多体裁的作品找到一个可以准确并全面地表达其内涵的题目。如同350年前的徐霞客，我们只是旅经此地，发现并试图去了解一个特殊的喀斯特环境，数千年的文化遗产，及独特的东方风貌。中国确实难以一言以概之。

旅行这个词，如出发于科学的角度，在今天便有了「十九世纪探险家」的涵义；否则，其

仅仅为游览的性质。旅行，她留有梦想的空间，她是那些逝去的短暂时光，停留在一个看似凝滞的喀斯特风貌的背景之上。这个被时间遗忘的地方，正是我们最初想要去勘察并解读的。为了实现这个愿望，我们深入到乡村，这个长久以来为人们所遗忘的地方，却在她的生活方式和传统中深藏着无价的宝藏。

作为我们这个时代的目击者，我们所看到的，一方面是那些优美的风景，讲述着这片土壤百万年来的回忆；另一方面却是一个数千年文化的大陆国家，正陷于当前中国式资本化和全球化的急速旋涡中。最初是出于对自然的探索，但是随着这些年的时光流逝，我们在这些

旅行中深受启发并被其吸引着屡屡回顾此地。如果说某些地理学家讲述的是探险家的所作所为，借用Saint-Exupéry的想法，本书便旨在表达探险家的观点，即共同的动机与成功的保证，都是出于对洞穴探索的激情，对喀斯特景观的审美，和对中国的好奇。

这本著作是所有人共同合作的结果，其间我们经历了数千个小时的实地考察，及在实验室和办公室的研究工作。如果没有人们的团结，就决不会有她问世的一天。通过其中一部分人的协调，所有这些工作的总结，是由20人左右的作者（法国人和中国人）共同完成的。每个人都在自己的领域发挥作用并协调一致。这是一项困难的工作，因为必须在一本书中结合完全不同却又相互补充的派别和学科。为了保证一定的统一性，并避免不同类型相混合，我们把本书区分为3册，以便于分别进行阅读，其相互间又有衔接与连通。在审美与学院研究必需的严谨之间进行折中，我们尝试着解译不可避免的专业术语。当然，在第一册中，洞穴的资源陈列和描述会显得较为枯燥，但是在全书的进展中，我们的愿望是分享我们的发现，我们的科学思考和在这些探险中推动我们前进的精神。

在这一册中，六次探险活动的调查结果自1997年保存至今。

第七次活动，即贵州2003（FFS法国洞穴联盟组织的国家探险活动）是一次重大发现。需要说明的是，我们已经总结了该次探险活动的主要结果，其标志为三次主题勘察：格所地下河；白雨洞深井，其极特别的入口井深424米；及双河洞体系，以其54356米的沿展成为中国最长的洞穴。

但是回顾前六次探险活动的调查结果是本书的主体内容。

对云南西北的高山地区的勘测工作（于1997年，1998年，1999年），使我们得以观察并描述从未记录于中国文献和国际文献中的喀斯特现象。例如，高海拔大型的灰岩盆地，尤其是位于海拔3200米的Napahai（中甸）灰岩盆地，其沿展面积超过137平方公里（见第六章与第

八章）。我们由此可以观察到喜马拉雅地质抬升作用，并由此在广阔的云贵高原（云南-，贵州）地区酿成的丰富地貌，及对喀斯特演变的强烈影响。玉龙雪山原始风貌的高地（海拔5600米）和按惯例的金沙江双三角地区证实了喀斯特的一定高度存在性，和其完全不同于中国传统喀斯特的特征。这种喜马拉雅喀斯特地形随后可能表现为高山阶梯式样的洞穴。

97年水洞之勘察也是我们的第一次经历，因为她是本溪的游览性洞穴开发管理的公司邀请并全面赞助的（见第七章与第十二章）。这次历程使我们不仅节约了洞穴探险的旅程费用，她更给予我们一个机会去探访一个位于中国西南，从地理学和气候特征来说都截然不同的喀斯特地区。Jean Bottazzi 和 Patrick Maniez 更得以潜至位于虹吸洞另一端的中国最长的洞穴体系。该次15日的紧张工作最终提供了一个详尽的书面报告和大量的地下视象（录象与照片），它们现存放于该洞穴的管理者处。

盘县2000之行是一次特别的旅行。因为其所有的结果都以中文出版，题为：贵州盘县洞穴年鉴，The Cave Annals of Panxian, Guizhou. 这应该是在中国一个县城所进行的第一份洞穴学方面初步的清册，且合并了贵州2003活动的调查结果。这份清册中，详解了80余个洞穴。这些工作是在该地方政府的支持与积极参与下完成，并特别感谢盘县的地理工作者Tian Er shuang。另，该县得益于位于云南高原边缘的地理位置，及其特殊的地理背景—大型断层和残存或消失的玄武岩火山熔岩覆盖表面—在锥形喀斯特和洞穴的成型期有着或曾经有过重要的作用。所有这些重要因素都利于实现复杂的水文地质系统（乌图河，格所河），及罕见的深洞，比如位于山峰顶峰的白雨洞，其形成过程引起了众多的疑问。

沿着起伏曲折的地形，比如盘县-Lemin的断层，我们在洞穴中发现了众多的地震地质构造指数，它们和那些传统的网络切断不同（第十章）。此类现象的大量存在，及它们在一个广阔却又断裂的地理空间上分布的特征，是中国独有的。这个发现，使该地区成为一个

真正的研究对象，尤其是对于近期地质构造学的研究。

云贵-毕节2001，开始了新的探险范围，尤其是在绥阳县（贵州），及此后著名的双河洞体系——我们远未解读发现它所有的秘密（第四章）。我们在该地区的工作有一个重要的影响是：当地官方目前正计划创建一个主题国家公园（喀斯特和洞穴）。在毕节县境内，根据我们的勘察结果，这个广阔的贵州西北地区，喀斯特地域近于19700平方公里，其洞穴学研究的巨大潜力得以预见。这个勘察项目的资金和交通计划都得到了当地最高权利部门的支持，战鼓已经敲响。一份关于20余个洞穴的完整报告，包括部分洞穴图及其解释描述，在此次探险活动结束后已交付当地负责人。

至于位于六枝（贵州）县的Xingchang的喀斯特地貌，它十分特别，值得对其进行新的探索，因为可以肯定在它的中心有一个或两个主体体系，数个十余公里的发展体系。

对大量的洞穴和地区的勘察工作，使得我们今天可以对著名的喀斯特隧道状洞穴进行一个暂时的分类。隧道状洞穴和锥形喀斯特地貌，落水洞是中国高山（中等海拔）喀斯特地区的最珍贵的地理现象（第九章）。这些研究，借助于解读在浅表层和深层的喀斯特中大量的沉积地貌指数，使我们能够更好地理解中国喀斯特的复杂性（第十章）。地质沉积的岩柱的腐蚀风化，古老的隧道状洞穴的碎化，洞穴的迭层，峡谷的开凿深入，在喜马拉雅地质构造的影响下，明显表现出地质抬升的不同阶段。脱离了地质构造学，便没有喀斯特学的发展。大量的研究要继续进行，因为历年代的标志必须以更精确的方式进行日期细化。

除了记录纯古代季风的气候影响，下部地层地质材料的组成（洞穴体系，碎屑构成的节奏分布的矿床）也记录了人类活动对环境的强烈影响：森林退化，水土流失和淋蚀，污染等等。由于喀斯特地貌下部地层对环境变化的敏感性（特别是气候出现强烈季节性反差时），这些亚热带地区非常脆弱而易于受到影响，比如它的分布和格局非常细致是由于受到农村过

剩人口的影响（第13章，第14章）。但是与之相反的另一方面，是这些封闭的山区，居住着多样的并有研究价值的古老民族，其审美和文化上的优势必将有助于喀斯特民俗旅游方面的开发，使其成为西南部中国的标志。

在喀斯特地理研究之外，我们还有幸发现了大量的标记着早期或近期人类活动的考察地址。在双河洞（绥阳县，贵州），高卢水落洞（六枝县，贵州）和大洞（绥阳县，贵州）的人类足迹；在矿洞和五柳大硝洞；作为堡垒的洞穴-付家大洞和安家洞（六枝县，贵州）；在天子洞（剑川县，云南）的庙宇，众多的例子表明人类从数千年来就和地下世界有着紧密的联系。这古老的联系（第十七章）让我们展开了全新的研究方向，涉及多个学科如历史，社会地理学，考古学和古生物学。在老虎岩大洞（盘县，贵州）的洞穴中对洞顶残留物的发现，村民展示的大量的陈旧骸骨化石，对盘县的大洞的重要探索，都显示了在这广阔的喀斯特地区进行考古学和古生物学的研究的重大意义。但是还有一个未知的现象继续存在：在所有的中国洞穴考察中，至今未发现任何洞穴绘画。

最后，在洞穴生物学的领域，关于高卢水落洞（六枝县，贵州）洞穴中的穴居鱼类，双河洞内的蝌蚪，及在我们探险活动中对地下动物群落的多种观察，都得益于一位生物学家的加盟，从而充实了探险队的技能，使得这些观察得以完成。这是我们在2003年探险活动中的工作。我们在第四章中的最后介绍了此次初步尝试。

在结尾我们将介绍的，是人类探险活动和丰富的文化交流，尤其是在1997年和1998年我们组织的两次洞穴学的培训（第十九章），及在第十八章中详述的日常生活。这些平凡的日记，有点中国游记的风格，描述了我们对中国的理解。这些即时的并分散的观察，积累了大量的细节，相当于一个地区在某个时代中地理的，社会的，及心理状态的指南。从这种意义上讲，它们是这些旅行回忆的重要组成。它们或许也是发现一个多样化中国的开始。



Photo 580 bis : La grande doline d'effondrement de Longtanzi (qui est aussi une perte de canyon) constitue un regard sur la partie amont du vaste réseau de 54 km de la Shuanghe. Au fond, la rivière et le porche de Longtanzi amont avec quelques personnages donnant l'échelle (district de Suiyang, province du Guizhou).

*The large collapse doline of Longtanzi is a window on the upper part of Shuanghe system (54 km long) (Suiyang County, Guizhou).*

Photo J.-F. Pernette 2003

## Expédition Nationale Guizhou 2003 Principaux résultats

Jean-Pierre Barbary<sup>1</sup>, Jean Bottazzi<sup>2</sup> et Richard Maire<sup>3</sup>

**Résumé :** L'expédition nationale de la Fédération Française de Spéléologie *Guizhou 2003*, effectuée en collaboration avec le G.I.M.R. de Guiyang et l'I.G.C.A.S. de Pékin, a exploré 35 cavités et topographié 52,3 km de conduits en cinq semaines. Situé dans le district de Suiyang, le réseau de la Shuanghe devient, après la réalisation de quatre jonctions, la plus longue grotte de Chine avec 54,3 km. Ce système complexe se développe dans le Cambrien et la base de l'Ordovicien sous une couverture plus ou moins imperméable d'Ordovicien argilo-shisteux qui a favorisé la genèse des pertes et des effondrements. Localisée dans le district de Panxian, la grotte-tunnel de la Gesohe, formée par l'énorme perte de la rivière Gesohe, présente trois tronçons séparés par des siphons totalisant 6,7 km de développement. Sur le même massif (plateau de Baoji), le gouffre de Baiyudong (- 560 m) présente un puits d'entrée de 424 m placé sur une crête, relique d'une paléoperte, qui en fait probablement la plus grande verticale absolue du monde. Cette expédition ouvre encore de nouvelles perspectives de recherche dans la province du Guizhou. Processus encourageant, le réseau de Shuanghe a le statut de parc national géologique depuis début 2004.

Mots-clés : grotte, puits, Shuanghe, Gesohe, Baiyudong, Guizhou, Chine.

### **Abstract: Guizhou 2003 national caving expedition, main results.**

*The national expedition Guizhou 2003 (French Federation of Speleology), with the collaboration of G.I.M.R. (Guizhou Institute of Mountainous Resources, Guiyang) and I.G.C.A.S. (Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Beijing), explored 35 caves and surveyed 52,3 km of passages during five weeks. Situated in the Suiyang County, the Shuanghe system (54,3 km) becomes the longest cave in China after four junctions. The complex network developed in Cambrian and lower Ordovician under a more or less impervious cover of clayey Ordovician which explain the genesis of several big collapse sinkholes (e.g. Longtanzi). In Panxian County, the giant through cave of Gesohe was explored in three parts (6,7 km) separated by two sumps. On the same massif (Baoji plateau), the Baiyudong shaft (- 560 m), which is a former sinkhole situated on the top of a crest, has an entrance pit of 424 m which is probably the deepest direct pit in the world. This expedition opens encouraging researches, especially with the new natural heritage of Shuanghe Cave which became a cave national geo-park since January 2004.*

Key-words: cave, shaft, Shuanghe, Gesohe, Baiyudong, Guizhou, China.

1. Plongée Spéléo-Club Jeunes Années (P.S.C.J.A.), Vénissieux.

2. Ursus, Vénissieux

3. A.R.S.I.P., Sainte-Engrâce et Centre Terre, Escoussans.

### 2003 年贵州考察

**摘要 :** 法国国家考察队 (贵州 2003) 与贵州省山地资源研究所及中国科学院地质研究所合作, 于 2003 年对贵州的 35 个洞穴进行了考察, 实测洞段长达 52.3 公里。通过四次的探测连接, 位于绥阳县的双河洞洞穴系统已成为中国第一长洞。并已研究完成了申报国家地质公园的考察报告及总体规划等工作。巨大的隧道式洞穴—革索河洞 (盘县) 已探测了被两个充水洞段分隔开的三个部分 (6.7 公里)。在同一地块上 (宝吼高原) 发育的白雨洞竖井深 560 米, 其中的一个入口竖井单绳深度为 424 米, 是目前世界上最深的直接到底的竖井。

**关键词:** 洞穴、竖井、双河洞、革索河洞、白雨洞、贵州、中国

## Introduction

Cette expédition nationale de la Fédération Française de Spéléologie s'est déroulée du 12 février au 22 mars 2003 dans le nord-est et le sud-ouest de la province du Guizhou. Le compte rendu détaillé n'a pu être intégré dans cet ouvrage pour plusieurs raisons : taille déjà très importante du rapport et nécessité d'attendre encore de nombreux mois. Néanmoins le lecteur trouvera ici un résumé des nouvelles explorations et les trois principales topographies permettant ainsi de mieux comprendre l'organisation des systèmes karstiques de la Gesohe (chap. 1) et de la Shuanghe (chap. 4).

En 2003, 35 cavités ont été explorées au cours de 85 sorties. Le développement topographié cumulé est de 52,3 km. Le réseau de la Shuanghe, situé dans le district de Suiyang, est devenu la plus longue cavité de Chine grâce à plusieurs jonctions qui portent le développement total à 54 356 m [Barbary, 2003]. Un parc national géologique a été créé début 2004, valorisant ainsi les travaux de l'équipe franco-chinoise.

Dans le district de Panxian, l'axe principal de la grotte-tunnel géante de la Gesohe a été explorée grâce à un débit d'étiage très faible, de l'ordre de 2 m<sup>3</sup>/s à la résurgence. Dans le même secteur, le gouffre de Baiyudong, profond de - 560 m, présente un puits d'entrée de 424 m qui en fait, à notre connaissance, la plus grande verticale absolue du monde [Sanson, 2003 ; Barbary, 2003]. Deux articles de synthèse seront publiés dans Spelunca en

2004 pour présenter principalement le réseau de la Shuanghe et les cavités de la zone de la Gesohe. Un article scientifique sera publié dans Karstologia. Les résultats biospéléologiques obtenus par Marc Pouilly donneront lieu également à une publication.

## I. Le réseau de la Shuanghe (district de Suiyang) (cf. chap. 4)

Les explorations effectuées dans cette région se sont déroulées du 13 février au 2 mars 2003. Elles ont été réalisées en collaboration avec le *Guizhou Institute of Mountainous Resources* de Guiyang (G.I.M.R.) et font suite à notre reconnaissance de 1997 et à l'expédition de 2001 (Yungui 2001) dont les résultats sont présentés dans le chapitre 4. En 2003 quinze cavités ont été explorées et topographiées (36 214 m).

Localisé à quelques kilomètres à l'ouest du canton de Wenquan, le système karstique de la Shuanghe présente désormais une grotte exceptionnelle, très complexe, de plus de 54 km de développement. Les quatre jonctions effectuées sont du nord au sud :

- 1) Longtanzishuidong amont – Zhenjiaodong
- 2) Longtanzishuidong aval - Tuanduiwoshuidong
- 3) Hejiadong – Shalingdong
- 4) Tuanduiwoshuidong – Hongzaozidong/Mahuangdong

Photo 581 : Le collecteur fossile de Dadong présente des dimensions imposantes. Autrefois il collectait la rivière du poljé de Rangshui qui est actuellement canalisé vers l'extérieur (tunnel de drainage). Ce réseau assez difficile d'accès a été visité par l'homme au cours des siècles derniers (district de Suiyang, Guizhou).

*The dry collector of Dadong drained the river of Rangshui polje. Now this river goes out through an artificial tunnel. Despite several pits, this cave has been visited by local workers during the last centuries (Suiyang district, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003





Photo 582 : Le puits de Longdonggou s'ouvre dans la forêt de bambous. Cet entonnoir spectaculaire de 200 m de profondeur n'a pas été descendu faute de temps (district de Zheng'an, Guizhou).

*The giant pit of Longdonggou about 200 m deep is situated in the bamboo forest. It will be explored during the next expedition (Zheng'an County, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003

Le système de la Shuanghe ne constitue pas une vraie grotte-tunnel, avec une perte principale et une résurgence. C'est un système complexe associant grottes-tunnels et réseaux autochtones creusés dans les calcaires et dolomies du Cambrien et de l'Ordovicien inférieur. La couverture imperméable des schistes argileux de l'Ordovicien a favorisé des pertes locales au niveau de dolines d'effondrement spectaculaires comme Longtanzishuidong, Tuanduiwoshuidong et Hongzaozidong. On observe aussi des pertes plus petites comme celle de Luoshuikong, localisée au nord du réseau et explorée jusqu'à -73 m (dév. 600 m). Parcourue par un fort courant d'air, cette cavité s'ouvre à plus de 1 200 m et pourrait jonctionner avec le réseau de la Shuanghe en portant la profondeur à plus de 500 m.

Les prochaines explorations auront pour but notamment de tenter une jonction avec les réseaux de Pixiaodong (13 704 m) et Dafengdong (2 442 m) situés au sud-est. Façonné dans les calcaires anciens du début du Primaire (Cambrien-Ordovicien), le massif culmine à 1 714 m (temple). Les zones sommitales, souvent couvertes de forêts, sont frontalières avec le district de Zheng'an. Deux reconnaissances ont permis de repérer une grotte-émergence (Shibagoudong) cachée à plus de 1 400 m d'altitude au cœur de la forêt de bambous. Un peu plus bas s'ouvre le puits-perte dantesque de Longdonggou (photo 582), en forme de d'entonnoir géant de 200 à 300 m de profondeur, dont les eaux résurgent à l'est au fond d'une reculée (rivière Tiechangguo). L'ensemble du massif recèle maintenant plus de 74 km de conduits topographiés.

Quelques kilomètres au sud-ouest, le secteur du poljé de vallée de Rangshuiba (Wangchao) présente plusieurs cavités intéressantes dont cinq ont été topographiées (4 907 m). La plus remarquable est la grotte de Dadong (2 979 m) avec son porche d'entrée fossile de 140 m de haut qui constituait l'ancienne perte du poljé (cf. photo 209). Cette grotte (photo 581) constitue en fait l'un des réseaux amont du système karstique de la Shuanghe dont les eaux émergent à la source vaclusienne coté 670 m en rive droite de la rivière Shuanghe (cf. fig. 99). Cette grotte présente une belle rivière (arrêt sur siphon) et des traces humaines assez anciennes. L'exploration est à poursuivre par des galeries fossiles perchées. Une jonction avec le réseau de Shuanghe n'est pas à exclure.

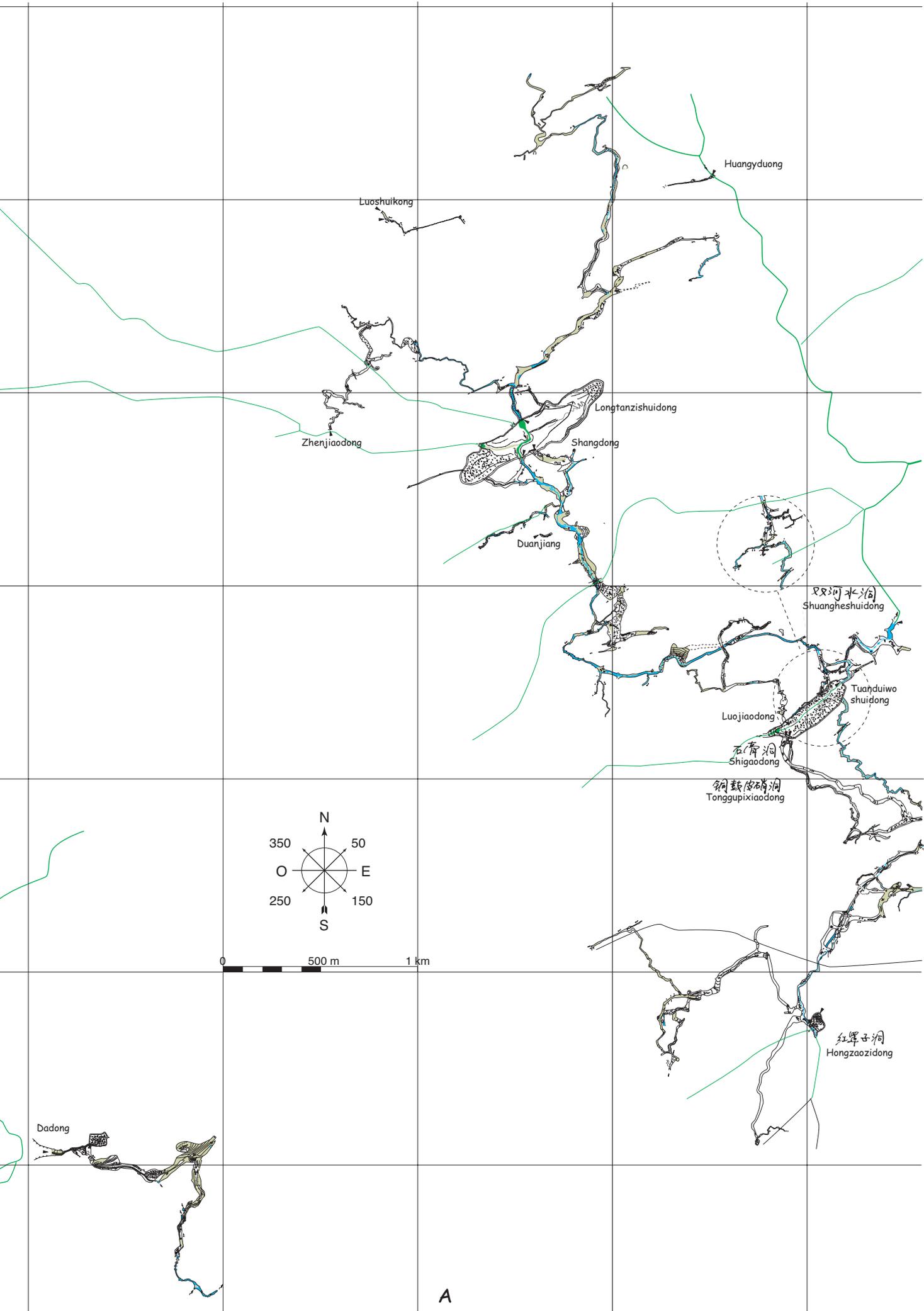
Le système karstique de la Shuanghe devrait donc réserver encore bien des surprises. Il existe un potentiel pour un réseau de 100 km sous une surface de moins de 20 km<sup>2</sup>. Un traçage à la fluorescéine\*



Photo 583 : Après l'exploration et le repas du soir, le travail autour des nombreux ordinateurs portables a la facheuse tendance de raccourcir les nuits de repos. La répétition de ces journées bien remplies constitue la vraie difficulté de l'expédition.

*Every night, after exploration and dinner, work with computers. Of course, after one month and short rest, we begin to be tired ; this is the true difficulty of such expedition.*

Photo R. Maire 2003



A

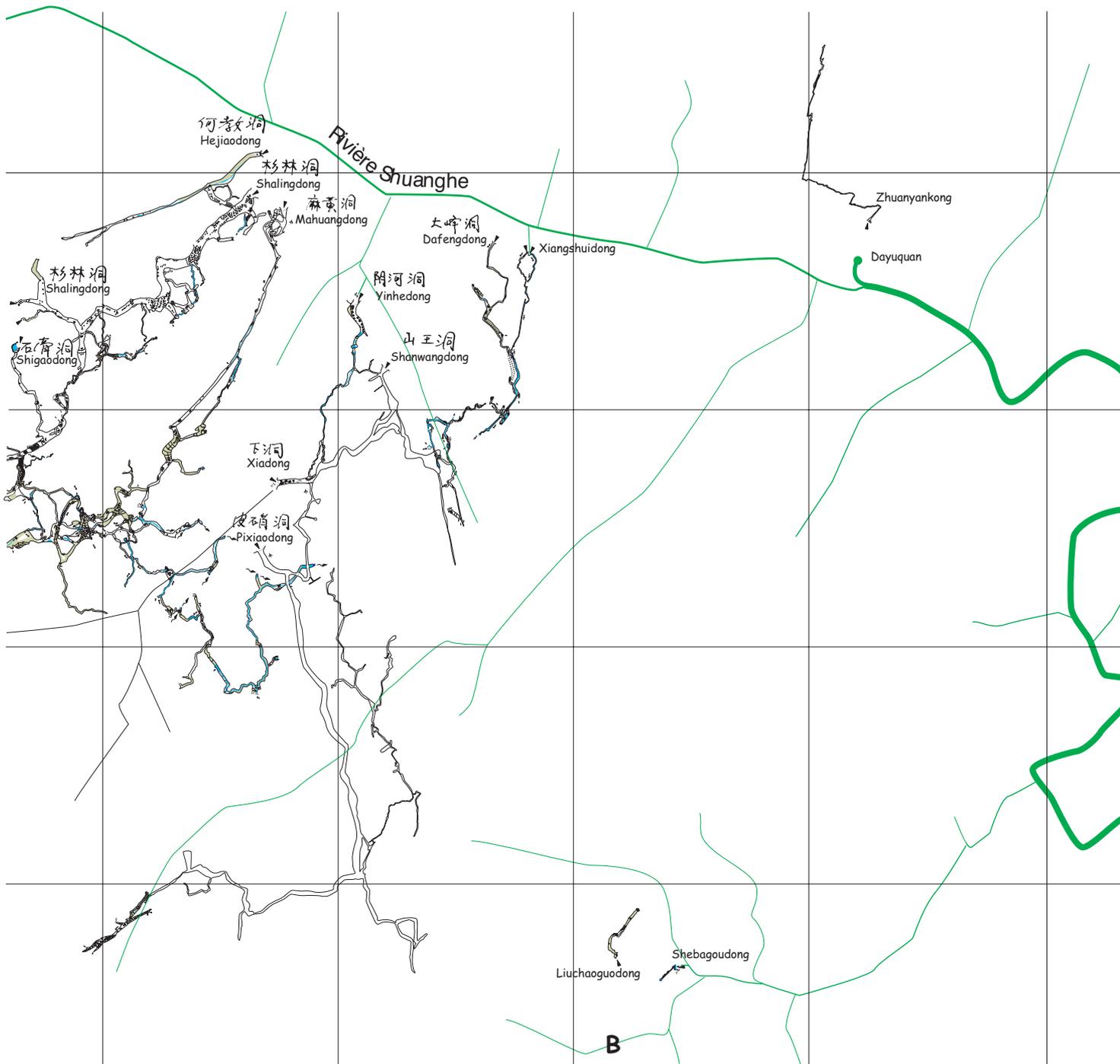
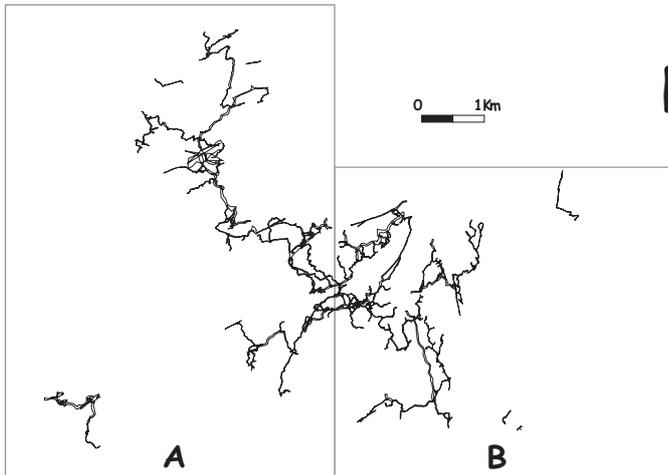
# 双河洞群

## Réseau de Shuanghedongun

Wenquan, Suiyang, Guizhou, Chine

Topographie P.S.C.J.A., Yungui 2001, Guizhou 2003 et G.I.M.R. Jean-Pierre Barbary, Jean Bottazzi, Nicolas Clément, Nicolas Faure, He Wei, Li Po, Richard Maire, Laurent Mangel, Sylvain Matricon, Jean-Luc Moudoud, Jean-François Pernet, Robert Peyron, Carlos Placido, Marc Pouilly, Qian Zhi, Eric Sanson, Nathalie Vanara et Vincent Vieillerobe

Synthèse topographique : Laurent Mangel et Jean Bottazzi  
(Figure 193)



a confirmé la relation existant entre la résurgence située à 670 m et la rivière souterraine principale du réseau de la Shuanghe accessible par Mahuangdong.

## II. Reconnaissance dans le district de Xishui

Localisé au nord du Guizhou, à la frontière du Sichuan, ce district a fait l'objet d'une courte reconnaissance avec quatre membres de l'équipe. Deux cavités ont été explorées et topographiées : la résurgence de Maoshuidong (dév. 1 511 m ; dén. - 45 m, + 4 m) et la perte de Chaoyangdong (dév. 433 m). Ce district encore méconnu semble posséder de forts potentiels en raison de la profondeur des vallées et des zones sommitales culminant entre 1 500 et 1 800 m. Une reconnaissance plus poussée est nécessaire pour évaluer l'intérêt de cette région karstique dont les cours d'eau vont rejoindre rapidement la vallée du Yangtse.

## III. Explorations dans les districts de Panxian, Pu'an et Shuicheng

### Gesohe, Baiyudong, Wutuhe

Les principales explorations ont été effectuées dans le district de Panxian et dans les districts limitrophes de Pu'an et Shuicheng, en collaboration avec notre partenaire historique l'I.G.C.A.S. de Pékin (Institute of Geology, Chinese Academy

of Sciences) aidé par le gouvernement de Panxian. Cette deuxième partie de l'expédition s'est déroulée du 3 au 19 mars 2003 et avait pour but de continuer les travaux engagés dans cette zone en 1997 et 2000 (cf. chap. 1). En 2000, nous avons reconnu le système exceptionnel de la Gesohe dont le débit de crue peut dépasser 1 000 m<sup>3</sup>/s. Avec son porche de 140 m de haut, la perte présente une galerie d'entrée impressionnante (cf. photo de couverture), mais invisible de loin à cause de la morphologie très singulière de l'entrée puisque la rivière effectue une boucle de 180°. A l'époque nous avons commencé l'exploration en équipant la paroi, en rive droite, 30 m au-dessus de la rivière débitant 70 m<sup>3</sup>/s. Continuer ainsi sur plusieurs kilomètres, pour se protéger des crues, ne nous paraissait pas réaliste d'autant que le niveau maximum de crue à l'entrée est à + 70 m, laissant suggérer soit un siphon (peu probable compte tenu de la dimension énorme de la galerie), soit un obstacle du type chaos de blocs dans une grande salle.

L'objectif principal était donc d'explorer les différents maillons de la Gesohe souterraine, en partant de la perte, de la résurgence, et du regard intermédiaire représenté par la grande doline d'effondrement de Jiaocaidong. En 2003, le débit très faible (moins de 2 m<sup>3</sup>/s à la source) a permis d'explorer et de topographier l'ensemble du système sur 6 787 m d'autant que la perte présentait un débit nul à cause du captage de la rivière par une galerie artificielle qui rejoint une centrale hydroélectrique située 500 m après l'émergence. Malheu-

Photo 584 : Voici le large canyon envahi de blocs situé en aval de la salle de la Brume (Jiaocaidong aval, réseau de la Gesohe). La roche lustrée atteste les centaines de m<sup>3</sup>/s qui dévalent durant les crues de mousson. Une telle exploration ne peut s'effectuer que lors de la saison sèche !

*Here is the large underground canyon of Gesohe, downstream of Jiaocai doline, after «salle de la Brume». The smooth rock is due to the huge floods (several hundreds cubic meters) during the summer monsoon. A such exploration is only possible in winter, during the dry season ! (Panxian County, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003



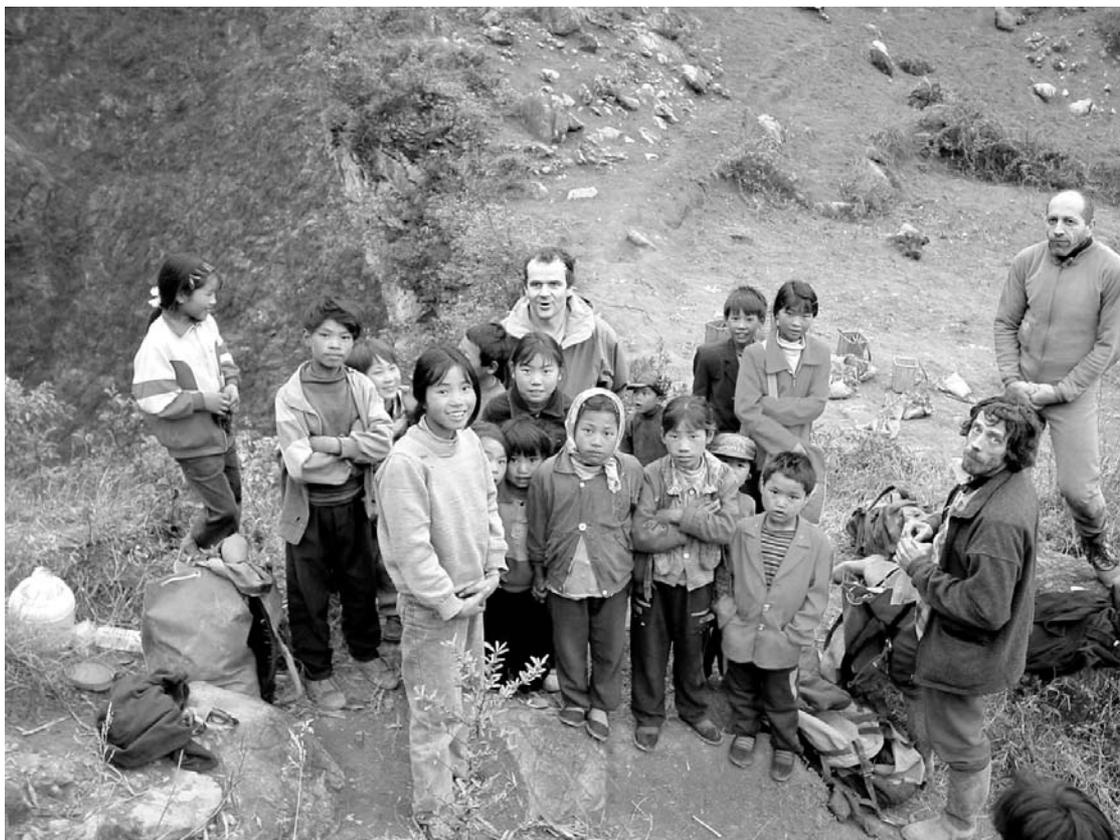


Photo 585 : Au sortir de l'aven de Jiaocai, les enfants qui reviennent de l'école, après 2 h de marche, nous font l'honneur d'être là à nous attendre. En France, nous n'avons jamais de comité d'accueil, sauf en cas de secours (district de Panxian, Guizhou).

*On the top of Jiaocai shaft, children who come back to school (after 2 hours walk) are waiting for us. This is a big honour ; in France nobody wait us outside the cave (Panxian County, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003

reusement plusieurs siphons divisent l'ensemble de la grotte-tunnel en trois parties (fig. 194). La perte de Gesoluoshuidong aboutit à un vaste siphon encombré de troncs d'arbres au bout de 319 m seulement. Le regard de Jiaocaidong (dév. 4 053 m ; dén. - 286 m) présente une branche amont et une branche aval arrêtées toutes deux sur siphons. La galerie, tantôt large (15-50 m), tantôt en canyon de 80 m de haut, présente des morphologies d'érosion mécanique uniques en raison de la violence des crues (photo 584), en particulier des marmites de géant de toutes tailles, certaines dans des blocs, d'autres sur paroi avec un fond percé, etc. La grotte-résurgence, appelée Gesochukou (dév. 2 415 m ; dén. + 22 m), montre dans sa partie amont des morphologies pariétales remarquables de type cannelures géantes. Un affluent de rive droite (ou affluent du Marbre), débitant près de 1 m<sup>3</sup>/s, proviendrait du plateau karstique de Baoji dont les zones les plus hautes culminent à plus de 2 000 m d'altitude non loin des basaltes du Badashan.

Les siphons de la grotte-tunnel de la Gesohe constituent un problème spéléogénétique particulièrement intéressant et actuellement non résolu. On est en présence d'un système actif relativement jeune présentant une forte pente dans sa partie médiane (Jiaocai) et un profil en long non régularisé. Les zones siphonnantes pourraient être liées à des accidents géologiques ou à des causes encore inexplicables de type altération différentielle au sein du massif (cf. chap. 9).

Des pertes situées de part et d'autre de la pro-

fonde vallée sèche suspendue de la Gesohe se sont révélées très intéressantes. Localisé en rive droite, le gouffre de Yindong (dév. 1 120 m ; dén. - 291 m) est une perte temporaire placée à l'extrémité d'une petite vallée aveugle dominant directement de plus de 500 m le fond de la vallée de la Gesohe. La cavité présente un profil alpin typique, avec une succession de puits, de méandres et de conduites forcées très inclinées ; elle se termine sur un siphon, mais la cavité rejoint sans nul doute le système de la Gesohe (fig. 194).

En rive droite, Baishiyan luoshuidong (dév. 1 314 m ; dén. - 286 m) est une autre perte située sur la bordure nord-ouest d'un poljé couvert de rizières (fig. 194). La localisation laisse supposer une jonction possible avec la Gesohe. Malgré la proximité apparente (3,5 km de Jiaocai), l'accès nécessite deux heures de jeep car il faut contourner le massif par le nord. Ce réseau est très différent de Yindong en raison de la position plus éloignée du niveau de base de la Gesohe. Le début est formé par de larges conduits et des salles inclinées couvertes de chaos géants. A l'extrémité de la dernière salle, deux puits dans les blocs donnent accès à une rivière plus ou moins cascadiante se terminant sur un siphon. Il ne fait guère de doute que ce réseau, orienté vers l'ouest, rejoint le système de la Gesohe.

A l'ouest, le grand karst conique du plateau de Baoji est drainé en grande partie par le grand affluent de rive droite, l'affluent du Marbre, découvert au fond de la grotte-émergence de la Gesohe. Compte tenu de l'épaisseur de la série calcaire du

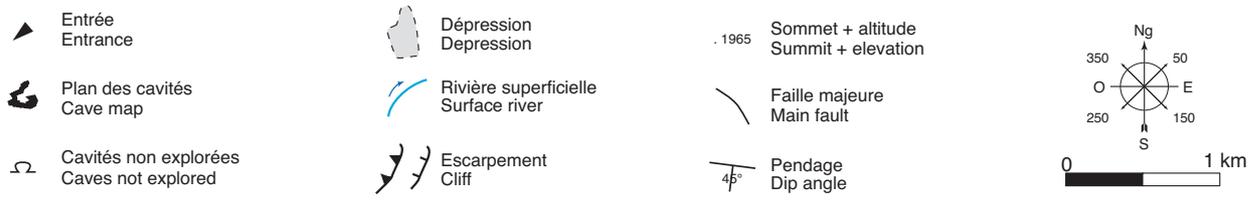
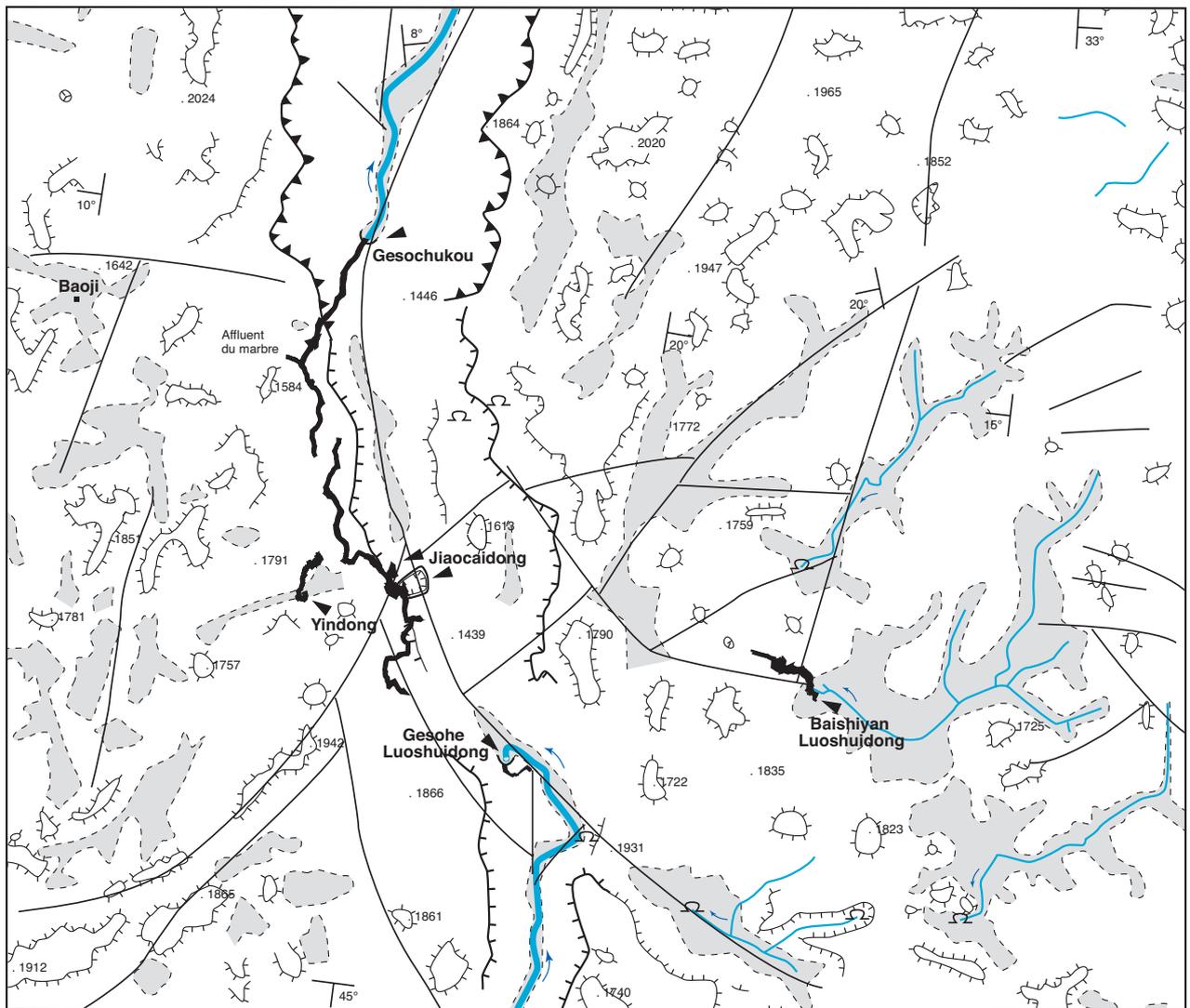


Figure 194 : Localisation du réseau de la Gesohe souterraine et de deux de ses affluents présumés (Yindong, Baishiyan Luoshuidong) et contexte géologique simplifié (districts de Panxian et Pu'an, Guizhou).

D'après carte topographique au 50 000, géologie d'après les travaux de Tian Ershuang *and al* (Panxian), interprétation géomorphologique R. Maire et N. Vanara, synthèse topo Panxian 2000, Guizhou 2003, dessin J. Bottazzi.

*Location of underground Gesohe system and two of presumed branches (Yindong, Baishiyan Luoshuidong) and simplified geologic background (Panxian and Pu'an Counties, Guizhou).*

*After 50 000 topographic map, geology after the work of Tian Ershuang and al (Panxian), geomorphology by R. Maire and N. Vanara survey Panxian 2000, Guizhou 2003 draw by J. Bottazzi.*

Figure 195 : Plan et coupe du gouffre de Baiyudong (- 560 m). Cette cavité remarquable, située au sommet d'une crête, présente un puits d'entrée de 424 m de verticale absolue. En raison de sa morphologie, il a pu être équipé contre paroi (district de Panxian, Guizhou).

*Map and profile of Baiyudong shaft (-560 m). This remarkable cave shows an entrance direct pit 424 m deep, but because of its morphology we have used a rope equipment against the wall (Panxian County, Guizhou).*

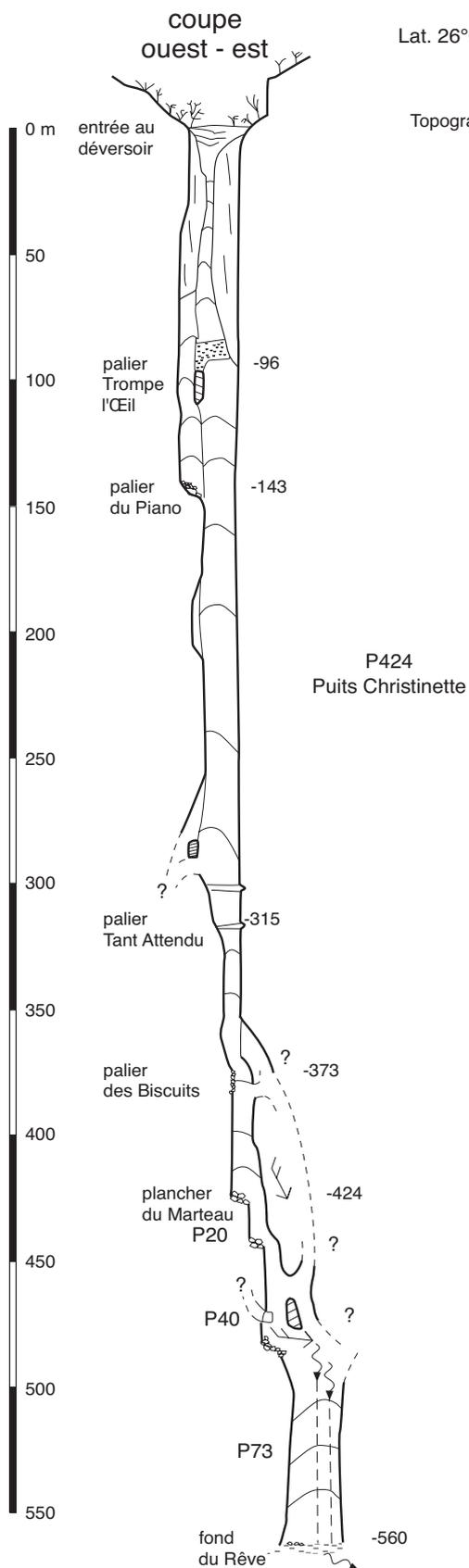
# 白雨洞

## BAIYUDONG

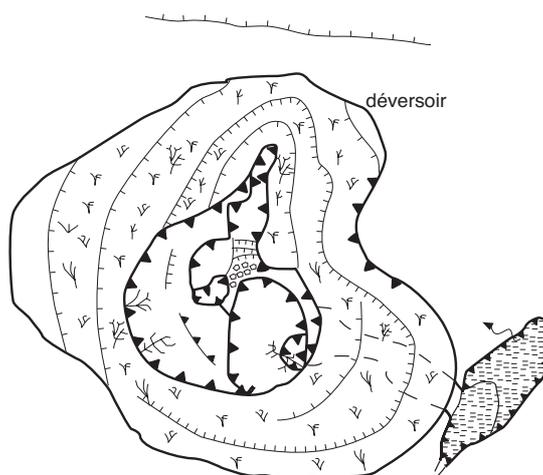
### Gouffre de la Pluie Blanche

Lat. 26°00'15,7"N - Long. 104°52'32,2"E - Z 2000 m  
 Panxian, Guizhou, Chine  
 Dév. : 609 m. Dén. : - 560 m

Topographie P.S.C.J.A. Guizhou 2003 - BCRA-grade 4b  
 N. Faure, R. Peyron, Eric Sanson  
 Dessin : N. Faure, L. Mangel

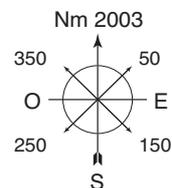
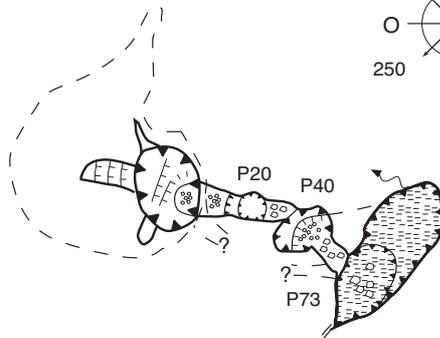


**plans**  
 de l'entrée  
 au palier Trompe l'Œil (-96m)



0 m  
 50  
 100

le palier du Piano (-143m)  
 vers le fond



du plancher du Marteau (-424m)  
 vers le fond (-560)

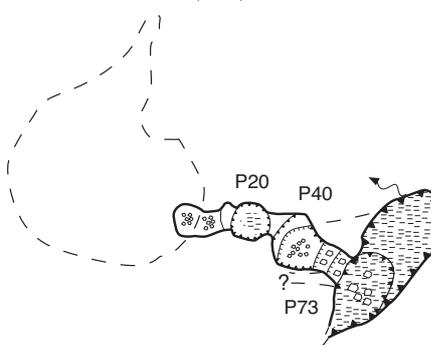


Photo 586 : Dans le puits d'entrée de 424 m de Baiyudong vers - 300, on se sent bien petit ! Les pierres sifflent ou ronflent en fonction du calibre de l'artillerie. Cette ancienne perte en forme de vortex géant, parfaitement vertical, fait partie des merveilles du monde souterrain (district de Panxian, Guizhou).

*In the 424 m pit of Baiyudong near - 300 m, we feel so small ! Stones whistle or roar depends the size of bullet. This old sinkhole located on the top of the crest is completely vertical ; it is one of the underground world marvels (Panxian County, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003



Permo-Carbonifère et de la profondeur de 1 000 m de la vallée de Gesohe en aval de la résurgence, nous pensions que ce secteur pouvait renfermer quelques puits profonds. Mais comment les découvrir rapidement ? A quelques jours du départ, une discussion avec les habitants du village de Heibai a permis de faire le point sur les cavités s'ouvrant autour du village. Ainsi, sous l'escarpement basaltique du Badashan s'ouvre la grotte de Dayandong à 1 905 m d'altitude. Cette grotte sèche possède une salle de 290 m de long sur 100 m de large couverte par des coulées stalagmitiques.

Mais la surprise la plus belle vient de Baiyudong (gouffre de la Pluie Blanche) dont la doline d'entrée couverte de végétation s'ouvre à plus de 2 000 m au sommet d'une crête. Si les habitants nous ont montré cet orifice apparemment anodin, c'est à cause de cette vapeur blanche qui s'en échappe durant l'hiver et de l'impossibilité technique de le descendre. Or les paysans chinois sont réputés pour vaincre des verticales impressionnantes. Rapidement nous allons comprendre que ce gouffre constitue une merveille de la nature (photo 586). Trois sorties sont nécessaires pour atteindre la base d'un puits parfaitement vertical de 424 m (puits Christinette). Eclairé par la lumière du jour, les lignes de fuite évoquent un vortex infernal menant au centre de la Terre, spectacle digne d'une évocation de Jules Vernes. Après une topographie précise, Eric Sanson nous annonce qu'il s'agit très probablement de la plus grande verticale absolue du monde. Depuis le fond du puits, d'ailleurs plus étroit, l'orifice devenu minuscule est exactement à

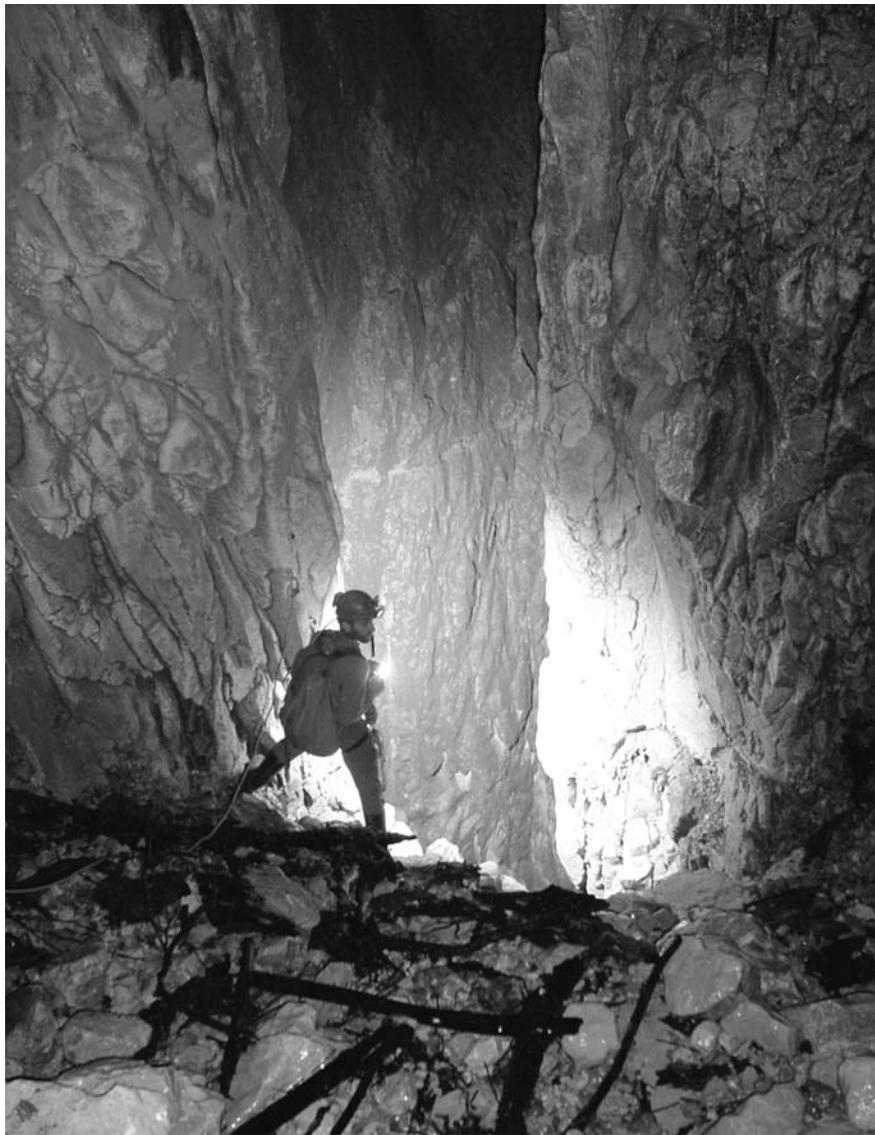
la verticale, le clinomètre oscillant selon le cas à 89 et 90°. Installer une corde plein vide serait peut-être possible. L'important demeure l'esthétique et l'ampleur exceptionnelles de ce phénomène karstique.

Le palier d'éboulis de - 424 m, encombré de quelques troncs d'arbres, se poursuit immédiatement par un P20, puis par un P40 et un P73. Malheureusement le gouffre semble se terminer sur un plancher caillouteux à la cote - 560 m. Le déséquipement se fait, une fois n'est pas coutume, avec une radio. Le son passe cinq sur cinq entre le fond et l'extérieur, ce qui permet d'éviter trop monde sur les rares paliers. En effet les cailloux vrombissent comme des balles et des obus. Seule une équipe de deux nous rejoint à - 140 m. Après s'être croisé, cette dernière en profite pour nettoyer le palier et écouter le bruit des blocs ; le vacarme monstrueux inquiète l'équipe de surface qui ne comprend pas la cause, la radio ayant été emportée par l'équipe descendue à - 140. Plusieurs lucarnes sont à voir : à - 300 et - 373 m dans le grand puits, enfin dans le puits de 40 m, juste avant le P73 terminal. Il faudra donc revenir, ce qui permettra à tous de faire un inoubliable voyage dans le Vortex.

Le P424 m est remarquable également sur un plan spéléogénétique. Il est pratiquement non concrétionné et son entrée, qui devait jouer le rôle de perte axée sur faille, se situe aujourd'hui au sommet de la montagne. Il y a donc eu inversion de relief car l'eau provenait sans doute en partie des flancs imperméables de la montagne basaltique du Badashan (2 558 m) dont l'escarpement a reculé par érosion de plusieurs kilomètres au cours du

Plio-Quaternaire. Apparemment jeune, ce puits géant creusé dans la masse des calcaires du Carbonifère est pourtant une relique d'au moins plusieurs centaines de millénaires, voire de quelques millions d'années, l'ouverture vers le ciel remontant à une période assez récente du Quaternaire. On retrouve d'ailleurs des fragments de roches gréseuses (base du Permien inférieur) provenant d'une couche actuellement disparue par l'érosion du massif. Par conséquent la partie supérieure du puits a été tronquée par l'érosion ; il était donc plus profond autrefois et la cavité devait donc débiter dans les calcaires massifs du Permien inférieur (formation Maokou, cf. fig. 7, chap. 1). On peut donc imaginer un ou plusieurs puits dans le Permien calcaire suivis par une galerie au contact des grès, le ruisseau se jetant ensuite dans le puits géant au niveau d'une faille. A cause du soulèvement du massif, l'enfoncement de la karstification du plateau de Baoji a détruit le talweg à l'origine de la perte et l'entrée du gouffre s'est retrouvée en position perchée. Ce processus classique explique pourquoi de nombreuses entrées de cavités profondes, notamment dans les karsts de montagne, se situent non pas en fond de dépressions (il en existe parfois), mais sur les versants ou les crêtes.

Au nord-ouest du système de la Gesohe se situe le système hydrogéologique complexe de la Yunihe-Wutuhe qui présente une succession de grottes-tunnels séparées par des parcours aériens (cf. chap. 1, fig. 9 et fig. 156, chap. 9). Nous avons effectué la traversée complète entre la résurgence dénommée Liuchehechukou (dev. 1 725 m) et la grande doline d'effondrement de Bayandong. Beaucoup de travail reste à faire dans cette zone magnifique placée non loin du contact avec les basaltes du Gunashan



(2 315 m). C'est dans ce secteur comme dans celui du Badashan que l'on peut étudier la formation d'un karst conique jeune par recul de la couverture imperméable basaltique (photo 588). Au cours de

Photo 587 : La base du puits de 424 m dans Baiyudong s'ouvre directement sur le puits suivant (P20) (district de Panxian, Guizhou).

*Bottom of Baiyudong's entrance pit at - 424 m and top of the next 20 m pit (Panxian County, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003



Photo 588 : Du sommet volcanique du Badashan (2 550 m), vue imprenable sur le karst conique qui s'est formé après l'érosion de la couverture basaltique (district de Panxian, Guizhou).

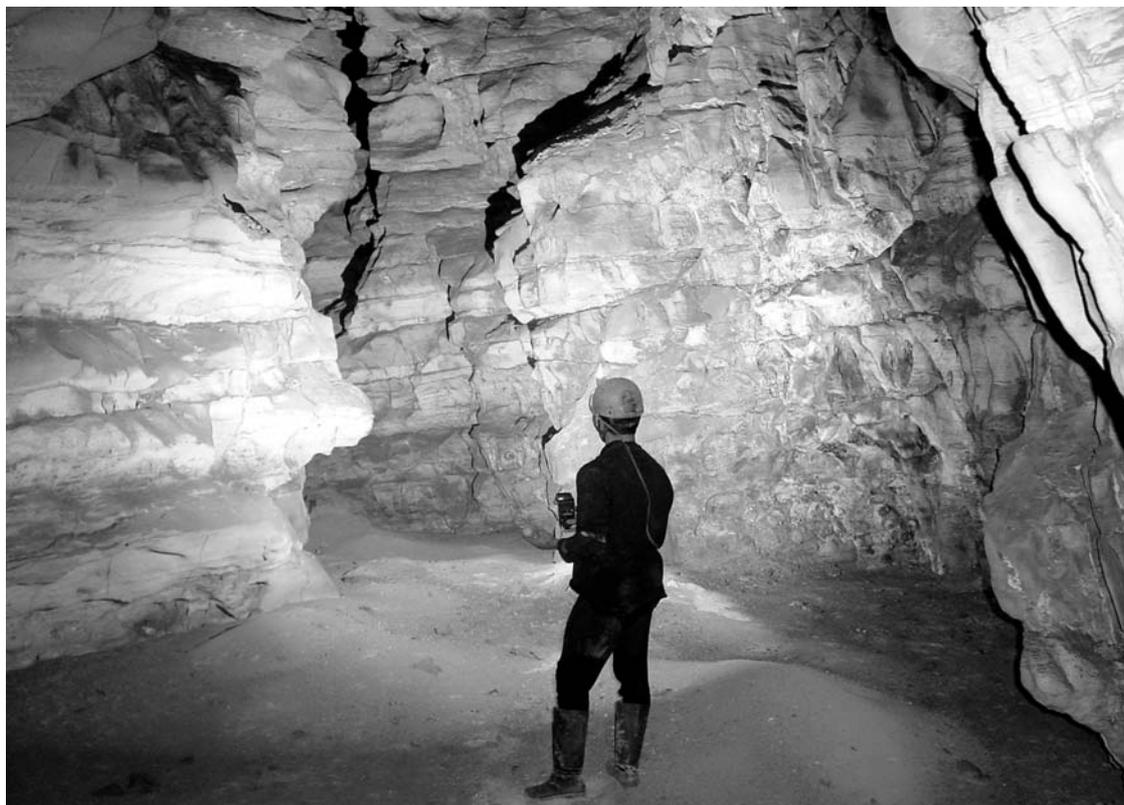
*From the volcanic summit of Badashan (2 550 m), we can see the cone karst which formed after erosion of basaltic cover (Panxian County, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003

Photo 589 : Galerie fossile située à proximité de la jonction entre les réseaux de Longtanzi et Zhenjiaodong (réseau de Shuanghe, district de Suiyang, Guizhou). Cette jonction a permis d'éviter la mauvaise vire d'accès (via bambuta) au réseau de Zhenjiaodong.

*Dry gallery near the junction between Longtanzi and Zhenjiaodong (Shuanghedong cave, Suiyang County). This junction has permitted to avoid the bad way of via bambuta to Zhenjiaodong cave.*

Photo R. Maire 2003



l'expédition Donghe 92, nous avons observé un type de genèse de karst conique à partir du décapage de la couverture de flysch à Wufeng, dans la province du Hubei [Maire et Pomel, 1995, Karstologia-Mémoires, n°6].

A la suite d'une demande du gouvernement de Shuicheng, une équipe s'est rendue dans ce district au nord de celui de Panxian pour topographier la grotte de Tianyuandong (dev. 1 503 m, dén - 58 m, + 53 m). Cette cavité est pressentie pour un aménagement et une ouverture au public.

## Conclusion

Les deux zones majeures explorées durant cette expédition — Shuanghe (Suiyang) et secteur de la Gesohe (Panxian) — sont à poursuivre en raison de leur intérêt spéléologique et karstologique remarquable. Dans le système complexe de la Shuanghe de multiples interrogations demeurent. Chaque exploration souterraine est susceptible d'agrandir encore le développement de ce réseau atypique par rapport aux grottes-tunnels classiques. En effet la spéléogenèse provient à la fois de pertes latérales (ex : Dadong dans le poljé de Rongshui) et de pertes de plateau favorisées par l'érosion de la couverture argileuse d'Ordovicien.

Contrairement au massif bien circonscrit de la Shuanghe, où les entrées sont relativement concentrées, la zone de la Gesohe avec ses hauts plateaux et ses profondes vallées s'étend sur plusieurs centaines de km<sup>2</sup>. Toutes les zones supérieures, situées au contact des tables basaltiques, présentent un

potentiel hydraulique de l'ordre de 1 000 m. Les pertes perchées sur les rebords de la profonde vallée de la Gesohe, notamment celles situées sur le district de Pu'an, présentent aussi un intérêt majeur. Les pertes temporaires et autres vallées sèches ainsi que les puits décapités par l'érosion comme Baiyudong pourraient conduire à un réseau profond, et pourquoi pas dans l'affluent du Marbre et donc dans le réseau aval de la Gesohe.

**Participants français :** Jean-Pierre Barbary (responsable de l'expédition : P.S.C.J.A.), Jean Bottazzi (Ursus, Spéléo-Club de Savoie), Nicolas Faure (Ursus), Richard Maire (responsable scientifique : A.R.S.I.P., Centre Terre), Laurent Mangel (Ursus), Sylvain Matricon (Spéléo-Club du Mont-Blanc), Jean-Luc-Moudoud (P.S.C.J.A.), Carlos Placido (Ursus), Jean-François Pernette (A.R.S.I.P., Centre Terre), Robert Peyron (P.S.C.J.A.), Marc Pouilly (Dolomites), Yves Prunier (médecin : Centre Terre et Spéléo-Club des Mémises), Eric Sanson (Fontaine-La-Tronche), Nathalie Vanara (Sté. Spéléologique des Pyrénées Occidentales).

**Participants chinois :** Li Po, He Wei et Qian Zhi du G.I.M.R. de Guiyang. Zhang Shouyue, Jin Yuzhang et Qi Zhonglin de l'I.G.C.A.S. de Beijing. Tian Ershuang de Panxian.

**Invités :**

Xu Xiaodong (Beijing), Xu Xiaoming (Beijing), Jing Feibiao (Yunnan), Chen Yifei (Yunnan), Tony Tai (Hong Kong).

*\* L'analyse des prélèvements d'eau de la résurgence présumée de la Shuanghe (traçage à la fluorescéine) a été effectuée en France par Michel Douat (ARSIP) que nous remercions.*

# Bibliographie

- BAKALOWICZ M. (coord.), 1993. Structure, fonctionnement and evolution of karst aquifers and landforms in conical karst, Guizhou, China. *Sino-french karst hydrogeology collaboration project group, laboratoire souterrain du CNRS, Moulis*, 213 p.
- BAKERA., SMART P.-L., EDWARDS R.-L. et RICHARDS A., 1993. Annual growth bandings in a cave stalagmite. *Nature*, n° 364, p. 518-520.
- BARBARY J.-P., BOTTAZZI J., COLLIGNON B., ZHANG Dachang, MAIRE R., MOUDOUD J.-L. et CHEN Shicai, 1991. Le système de la rivière Gebihe (Ziyun, Guizhou). *Karstologia-Mémoires*, n° 4, p. 42-54.
- BARBARY J.-P., MAIRE R. et ZHANG Shouyue (coord.), 1991. Gebihe 89, Karsts de Chine, grottes et karsts tropicaux de Chine méridionale. *Karstologia-Mémoires*, n°4, 232 p.
- BARBARY J.-P., MAIRE R., MANGEL L., MATRICON S., VANARA N. ZHANG S., TIAN E. et JIN Y., 2002. Inventaire spéléologique préliminaire du district de Panxian (Guizhou, Chine). *PSCJA Vénissieux et DYMSET-CNRS-Bordeaux, extrait de Karstologia-Mémoires*, 82 p.
- BARBARY J.-P., MAIRE R. et ZHANG Shouyue (coord.), 1995. Donghe 92, Karsts de Chine centrale (Hubei, Hunan). *Karstologia Mémoires*, n°6, 240 p.
- BARBARY J.-P., 2003. Chine, Guizhou, expédition nationale 2003. Spelunca, n° 91, p. 2-5.
- BENXI WATER CAVE ADMINISTRATION and INSTITUTE OF KARST GEOLOGY OF GUILIN, 1996. Speleological research in Benxi Water Cave, 124 p. (ouvrage en chinois, 14 auteurs dont SHEN Lingmei).
- BILLINGTON M.O., 1993. China's Taiping rebellion: the International Diplomacy of the Confederacy. *The American Almanac*, June 14, 1993.
- BOSTED P., 2000. China caves 98. *The International Caver 2000*, p. 38-43.
- CAI Yunlong, 1990. Land use and management in PR China, Problems and strategies. *Land Use Policy*, october 1990, p. 337-350.
- CAI Zongxia, YANG Wenheng et MAIRE R., 1993. Le géographe chinois Xu Xiake, un précurseur de la karstologie et de la spéléologie. *Karstologia*, n°21, p. 43-50.
- CHEN Shulu, 2003. Xu Xiake, un homme pas comme les autres. *Chinese literature* : <http://www.chineseliterature.com.cn>
- CHEN Tianjun *et al.*, 1997. Introduction of scenery and scenic spots of Guizhou. *Guizhou Publishing House*. (en chinois)
- CHEN Zhao-fu, 1988. Découverte de l'art préhistorique en Chine. *Albin Michel*, 220 p.
- CHINA NATIONAL TOURIST OFFICE, 2001, 2002. Statistics on China's tourism. Toronto, Canada ([www.tourismchina-ca.com](http://www.tourismchina-ca.com)).
- CHINA RECONSTRUCTS, 1984. China's minority nationalities. Great Wall Books, China Reconstructs, Beijing, 270 p.
- CHINA STATISTICS PRESS, 2001. Guizhou statistical yearbook 2001. 508 p., Beijing.
- CHUANRONG ZHANG and DAY, M., 2002. Development of a spatial decision support system on the internet for conservation of stone forest landscape in Lunan, China. *Depart. Geography, Univ. of Wisconsin-Milwaukee* ([www.cobblestoneconcepts.com](http://www.cobblestoneconcepts.com)).
- CHU S.-T. coord., ZHOU N., ZHU H., YANG W. et LIU Y. coll., 1991. The Atlas of Xu Xiake's Travels. *Department of Geography, East China Normal University, National Science Foundation of China, China Cartographic Publishing House*, 115 p.
- CLASTRES G., 1999. Tourisme ethnique en ombres chinoises. La province du Guizhou. *Harmattan*, 222 p.
- CORRIGAN G., 1995. Guizhou. *The Guidebook Cie, Odyssey illustrated guide*, Hong Kong, 256 p.
- COURBON P., 1973. Atlas des grands gouffres du monde. *S.C.O.Z.*, Apt-en-Provence, 54 p., planches.
- COURBON P. et CHABERT C., 1986. Atlas des grandes cavités mondiales. *Union Internationale de Spéléologie et Fédération Française de Spéléologie*, 255 p.
- CROWTHER J., 1983. Carbon dioxide concentrations in some tropical karst soils, West Malaysia. *Catena*, vol. 10, p. 27-39.
- CURRAN C., 2001. Tale of the teeth: archaeologists find unusual bone collection in chinese cave. *University of Cincinnati* (e-mail <[chris.curran@uc.edu](mailto:chris.curran@uc.edu)>).
- DENG Chuanying *et al.*, 1988. Comprehensive agricultural plan of Guizhou province. *Guizhou Publishing House* (en chinois).
- DIRECTION DU TOURISME, 2002. Les touristes étrangers en France en 2001. *Direction du Tourisme, Département de la stratégie, de la prospective, de l'évaluation et des statistiques*. 4 p. (<http://www.tourisme.equipement.gouv.fr>).
- DOMAGALSKI J., ZHOU Xinquan, LIN Chao, ZHI Deguo *et al.*, 2001. Comparative water-quality assessment of the Hai He River basin in the People's Republic of China and three similar basins in the United States. *U.S. Geological Survey*, prof. Paper 1647.
- DURAND R. et NANT J., 1998. Atlas des grottes de Savoie. Base de données PROSPECT-98.
- EK C., 1969. Facteurs, processus et morphologie karstiques dans les calcaires paléozoïques de la Belgique. Thèse, Université de Liège.
- EK C. and ZHANG Shouyue, 1989. Carbon dioxide content of cave sediments and cave air in China. *Proceedings of the 10th International Congress of Speleology*, Budapest, vol. 1, p. 63-64.
- ENCYCLOPEDIA OF NEW CHINA, 1987. *Beijing, Foreign Languages Press*, 990 p.
- ETIENNE G., 1998. Chine-Inde, le match du siècle. *Presses de Sciences Politiques*, Paris, 268 p.
- FAO, 1997. *FAO Production Yearbook*, vol. 51.
- FINKELMAN R.B., BELKIN H.E., and ZHENG B., 1999. Health impacts of domestic coal use in China. *National Academy of Science Proceedings*, USA, 96 (7), p. 3427-3431.
- FORD D.C. and WILLIAMS P.W., 1989. Karst geomorphology and hydrology. *Unwin Hyman*, London, 601p.
- FORESTRY BUREAU OF GUIZHOU PROVINCE, 1990. Research on the Fanjing Mountain Nature Reserve. Guizhou People's Publishing House, Guiyang, 525 p.
- GABROVSEK F., MIHEVCA., OTONICAR B. et ZUPANHAJNA N., 1998. Speleological exploration at Tianshengqiao natural bridge, Shuicheng. In : *South China Karst, Chen Xiaoping et al., Ljubljana : Znanstvenoraziskovalni center, Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Založba ZRC*, p. 161-169.
- GBAUER H.D, MANSFIELD R., CHABERT C. et KUSCH H., 1995. Speleological bibliography of South Asia. *Armchair Adventure Press*, Kathmandu, 226 p.
- GENTELLE P., éd., 1989. L'état de la Chine et de ses habitants. *La Découverte*, Paris, 456 p.
- GENTELLE P., 1994. Economie de la Chine. *Armand Colin*, Paris, 192 p.
- GENTELLE P., PELLETIER Ph. et PEZEU-MASSABUAU J., 1994. Chine, Japon, Corée. In : *Géographie Universelle, sous la dir. de R. Brunet, Belin*.
- GENTY D., 1993. Mise en évidence d'alternances saisonnières dans la structure interne des stalagmites. Intérêt pour la reconstitution des paléoenvironnements continentaux. *Compte rendu de l'Académie des Sciences, Paris*, t. 317, n° 2, p. 1229-1236.
- GILLIESON D., 1996. Caves Processes, development, management. *Basil Blackwell*, Oxford, 324 p.
- GOVERNMENT OF GUIZHOU, 1996. Inventaire géographique de la province du Guizhou. 394 p., (livre en chinois à diffusion restreinte, administration générale du Guizhou, Guiyang).

GOVERNMENT OF SOUTH-EAST GUIZHOU, 1989. Scientific survey of the Leigong Mountain Nature Reserve. *Guizhou People's Publishing House*, Guiyang, 508 p. (en chinois).

GUIZHOU ASSOCIATION FOR CULTURAL EXCHANGE WITH FOREIGN COUNTRIES, 1991. A new Coal production base. *Panxian, Guizhou*.

GUIZHOU ENVIRONMENTAL PROTECTION BUREAU, 1988. Rare and precious wildlife of Guizhou, China. *Guizhou Publishing House of Nationalities*, Guiyang, 112 p.

HE Bochuan, 1991. China on the edge: the crisis of Ecology and Development. *China Books and Periodicals, Inc.*, San Francisco, 209 p.

HONG Cheng, 1989. The situation and prospect of forest in China. *Land Use Policy*, January 1989, p. 64-74.

HU Bangbo, 1991. Xu Xiake a Chinese traveller of the seventeenth Century and his contribution to karst studies. *Cave Science*, vol. 18, n° 3.

HUNTER B., ed., 1998. The Statesman's Year-Book: a statistical, political and economic account of the states of the world for the year 1997-1998. *Macmillan, London*.

INSTITUTE OF HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY, 1976. Karst in China. *Inst. of Hydrogeology and Engineering Geology, Chinese Acad. of Sciences, Shanghai People's Publishing House*, 148 p.

JAILLET S., 2000. Un karst couvert de bas-plateau : le Barrois ; structure, fonctionnement, évolution. *Thèse, Institut de Géographie, Université de Bordeaux 3*, 780 p.

JENKS R.D., 1994. Insurgency and social disorder in Guizhou : the Miao rebellion, 1854-1873. *University of Hawai'i*.

JIANG Zhongcheng, 2001. Karst landscape and tourism exploitation around Fengyu cave, China. *Institute of Karst Geology, Guilin*. (<http://www.karst.edu.cn/cave/fengyu.htm>).

KUBIENA W.-L., 1938. Micropedology. *Collegiate Press, Ames, Iowa*.

KOGOVSEK J., 1998. Rock dissolution in stone forests. In : *South China Karst, Chen Xiaoping et al., Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center, Založba ZRC*, p. 68-81.

LAMBERT G., 1987. Le gaz carbonique dans l'atmosphère. *La Recherche*, n° 189, juin, p. 778-787.

LARIVIERE J.-P., et SIGWALT P., 1991. La Chine. *Masson, coll. Géographie*, 316 p.

LI Chi, 1974. The travel Diaries of Hsü Hsia-K'o. *The Chinese University of Hong Kong*, 280 p

LI Po et al., 1991. Environmental variation in karst industrial area. *Guizhou Science*, vol. 12, n° 3. (en chinois)

LI Wanlu et al., 1988. Comprehensive agricultural plan of Guiyang city. *Guizhou Publishing House*.

LI Wenhua et ZHAO Xianying, 1989. China's Nature Reserves. *Foreign Languages Press, Beijing*, 190 p.

LI Yong and ZHANG Jiabao, 1999. Agricultural diffuse pollution from fertilisers and pesticides in China. *Water Science and Technology*, vol. 39, n°3, p. 25-32.

LOUBES J.-P., 1988. Maisons creusées du Fleuve Jaune. L'architecture troglodytique en Chine. *Ed. Creaphis, Paris*, 140 p.

MA M., 2000. Longtan hydroelectric schem raises safety concerns. *South China Morning Post, Business-China*, 12/07/00.

MAIRE R., 1981. Papua New Guinea, karst and hydrogeology synthesis. *Spelunca*, suppl. au n°3, juillet-septembre 1981, *Féd. Fr. Spéléologie*, p. 23-30.

MAIRE R., 1990. Les karsts de haute montagne. *Karstologia-Mémoires*, n°3, 730 p.

MAIRE R., ZHANG Shouyue et SONG Shixiong, 1991. Genèse des karsts subtropicaux de Chine du Sud (Guizhou, Sichuan, Hubei). *Karstologia-Mémoires*, n° 4, p. 162-186.

MAIRE R., 2000. Les séries détritiques rythmées en zone tropicale à saisons contrastées, apport de la micromorphologie spéléo-karstique à la connaissance des dépôts détritiques souterrains. In : *Rapport d'activité du GDR 440 du CNRS (Enregistrement à haute résolution de l'environ-*

*nement dans les dépôts laminés karstiques)*, DYMSET, CNRS et Université de Bordeaux 3, p. 21-26.

MAIRE R., 2003. Minorités ethniques, mondialisation et explosion du tourisme en Chine : le cas de Lijiang (Yunnan) et de la culture naxi. In : *Afrique des réseaux et mondialisation, sous la dir. de F. Bart et A. Lenoble-Bart, Karthala-MSHA*, p. 154-175.

MASSCHELEIN J. and ZHANG Shouyue, ed., 1988. Tenglongdong, the longest cave of China. Report of the first belgian-chinese speleological expedition in 1988. *Belgian-Chinese Karst and Cave Association*, 48 p.

MAURER C., CHANGHU Wu, YI Wang and SHOUZHENG Xue, 1998. Water pollution and human health in China. *World Resources Institute (WRI)*, Washington, 7 p.

MAZET P., 2002. Les eaux souterraines riches en fluor dans le monde. Rapport de stage, *Maison des sciences de l'eau de Montpellier, UMR 5569 Hydrosociences CNRS-Univ. Montpellier II et IRD*.

MICHEL F., 1998. Tourisimes, Touristes, Sociétés. *L'Harmattan*.

MINISTER STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION ADMINISTRATION OF CHINA, 2001. National Symposium on population, Resources and Environment, March 2000, Beijing. *Report on the state of the environment in China 2000*.

MIOTKE F.D., 1974. Carbon dioxide and the soil atmosphere. *Abhandlungen zur Karst-und-Höhlenkunde, Reihe A9*, p. 1-49.

MINC, A., 2000. www. Capitalisme. fr. *Grasset*, 246 p.

NICOD J., 1997. Les recoupements karstiques de méandres encaissés. *Karstologia*, n°30, p. 41-48.

OAKES, T., 1997. Ethnic tourism in rural Guizhou: sense of place and the commerce of authenticity. In *Tourism, Ethnicity, and the State in Asian and Pacific Societies*, eds. M. Picard and R. Wood, Honolulu: University of Hawai'i Press, p. 35-70.

PAN Jianming, QIAO Xiquan and CHEN Shicai, 1993. Developmental characteristics and exploitation of Benxi water cave. *Proceedings 11th International Congress of Speleology*, August 1993, Beijing, p. 213-215.

PAN Jianming, GAO Shanghua and WEI Haipo, 1993. The formation of Benxi water cave, Liaoning, China. *Proceedings 11th International Congress of Speleology*, August 1993, Beijing, p. 86.

POMEL S., 1995. Le karst et l'évolution des paysages agraires. In : *Karsts de Chine centrale, Karstologia-Mémoires*, 6, p. 175-198.

POMEL S. et MAIRE R., 1997. Exemple d'enregistrement des changements climatiques et de l'anthropisation dans les remplissages endokarstiques de Chine centrale (Hubei). *Quaternaire*, 8, 2-3, p. 119-128.

QUINIF Y., 1989. La notion d'étages de grottes dans le karst belge. *Karstologia*, n° 13, p. 41-49.

QUINIF Y., GENTY D et MAIRE R., 1994. Les spéléothèmes : un outil performant pour les études paléoclimatiques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, t. 165, n° 6, p. 603-612.

QUINIF Y., 1998. Dissipation d'énergie et adaptabilité dans les systèmes karstiques. *Karstologia*, n° 31, p. 1-11.

QUINIF Y. et MAIRE R., 1998. Pleistocene deposits in Pierre Saint-Martin cave, French Pyrenees. *Quaternary Research*, n° 49, p. 37-50.

QUINIF Y. et G., 2002. Méthodes et éléments de cartographie d'un paléokarst. L'exemple de la carrière du Clypot (Hainaut, Belgique). *Karstologia*, n° 39, p. 1-8.

REBOUL B., 1999. Chine et mondes chinois. *Editions du Temps, Questions de Géographie*, 191 p.

ROCCA, J.-L., 1999. Chine. In : *L'état du monde : annuaire économique et géopolitique mondial, La Découverte*, Paris, p. 283-290.

SALOMON J.-N. et BUSTOS R., 1992. Le karst du gypse des Andes de Mendoza-Neuquen (Argentine). *Karstologia*, n°20, p. 11-22.

SANSON E., 2003. Le gouffre de Baiyudong (Guizhou, Chine). *Revue Spéléo*, n°44, p. 12-13.

SCHALLER G., 1989. Noir ou blanc, l'avenir du panda géant ? *Terre Sauvage*, n° 26, p. 16-29.

SERVANT M. et SERVANT-VILDARY S., éd., 2000. Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux. IRD, UNESCO, MAB, CNRS.

SHAW T., 1992. History of cave science. The exploration and study of limestone caves, to 1900. *Sydney Speleological Society*, 338 p.

SIGWALT P., 1989. Une crise grave de l'environnement. In : *L'état de la Chine et de ses habitants*, Gentelle P., éd., Paris, La Découverte, p. 38-41.

SIGWALT P., 2000. Forêts et déboisement. In : *La Chine et les Chinois de la diaspora*, Doulet J.-F. éd., coll. clefs concours géographie, Atlante.

SIMS T.L. and J.J. SCHIFF, 2000. The Great Western Development Strategy. *The China Business Review*, Nov.-Dec. 2000, 5 p. ([www.chinabusinessreview.com](http://www.chinabusinessreview.com)).

SION, J., 1928. Asie des Moussons, première partie : Chine, Japon. In : *Géographie Universelle, sous la dir. de P. Vidal de La Blache et L. Gallois*, T. IX, 268 p.

THE LITERATURE SERVICE DEPARTMENT OF THE LIBRARY OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCE, 1993. Catalogue of literature on chinese karst caves. Library of Chinese Acad. of Sciences, XI International Congress of Speleology, 135 p.

TOGNINI P., 1999. Individuazione di un nuovo processo speleogenetico : il carsismo del Mt. Bisbino (lago di Como). *Tesi di Dottato in Scienze della terra, Università di Milano*, 433 p.

TOGNINI P., 1999. The Mt. Bisbino (Northern Italy) : a new speleogenetic process. In : *Karst 99, Actes du Colloque européen Grands Causses-Vercors (10-15 septembre 1999), Etudes de géographie physique*, trav. 1999, suppl. n° 28, Université de Provence, p. 185-190.

TONG Jiandong, 2003. Small hydro power on a large scale, challenges and opportunities in China. *Renewable Energy World Magazine*, January-February 2003.

TROLLIET P., 1999. Les minorités nationales en Chine. In : *La Chine et les Chinois de la diaspora*, J.-P. Larivière éd., CNED-SEDES, chap. 2, p. 33-49.

VERGARI A., 1998. Nouveau regard sur la spéléogénèse : le pseudo-endokarst du Tournaisien (Hainaut, Belgique). *Karstologia*, n° 31, p. 12-18.

WALTHAM A.C. and WILLIS R.G. (ed.), 1993. Xingwen, China caves project (1989-1992). *British Cave Research Association*, 48 p.

WANG Chi-Wu, 1961. The forests of China. *Harvard University, Maria Moors Cabot Foundation*, publ. n°5, 313 p.

WANG Hongzhen, 1986. Geotectonic development. In : *The Geology of China*, by Yang Zunyi, Cheng Yuqi and Wang Hongzhen, p. 256-275, *Oxford Monographs on Geology and Geophysics* n°3, Clarendon Press, Oxford, 303 p.

WANG Qian, CHANGJIE Chen and WEI Huang, 1992. Study on the relationship between organic pollution of surface water with the mortality of liver cancer in whole China. *Research on Hygiene*, 21(4), p. 181-183.

WAYNE S., 1999. The tourism engine. *The China Business Review*, Nov. 1999, 4 p. ([www.chinabusinessreview.com](http://www.chinabusinessreview.com))

WHITE W.B., 1988. Geomorphology and hydrology of karst terrains. New York and Oxford, *Oxford Univ Press*, 464 p.

WORLD BANK, 1992. World Development Report 1992 : Development and Environment. *The World Bank, Oxford University Press*, 308 p.

WORLD BANK, 1998. Environment (p. 34). In : *World Bank Atlas, World Bank*.

WORLD BANK, 1998. Land use and deforestation (p. 118). In : *World Development Indicators, World Bank*, 89 p.

WU Zhaolu et OU Xiaokun, 1995. The Xishuangbanna Biosphere Reserve: a tropical land of natural and cultural diversity. Working Paper, Unesco (South-South Cooperation Programme), Paris, n° 2, 1995.

XIAOPING Wu, 2000. Ethnic tourism, a Helicopter from Huge Graveyard to Paradise ? Social impacts of ethnic tourism development on the minority communities in Guizhou province, Southwest China. *Hmong Studies Journal*, vol. 3, winter 2000, Guizhou University for Nationalities (GUN), Guiyang (<http://members.aol.com/hmongstudies>).

XU Xiake, 1986. XU Xiake Youji (XU Xiake's Travel Notes). 20 chapitres, poèmes, notes (en chinois classique). 707 p., + 123 p., *Shan-*

*ghai Guji Chubanshe, reprint.*

XU Xiake, 1993. Randonnées aux sites sublimes. Traduit du chinois, présenté et annoté par Jacques DARS. *Coll. Connaissance de l'Orient, coll. UNESCO d'œuvres représentatives*, Gallimard, 392 p.

YANG Long, 1997. Géographie du tourisme du Guizhou. Guiyang, 294 p. (en chinois).

YANG Zunyi, CHENG Yuqi and WANG Hongzhen, 1986. The Geology of China. *Oxford Monographs on Geology and Geophysics*, n°3, Clarendon Press, Oxford, 303 p.

ZHANG Peilian et al., 1987-1998. Yearbook of Guizhou Province. *Guizhou Yearbook Publishing House*. (en chinois)

ZHANG Shouyue, 1984. Les forêts de pierre de Lunan (Yunnan, Chine). *Carsologica Sinica*, 2, p. 78-87 (en chinois, légendes des figures en anglais).

ZHANG Shouyue, 1985. Carbon dioxide in the Yaolin cave. In : *Research on Engineering Geomechanics*, p. 225-229 (in chinese).

ZHANG Shouyue et al., 1979 et 1987. Research on China karst. *Science Press*, Beijing, Karst Research Group, Institute of Geology, Academia Sinica, 336 p.

ZHANG Shouyue, 1986. The tourist caves of China. *9th International Congress of Speleology*, Barcelona, vol. 2, p. 225-228.

ZHANG Shouyue, 1989. Paleokarst of China. In : *Paleokarst, a systematic and regional review*, Elsevier and Acad., Amsterdam and Praha, p. 297-311.

ZHANG Shouyue, 1993. Speleotour in China. *Proceedings of the 11th International Congress of Speleology*, Beijing, p. 215-216.

ZHANG Shouyue, 1996. On the development of Lunan Stone Forest in China. In : *Fornos, Joan-J. and Gines, Angel (editors), Karren Landforms. Universidad de les Illes Balears, Palma de Mallorca*, p. 399-400.

ZHANG Shouyue et BARBARY J.-P. (éd.), 1988. Guizhou expé 86 : première expédition spéléologique franco-chinoise dans le centre et le sud de la province du Guizhou. *Spelunca Mémoires*, n°16, 108 p.

ZHANG Shouyue et MAIRE R., 1991. Karsts de Chine : description physique générale. In : *Gebihe 89, karsts de Chine, Karstologia Mémoires*, n°4, p. 7-16.

ZHANG Shouyue and JIN Yuzhang, 1993. CO<sub>2</sub> in soil and air in cave environments. *Proceedings of the 11th International Congress of Speleology*, Beijing, p. 153-155.

ZHANG Zhigan, 1980. Karst types in China. *Geojournal*, 4, 6, p. 541-570.

ZHU Xuewen, 1988. Guilin Karst. *Shanghai Scientific & Technical Publishers*, 188 p.

## Ressources web :

- <http://www.survex.com/~erin/>
- <http://www.guangxi-caves2000.co.uk/>
- [http://ourworld.compuserve.com/homepages/G\\_Satoshi/homepage.htm](http://ourworld.compuserve.com/homepages/G_Satoshi/homepage.htm)
- <http://www.chineseprehistory.org//index.htm#catalog>
- <http://www.cave-research.org/chinacrf/china.html>
- <http://www.emg.com.cn/>
- <http://homepage.mac.com/brianjudd/cavedive/cave.html>
- <http://www.chineseliterature.com.cn/traditionchineseculture/xuxiake/xuxiake1.htm>
- [http://www.gvc.gu.se/ngeo/rcg/china\\_exc020201/karst.htm](http://www.gvc.gu.se/ngeo/rcg/china_exc020201/karst.htm)

# Remerciements

---

Une fois n'est pas coutume, nous remercions d'abord la grande famille des spéléos d'exploration dont la foi dans la découverte des arcanes du septième continent demeure inébranlable. Certes cette communauté a un peu vieilli, mais comme le disait Haroun Tazieff (1952) à propos de l'équipe historique de la Pierre Saint-Martin : «*elle est un peu comme le couteau de Jeannot, cette équipe : on en a changé successivement les lames et le manche, mais c'est toujours le même couteau*».

Enfin, au bout de sept années de recherche sur le terrain et des milliers d'heures à préparer cette synthèse, il convient de dire merci à toutes celles et à tous ceux qui de près ou de loin nous ont aidés ou supportés. Il est difficile d'établir une liste exhaustive et nous nous excusons auprès de celles et de ceux qui auraient été oubliés. Quel que soit le niveau de leur intervention, nous tenons à les remercier chaleureusement.

## Merci :

- à nos souscripteurs et à leur patience. Le retard de la publication s'explique par l'abondance des résultats, la multiplicité des auteurs, les traductions en anglais et en chinois et la nécessité de devoir tout faire, y compris la maquette du livre ;

- aux clubs spéléologiques de tous les participants (Ursus, P.S.C.J.A., Centre Terre, S.C.Savoie, Tritons, Césame, S.C.M.B, G.E.R.S.A.M., S.S.P.P.O., S.C.H.S.), pour la mise à disposition de nombreux équipements, ainsi qu'à la Commission scientifique de la FFS (Stéphane Jaillet) ;

- à Marc Faverjon, directeur de la C.R.E.I. (Commission des Relations et des Expéditions Internationales de la Fédération Française de Spéléologie), pour son appui ;

- au professeur François Bart, directeur de Dymset (CNRS), pour son appui financier et sa confiance dans la réalisation de cette longue entreprise multidisciplinaire ;

- à Guilaine Réaud-Thomas (Dymset, CNRS) pour l'aide technique sur Photoschop et Adobe Illustrator ;

- à Odile Chapuis, Arlette Turlet et Bernard Vermeulen (Dymset, CNRS) pour leur aide diversifiée ;

- à Murielle Vernassal-Mangel et Brigitte Bussière pour les relectures fastidieuses ;

- à Martin Heller, enfin, pour le vénérable Toporobot !

- à Zhao Zhongghuo inépuisable guide des montagnes de Wenquan (Suiyang), Wang Lang Xiang véritable mémoire du pays miao de Xingchang (Liuzhi), Li Wencai chauffeur passionné, Yu Tai Zhong et son relais de diligence, Wang Ning (amie de Meiduo) pour son hospitalité à Kunming ;

- à Zhang Zhenglong grand ordonnateur et colporteur de nos faits d'armes spéléos dans le district de Panxian ;

- aux équipes de télévision et journalistes de presse du Guizhou omniprésentes, et notamment à Mi Meiduo pour ses reportages en 1998 ;

- à G-View Adventure Equipment (Beijing), pour l'aide logistique ;

- à Goto Satoshi et son équipe pour leur précieuses informations et leur remarquables travaux sur la zone de Suiyang ;

- à nos collègues et amis chinois en France pour leurs corrections et traductions : Zhang Yingzhu (Lyon), Chen Jiangtao (Dymset-ADES, Bordeaux), Dan Wenhong (Université normale du Guizhou), Charles Cheung (SSD-ADES, Bordeaux) ;

## Thank you :

- à Ged Campion, Paul Rice, Graham Naylor pour leurs traductions et corrections en anglais ;

Enfin merci à nos compagnes, compagnons ou enfants qui supportent nos passions et leurs excès...

## Xie Xie :

- aux habitants et aux autorités des districts visités :

district de Benxi (Liaoning) ;

districts de Bijie, Hezhang, Jinsha, Liuzhi, Nayong, Panxian, Qianxi, Shuicheng, Suiyang, Weining, Xifeng, Xishui, Xiuwen (Guizhou) ;

districts de Lijiang et Shizong (Yunnan) ;

- aux habitants et aux autorités des cantons et villages dans lesquels nous avons installé nos camps de base :

Baoji et Centrale Hydroélectrique de la Gesohe (Panxian), Dashi (Xiuwen), Xingchang (Liuzhi), Wenquan (Suiyang) ;

- à toute l'équipe de Benxisuidong (Benxi, Liaoning) et notamment à Zheng Wei, Sheng Lingmei, Shao Wei et Zhang Kemming ;



Photos 590-631 :  
Trombinoscope des  
membres des expé-  
ditions franco-chi-  
noises de 1997 à 2003.

*The members of the  
expeditions between  
1997 and 2003.*

Photos P.S.C.J.A.  
expéditions 1997-2003



◀ Photo 632 : Puits arrosé de 12 m dans la grotte-perte de Baishiyan vers - 250 m. Cette cavité (arrêt sur siphon) constitue un affluent de rive droite de la Gesohe souterraine (district de Panxian, Guizhou).

Active pit 12 m deep in Baishiyan sinkhole near - 250 m. This cave (exploration stopped by a sump) is a tributary of the underground Gesohe (Panxian County, Guizhou).

Photo R. Maire 2003

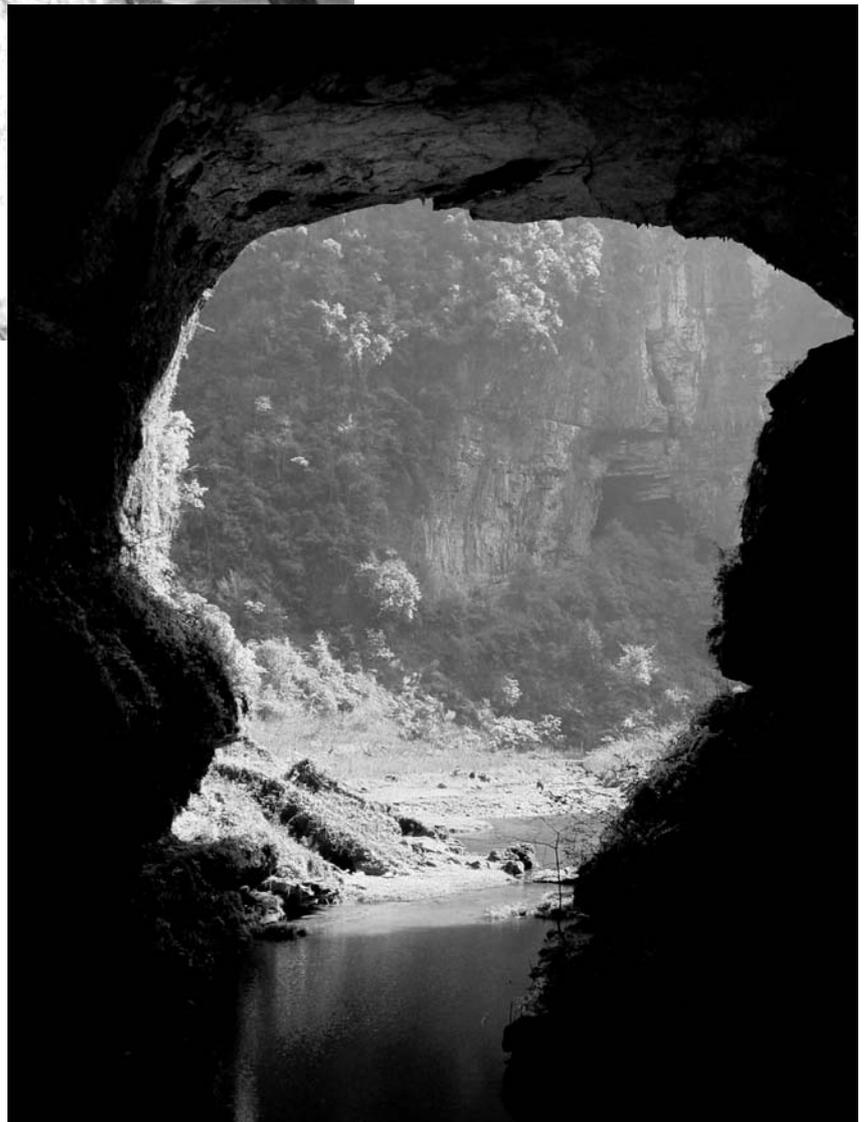


Photo 633 : Porche d'entrée du réseau de Longtanzi amont situé au fond de la doline d'effondrement du même nom (réseau de Shuanghe, district de Suiyang, Guizhou).

*Entrance porch of Longtanzi (upstream) situated at the bottom of Longtanzi's collapse doline (Shuanghedong cave, Suiyang County, Guizhou).*

Photo R. Maire 2003

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> .....	<b>10</b>
<b>Introduction générale</b> .....	<b>17</b>
<b>Contexte des projets et déroulement des expéditions</b> .....	<b>17</b>
Introduction .....	19
I. Expédition Yungui 97 (Yunnan, Guizhou) .....	19
A. Le stage de formation technique .....	19
B. Les résultats spéléologiques .....	20
II. Expédition Shuidong 97 (Liaoning) .....	20
III. Expédition Yungui 98 (Yunnan, Guizhou) .....	21
IV. Expédition Lijiang 99 (Yunnan) .....	22
V. Expédition Panxian 2000 (Guizhou) .....	22
VI. Expédition Yungui-Bijie 2001 (Guizhou) .....	23

## **Introduction géographique** .....

### **Présentation des karsts du Yunnan-Guizhou et du Liaoning** .....

Introduction .....	26
I. Rappel sur les karsts chinois .....	26
A. Zonation des régions karstiques de Chine .....	27
B. La terminologie karstique chinoise et sino-française .....	27
C. Les grandes plates-formes sédimentaires .....	29
D. Une histoire géologique très longue .....	30
II. Les plateaux karstiques du Yunnan oriental et du Guizhou occidental : conditions du milieu .....	32
A. Les caractères du relief .....	32
B. Le climat .....	33
C. Rôle des phases tectoniques .....	33
1. Les phases tectoniques de la Pangée .....	33
2. Les phases tectoniques post-Pangée .....	34
D. Répartition des terrains et lithostratigraphie .....	35
1. Distribution des terrains .....	35
2. Diversité des affleurements géologiques dans le Guizhou du Quaternaire au Cambrien .....	36
3. Yunnan oriental et Guizhou .....	37
4. Pléistocène, paléontologie et archéologie en grottes .....	37
III. Les karsts du Yunnan et du Guizhou (Yungui) .....	38
A. Le haut plateau karstique du Yunnan du NW .....	38
B. Le karst du Yunnan oriental .....	39
C. Le karst du Guizhou occidental .....	40
D. Le karst du Guizhou central .....	41
E. Le karst du Guizhou oriental .....	42
IV. Les collines karstiques du Liaoning oriental .....	42

## **Livre I : Résultats des explorations spéléologiques** .....

### **Chapitre 1 : Explorations dans le district de Panxian, province du Guizhou** ...

#### **Introduction** .....

#### **Première partie : présentation du district** .....

I. Le contexte géographique .....	47
II. Le contexte géologique .....	49
A. La série stratigraphique .....	50
B. La structure générale .....	50

#### III. Historique des explorations spéléologiques ..

### **Deuxième partie : Inventaire des cavités** ..

#### I. Les cavités du Nord-Est : Gesohe aval et

Wutuhe .....	53
A. Les cavités du système de la Gesohe .....	53
1. Gesoluoshuidong - Perte de la Gesohe .....	55
2. Jiaocaidong - Gouffre de l'empreinte de pas ...	56
3. Shuangdong - Grotte de la traversée .....	58
4. Duofandong - Grotte de l'abri .....	59
5. Gesochukou - Résurgence de la Gesohe .....	59
6. Dashidong - Grotte de la grande falaise .....	60

#### B. Les cavités du bassin de la Wutuhe-Yunihe .....

1. Les réseaux du système de la Yunihe .....	61
a. La perte de la Yunihe .....	61
b. Yangjiayandong - Grotte de la famille Yang ...	62
c. Xiaobailongdong - Grotte du petit dragon blanc .	62
d. La source de trop-plein .....	64
2. Le système intermédiaire de la Gedahé .....	64
a. Gedaheluoshuidong - Perte de la Gedahé ...	64
b. Tianshengqiao - Le pont naturel .....	65
3. Le système de la Liuchehe .....	66
a. Liucheheluoshuidong - Perte de la Liuchehe	66
b. Baiyandong - Grotte de la roche blanche .....	67
c. Liuchehechukou - Résurgence de la Liuchehe	68
C. La méga-doline de Yangtianmawo .....	69

#### II. Les cavités du bassin moyen et amont de la

#### Gesohe .....

#### A. Cavités de la zone sud de Panxian .....

1. Biyundong - Grotte du nuage bleu .....	70
2. Liangfeng-Xingsuo-Bianfudong - Le réseau du vent froid, de l'étoile et des chauves-souris ...	72
3. Hongyandangong - Grotte de la pierre rouge ...	74

#### B. Les cavités des conglomérats éocènes de

#### Dabashan (Shuitang) .....

1. Panlongdong - Grotte du dragon lové .....	76
2. Liangfengdong - Grotte du vent froid .....	77
3. Dashandong - Grotte de la grande montagne .	78

#### C. Les cavités des calcaires primaires, zone de

#### Shuitang .....

1. Shanlanlonggong 1 et 2 - Palais du dragon de la belle montagne .....	79
2. Huangjiadadong - Grande grotte de la famille Huang .....	80
3. Shuiyindong - Grotte de l'eau d'argent .....	81
4. Dafengyangong - Grotte de Dafengyan .....	81
5. Dahouqindadong - Grotte de la forêt où on capture les singes .....	82

#### D. Cavités de la zone de Xichong .....

1. Zhangjiagang - Grotte de la famille Zhang .....	82
2. Hongyandong - Grotte du rocher rouge .....	84

#### E. Cavités de la zone de Lianghe .....

1. Shuidong - Grotte de l'eau .....	86
2. Mawodong - Grotte de la doline .....	88

#### F. Cavités de la Zone de Liuguan .....

1. Dayakuodong - Grotte du grand col .....	88
2. Huijiadadong - Grande grotte de la famille Hu .	89
3. Dadong - Grande grotte .....	90
4. Dadongkeng - Puits de la grande grotte .....	91

#### G. Cavités de la zone de Machang .....

1. Heishuidong - Grotte de l'eau noire .....	92
2. Le réseau de Daladong - Grotte de Dala .....	95

III. Les cavités de la bordure ouest .....	95
A. Les cavités de la zone de Baiguo .....	95
1. Baojiadong - Grotte de la famille Bao .....	95
2. Zhangkoudong - Grotte de la bouche ouverte .	96
3. Dashuijingdong - Grotte du grand captage .....	97
4. Xiangshuihedong - Grotte du bruit de la rivière	97
5. Dayandong - Grotte de la grande falaise .....	97
B. Cavités de la zone de Duanjiang .....	98
1. Laodong - Vieille grotte .....	98
2. Dabaiyandong - Grotte de Dabaiyan .....	98
3. Xiongdong - La belle grotte .....	99
4. Haozhudong - Grotte du porc-épic .....	100
C. Cavités de la Zone de Hongguo .....	101
1. Laohuyandandong - Grotte de la montagne du tigre	101
2. Dayandong - Grotte de la grande falaise .....	101
3. Xiangdong - Grotte du Bruit .....	102
D. Cavités de la Zone de Pinguan et Huopu .....	103
1. Laoyingpan - Puits de la forteresse .....	103
2. Xianrendong - Grotte de la divinité (sup.) .....	103
3. Xianrendong - Grotte de la divinité (inf.) .....	103
IV. Les cavités sud du district : Mabiehe et	
Huangnihe .....	104
A. Cavités de la Zone de Lemin .....	104
1. Grottes aux alentours de Lemin .....	104
a. Dongshuangdong - Grotte au-dessus de la	
grotte .....	104
b. Dayandong - Grotte de la grande falaise .....	104
2. Le système perte-résurgence de la Xiangshuihe .	105
a. Zhujiaodong - Grande grotte de la famille Zhu ...	105
b. Liangfengdong - Grotte du vent froid .....	108
B. Cavités de la Zone de Laochang-Zhudong .....	109
1. Daxiaodong - La grande grotte du nitrate .....	109
2. Zhangkoudong - Grotte de la bouche ouverte	110
3. Dadong - Grande grotte .....	113
4. Yanfengdong - Grotte du pic .....	114
C. Cavités de la Zone de Zhongyi - Xinmin .....	114
1. Haozhudong - Grotte du porc-épic .....	114
2. Huijiadong - Grotte de la famille Hu .....	116
3. Xianrendong - Grotte de la divinité .....	117
4. Xianrendong - Grotte de la fée .....	117
D. Cavités de la Zone de Putian et Baotian .....	118
1. Liangzhidong - Grotte de Liangzhi .....	119
2. Mangdong - Grotte du serpent .....	119
3. Dagandong - Grande grotte sèche .....	119

## **Chapitre 2 : Explorations dans le district de Liuzhi, province du Guizhou .....**

### **Introduction .....**

#### **I. Présentation de la zone de Xingchang 126**

A. Conditions géographiques .....	126
B. Contexte géologique .....	126

#### **II. Description des cavités explorées .....**

A. Le système karstique de la Heitanghe.....	129
1. Liangjiadong - Grotte de la Famille Liang..	129
2. Fujiadadong - Grande grotte de la famille Fu .....	132
B. Le réseau de la Gaolu souterraine .....	136
Gaulushuiluodong - Perte de la rivière Gaolu .....	136
1. La perte de la rivière Gaolu .....	136
2. Ganlongdong - Grotte sèche du dragon .....	138
3. Guanniudong - Grotte du gardien de vaches .	143
C. La grotte de Wuliudaxiaodong - Grande Grotte	
du Nitrate de Wuliu .....	143

## **III. Systèmes karstiques, climatologie**

### **souterraine .....**

A. Organisation des systèmes karstiques .....	146
1. Le système karstique de la Gaoluhe .....	147
2. Le système karstique de la Heitanghe .....	147
B. Observations sur les courants d'air .....	148

### **IV. Utilisation des cavités et présence dans l'histoire locale .....**

A. Wuliudaxiaodong : la grotte de l'or noir et blanc ..	148
B. Fujiadadong, la forteresse .....	149
C. Anjiadong, la citadelle sanglante .....	150
D. La grotte de Gaolu : un habitat permanent	
actuel .....	151

## **Chapitre 3 : Explorations dans les districts de Xiuwen et Xifeng, province du Guizhou .....**

### **Introduction .....**

#### **I. Les cavités du district de Xiuwen .....**

A. Contexte géographique et géologique .....	156
B. Description des cavités .....	158
1. Xiangshuidong - Grotte du Bruit d'Eau .....	158
2. Luoshuidong - La Perte .....	159
3. Guanniudong - Grotte du Parc à Buffles .....	160
4. Baishuidong - Grotte des Eaux Blanches .....	162
C. Organisation du système karstique .....	163
1. La zone anticlinale nord .....	163
2. La zone synclinale sud (ou synclinal de Dashi)	163

#### **II. Les cavités du district de Xifeng .....**

A. Contexte géographique et géologique .....	165
B. Description des cavités du système de	
Longtanchukou .....	165
1. Longtandong - Grotte de la Vasque du Dragon .	165
2. Chakoudong - Grotte de la Bouche Ouverte .....	168
3. Longtandongchukou - Résurgence de la	
Vasque du Dragon .....	169
C. Remarques sur le système de la grotte de	
Duobindong .....	169
D. Organisation des systèmes karstiques .....	169

## **Chapitre 4 : Explorations dans le district de Suiyang, province du Guizhou .**

### **Introduction .....**

#### **I. Présentation de la zone .....**

A. Conditions géographiques .....	175
B. Contexte géologique .....	175

#### **II. Organisation des réseaux .....**

A. Le bloc nord-ouest .....	177
B. Le bloc central et oriental .....	177

#### **III. Les cavités du bloc nord-ouest .....**

A. Zhenjiadong - Grotte de la Secte de Zhen	179
B. Longtanzishuidong - Grotte de la Baignoire du	
Dragon .....	180
C. Tuanduiwo-Shuanghe .....	180
1. Tuanduiwoshuidong - Perte Ronde Empilée .....	180
2. Luojiadong - Grotte de Luojiào .....	181
3. Shuangheshuidong - Grotte de l'Eau de Shuanghe .	181
4. Shigaodong - Grotte du Gypse .....	182
C. Shalindong - Grotte de la Pinède - Sanliandong .	183
D. Hejiadong - Grotte de Hejiào .....	183

<b>IV. Les cavités du système oriental .....</b>	<b>183</b>
A. Le réseau Hongzaozidong-Mahuangdong ..	184
1. Hongzaozidong - Grotte du Brouillard Pourpre .	184
2. Mahuangdong - Grotte du Lin Jaune .....	184
3. Description de la traversée Hongzaozidong-Mahuangdong .....	184
B. Le réseau de Pixiaodong - Xiadong .....	189
1. Pixiaodong - Grotte du Nitrate .....	189
2. Xiadong - Grotte Inférieure .....	190
3. Yinhedong - Grotte de la Rivière Souterraine ...	190
C. Le réseau de Dafengdong .....	190
<b>V. Traces humaines .....</b>	<b>190</b>
<b>VI. Observations biospéléologiques .....</b>	<b>192</b>
A. Capture .....	192
B. Analyse du spécimen .....	192
C. Captivité .....	193
D. Commentaires .....	193
<b>VII. Déroulement des explorations et perspectives .....</b>	<b>194</b>
A. Réseau Hongzaozidong-Mahuangdong .....	194
B. Le réseau Tuanduiwo-Shuangheshuidong ..	196
C. Le réseau de Pixiao-Xiadong .....	196
D. Autres cavités .....	196
E. Reconnaissance .....	197
F. Perspectives .....	197

## **Chapitre 5 : Reconnaissance et explorations dans la préfecture de Bijie, province du Guizhou .....**

<b>Introduction .....</b>	<b>202</b>
<b>I. Présentation géographique et géologique .....</b>	<b>202</b>
A. Contexte géographique .....	202
B. Présentation géokarstologique .....	202
<b>II. Les cavités du district de Jinsha .....</b>	<b>203</b>
A. Contexte géographique .....	203
B. Les cavités explorées .....	203
1. Wangjiapingdong - Grotte du village de Wangjiaping .	203
2. Banbianshandong - Grotte du Demi-Mont .....	204
3. Pingbalongdong - Grotte du Dragon à Pingba ..	205
4. Xiaodong - Grotte du Nitrate .....	205
<b>III. Les cavités du district de Qianxi .....</b>	<b>206</b>
A. Contexte géographique .....	206
B. Les cavités .....	207
1. Yezhudong - Grotte du Sanglier .....	207
2. Daheidong - Grotte du Grand Noir .....	207
3. Dalongdong - Grotte du Grand Dragon .....	208
4. Chizhudong - Grotte du Porc-Epic .....	209
<b>III. Les cavités du district de Dafang .....</b>	<b>211</b>
A. Contexte géographique .....	211
B. Les cavités .....	211
1. Qingxudong - Grotte de la Sérénité .....	211
2. Yiludong - Grotte-Mère des Yi .....	211
3. Sifangdong - Grotte Carrée des Neuf Dragons .	213
4. Luoshuidong - La Perte .....	213
<b>IV. Les cavités du district de Nayong .....</b>	<b>214</b>
A. Contexte géographique .....	214
B. Les cavités .....	214
1. Jiudongtian - Grotte Aux Neuf Regards .....	214
2. Taoyuandong - Grotte de la Pêcheraie .....	215
3. Xianweidong .....	216

<b>V. Les cavités du district de Hezhang .....</b>	<b>217</b>
A. Introduction géographique .....	217
B. Les cavités .....	218
1. Yanzidongshujing - Grotte-Gouffre des Hirondelles ..	218
2. La Petite Perte .....	219
<b>VI. Les cavités du district de Bijie .....</b>	<b>219</b>
A. Introduction géographique .....	219
B. Les cavités .....	219
1. Naludong - Grotte du Dragon Noir .....	219
2. Shaofengdong - Grotte du Sifflement .....	220
3. Laoyindongdong - Grotte Est de l'Aigle .....	221
4. Laoyinxidong - Grotte Ouest de l'Aigle .....	222
5. Bowudadong - Grotte du Musée .....	222

## **Chapitre 6 : Reconnaissances et explorations dans la province du Yunnan. 225**

<b>Introduction .....</b>	<b>226</b>
Le contexte géographique .....	226
Contexte des explorations .....	227
<b>I. Reconnaissance dans le Yunnan oriental 228</b>	
A. Karsts et cavités dans le district de Luoping 228	
1. Contexte géographique .....	228
2. Le karst du district de Luoping et du massif de la Duoyihe .....	228
3. Le karst de la cavité Maoshuidong (Agong) .....	229
B. Karsts et cavités explorés dans le district de Shizong .....	230
1. Contexte géographique .....	230
2. Description des zones et des cavités .....	231
a. Le karst du canton de Kuishan .....	231
Paomuqingdong - Grotte du Bois de l'Arbre Mu ..	231
b. Le système perte-résurgence de Yanfengdong-Ganchedong .....	233
Yanfengdong - Grotte de la Grande Falaise ....	233
Ganchedong - Grotte de la Rivière Sèche .....	237
C. Karsts et cavités dans la zone de la forêt de pierre de Lunan (Shilin) .....	239
1. Contexte géographique et géologique .....	239
2. Description des cavités .....	240
a. Les grottes de Laoheidong (Luxing) .....	240
b. La grotte de Dagandong (Suobusuo) .....	241
c. La rivière souterraine et les puits Bailongtan .	242
d. Grotte de Guanmadong (Dadieshui) .....	243
<b>II. Explorations et reconnaissance dans le Nord-Ouest du Yunnan .....</b>	<b>244</b>
A. Contexte géographique et géologique .....	244
B. Reconnaissance dans le premier triangle du Haut Yangtse : district de Zhongdian .....	245
1. Le poljé de Napahai .....	245
2. Les gours de travertin de Baishuitai .....	245
3. Le pont de travertin de Tianshengqiao .....	246
C. Explorations dans les districts de Lijiang et Jianchuan .....	247
1. La pointe nord .....	250
a. Le secteur de Mingyin .....	250
Perte 1 .....	250
Perte 2 .....	250
Xiaotuidong - Puits du Tibia .....	250
Perte du Grand Poljé .....	251
Senlindong - Grotte de la Forêt .....	251
Résurgence du Canyon .....	251
Richard Sudong - Richard's pitch .....	252
b. Les secteurs de Gauhan et de Baoshan .....	252

Dacaobakeguogun - Perte de la Vallée Herbue ...	252
2. La zone centrale .....	253
a. Le secteur de Daju .....	253
Zhangchongdong .....	253
Mine .....	254
La grotte Séréciteuse .....	254
Grande grotte des Hirondelles .....	254
b. Le secteur de Lomelo .....	256
La grotte Sans Nom .....	256
La perte des Chauves-souris .....	256
La petite perte de Lomelo .....	256
La grotte sous Lomelo .....	257
La Traversée sous Lomelo .....	257
La grotte Eglantine .....	257
La grotte de la Soif .....	257
c. Le secteur des Yulongxueshan .....	258
Le puits du Téléphérique .....	258
d. Le secteur de Wenhai .....	259
La résurgence de Heilongtan - La Vasque du Dragon Noir .....	259
3. La zone sud .....	259
a. Le secteur de Lashi .....	259
Perte du Poljé de Lashi .....	260
Grotte du Moine .....	260
La Dernière Grotte .....	260
b. Les secteurs de Qihe, Longtan et Guangpo et du nord du district de Jianchuan .....	261
Xianrendong 1 .....	261
Xianrendong 2 .....	261
Gouffre des Chauves-souris .....	261
Tianzidong .....	262
4. La zone sud-ouest : secteur de Shigu .....	262
La résurgence de Dashu .....	263
Le porche des Chevriers .....	263
La grotte de la Cascade .....	263
5. Conclusion .....	263
D. Reconnaissance dans la préfecture de Dali .....	264
1. Tianlongdong .....	264
2. La grotte de Qinhuadong .....	265

## **Chapitre 7 : La grotte aménagée de Benxi Shuidong (District de Benxi, province du Liaoning) ..... 267**

<b>Introduction .....</b>	<b>269</b>
<b>I. Historique des explorations .....</b>	<b>269</b>
<b>II. Contexte géologique .....</b>	<b>270</b>
A. Litho-stratigraphie .....	270
B. Situation structurale et histoire tectonique .....	271
<b>III. Description de Benxi Shuidong .....</b>	<b>271</b>
<b>IV. Exploration de la zone noyée .....</b>	<b>273</b>
A. Chronologie des plongées (1997) .....	273
B. Synthèse descriptive de la zone des siphons .....	276
<b>V. Études hydrogéologiques .....</b>	<b>276</b>
A. Traçages .....	276
B. Hydrochimie .....	276
<b>VI. Spéléo-karstologie .....</b>	<b>276</b>
A. Géologie de la cavité .....	276
B. Morphologie .....	278
C. Les sédiments .....	278
1) Les dépôts fluviaux .....	278
2) Les dépôts clastiques .....	278
3) Les spéléothèmes .....	278
D. Hydrologie .....	279

E. Biologie .....	279
<b>VII. Évaluation pour l'extension de l'aménagement touristique .....</b>	<b>279</b>
A. Intérêt et faisabilité de la réalisation d'un accès au-delà du siphon 3 .....	280
B. Nouveaux apports .....	280

## **Livre II : Environnement et patrimoine karstique ----- 281**

### **Chapitre 8 : Diversité géomorphologique des karsts de montagne du Yunnan .283**

#### **Introduction .....**

#### **I. Les karsts himalayens de la région de Lijiang .....**

##### **A. Contexte géologique et géomorphologique de la chaîne Hengduan .....**

1. Contexte géologique .....	286
2. Contexte climatique et karstique .....	287

##### **B. Rivières, canyons et tectonique de surrection .287**

1. L'orientation des rivières .....	287
2. Le canyon d'Hutiaoxia ("Saut du Tigre") .....	288
3. Les terrasses fluviales étagées de Daju .....	288
4. Activité sismique et impacts géomorphologiques .....	288

##### **C. Le karst alpin et englacé des Yulongxueshan .290**

1. Contexte géologique et tectonique .....	290
2. Les glaciers et les moraines .....	290
3. Effets des pluies de mousson en haute montagne .....	291
4. Le glacio-karst sommital .....	293
5. Les cavités d'altitude et leur signification .....	293

##### **D. Les karsts d'altitude à poljés étagés du deuxième triangle du Yangtse .....**

1. Les poljés étagés de la zone synclinale de Taian (2 450 - 2 900 m) .....	293
a. Le poljé actif de Lashi (2 460 m) .....	294
b. Le paléopoljé de Taian (2 700 m) .....	294
c. La haute surface à dolines (2 900 m) .....	294
2. Les bassins de Lijiang et Qihe .....	294
3. La paléo-vallée asséchée du bassin de Jianchuan (un paléocours du Yangtse ?) .....	294
4. Les poljés et modelés d'altitude au nord de Lijiang (2 800 - 4 500 m) .....	296
a. Contreforts orientaux du Yulongxueshan .....	296
b. Le massif nord de Daju (Mingyin, Gauhan) : poljés et hauts vallons .....	296

##### **E. Les karsts jeunes de la chaîne Cangshan ...297**

1. Une morphologie conforme à la structure .....	297
2. Le karst souterrain et les émergences .....	297

#### **II. Les karsts pré-tibétains de la région de Zhongdian .....**

##### **A. Le contexte géologique .....**

##### **B. Le poljé de Napahai .....**

##### **C. Les reliefs karstiques au S-E de Zhongdian ...299**

1. Les poljés juvéniles de la forêt nuageuse et les karsts coniques d'altitude .....	300
2. Les travertins hydrothermaux .....	300
a. La source chaude et le pont de travertin de Shuoduogang .....	300
b. Les travertins de Baishuitai .....	300

##### **D. Le Taizixueshan (6 740 m) .....**

#### **III. Les karsts à forêts de pierre du plateau du Yunnan .....**

##### **A. Le karst de graben de Kunming .....**

B. Les forêts de pierre (Shilin) .....	303
1. Progrès des recherches sur la genèse des forêts de pierre .....	303
2. Morphologie des forêts de pierre .....	303
a. Caractères morphologiques généraux .....	303
b. Les forêts de pierres de plateau à petites buttes et larges dépressions .....	305
c. Les éléments constitutifs des forêts de pierre du Yunnan .....	305
3. Chronologies actuelles proposées .....	306
C. Discussion sur la genèse des forêts de pierre .	306
1. La crypto-karstification .....	306
a. La crypto-karstification dans des calcaires purs .	308
b. Préparation de la karstification par fantômisiation (altération isovolumétrique) .....	308
2. Rôle des basaltes permians du Yunnan .....	308
a. Mise en place des basaltes du Yunnan .....	308
b. Affleurement, altération et érosion des basaltes .	309
3. Ancienneté géologique des processus d'altération ..	309
a. Altération profonde isovolumétrique et cryptokarstification .....	309
b. Rôle de la corrosion bactérienne .....	309
c. Indicateur de circulation pédologique vadose	310

## **Chapitre 9 : Les grottes-tunnels de Chine, types et évolution ..... 311**

### **Introduction ..... 313**

#### **I. Les ponts naturels et ponts-tunnels .... 313**

- |  |     |
|--|-----|
| A. Les ponts naturels .....                                | 313 |
| 1. Les ponts naturels résiduels : type Tianshengqiao ..... | 315 |
| 2. Les ponts naturels construits (travertins) .....        | 315 |
| B. Les ponts-tunnels .....                                 | 316 |
| 1. Les ponts-tunnels résiduels .....                       | 316 |
| 2. Les ponts-tunnels non résiduels .....                   | 316 |

#### **II. Les grottes-tunnels de confluence ..... 316**

- |  |     |
|--|-----|
| A. Les grottes-tunnels de confluence active ....                                 | 317 |
| B. Les grottes-tunnels de confluence fossile : type Donghe (Hefeng, Hubei) ..... | 317 |

#### **III. Les mono-tunnels à rétrécissements intermédiaires ..... 319**

#### **IV. Grottes-tunnels à niveau noyé : type Dadong (Wufeng, Hubei)..... 319**

- |  |     |
|--|-----|
| A. Le système de Dadong-Longdong ..... | 319 |
| B. Le système de la Xiangshuihe .....  | 320 |

#### **V. Les grottes-tunnels à voûte effondrée : type Yijiehe (Zhijin, Guizhou) ..... 321**

#### **VI. Les grottes-tunnels à niveaux étagés : type Gebihe (Ziyun) ..... 322**

- |  |     |
|--|-----|
| A. Hydrologie et morphologie du réseau ..... | 322 |
| B. Niveaux étagés et genèse du réseau .....  | 323 |

#### **VII. Les grottes-tunnels en série : type Wutuhe (Panxian) ..... 325**

- |                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| A. Le système noyé de la Yunihe ..... | 325 |
| B. Le système noyé de la Gedahe ..... | 326 |
| C. Le système de la Liuchehe .....    | 326 |

#### **VIII. Les grottes-tunnels sous vallée sèche : type Gesohe (Panxian) ..... 326**

- |                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| A. Contexte géomorphologique .....  | 326 |
| B. Genèse de la grotte-tunnel ..... | 326 |

#### **IX. Les grottes-tunnels de capture ..... 328**

- |   |     |
|---|-----|
| A. Les grottes-tunnels de capture partielle : type Benxi Shuidong (Benxi, Liaoning) ..... | 328 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| B. Les grottes-tunnels de capture complexe : type Shuanghe (Suiyang, Guizhou) ..... | 328 |
|---|-----|

#### **X. Evolution des grottes-tunnels et rôle du couple karstification-soulèvement ..... 330**

- |  |     |
|--|-----|
| A. Naissance d'une grotte-tunnel ..... | 330 |
|--|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| B. Couple karstification-soulèvement et étagement des grottes-tunnels ..... | 330 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| C. Les racines de grottes-tunnels, indices de disparition ..... | 333 |
|---|-----|

## **Chapitre 10 : Les indicateurs du milieu enregistrés dans les karsts subtropicaux de Chine ..... 335**

### **Introduction ..... 337**

#### **I. Mémoire karstique et référentiels d'indicateurs d'évolution du milieu ..... 337**

- |                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| A. Les types d'indicateurs ..... | 337 |
|----------------------------------|-----|

- |  |     |
|--|-----|
| B. Les séries détritiques souterraines ..... | 339 |
|--|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Apport de la micromorphologie des sols ..... | 339 |
|---|-----|

- |  |     |
|--|-----|
| 2. Enseignements apportés par la coupe de Dadong . | 339 |
|--|-----|

- |  |     |
|--|-----|
| C. Les spéléothèmes : faciès et indicateurs .... | 341 |
|--|-----|

- |  |     |
|--|-----|
| 1. Micromorphologie des spéléothèmes ..... | 341 |
|--|-----|

- |  |     |
|--|-----|
| 2. Enregistrement typique des paléomoussons par une stalagmite du Yunnan ..... | 342 |
|--|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| 3. Enregistrement des paléomoussons et mise en évidence des épisodes pluvieux ..... | 344 |
|---|-----|

#### **II. Les indicateurs de surface : altérites et alluvions ..... 344**

- |   |     |
|---|-----|
| A. Les indicateurs altérologiques ..... | 344 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| 1. L'enregistrement du décapage de la couverture géologique ..... | 344 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| a) Décapage de la couverture basaltique ..... | 345 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| b) Altération des pélites en position chevauchante sur le Trias calcaire : site de Baiguo ..... | 345 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| 2. Intensité de l'altération des minéraux et relations avec la morphogenèse karstique ..... | 347 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| B. Les indicateurs alluvionnaires ..... | 348 |
|---|-----|

- |                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 1. Les alluvions récentes ..... | 348 |
|---------------------------------|-----|

- |  |     |
|--|-----|
| 2. Les alluvions anciennes perchées indicateurs de paléotraces ..... | 348 |
|--|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| a) Les indices des paléocours de la Gedahe .... | 348 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| b) Rétrospective de l'évolution de la Gedahe .... | 350 |
|---|-----|

#### **III. Les dépôts détritiques souterrains .... 350**

- |                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| A. Les dépôts de Liangfengdong ..... | 350 |
|--------------------------------------|-----|

- |                      |     |
|----------------------|-----|
| 1. Description ..... | 350 |
|----------------------|-----|

- |                         |     |
|-------------------------|-----|
| 2. Interprétation ..... | 351 |
|-------------------------|-----|

- |                               |     |
|-------------------------------|-----|
| a. Chronologie relative ..... | 351 |
|-------------------------------|-----|

- |  |     |
|--|-----|
| b. Intérêt des indicateurs détritiques et chimiques .. | 351 |
|--|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| B. Enregistrement des crues dans une grotte de trop-plein (Laodong) ..... | 354 |
|---|-----|

- |                              |     |
|------------------------------|-----|
| 1. Litho-stratigraphie ..... | 354 |
|------------------------------|-----|

- |                         |     |
|-------------------------|-----|
| 2. Interprétation ..... | 356 |
|-------------------------|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| C. Remplissages "récents" de crue de Daxiaodong à niveaux charbonneux ..... | 356 |
|---|-----|

- |                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 1. Lithostratigraphie ..... | 356 |
|-----------------------------|-----|

- |                         |     |
|-------------------------|-----|
| 2. Interprétation ..... | 358 |
|-------------------------|-----|

#### **IV. Les dépôts chimiques souterrains ..... 358**

- |   |     |
|---|-----|
| A. Les concrétions algaires phototropiques .... | 358 |
|---|-----|

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Les concrétions algaires se nourrissant de l'altération de la roche : exemple de Huijiadong .... | 358 |
|---|-----|

2. La biocorrosion algaire des concrétions : le cas de Tianshengqiao .....	360
B. Les concrétions actives .....	360
1. Croissance rapide en milieu peu filtrant : stalagmite active récente de Liangfengdong .....	360
a. Structure de la croissance .....	363
b. Chronologie et signification .....	363
2. Croissance en milieu filtrant (biostasie) : stalagmite de Bianfu .....	363
<b>V. Les indicateurs sismo-tectoniques .....</b>	<b>364</b>
A. Processus sismo-tectoniques et géologie ...	364
1. Rappel de sismo-tectonique .....	364
2. Les conditions sismo-tectoniques dans le Yunnan et le Guizhou .....	364
B. Les sismites du réseau de Liangfengdong ..	365
C. Les indices sismo-tectoniques dans le réseau de Panlongdong .....	365
<b>VI. Les dépôts végétaux piégés dans l'endokarst .....</b>	<b>367</b>

**Chapitre 11 : Indications sur le fonctionnement hydrochimique, le CO<sub>2</sub> et la pollution des eaux karstiques de Chine subtropicale.....**

<b>Introduction .....</b>	<b>370</b>
<b>I. Méthodologie .....</b>	<b>370</b>
<b>II. Dissolution en saison sèche .....</b>	<b>372</b>
<b>III. Dissolution en saison des pluies et rôle de l'épikarst .....</b>	<b>373</b>
<b>IV. Fonctionnement du karst sur un cycle annuel .....</b>	<b>376</b>
<b>V. Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>377</b>
A. Le CO <sub>2</sub> dans les sols .....	378
B. Le CO <sub>2</sub> dans l'air des grottes .....	379
C. Le CO <sub>2</sub> dans les dépôts souterrains et la pédogenèse microbienne .....	380
D. Influence du bio-climat sur les teneurs en CO <sub>2</sub> des sols et de l'endokarst .....	381
<b>VI. La pollution des eaux karstiques .....</b>	<b>381</b>
A. Les contaminations géologiques .....	381
B. Les contaminations anthropiques .....	381
1. Les nitrates .....	381
2. La pollution bactériologique .....	382
3. L'eutrophisation .....	382

**Chapitre 12 : Aspects hydrogéologiques et spéléogénétiques de Benxi Shuidong (Liaoning, Chine) .....**

<b>Introduction .....</b>	<b>387</b>
<b>I. Contexte géologique .....</b>	<b>387</b>
<b>II. Contexte hydrogéologique .....</b>	<b>389</b>
A. Hydrologie .....	389
B. Hydrochimie et dissolution .....	390
<b>III. Caractères spéléo-morphologiques ...</b>	<b>392</b>
<b>IV. Genèse pléistocène de la cavité .....</b>	<b>392</b>
A. Les niveaux génétiques .....	392
B. Résultats des datations .....	394

C. Interprétation .....	396
<b>Chapitre 13 : Une crise de l'environnement sans précédent : déforestation et érosion des sols dans le Guizhou .</b>	<b>397</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>399</b>
<b>I. L'état des forêts en Chine et dans le Guizhou .....</b>	<b>399</b>
A. L'état de la forêt en Chine .....	399
B. L'état de la forêt dans le Guizhou .....	400
<b>II. Forêts, biodiversité et réserves naturelles ..</b>	<b>400</b>
A. Paléogéographie et biodiversité .....	402
B. Une forêt typique du karst : la forêt sempervirente sclérophylle .....	402
C. Biodiversité et espèces menacées .....	403
D. Les réserves naturelles du Guizhou .....	403
<b>III. Causes de la déforestation : surpopulation et guerres .....</b>	<b>404</b>
A. La guerre de l'opium et la révolution paysanne des Taipings (1850-1864) .....	405
B. Les causes de la déforestation au XX <sup>ème</sup> siècle .	405
<b>IV. Erosion des sols, forêts de pierre et turbidité .....</b>	<b>406</b>
A. Modalités de l'érosion et genèse des forêts de pierre .....	406
B. Erosion des sols et turbidité des rivières .....	409

**Chapitre 14 : Lutte contre l'érosion et quête des terres arables. Aménagement des versants du Guizhou .....**

<b>Introduction .....</b>	<b>413</b>
<b>I. Les types d'aménagements et la topographie .....</b>	<b>413</b>
A. Les aménagements dans les vallées et les dépressions (0-5° de pente) .....	413
1. Les rizières et jardins de la vallée de Panxian ..	414
2. L'endiguement des vallées actives .....	414
3. Drainage des dépressions karstiques .....	414
B. Les aménagements sur les pentes moyennes (5-25°) .....	415
1. Les cultures sèches .....	415
2. Les cultures irriguées .....	415
C. Les aménagements sur pentes fortes (25-55°) : indicateurs de pénurie .....	416
1. Terrasses étagées sans murs .....	416
2. Terrasses étagées avec murs .....	416
<b>II. L'aménagement des entrées de cavités. 417</b>	
A. Les avens-jardins .....	417
B. Les mégadolines d'effondrement cultivées .	418
C. Aménagement des racines de cavités .....	418
<b>III. L'efficacité des aménagements dans la lutte contre l'érosion .....</b>	<b>419</b>
A. Effets du colluvionnement et du ravinement	419
1. L'évolution des talus .....	419
2. Les ravinements incontrôlables .....	419
B. Les glissements .....	420
<b>IV. Les politiques d'aménagement des versants .....</b>	<b>420</b>
A. Les politiques publiques d'aménagement ...	420
1. La Politique générale à l'échelle du pays .....	421

2. La politique menée à l'échelle du Guizhou .....	421
<b>B. Les ajustements locaux .....</b>	<b>422</b>
1. Abandon des secteurs décapés à substrat calcaire .....	422
2. Aménagement tardif de survie avec construction de murettes au milieu des lapiés .....	422
3. Politique préventive avec construction et entretien des murettes sur couverture d'altérites .....	423
4. Politique de sauvegarde avec reboisement des buttes karstiques .....	423

**Chapitre 15 : Les ressources naturelles du Guizhou. Relations entre l'environnement et le développement..... 425**

<b>Introduction .....</b>	<b>427</b>
<b>I. Les ressources en eau .....</b>	<b>427</b>
A. Les systèmes hydrographiques .....	427
B. Bilan des eaux superficielles et souterraines.....	429
C. Les problèmes environnementaux .....	429
D. Protection des ressources en eau .....	431
<b>II. Les ressources énergétiques et minières .....</b>	<b>431</b>
A. Le potentiel hydroélectrique .....	431
B. Les ressources minérales .....	433
<b>III. La ville de Guiyang .....</b>	<b>433</b>
A. L'alimentation en eau .....	434
B. La pollution .....	434
<b>IV. Les parcs naturels .....</b>	<b>436</b>
A. Le parc de Huangguoshu .....	436
B. Les autres sites .....	436
<b>Note complémentaire : Pollutions industrielles et minières, hydroélectricité en Chine et dans le Guizhou .....</b>	<b>438</b>

**Chapitre 16 : Développement du tourisme ethno-karstique dans la province du Guizhou .....**

<b>Introduction .....</b>	<b>443</b>
<b>I. La Chine : le plus grand marché touristique du monde .....</b>	<b>444</b>
A. Le contexte international .....	444
B. Le contexte national .....	445
C. Politique de développement de l'Ouest de la Chine .....	446
D. Impact de l'entrée de la Chine dans l'O.M.C.....	446
<b>II. Le contexte touristique du Guizhou ....</b>	<b>447</b>
A. Le tourisme dans le Guizhou .....	447
B. Le retard du tourisme et les problèmes des communications .....	447
<b>III. Ressources touristiques du Guizhou ....</b>	<b>449</b>
A. La concurrence du tourisme karstique dans le Yunnan et le Guangxi .....	449
B. Le tourisme karstique et paysager dans le Guizhou .....	450
C. Le tourisme ethnique .....	451
D. Un cas d'espèce : le potentiel touristique de la préfecture de Liupanshui .....	453

**Livre III : Spéléologie en Chine-- 457**

**Chapitre 17 : Historique sur les recherches spéléologiques en Chine .....**

<b>Introduction .....</b>	<b>460</b>
<b>I. Historique des recherches .....</b>	<b>460</b>
A. De la période du Printemps et des Automnes à la dynastie Ming .....	460
B. La fin des Mings et les écrits de Xu Xiake ...	461
C. Des Qing à nos jours .....	464
<b>II. Recherches scientifiques .....</b>	<b>464</b>
A. Archéologie-paléontologie .....	464
B. Karstologie .....	466
<b>III. Recherches spéléologiques récentes .....</b>	<b>467</b>
A. Les cavités .....	467
B. Les expéditions .....	471
C. Perspective d'explorations .....	471

**Chapitre 18 : Comptes rendus d'expéditions .....**

<b>Introduction .....</b>	<b>476</b>
<b>Yungui 97 .....</b>	<b>476</b>
<b>Shuidong 97 .....</b>	<b>483</b>
<b>Yungui 98 .....</b>	<b>488</b>
<b>Lijiang 98 .....</b>	<b>494</b>
<b>Panxian 2000 .....</b>	<b>501</b>
<b>Yungui-Bijie 2001 .....</b>	<b>507</b>

**Chapitre 19 : Stages de formation technique de spéléologie en Chine ...**

<b>Introduction .....</b>	<b>520</b>
<b>I. Stage de formation Yungui 97 .....</b>	<b>520</b>
A. Historique et contexte .....	520
B. Participants au stage .....	520
C. Programme et déroulement .....	523
D. Analyse du stage .....	524
<b>II. Stage de formation 98 .....</b>	<b>526</b>

**Conclusion et perspectives .....**

**Additif : Expédition Nationale Guizhou 2003 : principaux résultats .....**

<b>Introduction .....</b>	<b>538</b>
<b>I. Le réseau de la Shuanghe (Suiyang) ...</b>	<b>538</b>
<b>II. Reconnaissance district de Xishui .....</b>	<b>542</b>
<b>III. Explorations à Liupanshui et Puan : Gesohe, Baiyudong, Wutuhe .....</b>	<b>542</b>

<b>Bibliographie.....</b>	<b>549</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>552</b>
<b>Trombinoscope.....</b>	<b>553</b>

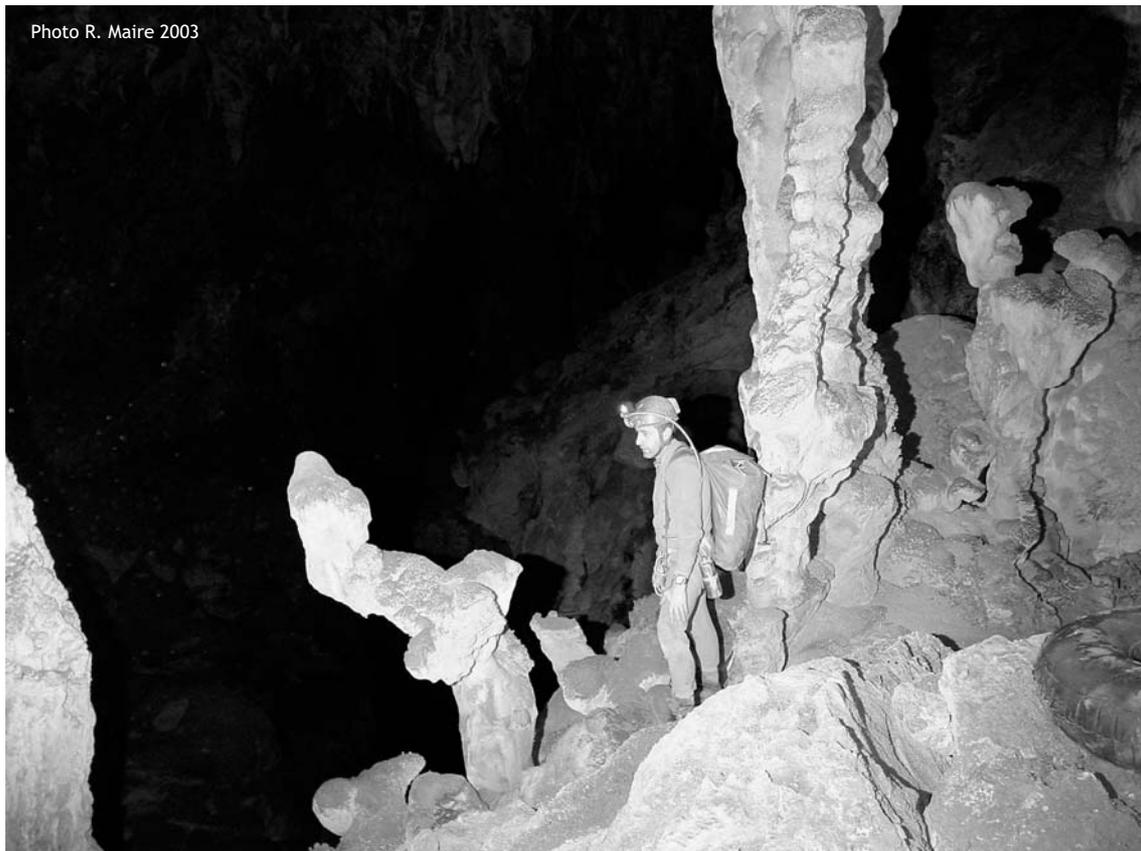


Photo 634 : Partie supérieure de la galerie aval de Jiaocaidong. Des concrétions aux formes bizarres occupent de vastes vides qui remontent jusqu'au plafond. 120 m plus bas un canyon de 1 à 2 m de large qui sert de lit à la puissante rivière souterraine de la Gesohe, heureusement assoupie en cette période hivernale...