

EXPLORATIONS SPÉLÉOLOGIQUES EN
RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE POPULAIRE LAO



**LAOS 2011
Nam Dôn et
Nam Hin Boun**



Fédération Française
de Spéléologie

Expédition parrainée par la Fédération Française de
Spéléologie

SCM – GSM – SC Comminges/APS - SSAPO - Aragonite – Abîmes



C.R.E.I.

EXPEDITION LAOS 2011

Nam Dôn et Nam Hin Boun

Rapport spéléologique et scientifique

Mars 2012



Contacts :

Charles Ghommidh

Correspondant Pays Laos pour la CREI-FFS
Spéléo Club de Montpellier
157, rue du mas du juge
34980 - Saint Gély du fesc
France
tel. +33 (0)4 05 11 17 63
courriel : cghommidh@free.fr

François Brouquisse

APS – Spéléo Club du Comminges
Cité du Burck - 9 allée des Géranioms - Apt 1712
33700 - Mérignac
France
Courriel : francois.brouquisse@wanadoo.fr

Gilles Connes

Aragonite Caussenarde
12100 – Millau
France
Tel. +33 (0)5 65 60 49 87
Courriel : gikalicy@yahoo.fr



Sommaire

Introduction	5
Résumé	6
Participants	8
Localisation de l'expédition Laos 2011	9
Géologie du Khammouane, par Charles Ghommidh	12
Résultats spéléologiques	17
Inventaire des cavités explorées en 2011	17
Secteur Nam Dôn	19
Accès au secteur Nam Dôn	19
Géologie	19
Le système Khoun Dôn – Houay Sai, par Charles Ghommidh	21
1- Accès	21
2- Historique	21
3- Description	22
4- Hydrologie	31
Secteur Nam Hin Boun	33
Accès au secteur Nam Hin Boun	33
Géologie	34
Tham Lom - MK23 (la grotte du Vent), par François Brouquisse	36
1- Localisation	36
2- Historique	36
3- Description	36
4- Equipement	44
5- Karstologie	44
6- Biospéologie	54
7- Occupation humaine	54
8- Topographie	54
9- Perspectives	54
10- Références	54
11- Abréviations et légendes	54
Tham Pha Lom (la grotte du Vent de la Montagne), par Bernard Galibert	56
1- Localisation	56
2- Historique	56
3- Description	56
4- Explorations 2011	58
5- Equipement :	60
Tham Nam Péo (Tham Momie) par Charles Ghommidh	61
1- Localisation	61
2- Historique	61
3- Description	61
4- Occupation humaine	62
Tham Cactus, par Jean-Michel Ostermann	64
1- Localisation	64
2- Historique	64
3- Description	64
Tham Biéo (la Grotte de travers) par Bernard Galibert et Gilles Connes	65
1- Localisation	65
2- Historique	65
3- Description	65

Tham Nam Biéo (résurgence), par Bernard Galibert	68
1- Localisation	68
2- Historique	68
3- Description	68
Secteur Ban Thonglom	69
Accès au secteur de Ban Thonglom	69
Tham Deng par Gilles Connes	71
1- Localisation	71
2- Historique	71
3- Description	71
Tham Chêk par Gilles Connes.....	74
1- Localisation	74
2- Historique	74
3- Description	74
Observations et données complémentaires en karstologie et biospéologie, par François Brouquisse	76
1-Climatologie	76
1.1- Températures extérieures	76
1.2- Températures sous terre	78
2- Physico-chimie	82
2.1- Sites échantillonnés	82
2.2- Matériel utilisé	82
2.3- Résultats et exploitation	82
2.4 Discussion	84
2.5- Perspectives	85
3- Hydrologie	88
4- Géologie	88
5- Biospéologie	88
5.1- Observations avec collecte de microfaune	88
5.2- Observations sans collecte	93
6- Références	93
Compte-rendu journalier	94
Annexe I - Géologie générale du Laos	101
Annexe II - Déclinaison magnétique	105
Annexe III - Petite histoire des systèmes géodésiques laotiens	106
Annexe IV - Accidentologie	107

Introduction

Le projet "Expédition Laos 2011" s'inscrit dans la suite des explorations spéléologiques d'éco-tourisme et aventure réalisés depuis plus de 15 ans dans la province de Khammouane, en République Démocratique Populaire Lao.

Ces explorations ont été réalisées par deux équipes de spéléologues et se sont effectuées en relation avec nos correspondants Laotiens et les autorisations de l'Autorité Provinciale du Tourisme de la province de Khammouane.

Cette activité bénévole qui associe les aspects sportifs, culturels, de découverte et d'étude du milieu karstique, est largement pratiquée en France en tant qu'activité de pleine nature, par la plupart des participants, dans un cadre associatif.

Lors de ce séjour, qui s'est déroulé du 19 février au 12 mars 2011 sur les trois secteurs de Ban Na, au nord de Thakhek, de Ban Phôn Gnèng dans la vallée de la Nam Hin Boun et de Ban Thonglom à la sortie des gorges de la Nam Hin Boun dans la plaine du Mékong, une dizaine de cavités a été explorée et topographiée.

Le système de Tham Houay Saï - Tham Khoun Dôn dépasse aujourd'hui les **21 km** de développement. Tham Lom a été explorée sur plus de **4.6 km** et Tham Deng, Tham Pha Lom et Tham Biéo développent chacune entre 2.5 et 3 kilomètres.

Nos hôtes Laotiens nous ont permis de profiter de l'attrait et de la beauté de l'important patrimoine naturel qu'ils possèdent : qu'ils en soient ici sincèrement remerciés.

Petit lexique Franco-Laotien

Pour faciliter la lecture, un peu de vocabulaire :

- Tham = grotte
- Ban = village
- Nam, Xé, = rivière
- Houay = ruisseau
- Khoun = source
- Kouan = doline
- Pha = montagne calcaire, falaise
- Phou = montagne
- Lom : vent

Ensuite, on peut mettre bout à bout chaque mot : Ban Tham Lom = le Village de la Grotte du Vent

BILAN TOPO

Environ 25 km de topographie et 20 km de premières sur l'ensemble de l'expédition.

Système Khoun Dôn - Houay Saï : 21 km (-5/+226)	Explos 2011 : 7 km, Topo 2011 : 12 km
Tham Lom : 4630 m – (+ 90/-165)	Explos 2011 : 4500 m
Tham Biéo : 2330 m (+80/-100)	Explos 2011 : 2330 m
Tham Pha Lom : 2690 m (+169/-88)	Explos 2011 : 690 m
Tham Nam Péo : 1840 m (+47/-23)	Explos 2011 : 930 m
Tham Deng : 2900 (-165)	Explos 2011 : 3300 m, Topo 2011 : 2900 m
Tham Chêk : 1330 m	Explos 2011 : 1330 m

Résumé

L'expédition "Laos 2011" s'est déroulée du 20 Février au 12 Mars, trajet France - Laos non compris. L'expédition, "Spélaos 2011" s'est déroulée en parallèle, du 20 au 27 Février, et a fusionné ensuite jusqu'au 12 mars avec "Laos 2011".

Dans la continuité des travaux réalisés les années précédentes par les membres de l'équipe, cette expédition avait deux objectifs principaux : La poursuite de l'exploration du système de la Nam Dôn et celle de la rive gauche de la Nam Hin Boun. En cours d'expédition, le groupe familial de Gilles Connes (expédition CREI "Spélaos 2011"), qui venait de passer une semaine fructueuse à la sortie des gorges de la Nam Hin Boun, s'est intégré à l'équipe.

Système de la Nam Dôn (semaine 1)

La Nam Dôn est une grosse rivière affluente du Mékong qui prend sa source au pied du karst, à une quinzaine de kilomètres au nord de Thakhek. Notre camp de base a été installé à Ban Na (Ban Phondou), village situé au plus près de Tham Khoun Dôn et de Tham Houay Sai, deux cavités qui constituent les accès principaux d'un système dont l'exploration a débuté en 1997. La jonction entre ces deux cavités a été établie dès 1998. Des travaux épisodiques ont ensuite progressivement porté le développement à plus de dix kilomètres. Notre équipe a poursuivi les explorations bien au-delà des 11 km déjà topographiés par ses membres en 1997, 1998, 2005 et 2006. Vers le nord et l'ouest, le vaste réseau labyrinthique qui se développe selon un plan de stratification largement déblayé a été délimité en parcourant les galeries les plus extérieures. Plusieurs puits, profonds de 20 à 70 m ont été descendus. Un deuxième niveau de galeries, situé une quarantaine de mètres au dessous du labyrinthe a été exploré. Vers l'est, plusieurs kilomètres de grosses galeries constituent ce qui est de toute évidence un drain majeur du système, actif en saison humide comme l'attestent les dépôts de sables et graviers entremêlés de

débris végétaux qui ponctuent le parcours. Sur ce drain, le Grand Canal est une rue d'eau de 25 m de large qui se développe pratiquement en ligne droite sur 800 m. Toujours sur ce même drain, de nouvelles entrées, qui perforent le flanc de dolines loin à l'intérieur du karst, ont été découvertes.

Le système Khoun Don-Houay Sai développe **22 km** et constitue la **deuxième cavité du Laos**, derrière le système de Tham Nam Non-Tham Song Dang (25 + 7 km). L'exploration n'est pour autant pas terminée : les jonctions avec les pertes probables du système, situées quelques kilomètres au nord et à l'Est restent encore à trouver et de nombreuses extensions sont à poursuivre.

Cette première semaine s'est terminée par une courte intervention secours pour évacuer un collègue blessé à la jambe suite à une glissade. Un accident, heureusement sans trop de conséquences, malgré une entaille spectaculaire qui a nécessité une douzaine de points de suture et la fin des explorations pour la victime.

Secteur de Ban Thonglom (semaine 1) – Equipe Spélaos 2011

C'est une équipe "familiale", constituée des familles Connes et Lafon, accompagnées de leurs jeunes enfants, qui a investi le village de Ban Thonglom, au débouché de gorges de la Nam Hin Boun dans la vallée du Mékong.

L'objectif principal de l'expédition était l'exploration de trois grottes, qui figurent sur un rapport de géologues vietnamiens en tant que gisements de phosphates et qui devaient logiquement se prolonger dans le massif. Le phosphate provient du guano de chauves-souris mais également de celui d'oiseaux qui se réfugient le soir dans les salles d'entrée des cavernes. Ces trois grottes se situent dans les falaises au Nord-Est du village, à environ 1 km. Elles sont accessibles en pirogue (ou à pied après traversée de la rivière). Nous avons constaté qu'elles étaient en exploitation, en particulier la caverne de Tham En (la plus au Nord), au vaste porche d'entrée (50 m de haut pour 20 de

large). Située 200 m au dessus de la rivière, elle est équipée d'échelles en bambou et d'une tyrolienne pour descendre les sacs de phosphate, qui sont ensuite acheminés en pirogue jusqu'au village, puis en camion vers Thakhek. Ce phosphate est ensuite utilisé comme engrais. La grotte de Tham En n'a pas été explorée, faute de temps.

Un guide local, Monsieur Houé, nous a conduit en premier à la grotte de Tham Deng (mot qui, en Laotien, signifie "rouge" et désignerait aussi la variété d'oiseaux habitant la caverne). Elle est aussi appelée Tham Kang (la grotte du Milieu). La galerie d'entrée présente de belles dimensions entre 40 à 50 m de haut et 20 à 60 m de large. Quelques sacs de phosphate à l'entrée témoignent de tentatives d'exploitation. Cependant en raison probablement de son accès difficile (200 m de montée raide à travers un lapiaz acéré), les travaux d'extraction ne semblent pas se poursuivre actuellement. Très vite, nous constatons qu'hormis la zone d'entrée, la cavité n'a pas été explorée par les Laotiens. En trois séances, 3.4 km de réseau sont explorés. Les galeries sont larges (30 x 30 m en moyenne) entrecoupées de salles parfois imposantes. Nous relevons 2.9 km de topographie. Une seconde entrée, proche de la première, puis une troisième 1 km plus loin sont découvertes. La grotte traverse le massif, vers le sud-est. A plusieurs endroits, nous nous sommes arrêtés sur des galeries ou de vastes salles que nous n'avons pas eu le temps d'explorer.

Nous n'avons qu'entre-aperçu, de loin, la troisième phosphatière Tham Tay (Grotte du Sud) qui, comme son nom l'indique, est la plus au Sud du massif.

Une journée a été consacrée à la reconnaissance des gorges de la Nam Hin Boun en pirogue à moteur, sur 15 km, jusqu'au village abandonné de Ban Khên. Durant cette reconnaissance nous avons repéré des sorties d'eau temporaires ou permanentes et des porches, dont Tham Houay Say, explorée par les plongeurs français en 1997-1998, qui débitait 100 l/s environ.

Une exsurgence temporaire (sans nom local) pénétrable sur quelques dizaines de mètres se terminait par un siphon. Nous l'avons baptisée Tham Khoun Ling, "grotte de la source des singes" car nous avons observé des singes noirs à tête blanche dans les falaises au bord de la rivière.

Dans les falaises, à droite et à gauche de cette exsurgence, 200 m au dessus de la rivière, deux porches intéressants et assez accessibles étaient visibles, l'un à 500 m au Nord-Est et l'autre à 400 m au Sud-Est.

Un très beau porche (h30m x l10) était également visible en face de Tham En, mais en rive droite.

Les villageois nous ont également montré plusieurs grottes autour du village. La plus intéressante Tham Pa Muong se situe dans le piton rocheux de Pha Mou qui borde la Nam Hin Boun au sud-est du village. Elle le traverse de part en part et développe environ 500 m (reconnaissance par Karine). Elle aurait servi de refuge pendant la guerre.

Plusieurs petites cavités, aux entrées multiples ont également été reconnues dans le petit piton de Pha Cum, au Nord du village dont Tham Lom qui souffle très fort mais qui n'est qu'une faille de décollement.

Le dernier jour a été consacré à l'exploration de Tham Chêk située 3 km au nord du village. La rivière temporaire Houay Chêk a creusé cette jolie traversée de 700 m dans une barre rocheuse. On la parcourt dans de belles galeries (15 de haut pour 20 m de large), au sol sableux dans une première partie, puis encombré de blocs, dans la seconde. L'ensemble du réseau développe 1.3 km. D'après les gens du village, la rivière sortirait de la grotte de Tham Ko Nong située quelques kilomètres en amont. Elle ne serait pénétrable que sur quelques dizaines de mètres et se terminerait par un siphon. Encore un secteur à prospecter...

Vallée de la Nam Hin Boun (semaines 2 et 3)

Comme l'an dernier, les explorations ont concerné les cavités de la rive gauche, encore relativement mal connue. L'équipe s'est installée à la Sala Hin Boun, une auberge confortable au bord

de la rivière. Les efforts ont porté essentiellement sur quatre cavités.

Tham Lom (MK23) – En 2002, l'exploration de cette grotte fossile, s'était arrêtée après une centaine de mètres de galerie bien ventilée, au bord d'un puits infranchissable sans matériel. Au delà, la suite découverte en 2011 constitue un réseau complexe qui ne se livre pas facilement. Chaque branche comporte de nombreux passages techniques, escalades, traversées, étroitures, puits... Derrière ces obstacles, nous avons eu le privilège de découvrir et parcourir de larges galeries superbement concrétionnées.

La cavité, qui pénètre largement le massif karstique, développe 4,6 km, pour 255 m de dénivelé. A suivre.

Tham Pha Lom – L'exploration de la grotte du "vent de la montagne" s'est poursuivie à la recherche du vent disparu. Cette cavité, explorée sur deux kilomètres en 2010, est parcourue par un courant d'air très puissant, pourtant perdu dans les grosses galeries fossiles qui constituent l'essentiel de la cavité. Une escalade, entreprise en 2010, a été poursuivie et donne accès à une galerie perchée qui semble concentrer l'intégralité du courant d'air retrouvé.

Développement total 2700 m, pour 240 m de dénivelé. A suivre.

Tham Nam Péo - Le P30 qui avait arrêté l'exploration en 2010 a été descendu. Il donne accès à 3 réseaux de galeries de section relativement modeste. Après environ 300 m d'errance, le premier redonne dans la galerie de départ, permettant de shunter le P30. Le second se poursuit vers l'ouest, pour buter sur une zone broyée. Le troisième rejoint le niveau phréatique dans une grosse galerie, actif temporaire qui connecte deux gros siphons. La topographie montre que la cavité s'oriente vers Khoun Nam Péo, émergence plongée en 2000 par l'équipe Morieux et située à moins de 200 m en ligne directe du terminus.

Développement topographié provisoire : environ 1900 m. A suivre.

Tham Biéo (grotte "de travers") – Dans l'immense porche visible au sud depuis la route qui conduit à Tham Konglo, une succession d'escalades et de puits a été franchie pour livrer 2.6 km de

galeries fossiles. Les remplissages paraissent très anciens et différents de ceux de Tham Lom. A suivre.

Le contraste entre les cavités sur les deux rives de la Nam Hin Boun est spectaculaire. Alors qu'en rive droite se rencontrent de grands réseaux horizontaux situés au niveau de la plaine karstique, les cavités de la rive gauche se développent plus en altitude et constituent des réseaux où le parcours est généralement sportif, entrecoupé de puits et d'escalades fréquentes. La signification de cette différence morphologique majeure reste à déterminer. Actuellement, la rive gauche de la Nam Hin Boun abrite 8 cavités dépassant un km de développement, pour un développement global exploré par notre équipe qui approche 20 km.

Une abondante couverture photographique ainsi que 5 h de vidéo ont été réalisées. Sur un plan plus scientifique, les classiques observations de terrain et quelques mesures et analyses physico-chimiques ont été réalisées dans six cavités, ainsi que quelques prélèvements de remplissages et collectes de microfaune. Des témoins limnimétriques ont été également placés dans Tham Khoun Dôn et Tham Houay Sai. L'exploration de cavités et de niveaux perchés se développe et le rapprochement de leurs caractéristiques topographiques et structurales devrait permettre de mieux identifier une ancienne surface d'érosion régionale dont des traces ont été repérées entre Thakhek et Mahaxay.

Globalement, en trois semaines, **20 km de nouvelles galeries** ont été parcourus et **25 km de topographie** ont été relevés dans les sept cavités principales explorées. Au delà de ces résultats numériques, c'est l'exemplarité du travail coopératif réalisé par les différentes équipes opérant au Khammouane qui mérite d'être retenue. Les relations avec nos hôtes laotiens ont été une fois de plus chaleureuses. La gentillesse exceptionnelle des villageois et de notre équipe de soutien logistique, organisée par Monsieur Vannivong (Sala Lao), a largement contribué au succès de cette expédition.

Participants

Clubs

Spéléo Club de Montpellier (SCM, 34)
Groupe Spéléologique de Montpeyroux (GSM, 34)
Spéléo Club du Comminges / Association Pyrénéenne de Spéléologie (APS, 31)
Société Spéléologique d'Ariège et des Pays d'Olmes (SAAPO, 09)
Aragonite Caussenarde (Aragonite, 12)
Spéléo Club Abîmes (Abîmes, 92)

Responsable

Charles Ghommidh, 157 rue du Mas du Juge, 34980 Saint-Gély du Fesc.

Dates : 20 Février - 12 Mars 2011, trajet France - Laos non compris.

Membres

Karine ALIBERT	Aragonite
Philippe BENCE	SSAPO
Yvan BOUBLIK	SCM
François BROUQUISSE	APS-SC Comminges
Jean CHARBONNEL	Abîmes
Gilles CONNES	Aragonite
Bernard GALIBERT	GSM
Charles GHOMMIDH	SCM
Florence GUILLOT	SSAPO
Laurent GUIZARD	GSM
Bernard MONVILLE	APS-SC Comminges
Daniel PIOCH	GSM
Richard QUINTILLA	SCM
Laurence SALMON	SCM
Jean-Michel SALMON	SCM
Pierre SANS	SCM

Et, pendant la première semaine, du 20 Février au 27 Février, l'équipe "SPELAOS 2011", surnommée "Pastis et Poussettes"

Responsable

Gilles CONNES, Millau

Membres

Karine ALIBERT	Aragonite
Chloé BANO	Aragonite
Gilles CONNES	Aragonite
Laurent LAFON	Aragonite

accompagnés de
Lilou (10 ans) et Cyann (9 ans) CONNES
Maya (5 ans) et Prune (2.5 ans) LAFON

Localisation de l'expédition Laos 2011

Une fois de plus, c'est le Khammouane, province située au centre du Laos, qui a été la cible principale des équipes spéléo françaises au Laos. Trois expéditions parrainées par la CREI s'y sont déroulées presque simultanément : les premiers arrivés ont été les plongeurs de l'équipe franco-roumaine de Damien Vignoles et Marin Tudor. Les équipes Laos 2011 et Spélaos 2011, conduites respectivement par Charles Ghommidh et Gilles Connes, ont débarqué le 20 février, au moment où les plongeurs entamaient leur retour vers l'Europe. Trente spéléos en même temps à Thakhek ! L'événement fut célébré comme il se doit, et sanctionné par une séquence restaurant mémorable.



Photo 1 et 2- Trois équipes CREI à Thakhek !

A 40 km² près, le Khammouane présente la même superficie que les départements de l'Hérault, de l'Aude et des Pyrénées Orientales réunis. Le karst y occupe sensiblement le tiers de la superficie. Le terrain de jeu ainsi offert aux spéléologues est exceptionnel, tant par sa dimension que par son attrait lié à la beauté des paysages et à la gentillesse de ses habitants. L'environnement y est encore relativement préservé, car la densité de population est en effet d'environ 22 habitants par km², soit un cinquième de celle des trois départements français cités plus haut. A peine plus que la Lozère et à égalité avec la Creuse, les deux départements français les moins peuplés. Encore faut-il préciser que l'essentiel de la population est regroupé le long du Mékong.

En raison du climat tropical, chaud et humide, la karstification est intense, et le Laos, ancien Royaume du Millions d'Eléphants pourrait être décrit aujourd'hui comme le pays du million de grottes. Dans sa partie centrale, il est surtout celui des rivières souterraines géantes. Ce fait est établi depuis les explorations de la Mission Pavie à la fin du XIX^{ème} siècle, au cours de laquelle furent visitées ou repérées plusieurs grottes-tunnels, traversées par des cours d'eau navigables, phénomènes exceptionnels, toujours uniques sur la planète.

Les explorations modernes ont commencé au début des années 1990, à l'initiative de Claude Mouret, indiscutablement le spécialiste le plus expérimenté de cette province laotienne. Il y a mené une vingtaine d'expéditions, au cours desquelles furent explorés plus de 100 km de cavités, dont de grands réseaux (Nam Non (24 km), Tham Phi Sua (12 km, + 465 m), Tham Khoun Dôn/Houay Saï (10 km)... Les membres de notre équipe ont très largement contribué à ces explorations. Un article, publié en 2001 dans Spelunca, résume les dix premières années d'exploration.

Dans le même temps, d'autres équipes, italiennes, anglaises et françaises, par leurs explorations et leurs publications, ont également permis de développer la connaissance de la région (Gregory 1997, Preziosi et Scipioni, 1998, Waltham et Middleton, 2000 ; Brouquisse et Faverjon, 2005).

Au total, en 20 ans d'exploration, ce sont environ 150 spéléologues qui ont contribué à la connaissance des cavités du Khammouane, pour un développement total exploré qui dépasse maintenant les 200 km.

En 2011, l'expédition Laos 2011 s'est focalisée sur trois secteurs :

- la **source de la Nam Dôn**,
 - la **vallée de la Nam Hin Boun**, dans sa partie moyenne, et
 - les environs de **Ban Thonglom**, village situé plus en aval, au débouché de la Nam Hin Boun, dans la plaine du Mékong,
- en parallèle respectivement avec l'expédition franco-roumaine de spéléo-plongée et en association avec l'expédition Spélaos 2011.

Bibliographie sommaire

- Benoit P., 1998. Rapport de l'expédition plongée spéléo Khammouane 97 - Laos - province de Khammouane 10 février - 1er mars 1997. CREI-FFS
- Brouquisse F., Faverjon M. & al., 2005. Khammouane 2002-2003-2004, Explorations spéléologiques en République Démocratique Populaire Lao - Rapport spéléologique et scientifique. Association Pyrénéenne de Spéléologie - Collectif Khammouane 2002-2003-2004, 196 p.
- Cassan H., 1950. Un spéléologue en Indochine. Sciences et voyages, 59, 378-382.
- Cassan H., 1953. A la conquête des dernières terres vierges d'Indochine. Paris, Indochine, S-E asiatique, 2, 8, 23-27
- Cuisinier L., 1929. Régions calcaires de l'Indochine. Annales de Géographie, 38, 213, 266-273.
- Fromaget J., 1927. Etudes géologiques sur le Nord de l'Indochine centrale. Bull. a., Service géologique de l'Indochine (Hanoi, 1927), 16, 2, pp.1-368.
- Kiernan K., 2009. Distribution and character of karst in the Lao PDR. Acta Carsologica 38/1
- Macey P., 1908. Cours d'eau souterrains du Cammon au Laos. Spelunca, Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie, 7, 52, 150-175.
- Mouret C., 2001. Le karst du Khammouane au Laos central - Dix ans de recherches spéléologiques. Spelunca, 81, 7-32
- Preziosi E., Scipioni, M, 1997. A caving reconnaissance in Central Laos. International Caver, 22, 25-31.
- Waltham T., Middleton J., 2000. The Khammouan karst of Laos. Cave and Karst Science, 27, 3, 113-120.
- Gregory A., 1996. The Caving Scene - Laos. International Caver, 18, 38.
- Gregory A., 1996. LPDR Caves Project, A project to explore and develop the caves of the Lao People's Democratic Republic. Rapport 72 p



Carte 1 - Localisation des expéditions Laos 2011 et Spélaos 2011



Carte 2 – Khammouane - Localisation des expéditions Laos 2011 et Spélaos 2011

Géologie du Khammouane

La géologie du Laos a d'abord été largement étudiée par les Français. La première carte géologique de l'Indochine a été établie dès 1882 par F. Fuchs.

En 1937, J. Fromaget réalise une synthèse des travaux et publie la carte géologique au 1:2000000 de la péninsule indochinoise, revue en 1951, par E. Saurin et J. Fromaget, et complétée en 1971 par H. Fontaine.

Cette carte est restée l'outil de référence jusqu'aux travaux réalisés par les géologues vietnamiens à la fin des années 90. De 1996 à 2000, sous la direction de Tran Van Ban, une équipe de géologues vietnamiens établit la carte géologique au 1:200000 de la région centrale du Laos, qui couvre les provinces du Khammouane et du Bolikhamxay. C'est dans ces travaux récents que nous avons largement puisé l'essentiel de la présentation qui suit. On se reportera également à l'annexe I, qui présente la géologie générale du Laos.

De manière synthétique, les terrains qui constituent l'espace de nos explorations appartiennent au Paléozoïque (anciennement ère primaire). Le karst s'est développé dans une épaisse couche de calcaires (600 m) formés à la fin du Carbonifère et au début du Permien et repose sur un socle marneux imperméable formé au début du Carbonifère, qui constitue le fond des vallées principales et des grands poljés. Ces terrains sont surmontés, au nord-est, par des terrains mésozoïques (ère secondaire) essentiellement constitué de grès, de conglomérats et d'argiles, d'âges jurassique puis crétacé, qui reposent en discordance sur le karst du Khammouane (Trias totalement absent). Au sud-est, c'est la plaine alluviale du Mékong qui constitue la bordure du karst.

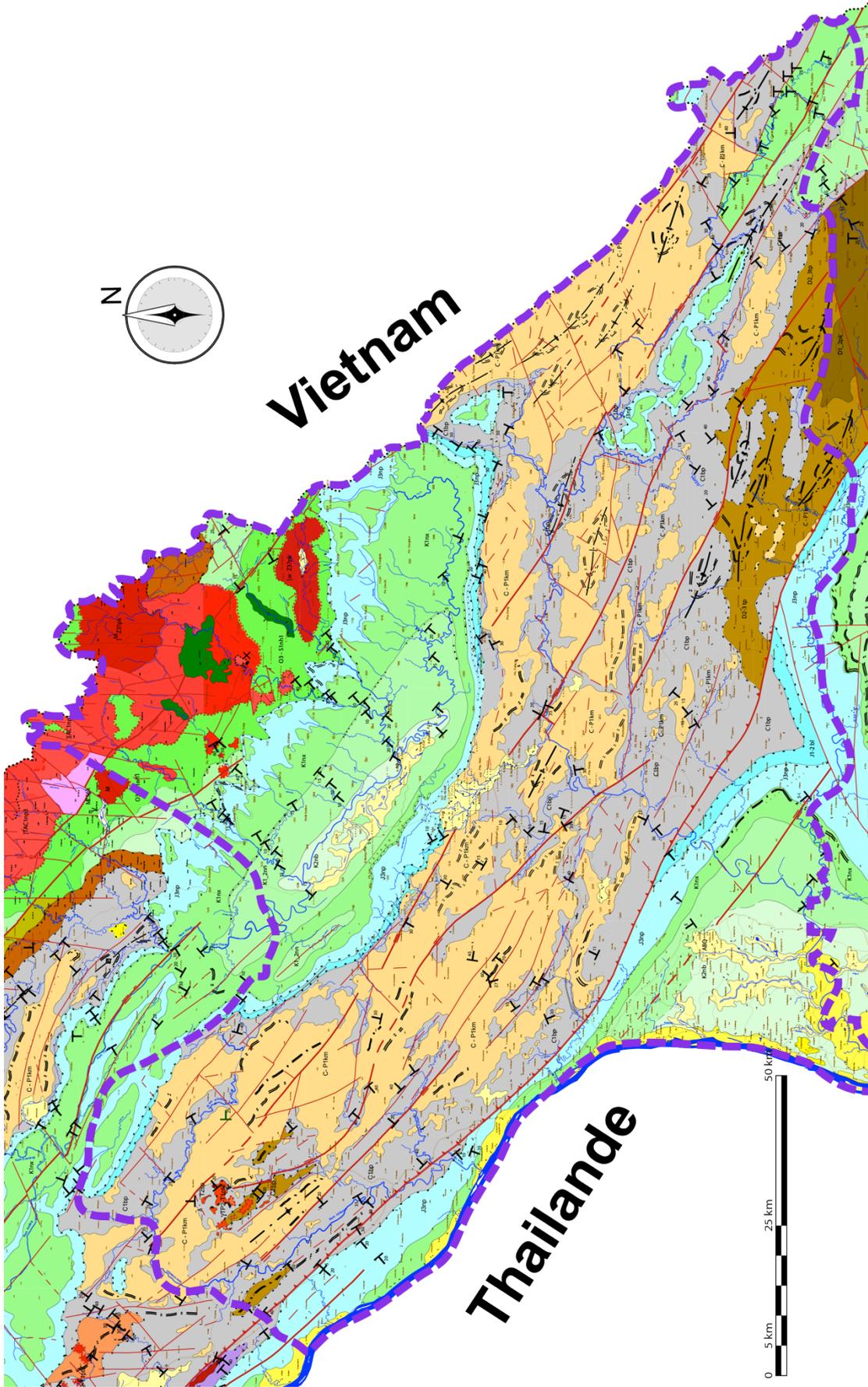
A partir de la carte géologique du Khammouane (carte 3), issue des travaux de Tran Van Ban et col. (2000), on constate que, schématiquement, dans la partie nord de la carte, la structure géologique des calcaires est celle d'un vaste anticlinal d'axe NO-SE, de 40 km de large, qui s'enfouit au nord-est sous la couverture mésozoïque et qui plonge au sud-ouest vers la faille majeure de Thakhek-Da Nang, en bordure du Mékong. Cet anticlinal a été largement fracturé. Les failles principales, établies au Trias, sont orientées parallèlement à la faille de Thakhek, et suivent la direction NO-SE. Un système de failles secondaires, à peu près perpendiculaire au premier, a été établi plus tard, au moment de l'orogénèse himalayenne. Dans la cuvette de Phontiou, la voute de l'anticlinal a été largement dégagée par l'érosion, laissant apparaître un sous-bassement de roches gréseuses, datées du Dévonien, et de roches intrusives d'âge triasique. Un important gisement d'étain est exploité à cet endroit (voir aussi carte 7, p. 34)

Les terrains mésozoïques, jurassiques et crétacés, au Nord-Est de la carte, constituent une large gouttière synclinale, orientée elle aussi selon un axe NO-SE, dont le point bas se situe 250 à 400 m au dessus de la plaine du Mékong et de ses affluents. Cette disposition générale a permis la création de plusieurs barrages sur la Nam Theun, dont l'intérêt économique est décisif pour le Laos.

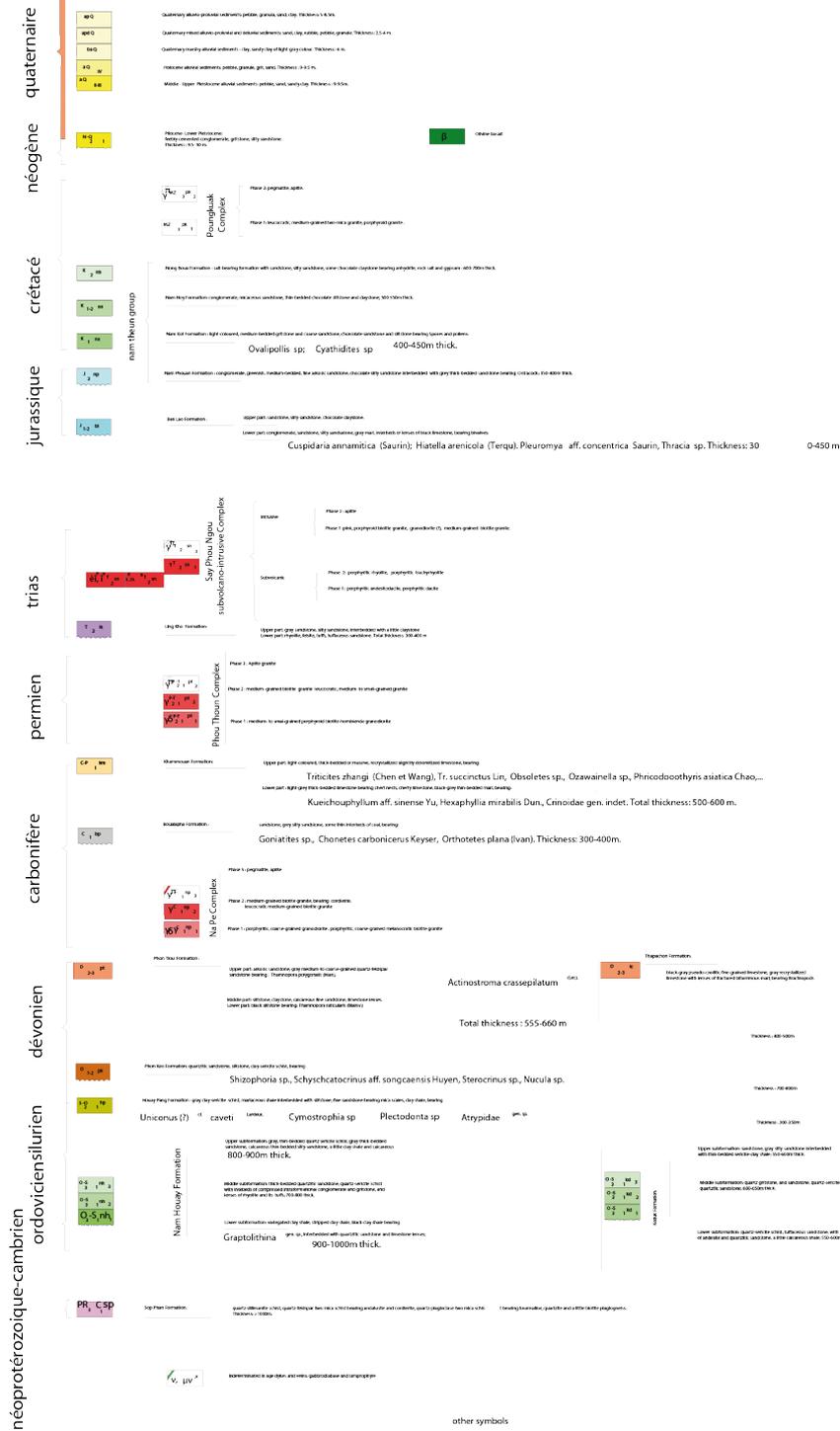
Au nord du synclinal mésozoïque, les calcaires re-émergent pour former le massif karstique de Lak Sao et se prolongent vers le Nord-Ouest dans la province voisine de Bolikhamxay.

Au sud-est de la carte, les calcaires constituent au contraire un anticlinorium de 50 km de large, qui se prolonge au Vietnam. Il est parcouru par un gros affluent du Mékong, la Xé Bang Fai, dont la vallée a fait récemment l'objet de plusieurs expéditions parrainées par la CREI (rapports Xé Bang Fai 2007-2008 (C. Ghommidh) et Khammouane 2010 (M. Faverjon))

Lithologie et fracturation définissent l'orientation générale des écoulements, tant en surface que sous terre. C'est ainsi que l'écoulement de la Nam Hin Boun, rivière qui nous intéresse particulièrement, née sur les contreforts du plateau de Nakai, s'écoule d'abord parallèlement à la direction de l'anticlinal, au pied de la cuesta argilo-gréseuse mésozoïque, après avoir perforé totalement les calcaires de Khammouane et atteint le socle carbonifère imperméable. Elle s'oriente ensuite vers le Mékong, à la faveur du réseau de fractures secondaires discuté plus haut. Plus au Nord-Est, la Nam Theun circule d'abord vers le NO dans la gouttière synclinale constituée par les terrains crétacés avant de s'orienter elle aussi vers le Mékong. La Nam Pakan, la Nam Bout et la Nam Koang, elles aussi descendues du plateau de Nakai, ont adopté un schéma d'écoulement similaire.



Carte 3 - Carte géologique du Khammouane (d'après Tran Van Ban et col., 2000)



Le socle carbonifère

Formation de Boualapha (C1 bp) – épaisseur 210-400m

La formation de Boualapha est largement apparente en de nombreux endroits, dont : Boualapha, Mahaxay, Gnommalat, Hin Boun (province de Khammouane), Kham Keut et Vieng Thong (province de Bolikhamxay). En général, la formation de Boualapha est caractérisée par des sédiments terrigènes avec des intercalations de chert et de schistes houilleux, avec une ou deux minces bandes de charbon, pour une épaisseur totale d'environ 210-400 m. Ces sédiments contiennent en abondance des fossiles de crinoïdes, quelques brachiopodes, foraminifères et bivalves. Cette faune, plus spécialement les crinoïdes et les brachiopodes, a permis une datation sûre au Carbonifère inférieur, échelonnée entre le Tournaisien supérieur et le Viséen inférieur.

La formation a été étudiée dans 5 secteurs: Boualapha, Nam Sangoy, Phon Keo, Phon Dou – Sop Sa et Nam Mouan. En plus, elle a été étudiée lors de la collecte de données supplémentaires aux endroits traversés lors des missions sur le terrain.

Dans le district de Boualapha, la formation a été étudiée le long d'un petit ruisseau à deux kilomètres à l'ouest du centre du district. A cet endroit, la formation est assez bien découverte mais les bancs sont plissés avec un pendage d'environ 40-60°. A partir de ses caractéristiques lithologiques, la formation a été subdivisée en 3 couches:

Couche 1 : Argile limoneuse gris sombre avec quelques intercalations de siltstone gris. Composition minérale (%) : Principalement argile - séricite - chlorite - biotite = 72 ; quartz, feldspath (< 0,1 mm) = 28. Epaisseur : 80 m.

Couche 2 : Marnes gris foncé avec intercalations de schiste houilleux altéré. Composition minérale (%) : argile séricitisée = 35 ; calcite dolomitisée = 33. Epaisseur : 90 m.

Couche 3 : siltstone finement lité gris, jaune sale sur les endroits exposés, avec quelques intercalations de schiste noir-gris cherteux, finement lités. Epaisseur : 40 m.

L'épaisseur totale de la formation à cet endroit atteint 210 m.

Dans le secteur de Hin Boun, les couches supérieures de la formation de Boualapha présentent une gradation continue vers le calcaire cherteux à petits bancs de la formation du Khammouane qui la recouvre. Les bancs marneux de la zone de transition, dont les carbonates ont été lessivés, évoluent en argilite brune cherteuse, et renferment des fossiles de goniatides, crinoïdes, brachiopodes et bivalves, caractéristiques du Carbonifère précoce.

La formation de Boualapha repose en discordance sur la formation de Phon Keo (D1-2 *pk*), qui a été observée dans le secteur de Nam Sangoy. Elle est recouverte en concordance par la formation du Khammouane (C-P1 *km*).

Les calcaires du Carbonifère supérieur-Permien

Formation du Khammouane (C-P1 km) – épaisseur 600 m

La formation du Khammouane est largement exposée au Laos central, et forme une aire de relief karstique dans cette région, qui s'étend du nord du district de Viang Thong à Kham Keut (Bolikhamxay), puis du district de Hin Boun jusqu'à Boualapha (Khammouane) en passant par Gnommalat et Mahaxay. Elle se poursuit au sud-est au delà de la frontière avec le Vietnam.

En général, le calcaire de la formation du Khammouane est assez riche en fossiles, et en particulier en fusulines. Il a été étudié par J. Deprat à partir de 1915. Il renferme également des brachiopodes de grande taille, en particulier quelques espèces du genre *Productus*, ce qui explique que dans les références du Service de la Carte Géologique d'Indochine, ce calcaire ait été décrit sous le nom de *calcaire à Productus*. Ces deux groupes de fossiles ont permis d'attribuer les calcaires qui les portent au Carbonifère – Permien inférieur, parce que parmi les divers groupes de fusulines présents, on note l'absence de formes typiques du Permien supérieur, telles que *Palaeofusulina*, *Colaniella* et *Reichelina*.

Plus tard, les géologues français qui étudiait la géologie de l'Indochine nommèrent ces sédiments "calcaire du Khammouane" et les répartirent en cinq couches, parmi lesquels la quatrième est un filon de fer qui, d'après eux, marque la lacune stratigraphique du Moscovien inférieur dans cette région (Sulydy-Kondratiev, 1990), ainsi qu'au Nord Laos (Nguyen Xuan Lien, 1983 ; Pham Van Hung, 1989), et les décrivent en tant que formation.

Le secteur de Hin Boun a été étudié par Vu Chau, Le Dieu et Saveu Thavongs le long de la rivière Hin Boun. La formation du Khammouane a été divisée en quatre couches.

Couche 1 : Calcaire gris-noir à silex, en banc fins, contenant de nombreux fossiles de crinoïdes et de brachiopodes avec intercalation de quelques bancs de calcaire gris microgranulaire légèrement dolomitisé, à texture granuloblastique et structure directionnelle. Composition minérale (%) : calcite (0,01 mm) = 23 ; dolomie (0,1- 0,4 mm) = 73, quelques grains de pyrite. Les fractures de la roche sont remplies de chlorite et d'hydroxyde ferreux. Epaisseur : 200 m. Cette couche repose en concordance sur les marnes de la formation de Boualapha sous-jacente.

Couche 2 : Calcaire gris clair, en bancs fins. Epaisseur : 150 m.

Couche 3 : Calcaire dolomitique gris clair renfermant des fossiles de crinoïdes mal préservés et des brachiopodes. Epaisseur : 50 m.

Couche 4 : Calcaire massif microgranulaire, de couleur pale, contenant quelques restes fossiles, de texture granuloblastique. Composition minérale : calcite (< 0,1, 0,1 - 0,4 - 0,6 mm) = environ 100, dolomie (0,08mm), quelques grains, pyrite = quelques grains. Epaisseur : 200 m.

La couverture Jurassique

Les formations mésozoïques reposent en discordance sur les calcaires du Khammouane. En particulier le Trias est totalement absent, ce qui représente une lacune dans les dépôts de 50 millions d'années, pendant laquelle les terrains paléozoïques ont été émergés et une première phase d'érosion et de karstification a pris place. Mouret (2001) signale que

Formation de Ban Lao (J1-2 bl) - épaisseur : 300-450 m.

Conglomérat et grès, marnes grises, quelques lentilles de calcaire noir à bivalves *Cuspidaria annamitica* (Saurin); *Hiatella arenicola* (Terqu). *Pleuromya aff. concentrica* (Saurin), *Thracia sp.*; surmontée d'une couche de grès, de grès fins et d'argile brune.

Formation de Nam Pouan (J3 np) - épaisseur 350-400 m

Conglomérat, grès fins verdâtres, moyennement lités, grès bruns entremêlés de grès gris en banc épais contenant des ostracodes.

Ce résumé est issu du "Rapport sur la Géologie et les Minéraux de la région centrale du Laos" (Tran Van Ban, 2000) et des cartes géologiques au 1:200000 établies à l'occasion. Il est à considérer de manière critique : les limites entre couches, les failles, n'ont été dessinées souvent qu'à partir de photographies aériennes, opération considérablement gênée par la densité de la couverture forestière en milieu tropical. Il sera intéressant de préciser la carte dans les endroits les plus inaccessibles avec des moyens conventionnels. Des anomalies importantes ont été constatées. Par exemple, dans la région de Ban Vang Yiam (ouest de Gnomalat), le Jurassique repose en discordance directement sur le Carbonifère, alors qu'en réalité, il repose sur des calcaires, probablement permien. Il est possible que les terrains indiqués parfois comme appartenant au Carbonifère soient en réalité des alluvions récents masquant la structure géologique locale.

Résultats spéléologiques

Inventaire des cavités explorées en 2011

Code	Symbole	Toponymie	Accès			Coordonnées UTM (48Q)					Spéléométrie				Commentaires
			Localité	km	dir.	X	Y	Z	+/-	total	topo.	dén.	gr.		
Secteur Ban Na															
		Thakhek - E-48-90	1:100000												
		Ban Mouang Louang	1:50000												
TK3	ETPG	Khoun Nam Tham = T. Pha Khé	B. Na	0.6	315	487.534	1939.800	155	50	12	12	-5	2	97, 11, Ch	
TK1	FCTG	T. Houay Sai (résurgence)	B. Na	2.4	340	487.134	1941.801	155	10	>21000	21000	200	4	97, 98, 03, 06, 10, 11, Ph, Bio, Ch	
TK2	FCPG	T. Khoun Don	B. Na	2.9	330	486.417	1941.913	155	10	id	id	id	4	97, 98, 03, 06, 10, 11, Ph, Bio, Ch	
TK4	FG	T. Khouan Pheung	B. Na	3.6	13	488.808	1942.790	220	20	id	id	id	4	11	
		Total secteur Ban Na								>21000	21012				
Secteur Nam Hin Boun															
		Ban Mouangkhai - E-48-78	1:100000												
		Ban Nadôn	1:50000												
MK23	FG	T. Lom	B. Ghang	0.7	250	469.398	1987.795	312	20	>4650	4650	-165/+90	4	02, 11, Ph	
MK24	FCPG	T. Khoun Houay Sét	B. O	0.7	225	469.840	1985.220	165	20	25	25	-5	2	02, 11, Ch, PI	
MK25	EPPG	Khoun Houay Sét	B. O	0.7	225	469.820	1985.240	165	20	-	-	-		02, 11, Ch, PI	
Muang Khamkeut - E-48-66															
		Ban Na Muang	1:100000												
		T. Pha Lom	1:50000												
KK14	FG	T. Keng	B. Keng	1.7	187	464.404	1990.692	270	10	>2690	2690	-88/+169	4	09, 10, 11, Ph	
KK15	FG	T. Biéo	B. Vangpia	0.5	225	455.748	1996.430	282	10	>2330	2330	-100/+80	4	11, Ph, G	
KK16	EPPG	T. Nam Biéo	B. Vangpia	1.0	245	454.646	1996.627	160	20	177	177	-4	4	11	
KK17	FG	T. Cactus	B. Houay Sai	1.8	276	459.225	1993.592	190	20	>500	480	-10	4	10, 11	
KK19	EPPG	T. Nam Peo = T. Momie	B. Houay Sai	1.1	242	460.096	1992.920	190	20	>1840	1840	-23/47	4	10, 11	
		Total secteur Nam Hin Boun								>11535	12192				
Secteur Ban Thonglom															
		Ban Nakhua - E-48-65	1:100000												
		Ban Nahin	1:50000												
NK7	FG	T. Deng (Kang)	B. Thonglom	1.7	55	439.215	1992.359	336	20	3295	2900	165	4	11, Ph	
NK8	FG	T. Lom	B. Thonglom	1.3	325	436.960	1992.471	160	20	60	-	-	11	11	
NK9	FG	T. Pa Muong	B. Thonglom	0.5		-	-	150		500	-	-		11	
NK3	EPPG	T. Houay Say	B. Thonglom	4.6	30	440.138	1995.363	140	20	477	477	29		98, 00, 11, PI	
NK10	ETPG	Khoun Ling	B. Thonglom	6.2	40	441.513	1996.369	180	20	50	-	-		11	
NK11	STPTG	Tham Jack	B. Thonglom	4.8	355	437.268	1996.205	197	20	1328	1328	29	4	11	
		Total secteur Ban Thonglom								5233	4705				

Tableau 1 - Inventaire des cavités explorées au cours de l'expédition Laos 2011.

Signification des colonnes

La présentation est celle utilisée dans le rapport Laos 2002-2004 de F. Brouquisse et M. Faverjon.

1 - Code d'identification : Les sites sont regroupés selon les feuilles au 1/50000.

2 - Pour des raisons de facilité typographique les symboles BRGM définissant le type d'entrée et l'hydrologie de la cavité ont été remplacés par des abréviations.

A	Aven
EPPG	émergence pérenne pénétrable - grotte
EPPA	émergence pérenne pénétrable - aven
EPI	émergence pérenne impénétrable
ETPG	émergence temporaire pénétrable - grotte
PPPG	perte pérenne pénétrable - grotte
PTPG	perte temporaire pénétrable - grotte
FG	fossile - grotte
FCTG	fossile recoupant une circulation temporaire - grotte
FCPG	fossile recoupant une circulation pérenne - grotte
STPTG	source temporaire - perte temporaire - grotte

Cette classification est indicative, les cavités pouvant parfois être définies de plusieurs façons.

3 - Toponymie : le nom adopté est le nom local quand il nous avons pu l'obtenir. Lorsque les cavités ont été repérées sans le concours de guides locaux, elles ont reçu un nom provisoire, à consonance française. T. = Tham = Grotte.

4 à 6 - Accès : nom du village ou lieu-dit le plus proche ; distance à vol d'oiseau de la cavité, en km; direction depuis le lieu-dit, en degrés par rapport au nord magnétique

7 à 11 - Coordonnées : elles sont données en mètres par rapport au quadrillage UTM-WGS84. La précision des coordonnées est le plus souvent de l'ordre de la dizaine de mètres (voir Remarques ci-dessous)

12 à 15 : Spéléométrie :

Développement total (m) : tout ce qui a été exploré. Le signe > indique une continuation visible.

Développement topographié (m).

Dénivelé par rapport à l'entrée choisie comme référence (m).

Grade: précision des levés (cf. Signes spéléologiques conventionnels).

16 - Remarques : observations, collectes, mesures, etc...

Le : photo

Bio : biospéologie

PI : plongée

02 : année d'exploration = 2002

Remarques

Le repérage d'un point sur le globe n'est jamais une opération simple. La latitude et la longitude sont les deux seules mesures qui puissent être définies de manière absolue. Si on prend pour référence le méridien de Greenwich – celui de Paris est parfois utilisé pour certains calculs – on est presque sauf. Cependant, sur le terrain, pour déterminer la distance entre deux points, ce système est peu commode. Inversement les coordonnées kilométriques utilisées par tous les quadrillages reportés sur les cartes sont pratiques, mais chaque pays utilise son propre système de référence. Ou plutôt ses propres systèmes de références. C'est ainsi qu'au Laos, on rencontre trois systèmes différents selon l'ancienneté et l'origine des cartes (cf. Annexe III)

Nous avons donc choisi d'utiliser le système UTM-WGS84, qui, comme son nom l'indique (World General Survey...), est défini pour le monde entier, ce qui évite d'ailleurs d'avoir à re-paramétrer les GPS au retour en Europe. L'avantage de ce réglage "standard", c'est qu'il est permis un report direct des mesures dans Google Earth, que nous utilisons systématiquement pour le positionnement des cavités.

Les altitudes sont établies à l'aide d'altimètres barométriques, recalés chaque jour sur le terrain par rapport à l'altitude de la carte.

Les coordonnées ont été obtenues à l'aide de GPS. Nous utilisons conjointement les cartes au 1:50000, disponibles sur notre site web (www.explo-laos.com) et au 1:25000 lorsqu'elles sont disponibles.

Ces cartes scannées, échantillonnées avec une résolution de 150 ppp, ont été intégrées à Google Earth et géo-référencées d'abord en positionnant les coins de cartes dont les coordonnées sont connues, puis en affinant la position en fonction des détails de terrain.

En plaine, la correspondance entre coordonnées GPS et coordonnées Google Earth/carte est excellente et le décalage ne dépasse pas la dizaine de mètres. Cependant, comme les cavités s'ouvrent le plus souvent au pied de falaises et que les satellites ne sont pas forcément à la "bonne place", des décalages pouvant atteindre la centaine de mètres ont parfois été constatés. Nous avons, chaque fois que nécessaire, recalé les entrées à la fois par rapport aux images de Google Earth et par rapport à la carte. Ce sont donc les coordonnées "de la carte" qui ont été indiquées dans l'inventaire et non celles données directement par le GPS. Parions qu'avec les derniers modèles de GPS, qui utilisent à la fois le système GPS américain et le système GLONASS russe, ce problème disparaîtra bientôt.

Secteur Nam Dôn

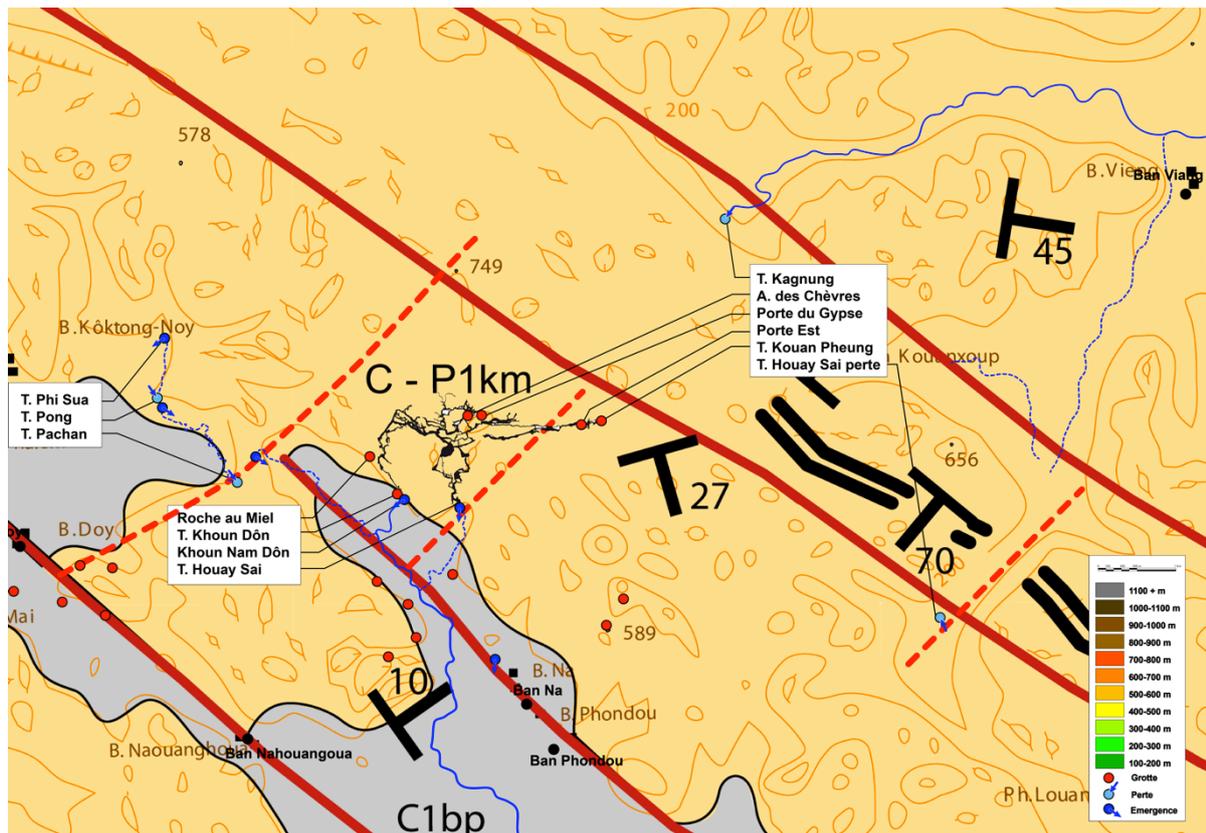
La Nam Dôn est un petit affluent du Mékong, en rive gauche, situé à proximité de Thakhek. Au voisinage de sa source, la région a d'abord été explorée par A. Gregory en 1996. Parmi les cavités remarquables repérées, Tham Phi Sua (actuellement 10-12 km (?), +465 m), T. Pong et T. Pachan. En 1997, F. Brouquisse et C. Mouret repèrent T. Khoun Dôn et T. Houay Sai, qui sont les cibles privilégiées de l'expédition Laos 2011 (cf. Cartes 7 et 8)

Accès au secteur Nam Dôn

Depuis Thakhek, suivre vers le nord-est la route n°12. Après 5 à 6 kilomètres, prendre à gauche la piste qui se dirige vers Tham Pha Fa, grotte à Bouddha célèbre depuis 2004, mais, au lieu de bifurquer vers Ban Nakhaxang, continuer en ligne droite vers le nord-ouest le long de la bordure du karst. A Ban Nahouangoua, tourner à droite vers le nord pour rejoindre en 3.5 km le petit village de Ban Na (marqué Ban Phondou sur les cartes).

Géologie

Peu de choses à ajouter à ce qui a déjà été dit à propos de la géologie des régions karstiques du Khammouane. Les couches géologiques qui constituent notre terrain de jeu sont les mêmes. Les calcaires permo-carbonifères du Khammouane (600 m) reposent sur les marnes du carbonifère inférieur. La structure générale est cependant différente : dans ce secteur, la déformation des couches correspond à la transition entre l'anticlinorium de la Nam Hin Boun déjà présenté et le synclinorium de la Xé Bang Fai plus au sud-est. La région est fracturée par une série de failles d'orientation NO-SE, parallèles à la faille de Thakhek-Da Nang, une quinzaine de kilomètres au sud-ouest. Le pendage des couches varie largement en fonction des déformations induites par cette fracturation. A ce jour, nous ne savons pas si la présence de ces failles facilitera ou pas notre progression à travers le karst. Réponse en février 2012.



Carte 4 – Extrait de la carte géologique du Khammouane : région de la source de la Nam Dôn (Khoun Dôn)

C1bp : terrains carbonifères (formation de Boualapha). C-P1km : calcaires permo-carbonifères (formation du Khammouane)

Le système Khoun Dôn – Houay Sai

par Charles Ghommidh

Développement supérieur à 21 km, +220m

Coordonnées des cavités :

Tham Khoun Dôn 48Q 486417 m E, 1941914 m N, 150 m

Tham Houay Sai 48Q 487134 m E, 1941801 m N, 155 m

1- Accès

Tham Houay Sai

Traverser Ban Na en suivant la piste vers l'ouest, pendant environ 2 kilomètres. Traverser un thalweg, qui reçoit le ruisseau issu de l'émergence temporaire de T. Houay Sai, pour atteindre une large clairière 400 m plus loin. Suivre alors vers le nord une piste mal tracée qui pénètre dans la forêt puis se réduit à un sentier approximatif, jusqu'à retrouver le thalweg. Tourner à gauche en suivant le lit sableux du ruisseau à sec (en février), jusqu'à ce qu'il tourne vers la droite. Grimper sur la berge à gauche en direction de la falaise. On peut sentir l'air frais qui parvient de la grotte. La large entrée de Tham Houay Sai est à 100 m, derrière le rideau d'arbre.

Tham Khoun Dôn

Pour atteindre Tham Khoun Dôn, depuis la clairière, suivre tout droit la piste principale, et obliquer en suivant le cours de la rivière jusqu'à rejoindre la base des falaises, où se trouve la source de la Nam Dôn. Traverser la rivière (profondeur 1-1.5 m en février), et grimper sur la rive en face. L'entrée de la cavité, relativement petite (2 x 2 m) se trouve une trentaine de mètres plus loin. Ne vous laissez pas distraire par les petits trous de pied de falaise proches de la rivière.

2- Historique

En 1996, une expédition conduite par Claude Mouret s'intéresse au poljé de Ban Viang (12 km au NE de B. Na). Au sud du poljé, deux grosses pertes, l'une pérenne (Tham Kagnung) et l'autre temporaire (Tham Houay Sai perte) y sont partiellement explorées. La destination des eaux de ces pertes doit se trouver vers le sud, dans la direction du gradient hydraulique local imposé par le Mékong. Cette hypothèse est publiée par C. Mouret et François Brouquisse dans le rapport d'activité CREI 1994-1996.

Un an plus tard, à la fin de l'expédition 97, un raid d'une journée permet aux deux comparses de repérer, au pied des falaises sur la bordure sud du karst, la source (khoun) de la Nam Dôn et une grotte (tham) associée (Tham Khoun Dôn), ainsi qu'une grosse émergence temporaire (T. Houay Sai) en peu plus à l'est. Les deux cavités sont parcourues et topographiées sur quelques dizaines de mètres par le duo CM-FB. Le rapport CREI 97 qui relate ce repérage sera à nouveau co-signé par CM et FB.

L'exploration commence réellement lors de l'expédition 1998. F. Brouquisse, secondé par J-F Vacquié, lève en trois jours la topographie de T. Khoun Dôn sur plus de 3 km. Ils parviennent jusqu'à une très grande salle au sud de laquelle la jonction est établie avec la seconde équipe topo emmenée par CM, entrée par Tham Houay Sai. La *Grande Boucle* ainsi formée constitue l'ossature du système de la Nam Dôn. Nous n'avons pas eu accès aux relevés de CM et nous ne connaissons pas l'étendue précise de sa contribution. Néanmoins celle-ci peut être évaluée à 1.5 – 2 km à partir de la topographie publiée en format réduit en 2001 dans Spelunca n°84 (ci-après). Ce sera la dernière expédition commune de FB et CM.

Quelques centaines de mètres seront ajoutés en 2000, dans le prolongement d'une grosse galerie à l'Est de la grande salle. Le positionnement de cette extension est malheureusement erroné, le raccordement topo ayant été effectué sur une galerie différente, deux cent mètres trop au sud.

Les explorations de 2005 et 2006

Il faut ensuite attendre cinq années avant que l'équipe Mouret retrouve TKD-HS. En 2005, la topographie du labyrinthe est assurée par Bernard Giai-Checa & col. d'une part, et par Charles Ghommidh & col. d'autre part. Vers l'est, la Galerie des Chèvres est remontée jusqu'à deux sorties, un large aven, l'aven de Chèvres, et une étroite ouverture latérale, la Porte du Gypse. Vers l'ouest, C. Mouret et J-F. Vacquié accèdent à une issue peuplée de ruches d'abeilles sauvages, découverte qui donne corps à la légende locale de la Roche au Miel.

En 2006, une grosse équipe est constituée. Le réseau est investi par quatorze spéléos, dans le cadre d'une expédition portée par C. Mouret. Au fond de T. Khoun Dôn, Florence Guillot et Maria Madrid explorent un réseau ennoyé qui shunte une partie de la Grande Boucle. Une grosse galerie, parallèle au parcours principal, est également topographiée. Une avancée majeure est réalisée lorsque C. Ghommidh et Helmut Steiner découvrent la branche Est, au-delà d'un itinéraire labyrinthique peu évident. En quatre séances, ils explorent et topographient plusieurs kilomètres de galeries, ouvrant un boulevard en direction d'une des pertes du poljé de Ban Viang, explorée en 1996. Le point le plus extrême est atteint à la nage par Flo Guillot, mais la progression est arrêtée par un siphon temporaire.

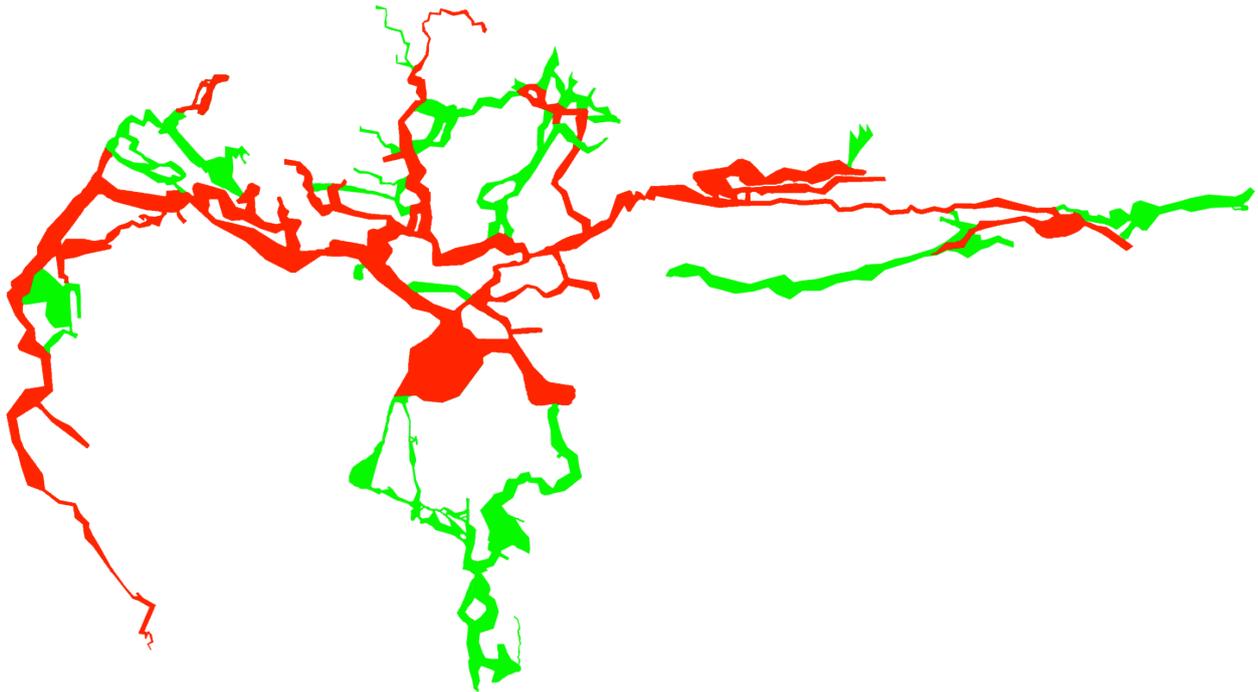
En février 2007, H. Steiner et J-F. Vacquié font une brève incursion dans le système, le jour précédent l'expédition Xé Bang Fai 2007.

Les explorations récentes

En 2010, CM entreprend la re-topographie du labyrinthe, ce qui n'apporte rien à la connaissance de la cavité. Il est étonnant que la branche Est n'ait pas été l'objectif prioritaire de cette exploration. Peut être parce que son chemin d'accès, relativement complexe avait été perdu ?

En 2011, l'équipe Laos 2011, emmenée par Charles Ghommidh, François Brouquisse et Florence Guillot, reprend les explorations suspendues en 2006 et étend la topographie à 21 km. Les raccords sont réalisés pour positionner plusieurs bouts de topo épars depuis 2005 ; un réseau inférieur est découvert au dessous du labyrinthe ; le parcours de la rivière temporaire de Tham Houay Saï est identifié et suivi sur près de deux kilomètres de nouveaux conduits, au-delà d'une nouvelle grande salle ; la branche Est est prolongée jusqu'à une sortie dans une doline perdue (Kouan Pheung) et poursuivie sur le flanc opposé de la doline dans Tham Kouan Pheung, une grotte qui constitue un regard sur le parcours noyé de la rivière.

Un peu plus tard, guidé cette fois par le balisage mis en place, CM redécouvre les galeries de 2005 et accède aux nouveaux réseaux de 2011. A son retour en France, il s'empresse de publier ses "découvertes" dans Spelunca n°122, en oubliant malencontreusement de signaler qu'il n'en était pas le découvreur...



Plan 1 - Plan général du système T. Khoun Dôn - T. Houay Saï. En rouge les galeries topographiées jusqu'en 2006 par les membres de notre équipe. En vert les galeries topographiées en février 2011.

3- Description

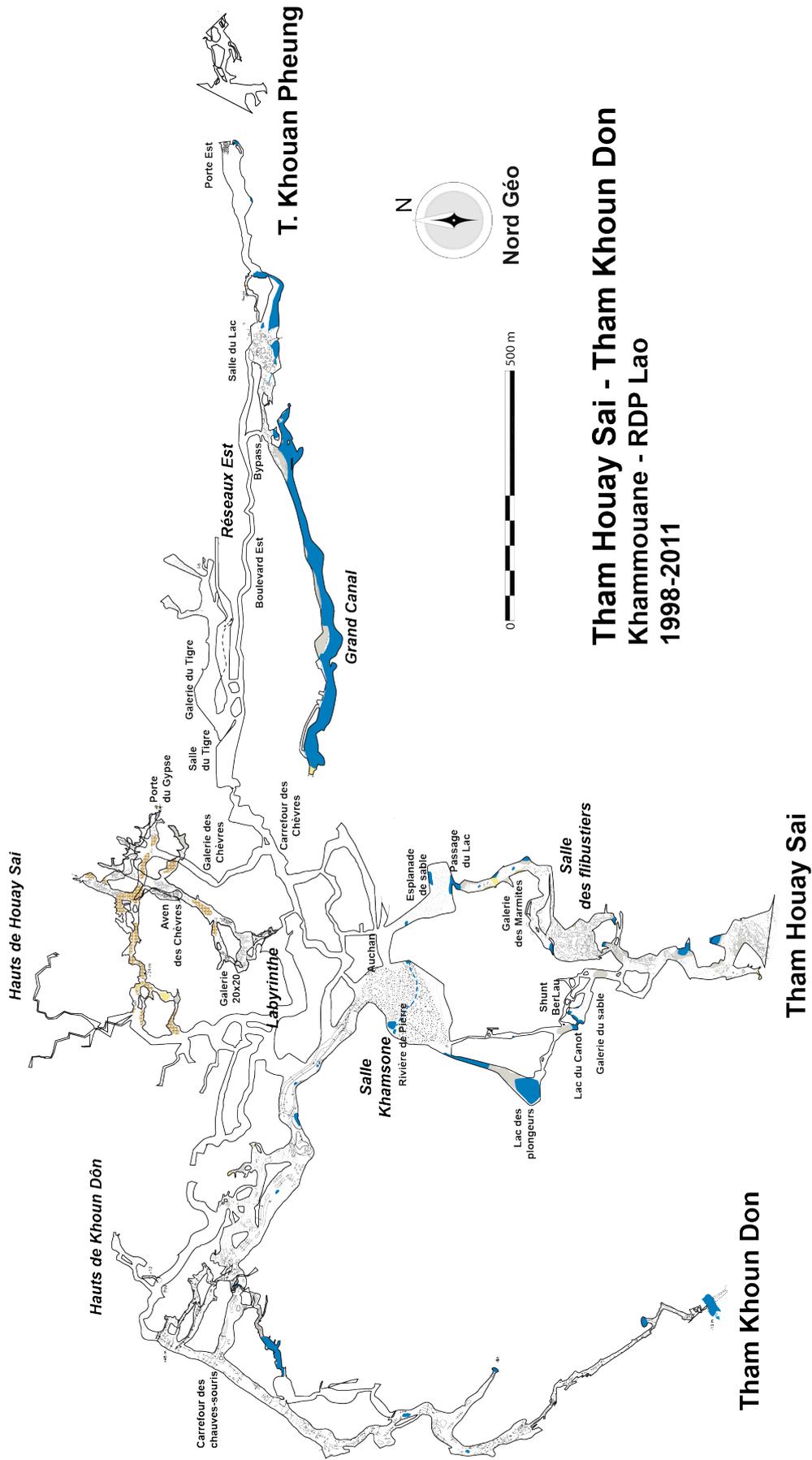
On se reportera aux plans 2 et 3. Une topographie plus détaillée sera présentée à l'issue de l'expédition Laos 2012, qui a pour objectif la poursuite de l'exploration de ce grand réseau.

Le système comporte deux accès principaux : Tham Khoun Dôn – la grotte de la Source de la rivière Dôn - à proximité de Khoun Dôn, la source pérenne, et Tham Houay Saï - la Grotte du Ruisseau de Sable - émergence temporaire. Il existe plusieurs autres issues, au milieu du karst, qui seraient très difficiles d'accès par l'extérieur. L'aven des Chèvres est l'un des points hauts du système, à +210 m, la Porte du Gypse (+170), un peu en contrebas à l'est, est une étroiture entre les blocs conduisant à un talweg desséché. Ces deux sorties ont été découvertes en 2005. La Porte Est est une issue, atteinte en février 2011, sur le flanc d'une doline, à l'extrémité des réseaux Est. La grotte de la Roche au Miel est une ouverture latérale à l'ouest de T. Khoun Dôn, en aval du Carrefour des Chauves-Souris.

Nous ne décrivons ici que le parcours historique permettant de traverser la cavité jusqu'à la Porte Est. D'autres itinéraires existent, et seront décrits dans un prochain rapport.

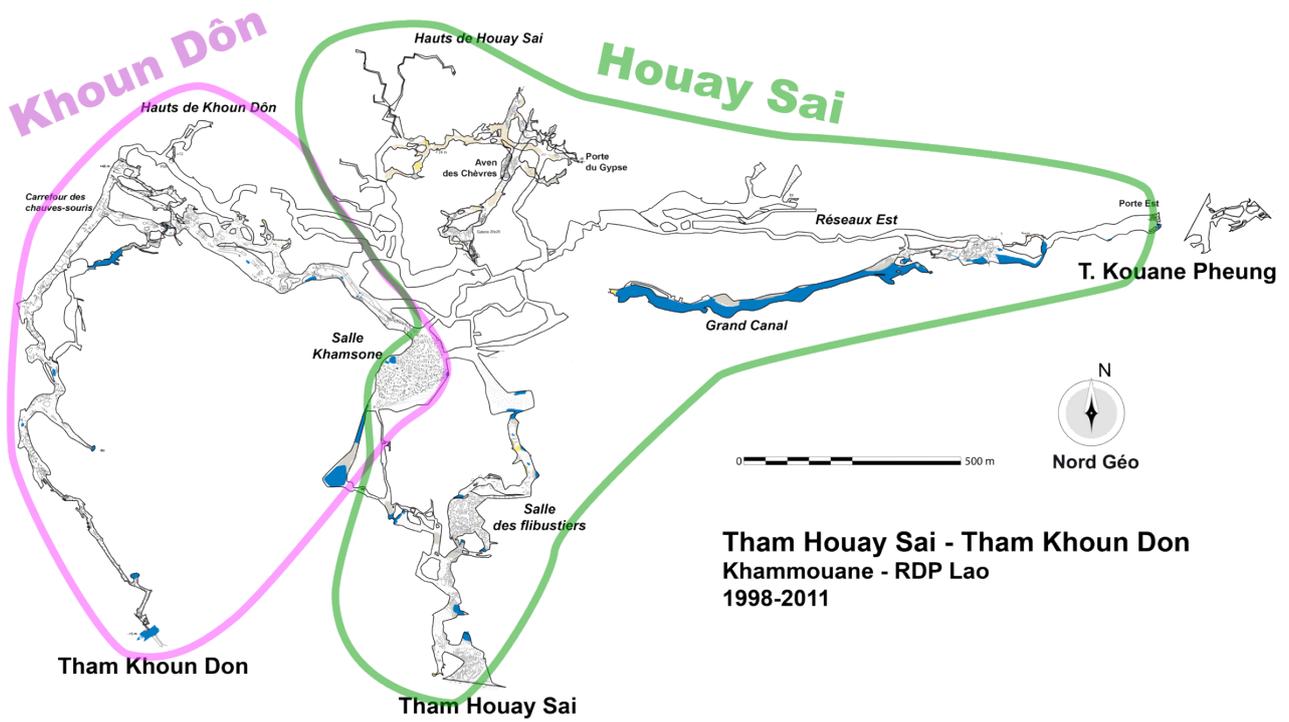
La galerie d'entrée

Pour accéder aux extrémités du réseau, il est plus rapide de passer par l'entrée de Tham Houay Sai. Le sol de l'entrée est encombré de gros blocs polis par l'eau, qui lorsque l'émergence est active, transporte de grosses quantités de sable. La galerie, de profil rectangulaire, plus large que haute (Ph. 3), se développe vers le nord sur 500 mètres, en faisant quelques coudes. Le premier, à 100 m de l'entrée, marque la fin des blocs. A cet endroit, une laisse d'eau profonde barre la suite de la galerie par laquelle arrive un puissant courant d'air. A gauche, la cavité se poursuit, toujours aussi large jusqu'à un coude vers l'est, qui correspond à une fracture, bien visible en plafond.

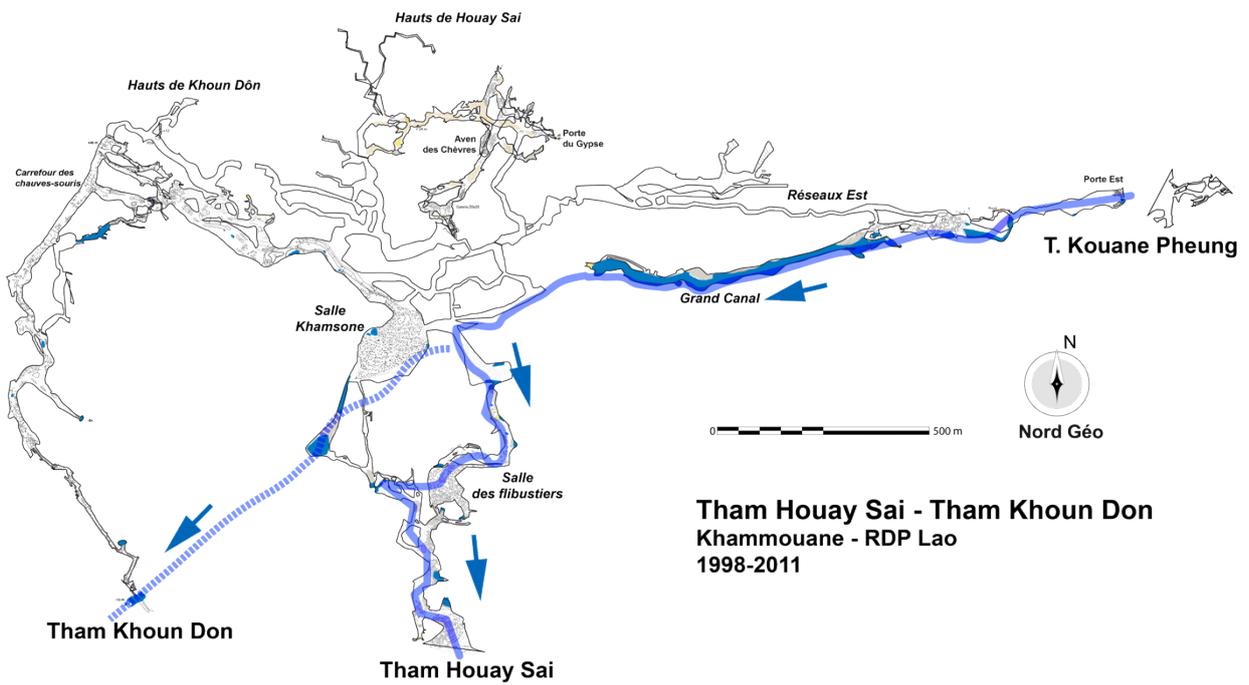


Tham Houay Sai - Tham Khoun Don
Khammouane - RDP Lao
1998-2011

Plan 2 - Topographie du système Tham Khoun Dôn - Houay Sai



Plan 3 - Répartition (empirique) des galeries sur les deux réseaux de Khoun Dôn et Houay Sai



Plan 4 - Ecoulements identifiés dans le système Khoun Dôn - Houay Sai



Photo 3 - La galerie d'entrée de Tham Houay Saï (Ph. Bernard Galibert)

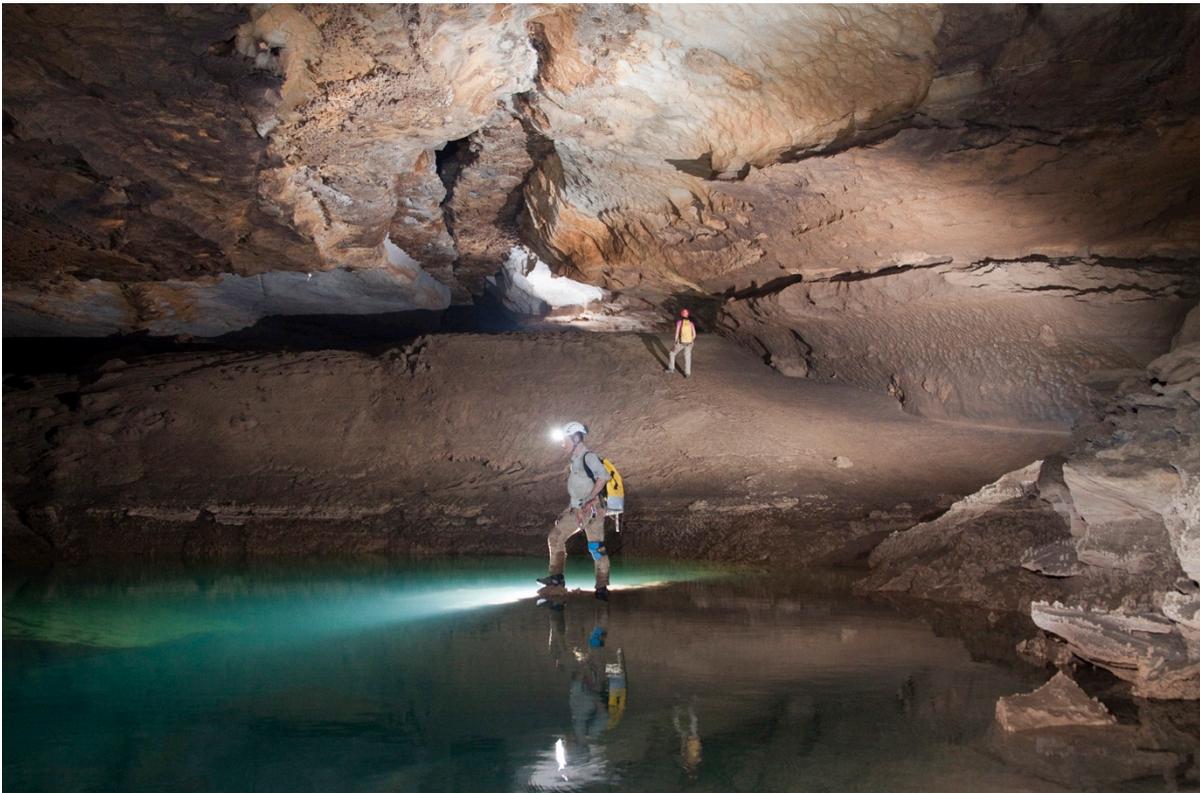


Photo 4 – Laisse d'eau dans la galerie d'entrée de Tham Houay Saï (Ph. Phil Bence)

La galerie redescend jusqu'à une vasque, en relation directe avec la laisse d'eau précédente (Ph. 4). On poursuit à gauche après le point bas, en direction du Nord, sur un petit éboulis. Au sol, sur la gauche de la galerie, les dépôts de sable alternent avec des portions de roche polie et corrodée. Un gros éboulis occupe le flan droit de la galerie. On parcourt au trot une centaine de mètres, en laissant un départ évident sur la gauche, galerie au sol fortement corrodé de 6x4 m, qui rejoint l'itinéraire principal deux cent mètres plus loin. Il faut continuer en face, en contournant quelques blocs glissants (voir Annexe IV), jusqu'à un embranchement une cinquantaine de mètres plus loin.

A droite, la galerie se dirige vers un chaos rocheux, à travers lequel un passage remontant a été trouvé, qui conduit à la salle des Flibustiers, grand vide souterrain de 100 x 100 x 30 m. La suite se situe au nord de la salle, dans la belle **Galerie Bocuse**, au sol parsemé de marmites superbes et aux parois recouvertes de coups de gouges, qui conduit au **Passage du Lac**. C'est là probablement le cours souterrain principal de la rivière de Houay Sai pendant la saison humide.

A gauche, après un abaissement de la voute, juste après un pilier qui divise momentanément la galerie en deux, le sol de la galerie devient argileux, jusqu'à un chaos de blocs où il faut à nouveau tourner à gauche (vers l'ouest), dans la **Galerie du Sable**. En s'avançant d'une centaine de mètres, on repère en passant, sur la droite, une remontée en plan incliné sur le talus de sable, accès au **shunt BerLau** (Ph 5), qui nécessite un équipement en vire. Nous en reparlerons plus loin.



Photo 5 – Daniel en plein franchissement de la vire du shunt BerLau (Ph. Phil Bence)

La galerie, bien horizontale, est couverte d'une couche de sable de plusieurs mètres d'épaisseur. On parvient à une laisse d'eau, alimentée par une galerie déchiquetée à droite, en relation probable avec le fond de la **Galerie Bocuse** plus à l'Est. Au dessus, dans la voute, un réseau de galeries perchées (2 x 2 m) se connecte au **shunt BerLau**. La laisse d'eau, **Lac du Canot**, au-dessus de laquelle la voute s'abaisse à 1 m, est balayée par un puissant courant d'air. Elle se franchit à la nage (l'eau n'est pas si froide, 21°, on est au Laos !), ou à l'aide d'un petit canot gonflable qui fera l'aller-retour pour tous les membres de l'équipe, pour peu qu'on ait pensé à emmener une cordelette suffisamment longue. Derrière, la galerie s'élargit, s'oriente vers le Nord, et change totalement d'aspect, en devenant très vite plus haute que large. Les dimensions restent respectables (L6 x H12 m). Le sol est argileux, les parois sont corrodées, signes de stagnance de l'eau, alors que jusqu'ici la progression s'était faite dans des galeries où l'érosion était prédominante. Sur la droite, un plan incliné constitue le débouché du **Shunt BerLau**. Un peu plus loin, à gauche, une galerie déchiquetée amène en 150 m à un ressaut qui surplombe un lac, le **Lac des Plongeurs**, plongé en 2006, sans qu'une continuation ait été trouvée. Dans la galerie principale, le profil en diaclase verticale s'accroît. En hauteur, des lambeaux de plancher stalagmitique subsistent, témoin d'une phase ancienne de remplissage, aujourd'hui intégralement déblayé. Alors que l'on craindrait de devoir se baisser, à hauteur d'un amas rocheux qui barre la galerie, on grimpe de deux mètres sur la droite, on monte encore un peu en contournant l'obstacle pour poursuivre la progression un peu plus loin dans la diaclase sur le plancher stalagmitique cité précédemment. Il est préférable d'installer là une main courante, pour pallier aux risques de chute liés à la fatigue au moment du retour. A l'extrémité de la diaclase, un ressaut de 4 mètres doit être équipé. Nous sommes au **Ressaut Bambou** (Ph. 6) ainsi nommé parce que nous avons choisi d'y installer un mat de perroquet en bambou (5 m), qui accélère la progression en évitant toute attente. Nous sommes à 900 m de l'entrée, face à un mur de blocs éboulés, qui verrouille l'accès au sud de la **Salle Khamsonne**. A gauche, on butte très vite sur une diaclase dont le fond est occupé par l'eau, qui rejoint vers le sud le **Lac des Plongeurs**.

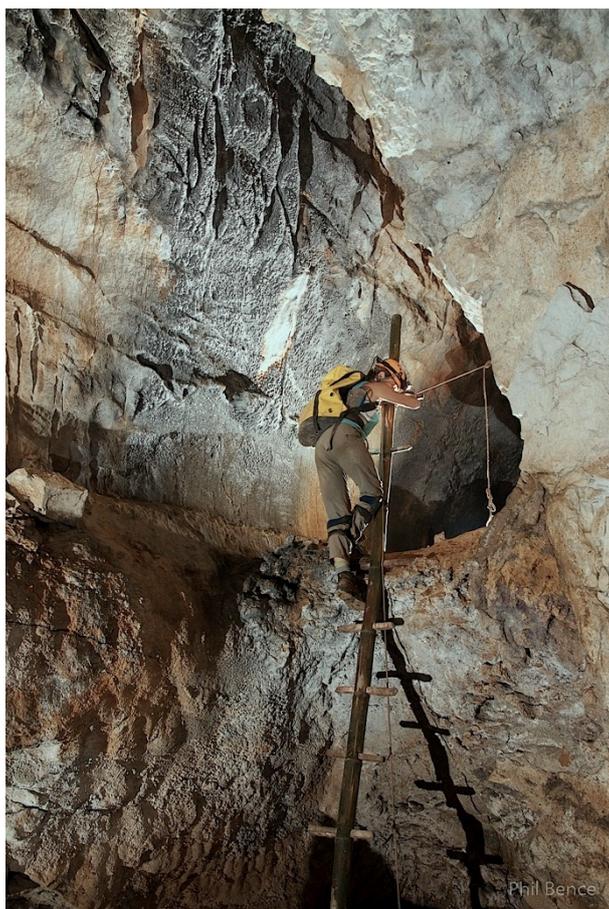


Photo 6 - Flo dans le ressaut Bambou (Ph. Phil Bence)

La salle Khamsonne

Une escalade facile (main courante à mettre en place), depuis la base du **ressaut Bambou**, permet d'accéder en biais à la **salle Khamsonne**, vaste espace souterrain de 190 x 150 m (voir page de couverture de ce rapport).

On traverse la **salle Khamsonne** et on descend jusqu'à la **Rivière de Pierre** (Ph. 7, 8), ruisseau sec barré de gours superbes, alimenté en période de hautes eaux par le débordement d'une vasque située au pied de la paroi Est de la salle. On grimpe en face dans l'éboulis, à la recherche du point haut de la salle, où un cairn sert de repère pour la suite.

Depuis le cairn, vers le nord-ouest, une descente rapide sur un éboulis pas très bien stabilisé constitue la suite de la **Grande Boucle**, et donne accès à une large galerie fossile qui rejoint 1500 m plus loin les galeries de Tham Khoun Dôn. Vers l'est, une grosse galerie descendante se divise, au niveau d'un carrefour baptisé **Auchan**, en deux branches, respectivement orientées à l'Est et au Sud. Celle de l'Est est occupée par une longue laisse d'eau et se poursuit ensuite dans de multiples galeries aquatiques basses, incomplètement explorées en 2011. Celle du Sud s'épanouit sur la vaste **Place du Sable**, galerie-salle dont la seule issue est, sur le flanc Sud, le **Passage du Lac**, point de jonction, déjà cité, avec la **Galerie Bocuse**.

Le Labyrinthe de Houay Sai

Depuis le point haut de la salle Khamsonne, vers le Nord-Est, un passage bas, pour lequel l'avancée des strates forme un vaste linteau, est balisé par du ruban plastique (rubalise rouge et blanche). Une vieille flèche tracée à l'acétylène marque également le passage. C'est l'un des accès au **Labyrinthe**. On se trouve alors dans une galerie en inter-strate relativement basse (2-3 m), mais extrêmement large. En effet, le joint de strate, dont le pendage (25°) est orienté au sud, a été largement déblayé, et des galeries, parfois séparées de leurs voisines par de simples piliers, courent en tous sens. Sur la droite, vers l'Est, l'itinéraire est à peine remontant. Le sol de la galerie est un superbe lapiaz découpé par la corrosion. La galerie entame une descente vers l'Est, mais on bifurque sur la gauche, en montant suivant le plan de stratification, en suivant le balisage dans une galerie qui zigzague. En une centaine de mètres, on rejoint une galerie plus large. A gauche, la galerie remonte en direction de la **Galerie 20x20**, dont nous parlerons une autre fois. Pour aujourd'hui, la suite est à droite, en descendant dans une large galerie poussiéreuse, au sol parfois encrouté de calcite. On reste dans l'axe en laissant des départs des deux cotés. On parvient à un large balcon, point bas dont le flanc Est se serait effondré, le **Carrefour des Chèvres**, où un gros cairn matérialise la jonction avec le départ remontant de la **Galerie des Chèvres**. En face, on domine la suite, en balcon. C'est le point d'accès des **réseaux Est**.



Photo 7- La Rivière de Pierre, au bas de la salle Khamsonne (Ph. Bernard Galibert)



Photo 8 - Le point bas de la Rivière de Pierre. (Ph. Bernard Galibert). On remarque l'enduit de crue sur les parois

Les réseaux Est

On descend une pente abrupte, et la galerie s'élargit, alors que le sol devient argileux. On reste sur la gauche, et on suit le balisage jusqu'à une zone éboulée, où le cheminement, face au courant d'air, passe à travers les blocs (étroiture !), remonte pour redescendre aussitôt et aboutir après quelques errances, où le balisage montre son utilité, dans une large galerie horizontale, qui doit s'envoyer partiellement pendant la saison des pluies. Quelques flaques subsistent ça et là. Des chauves-souris nichent occasionnellement dans la voute. A partir de ce point, la progression est très facile. On circule dans une galerie de section oblique, le **Boulevard Est**, qui se développe à l'horizontale, pratiquement en ligne droite et presque sans obstacle.

On parcourt ainsi un kilomètre au pas de course, pour parvenir à la **Salle du Lac**, bel espace vide de 110 x 50 x 20 m, au sol sableux parsemé de gros blocs, et partiellement occupée par un lac. En suivant le flanc nord et en chassant le courant d'air, on découvre la suite : un passage bas, au ras du sol, dans lequel le courant d'air s'engouffre en ronflant, donne accès à une petite galerie accidentée qui retombe en cent mètres dans une très grosse galerie. A droite, la galerie est inondée, verrouillée par la voûte mouillante (Ph. 9), qui avait arrêté l'exploration en février 2006, désamorcée en février 2011, et qui ramène à la **Salle du Lac**.

On remarquera l'inversion du courant d'air au long de la progression, qui indique qu'une entrée haute, encore inconnue, alimente le réseau, avec diffluence du flux d'air, quelque part le long du Boulevard Est.



Photo 9 - Flo et Jean-Michel au bout de la branche Est, devant le siphon 2006, désamorcé (Ph. Phil Bence)

Du coin de l'œil, on distingue à gauche une lueur dans le lointain. Trois cent mètres de galerie horizontale au sol formé d'un épais dépôt de sable, mélangé à des débris végétaux, lit asséché d'une grosse rivière temporaire (Ph. 10), conduit à un chaos rocheux ouvert sur l'extérieur, la **Porte Est** (Ph. 11). On ressort dans **Kouan Pheung**, la doline des Abeilles (Ph 12, 13)). Auparavant, au pied de l'éboulis, sur la droite, un petit bout de galerie déclive amène au **siphon Est** qui bloque toute continuation. Dans la doline, on distingue en face le large porche de **Tham Kouan Pheung**, suite évidente du réseau, dans laquelle nous avons exploré 600 m de galeries supplémentaires (Ph 14). Malheureusement, cette grotte ne fait que traverser l'épaulement calcaire qui sépare la doline des Abeilles de sa voisine, et ne donne pas accès à la grande galerie rectiligne espérée en direction de T. Houay Saï perte, plus à l'Est. Elle constitue cependant un regard supplémentaire sur le parcours de la rivière.

Le Grand Canal

Depuis la **Salle du Lac**, on peut revenir vers l'ouest, dans une galerie parallèle au Boulevard Est. Une centaine de mètres plus loin, on retrouve la rivière qui occupe alors la totalité de la galerie. Sur près d'un kilomètre, on canote paisiblement en ligne droite dans le **Grand Canal**, rue d'eau de 20 m de large, de section triangulaire parce que la voute suit le pendage du toit calcaire. La galerie est finalement barrée par un massif stalagmitique vertical. La suite est probablement la lucarne repérée depuis la rivière, inaccessible sans matériel d'escalade. A cet endroit, on est très proche de la base du **Labyrinthe**, et une jonction devrait pouvoir être réalisée avec le lacs de galeries qui s'y développe.

Le Réseau du Tigre

Peu après le départ du Boulevard Est, plusieurs départs, en montant suivant le pendage sur la gauche de la galerie, se repèrent facilement. Ils donnent accès à deux galeries parallèles. Le premier départ permet d'atteindre la **salle du Tigre**, dans laquelle un crâne d'ours (probablement *Ursus malayanus*) a été découvert en 2006, ainsi qu'une empreinte de patte légèrement calcifiée, un peu plus loin dans la galerie qui fait suite (découverte en 2011). Le second départ

débouche dans une galerie intermédiaire, encore incomplètement explorée, faute de temps, par laquelle arrive un bon courant d'air, qui alimente ensuite le **Boulevard Est** en direction de la **Porte Est**.



Photo 10 - La galerie Est, peu avant la sortie dans Kouan Pheung, la doline des Abeilles, (Ph. Phil Bence).

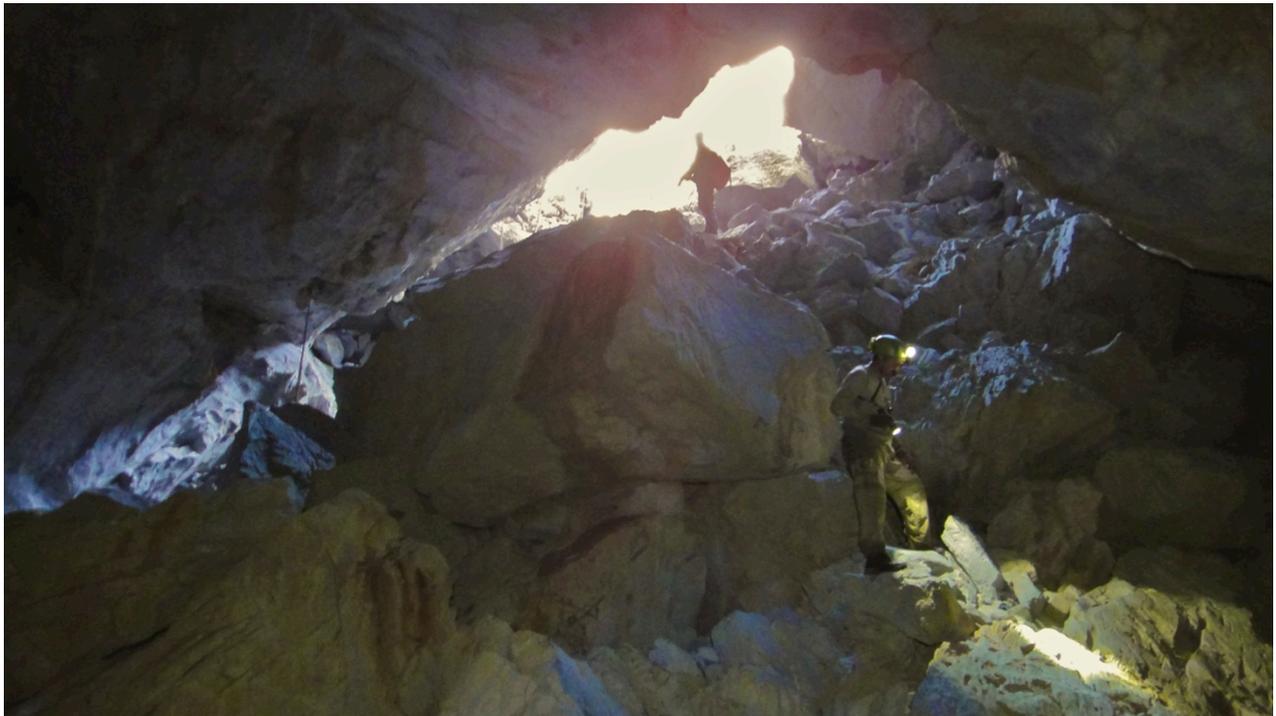


Photo 11 - Le chaos rocheux de la Porte Est - Sortie dans Kouan Pheung (Ph. C. Ghommidh)

4- Hydrologie

Les nouveaux réseaux, découverts en 2011, permettent de préciser partiellement la circulation de l'eau à travers le système, pendant la saison humide.

Depuis la **Porte Est**, le parcours est probablement le suivant :

- alimentation par le **siphon Est**, en relation probable avec Tham Houay Saï perte,
- écoulement libre vers l'ouest, via le **Grand Canal**, drain principal de cette partie du massif, puis, au pied du labyrinthe, à **Auchan**, changement de direction vers le sud, par l'**Esplanade de Sable**, le **Passage du Lac** et la **Galerie Bocuse**,
- après être passé sous le **shunt BerLau**, écoulement libre par la **Galerie du Sable** jusqu'à l'émergence temporaire de T. Houay Saï.

Au niveau d'**Auchan**, une diffuence est probable, par une galerie noyée qui doit alimenter la vasque amont de la **Rivière de Pierre**, toute proche. L'eau déborde alors en direction de Khoun Dôn, se perd au bas de la **Salle Khamsonne** et circule ensuite à travers des galeries encore indéterminées. Un point de passage possible est le **Lac des Plongeurs**, qu'un filet d'eau alimente.

Au niveau de la résurgence pérenne de Khoun Dôn, les galeries explorées par les plongeurs en février 2006 sont loin d'avoir la taille attendue pour un réseau de l'ampleur du Système Khoun Dôn-Houay Saï. Khoun Dôn pourrait ainsi être une cavité récente, développée à la faveur de l'abaissement du niveau de base.

Ce schéma n'intègre pas pour l'instant les aquifères situés plus à l'ouest, dans Tham Khoun Dôn. Les dépôts d'argile qui tapissent la partie aval de cette cavité montrent que les circulations y sont lentes. Il s'agit là probablement d'une zone de battement en période de hautes eaux, sans circulation importante. Mais ce n'est pas le cas plus en amont. Il reste également à comprendre la genèse des grosses galeries fossiles de Khoun Dôn qui forment la Grande Boucle. Un des objectifs de l'expédition 2012 sera de préciser ces différents points.



Photo 12 - Flo et Jean-Michel, dans la doline des abeilles (Kouan Pheung – Ph. Phil Bence)



Photo 12 - François et Bernard M. en reconnaissance dans Kouan Pheung (Ph. C. Ghommidh)

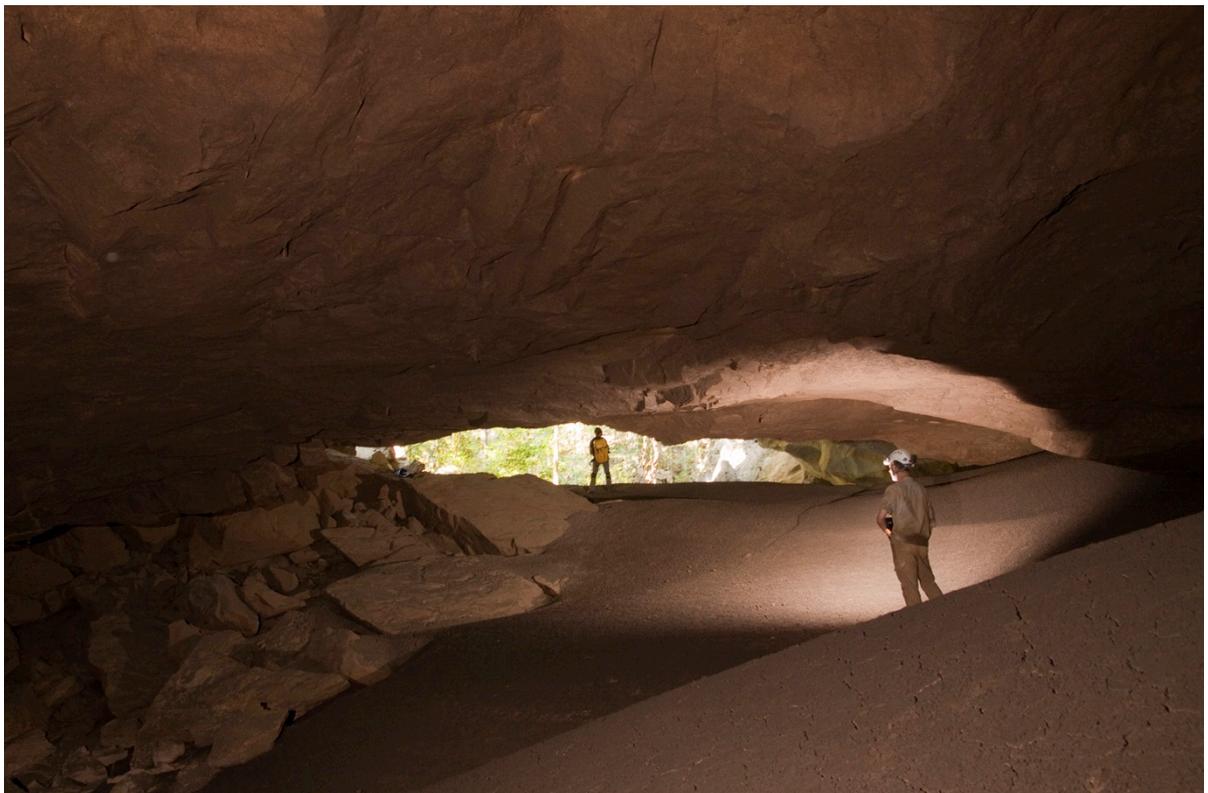


Photo 13 – Le porche aval de Tham Kouan Pheung (Ph Phil Bence).

Secteur Nam Hin Boun

La Nam Hin Boun est une grosse rivière affluente du Mékong. Sa moyenne vallée est une large plaine karstique qui s'étale sur 20 km depuis l'aval de la grotte de Konglo, jusqu'à l'entrée des gorges de la Nam Hin Boun, La région abrite deux cavités majeures. Il s'agit de Tham Konglo, une grotte-tunnel de 7.6 km de long (développement total 11.5 km) et de Tham Nam Non (la Grotte de l'Eau Dormante), plus longue cavité du Laos avec plus de 32 km de galeries topographiées.

Tham Konglo se traverse de part en part en pirogue à moteur et constitue une attraction touristique exceptionnelle, de classe mondiale. Connue depuis les explorations de la Mission Pavie à la fin du XIXème siècle, l'intérêt de ce site n'a été que récemment exploité. En 2000, un éco-lodge, la Sala Hin Boun, était ouvert une dizaine de kilomètres en aval de la cavité, dans le village de Phon Gneng. La grotte a depuis fait l'objet d'un aménagement raisonné grâce au soutien de la Région Rhône-Alpes et connaît une fréquentation grandissante, surtout depuis que la route d'accès a été goudronnée, en 2008.

Tham Nam Non est une résurgence active en saison des pluies, remarquable par son ampleur. Depuis le porche de la résurgence, situé à moins d'un kilomètre au nord de Ban Nam Non, village traversé par la route d'accès à Tham Konglo, on peut parcourir sans difficulté une énorme galerie de 40 m de diamètre moyen, pavée de galets de grès, sur près de trois kilomètres. Au delà, l'exploration devient plus aventureuse et reste réservée aux spécialistes. En février 2010, dans le cadre d'une expédition parrainée par la CREI, l'équipe franco-roumaine de spéléo-plongée conduite par Laurent Mestre, assistée par notre équipe, a franchi le court siphon (45 m) qui séparait Tham Nam Non de Tham Song Dang, perte principale du système sur le versant nord du karst.

Accès au secteur Nam Hin Boun

Depuis Thakhek, suivre la route nationale 13, qui remonte la plaine du Mékong vers le Nord-Est. Il s'agit de la route principale qui relie le sud du Laos à la capitale Vientiane, empruntée par de nombreux bus et camionnettes. Il n'est pas difficile de trouver un moyen de transport. Après environ 100 kilomètres, à Vieng Kham, bifurquer à droite sur la route 8 qui remonte vers le nord en direction de Lak Sao et de la frontière avec le Vietnam. L'itinéraire devient peu à peu spectaculaire. Il grimpe à travers le karst jusqu'au pied du plateau gréseux de Nakai et franchit un point haut d'où la vue est saisissante. Pinacles, tsingys s'étalent jusqu'à l'horizon. Un point de vue a été aménagé et une halte s'impose (Ph 15).



Photo 14 - Le karst, vu d'en haut, depuis la route n°8 vers Khamkeut et Lak Sao

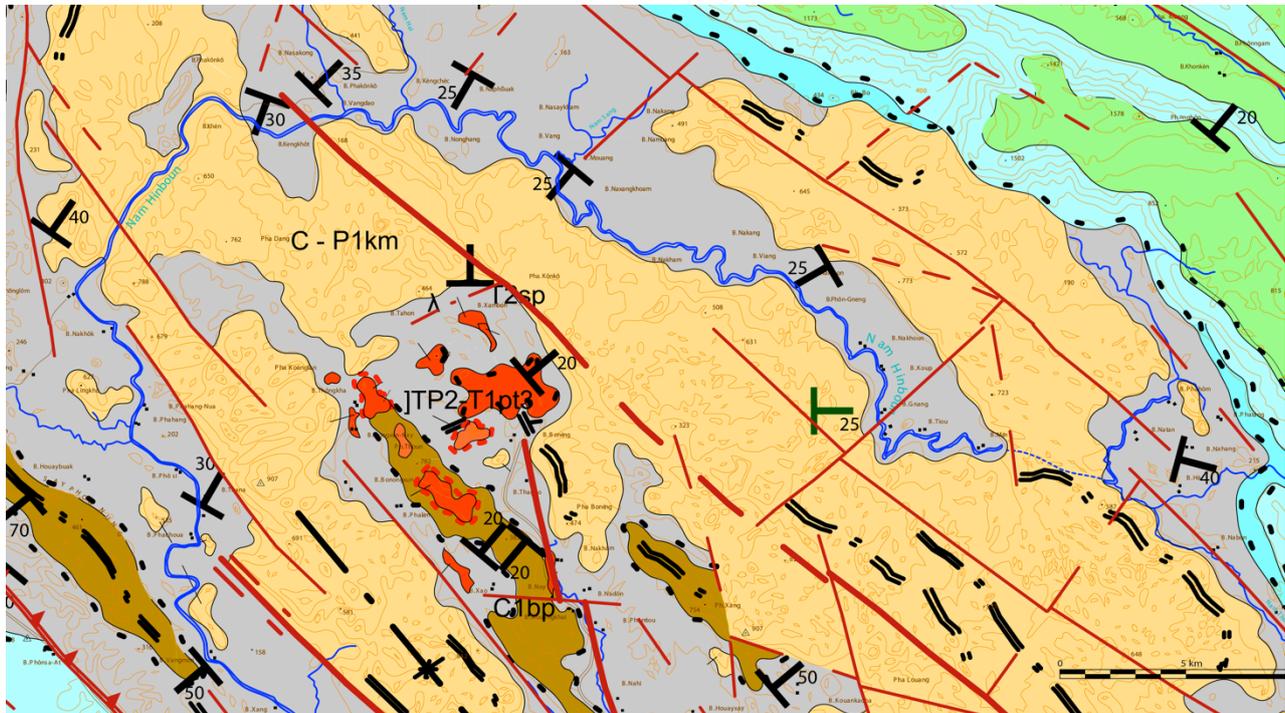
La route redescend ensuite et rejoint la vallée à proximité du confluent entre la Nam Hin Boun et l'exutoire d'une centrale électrique qui turbine les eaux du barrage Nam Theun I plus au nord.

Le parcours est ensuite horizontal. La route est aujourd'hui goudronnée sur la totalité du parcours et le village de Konglo, au bout de la vallée, est accessible en toute saison.

Depuis Thakhek, avec une berline ordinaire, il faut trois heures pour rejoindre la Sala Hin Boun, à Ban Phon Gneng, alors qu'il y a quelques années, l'accès, même en 4x4 pouvait être délicat. Le goudron s'arrêtait à Nahin, et en saison humide, la pirogue était alors le seul moyen de transport possible. Il fallait alors 3 heures pour remonter, à partir d'un embarcadère situé un peu au sud de Nahin, les 60 km de rivière, qui méandre paresseusement au long des vingt kilomètres de la vallée.

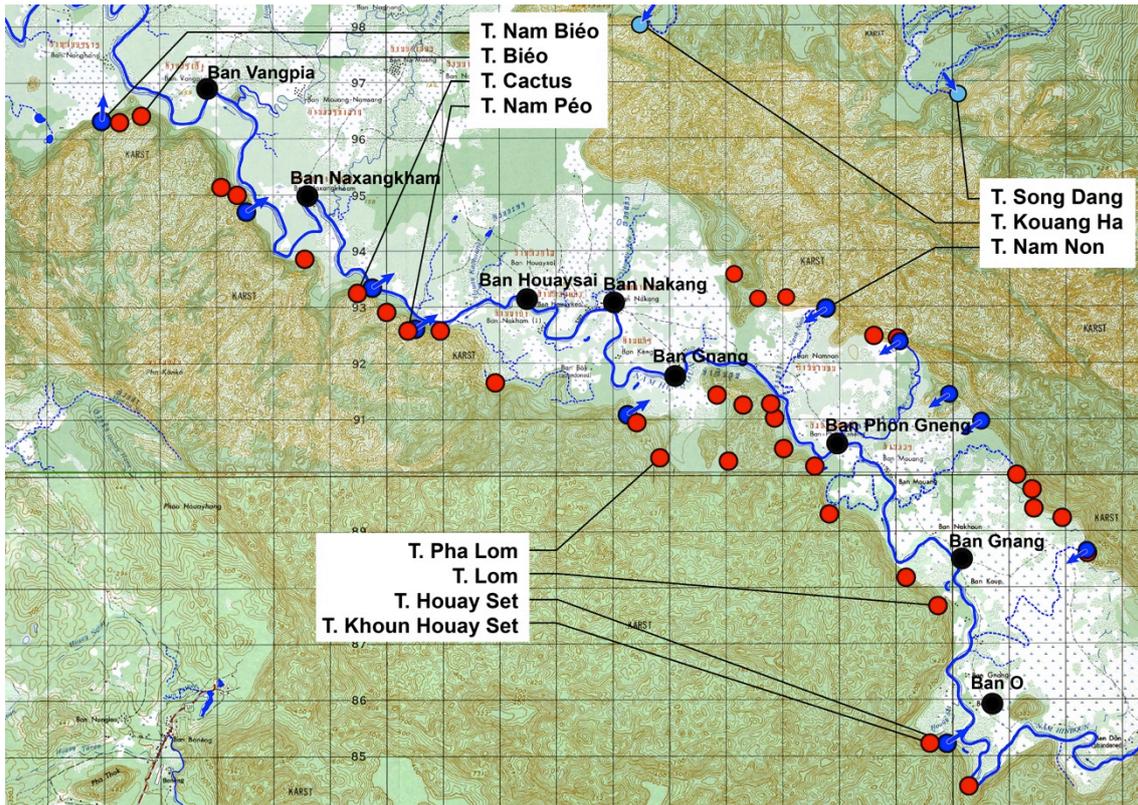
Géologie

La géologie de cette région a été discutée précédemment. Sur la carte géologique agrandie, on identifie aisément le dôme qui correspond à la cuvette de Phon Thiou. Là, les calcaires permo-carbonifères et les marnes carbonifères sous-jacentes ont été déblayés pour laisser apparaître le sous-bassement dévonien et les intrusions magmatiques qui sont à l'origine du gisement d'étain de la Nam Pathène. Ce bombement de terrains imperméables a pour résultat d'orienter l'écoulement des eaux infiltrées sur le karst de manière radiale, toujours en direction de la Nam Hin Boun, dont le cours contourne le dôme. Le schéma est compliqué par la présence d'un système de failles principal orienté NO-SE, recoupé par un jeu de failles secondaires perpendiculaires, plus récent.

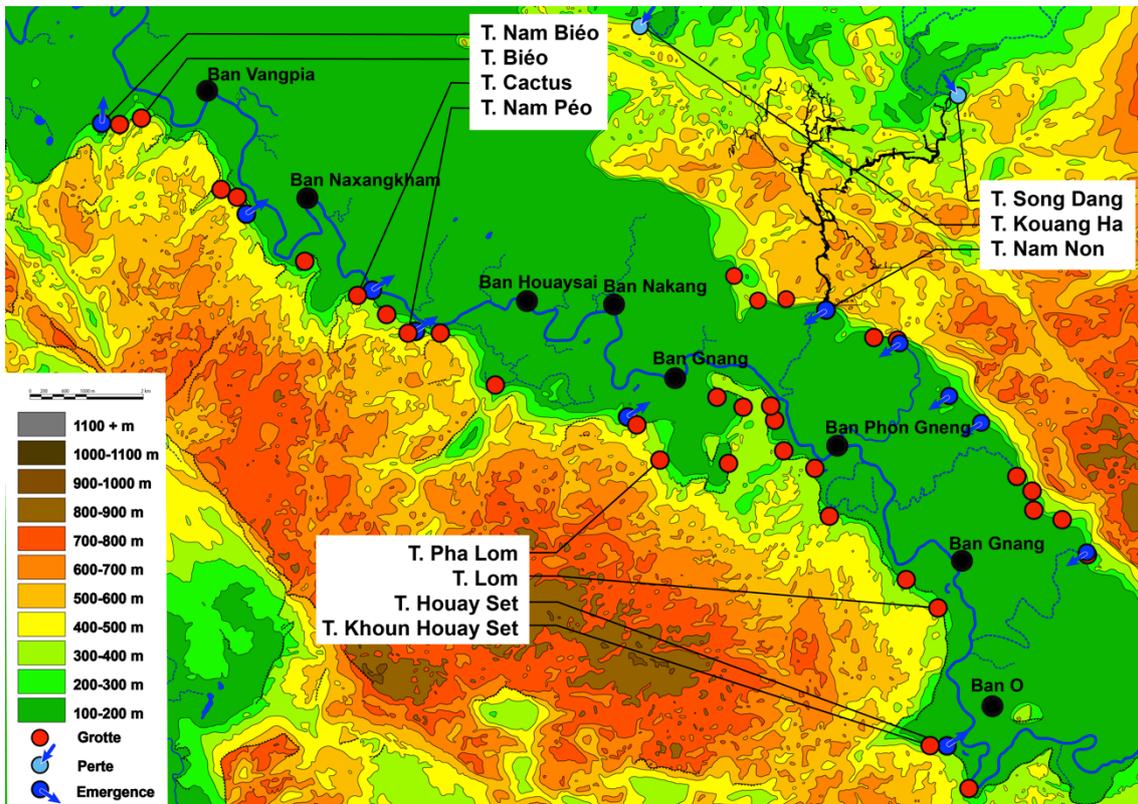


- K1_nx : Crétacé inférieur
- J3np : Jurassique supérieur - Formation de Nam Phouan
- J1-2 : Jurassique inférieur - Formation de Ban Lao
- C-P1km : Carbonifère-Permien - Calcaires du Khammouane
- C1bp : Carbonifère inférieur - Formation de Boualapha
- D1-2pk : Dévonien inférieur - Formation de Phon Kéo

Carte 7 – Extrait de la carte géologique des secteurs Nam Hin Boun et Ban Thonglom



Carte 8 - Carte topographique de la moyenne vallée de la Nam Hin Boun. Emplacement des cavités principales



Carte 9 - Carte colorisée de la moyenne vallée de la Nam Hin Boun. Emplacement des cavités principales

Tham Lom - MK23 (la grotte du Vent)

par François Brouquisse

1- Localisation

Tham Lom (la grotte du vent) s'ouvre une centaine de mètres au-dessus de la plaine, dans le versant raide et boisé qui domine Ban Gngang. A 300 m de la Nam Hin Boun, on quitte les champs en lisière de forêt et l'on prend un chemin raide qui mène en 20 minutes à une petite entrée d'où s'exhale un courant d'air (ph.16).

Coordonnées (système géodésique / grille : Indian-Thai / UTM 48Q) :

X = 469.398 km

Y = 1987.795 km

Z = 312 m

Carte topographique au 1/25000 : Ban O E-48-78-A-b, UTM 48, Indian 1975

Tham Lom - MK23 - Ban Gngang

2- Historique

Cette cavité nous avait été indiquée en 2002 : une centaine de mètres avaient alors été topographiés en reconnaissance, avant de s'arrêter sur un puits non franchissable sans matériel (BMv, AC et FB le 25 février 2002) [1].

Neuf ans plus tard, à nouveau guidés par les habitants de B. Gngang, nous retournons à T. Lom. En quelques jours 4.6 km seront explorés et topographiés :

JMS, LS, BM et FB le 2 mars 2011,

JMS, LS, PB, FG et FB le 3 mars,

FG, PB et FB le 4 mars,

FG, PB, FB, BM, BG et LG le 6 mars,

BM, LG et GC le 8 mars,

FG, PB, FB, BM, BG, LG, GC, KA et JC le 9 mars.

FG, PB, LG et BG le 10 mars.

3- Description

On se reportera à la topographie (Plan 5 – Tham Lom MK23 (Ban Gngang)).

Le réseau d'entrée

Sitôt l'entrée franchie, la grotte s'élargit et commence à descendre. De belles dimensions (jusqu'à 10 m de large et 15 m de haut), elle est abondamment concrétionnée (gours et microgours, massifs stalagmitiques blancs).

Ca et là des stalagmites tombées au sol se sont ressoudées, témoins probables de l'activité sismique qui affecte toute cette partie de l'Asie. A 50 m de l'entrée on rencontre deux petits puits non descendus.

De nombreux remplissages anciens en plaques terreuses plus ou moins indurées, recreusées, ébouleuses avec des points de soutirage, alternent avec les secteurs concrétionnés.

A 150 m de l'entrée un premier puits borgne et une rampe fortement inclinée nécessitent d'équiper en paroi droite. Dix mètres plus loin un embranchement signalé par une belle draperie blanche (ph.17) donne accès à trois secteurs différents :

Vers l'ouest, un galerie coupée d'effondrements, se divise en deux et se termine 100 m plus loin sur remplissages.

Au sud, une escalade de quelques mètres dans un massif stalagmitique conduit à une très belle galerie (> 110 x h10). Elle commence par une grande coulée, au sol, de micro-gours étincelants, la "Coulée orange". Petits ressauts, blocs épars, massifs concrétionnés, micro-gours, parois et planchers croûteux couverts de petits choux-fleurs se succèdent sur 300 m, jusqu'au fond où une petite rotonde puis un passage bas amènent sur une petite salle-puits d'où sort un léger courant d'air.

Cinquante mètres avant le fond la paroi gauche est couverte de lapiés verticaux de ruissellement, à l'aplomb de l'arrivée d'une galerie supérieure, 15 m plus haut (pt 32), qui semble recouper le toit du niveau inférieur. Un courant d'air en provient.

Vers l'est un court passage bas donne sur la suite du réseau par un P20.

Le secteur du P20

Le P20 donne accès au plancher d'une salle très concrétionnée avec des gours magnifiques, la "Salle des Gours" (ph.18, 19, 20). Cette salle est un point central ; de là partent trois réseaux :

un remontant qui mène, après escalade, au grand réseau supérieur avec le point haut de la cavité (+ 90),

un filant vers l'aval, et conduisant au point bas de la cavité (-165),

la galerie du "Kiki" partant sur une fracture, vers le nord.



Photo 16 - Entrée de Tham Lom - MK23 (ph. P. Bence)



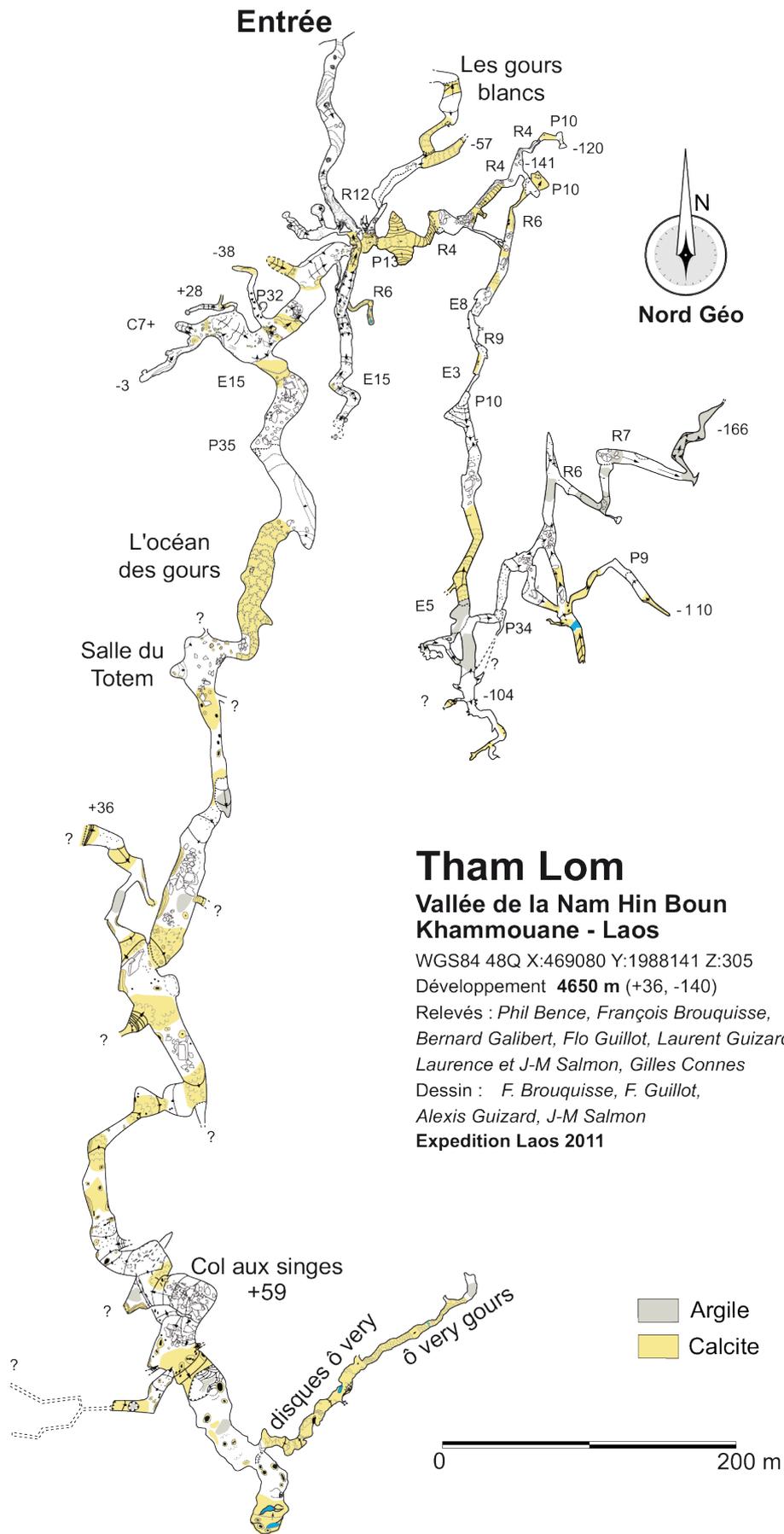
Photo 17
Réseau d'entrée, bas du R12
(ph. P. Bence)



Photo 18 - Salle des Gours (ph. P. Bence)



Photo 19 - Salle des Gours (ph. P. Bence)



Plan 5 – Tham Lom MK23 (Ban Gngang)



Photo 20 - Salle des Gours (ph. B. Galibert)



Photo 21 - Accès au réseau supérieur : escalade de 20 m (ph. B. Galibert)



Photo 22
Réseau supérieur P35
(ph. B. Galibert)



Photo 23 - Réseau supérieur : l'Océan des gours (ph. P. Bence)

Le réseau supérieur

La galerie des Grands Gours

A l'extrémité ouest de la salle du P20 une grande galerie richement concrétionnée, au sol recouvert de coulées stalagmitiques blanches et brillantes, coupée de quelques grands gours, remonte sur 200 m avant de se terminer sur concrétionnement.

Elle présente une section moyenne de L15 x H10 jusqu'à un décrochement qui s'élargit en grande salle, puis se rétrécit sur les 100 derniers mètres.

Coté nord-ouest, plusieurs galeries secondaires en partent, à niveau. La première surplombe légèrement en balcon et reste à voir ; la seconde est colmatée, mais, latéralement, un court passage conduit au bas d'un puits remontant (fort écho) qui semble rejoindre un niveau supérieur ; enfin la troisième de dimensions plus réduites se termine d'un côté sur un petit puits remontant, de l'autre sur un méandre étroit descendant : un faible courant d'air existe.

Coté sud et à une quinzaine de mètres seulement de la salle du P20, part un petit méandre tapissé de microgours, qui se termine sur deux vasques d'eau cristalline bleutée après un ressaut d'escalade de 6 m ayant nécessité un goujon et demi.

C'est au niveau du décrochement que se situe dans les voûtes la suite du réseau : une escalade de 20 m (ph. 21) donne accès à un niveau supérieur constitué d'une galerie principale de belles dimensions (110-25 x h5-30).

La galerie du Totem et du Col des Singes

On remonte une vingtaine de mètres supplémentaires dans une salle remplie de blocs et l'on parvient au point le plus haut de la partie nord de la cavité. Un P35 (ph.22) ramène sensiblement le plancher de la galerie qui file plein sud, au même niveau que celui de la galerie des Grands Gours.

Au bas du puits qui se termine sur un grand plat, la voûte s'abaisse mais la galerie est toujours aussi large (120 x h5) : c'est "l'Océan des gours" qui débouche dans la salle du Totem abondamment concrétionnée avec quelques magnifiques colonnes (ph.23, 24, 25).

Désormais les secteurs au sol superbement calcité alternent avec des portions encombrées de blocs. La progression se fait en remontant légèrement, avec un premier ressaut (R9) équipé en fixe. En haut et de suite à main droite une galerie part sur une coulée : elle mène sur un embranchement en T avec deux escalades à faire.

150 m après le R9, la galerie monte brusquement en s'orientant au sud-ouest puis reprend vers le sud une pente plus modérée jusqu'à une zone de grands éboulis remontants. On atteint pratiquement la voûte au Col des singes, point haut de la galerie principale à +59 m.

Derrière le col une galerie revient sous la zone d'effondrement mais se termine au bout d'une centaine de mètres. Un peu plus loin et à main droite part une petite galerie remontante qui aboutit à une bifurcation : l'escalade de la branche gauche ne donne rien, si ce n'est le point le plus élevé de la cavité à +90 m ; la branche de droite conduit à un ressaut de 7 à 8 m qui reste à escalader.

La galerie principale se termine à 200 m au sud du col des singes dans une zone concrétionnée et humide où quelques gours actifs hébergent des crabes cavernicoles. Juste avant ce terminus, la très exceptionnelle galerie "disque ô very" - "ô very gours", descend sur environ 200 m mais se termine sur un colmatage d'argile à -76 m.

Le réseau aval

En contrebas de la salle du P20 derrière un massif stalagmitique un petit ressaut conduit à la suite du réseau vers l'aval : une grande galerie très concrétionnée descend vers le nord-est et se termine à -120 sur un puits borgne.

La suite du réseau se trouve en fait une quarantaine de mètres avant le fond : une galerie part à niveau, plein sud. Vingt mètres plus loin, latéralement 2 petits puits mènent à un soutirage étroit dans de la calcite (-141).

En poursuivant dans la galerie, une escalade de 8 m dans un remplissage, suivie d'un ressaut de 9 m, conduisent à une nouvelle petite escalade : une étroiture ventilée, d'une dizaine de mètres, entre remplissage et plafond (ph.11). Fait suite une descente d'une vingtaine de mètres dans le remplissage très ébouleux, et une belle galerie que l'on suit jusqu'à un mur d'argile de 6 à 7 m de haut, reliquat d'un ancien remplissage qui a été postérieurement presque entièrement repris par l'érosion (ph. 27). Conservé sur une vingtaine de mètres ce talus redescend aussi abruptement.

Une vingtaine de mètres plus loin on arrive à une zone carrefour ; à niveau la galerie principale se termine 100 m plus loin, apparemment colmatée (absence de courant d'air). Les diverticules qui partent à main droite se terminent rapidement : ils semblent remonter dans le pendage ; les planchers stalagmitiques sont parfois peu épais et peuvent s'effondrer (pt C6).

La suite du réseau est à main gauche dans l'aval pendage : 25 m plus loin, une main courante permet de franchir un puits bien propre (P34) par la droite (lames stalagmitiques anémolithes sonores – ph. 28). Ce puits creusé en soutirage par arrivée d'eau du plafond, se finit en faille étroite.

Cinquante mètres plus loin on arrive dans un secteur encombré de blocs avec deux départs à main droite qui bouclent. Ils conduisent : vers le sud à une belle vasque et un boyau remontant sans courant d'air ; vers l'est à une petite galerie qui donne sur un P9 bouché par la calcite.

De l'embranchement, la galerie principale continue à descendre, rythmée par des coudes marqués, deux ressauts à équiper (R6 et R7) et se termine sur un méandre infâme très boueux étroit et sans air à -165 ; on est au point le plus bas de la cavité et à près d'un kilomètre de l'entrée.

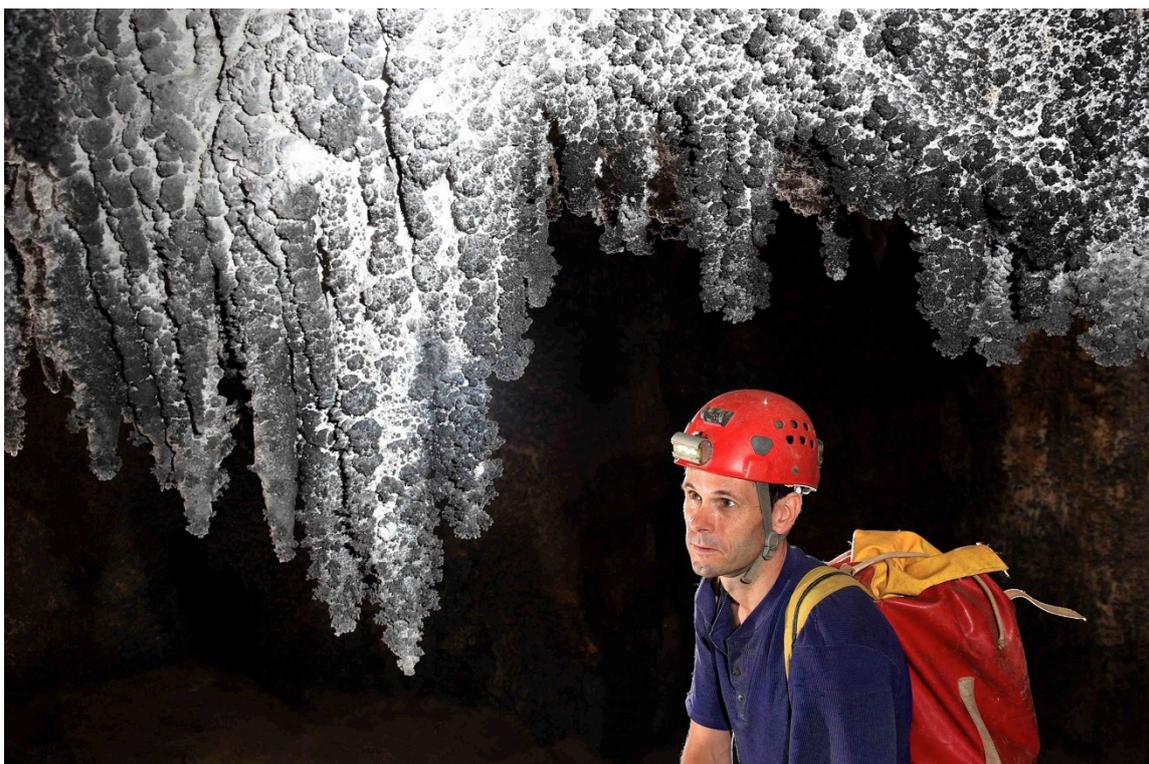


Photo 24 - Réseau supérieur : l'Océan des gours (ph. B. Galibert)



Photo 25 - Réseau supérieur : la Salle du Totem (ph. B. Galibert)

La galerie du Kiki

Elle se développe sur 150 m à partir du bas du P20 : après une petite escalade la galerie se divise en deux.

Dans l'axe, ça remonte jusqu'au pied d'une escalade à faire, avec un fort courant d'air (-57).

A main gauche la galerie descend sur une coulée de calcite et rejoint une zone de gours blancs superbes, avec arrêt sur un ressaut de 10 m non descendu (-83, pas de courant d'air).

En début de galerie, une escalade, à main gauche quand on vient de la salle, montre un départ nécessitant une main-courante.

4- Equipement

L'accès au terminus du réseau aval, depuis l'entrée, nécessite environ 190 m de corde, celui à l'amont du réseau supérieur 150 m.

Tableau 2 - Fiche d'équipement de Tham Lom - MK23

Fiche d'équipement					
Secteur	Point topo	Obstacle	Corde	Amarrage	Observations
Réseau d'entrée	11	P10 - MC	30	4G + 3AN	
Secteur du P20	1001	P20	25	2G, 2G	prévoir anneau en plafond au départ, et 1D plus bas
Galerie des Grands Gours	10_27_8 - 10_27_9	E6	10	1G, 1AN	
Réseau du Kiki	K3 - K4	E3 ?			
	K4 - K5	R6 ?			
Réseau aval	10_1 - 10_2	R3	5	AN	
	10_18	R4			
	20_2	P10			
	A6	R6			
	A3	P10			
	A15 - A16	E8	10		en place
	A19	R9	15		
	B24 - A22	E3	5		en place
	B20 - B18	P20	30	AN, L, G	ébouleux
	B12 - B13	E5	10	AN	en place ?
	B10 - B11	R7	15		
	I3 - I4	MC	15	AN - G	
	I3B	P34			
	D17	R6	10		
	D18 - D21	R7	15	G	
	L7 - L8	P9			
Réseau supérieur	10_32 - E0 - E2	E30	40	G, AN	
	E4 - E5	P35	40	AN, 3G, 1D	
	F9 - F8	E10	15		en place

5- Karstologie

Comme les autres grands réseaux de la région, l'extension de celui-ci en fait un sujet d'intérêt majeur, d'autant que tenter d'établir quelques caractéristiques régionales de l'évolution du karst nécessite l'étude et la comparaison d'un nombre suffisant de cavités.

Sont rassemblées ici quelques premières observations ponctuelles et réflexions qui n'ont pour objectif que de stimuler le plaisir de la découverte et de la compréhension de la cavité. Notre modeste contribution - une petite pierre de plus à la connaissance patrimoniale du karst laotien - ne saurait bien sûr prétendre à la qualité et au professionnalisme de ceux qui mènent des travaux de grande ampleur depuis près de vingt ans [2].

5.1 - Structure et morphologie

Le réseau est structuré par son pendage local et la position de la vallée de la Nam Hin Boun, axe de drainage majeur et probablement très ancien au vu de l'importance de l'ablation karstique.

Dans le paysage régional actuel on rencontre d'importantes dépressions karstiques fermées mais drainées, comme celles de Ban Boumlou, de Ban Na (Houay Tham Heup) ou de Ban Louang. D'autres, nombreuses, sont semi-ouvertes en bordure de chaînons. Elles représentent ce que la vallée de la Nam Hin Boun a pu être par le passé.

Son drainage vers le nord-ouest, puis le coude brusque en direction du Mékong, perpendiculairement à l'axe des chaînons calcaires, est lié aux orientations structurales régionales. La vallée sert depuis longtemps de niveau de base régional et d'exutoire aux circulations karstiques qui convergent vers elle.

Les niveaux étagés que l'on peut suivre dans certaines cavités se sont tous développés vers la Nam Hin Boun, en s'enfonçant au fur et à mesure que le plancher de la vallée elle-même s'abaissait.

Concernant Tham Lom, le réseau actuellement connu, orienté sud-nord (fig.2), est principalement structuré sur deux niveaux correspondant à deux phases de creusement, que l'on repère aussi bien sur la coupe projetée (90° - 0°) (fig.1) que celle (0°-0°) (fig.2) :

Le réseau supérieur, dont l'origine amont est probablement bien éloignée, est le plus important : l'entrée actuelle de la cavité peut correspondre à son ancienne émergence, à une altitude voisine de 310 m, ce qui situe le niveau de base de l'époque 150 m au-dessus de la Nam Hin Boun actuelle. Ce niveau a été stable suffisamment longtemps pour qu'un collecteur de grande dimension se développe et se stabilise avec une pente de l'ordre de 5 %.

On devrait peut-être pouvoir retrouver des surfaces d'érosion dans le paysage et au moins à partir de l'analyse des cartes topographiques. Du côté de Thakhek, des niveaux semblent apparaître vers 340 m d'altitude et entre 500 et 600 m.

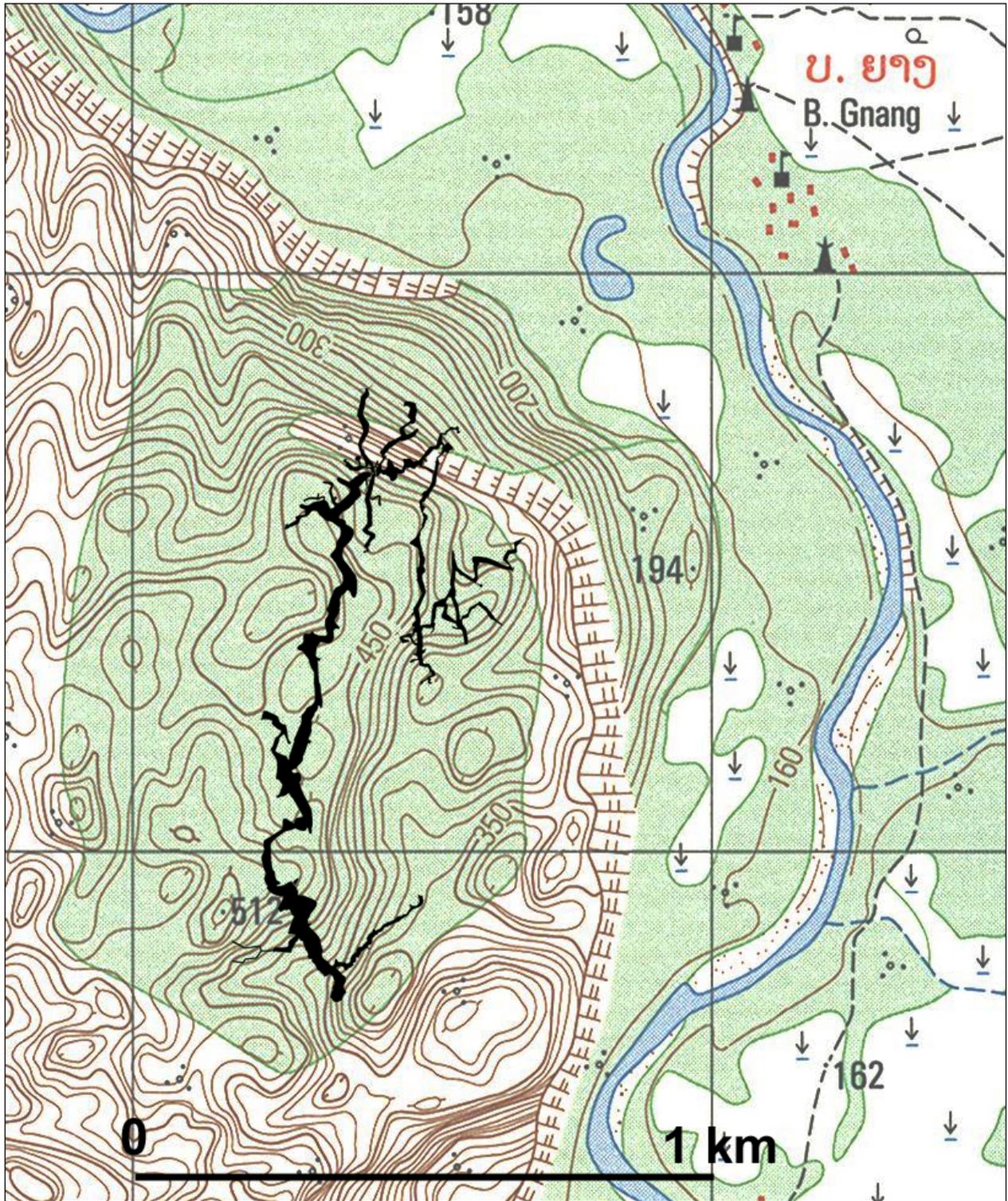
Le réseau "aval" qui est sans doute un cran d'enfoncement du précédent, très ancien lui aussi, dont une alimentation pourrait être la galerie "disques ô very" représentant en amont le cran de descente entre les deux niveaux. Vers l'aval son exutoire fossile peut se trouver au-delà des points bas nord du réseau (-141 et -120).

La vue en relief du réseau est très instructive : la projection verticale sur un plan est - ouest est celle qui restitue le mieux le glissement progressif du réseau au fur et à mesure que l'on approche du niveau de base de la Nam Hin Boun, en suivant le pendage des couches.

Ce pendage à 25 ° vers l'est (N90° / 25°) ressort nettement de la structure générale du réseau, alors qu'il est très difficile de l'observer directement car les parois sont pratiquement toujours couvertes de micro choux-fleurs ou de couches concrétionnées qui masquent la stratification.

L'analyse des directions des visées topographiques ne s'identifie pas nécessairement à une analyse de pendage / fracturation car d'une part les visées ne sont pas réalisées dans l'axe des conduits, d'autre part l'orientation d'un conduit n'est pas sous la dépendance d'un facteur unique. On le voit bien ici où les conduits sont en partie diagonaux, orientés à la fois par le pendage local, qui tendrait à les développer en direction de l'est selon la ligne de plus grande pente (25°), et par la position de l'exutoire au niveau de base local, au nord du réseau actuel, d'où deux composantes, orthogonales dans le cas précis.

Ces niveaux, en particulier dans le réseau aval, sont parfois colmatés jusqu'au plafond par des dépôts que l'on pourrait croire diagénisés (pt B12) et qui ont été repris et décapés de façon inégale par l'érosion (réseau multiphasé), générant un parcours haché où l'escalade d'un remplissage résiduel peut être suivie quelques mètres plus loin d'un cran de descente. Ces galeries sont recoupées par des actifs (ou semi-actifs) beaucoup plus récents, venant des plafonds et directement alimentés par les percolations de surface, comme en atteste la roche très corrodée et la mise en relief de nombreux fossiles.



Carte 10 - Tham Lom MK23 - Localisation du réseau sur un fond de carte au 1:25000

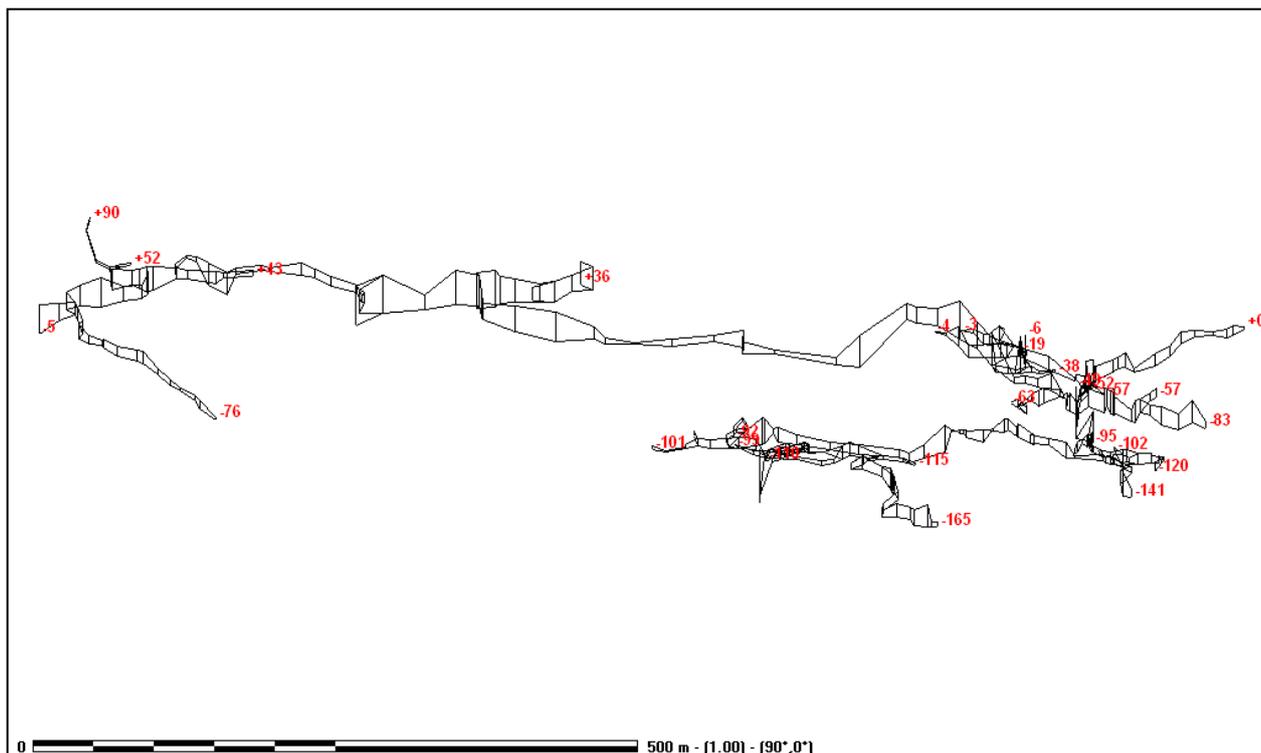


Figure 1 - Tham Lom MK23 : projection sur un plan vertical sud-nord

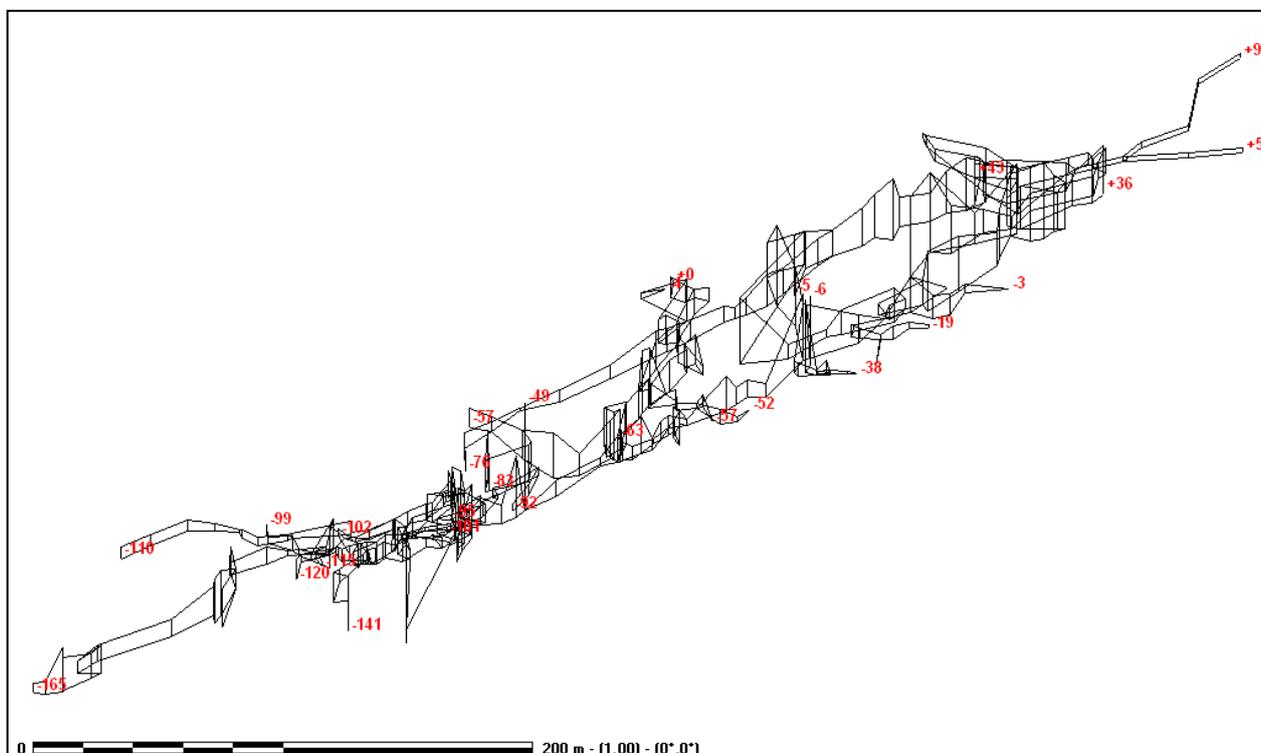


Figure 2 - Tham Lom MK23 : projection sur un plan vertical est-ouest



Photo 26 - Réseau inférieur : étroiture d'accès au P20 (ph. F. Brouquisse)



Photo 27 - Réseau inférieur :
remplissage - pt B12
(ph. F. Brouquisse)

5.2- Lithologie

Comme pour l'ensemble de la région, Tham Lom s'est développé dans les puissantes formations de calcaires et calcaires dolomitiques rapportées au Permo-Carbonifère. Ce sont des roches en bancs métriques bien marqués, très fissurés, à patine gris foncé à l'extérieur, cassure claire et parfois presque blanche, à grain fin.

Sous terre la roche est claire lorsqu'elle apparaît nue (pt 10), avec un léger aspect poussiéreux, ou granuleux de surface en particulier quand le ruissellement ou la condensation actuelle corrode la surface et fait ressortir les débris organiques et fossiles (pt I3 ?) (ph.14).

5.3- Remplissages détritiques et concrétionnements

Les remplissages ont parfois plusieurs mètres d'épaisseurs, à paroi souvent raide (pt B12 - B11, pt B19), faisant obstacle à la progression. Ces anciens dépôts ont été repris par l'érosion et leur démantèlement semble surtout lié au recoupement des anciennes galeries par des circulations verticales actives plus récentes : planchers perforés et soutirage des remplissages.

Quelques dépôts argileux et sableux se rencontrent, au niveau de points bas (décantation) et plutôt dans le réseau aval. On trouve également des reliquats de dépôts perchés sur banquettes en hauteur comme dans la galerie de la Coulée orange, quelques mètres après le pt 29, à 7-8 m de haut en paroi gauche.

Quelques planchers peu solides de cailloutis cimentés, parfois suspendus (entre pt 10-27-1 et 10-27-2), peuvent porter de vieilles fistuleuses sur lesquelles se sont développées de non moins vieilles excentriques, puis des choux-fleurs (pt 10-32-6).

On rencontre quelques dépôts clastiques (éboulis et blocs), mais il est probable que les coulées stalagmitiques en masquent une partie. Les plus importants sont au début du réseau supérieur (pt E0 - E4) et vers le Col des singes (pt F25 - F31). Entre les pt F5 et F6, une zone de blocs se trouve à l'aplomb d'un puits remontant.

Bien que seules des datations puissent permettre d'apprécier l'ancienneté des galeries, on observe la présence de concrétionnements parfois presque poudreux (on rencontre des planchers croûtés qui s'enfoncent et font penser à ceux que l'on rencontre massivement à Tham Biéo), et de concrétions à l'aspect terreux (pt 10-32-6) qui semblent très anciens.

Mais la caractéristique générale la plus évidente est l'abondance du concrétionnement, avec parois et sol calcités qui masquent quasiment partout la roche en place et recouvrent sans doute beaucoup des dépôts argilo-sableux sous-jacents. Sur 2/3 du réseau le plancher des galeries est recouvert de coulées et microgours blancs et brillants, de croûtes parfois cassantes et de films calcités recouverts de petits choux-fleurs. Si la plupart des coulées sont blanches, il faut noter la couleur orange étonnante de la galerie éponyme.

Ces mini-choux-fleurs peuvent être blancs, gris ou noirs mais la plupart du temps sont de ces couleurs mélangées. Ils sont omniprésents et recouvrent souvent des concrétionnements préexistants : ils semblent correspondre à la dernière phase de concrétionnement de la cavité.

Des concrétions en lame, orientées par le courant d'air (anémolithes), se rencontrent à la main courante du P34 (réseau aval).

Des perles de caverne sont observées çà et là, comme dans la galerie de l'Océan des gours (ph.15) ou dans la galerie latérale remontante vers le pt 56 (elles atteignent 3 cm de diamètre, sont de couleur gris-marron, mais des perles blanches dans un écrin de calcite se trouvent également vers les pt F16 -F17).

De nombreux disques sont à noter dans la galerie "disques ô very".

On remarquera enfin quelques stalactites ou colonnes renversées et cassées, parfois ressoudées au sol par le concrétionnement ultérieur, qui témoignent sans doute de l'activité sismique et autres manifestations néotectoniques (pt 14, 10-32 à 10-33, E10, 10-35 à 10-36).

5.4- Formes mineures

Les vagues d'érosion sont difficiles à déceler et à orienter du fait du concrétionnement quasi généralisé des parois.

Les quelques observations qui ont été faites sont douteuses : au voisinage des pt 8 - 10, en plafond les vagues de l'ordre de 80 cm semblent être orientées vers le bas ; au pt 10-31 des vagues de 20 à 30 cm semblent indiquer un ancien écoulement vers l'amont de la galerie ; par contre dans la galerie de l'Océan des Gours, les quelques vagues repérées confirment qu'on se trouve bien dans un ancien amont.

On notera les très belles cannelures verticales au pt 32 à l'aplomb de la galerie qui arrive en hauteur (galerie de la Coulée orange).

5.5 - Hydrologie

Le réseau est perché 150 m au-dessus de la vallée, et il n'y a bien sûr pas de circulation active horizontale. Seuls les apports par infiltration directe à partir de la surface parviennent à la voûte des galeries, à la faveur de puits-diaclases récents qui recoupent les niveaux anciens.

Là où se font ces apports concentrés, des soutirages se sont opérés avec reprise des remplissages anciens dont les parois se sont localement verticalisées.

Quelques-unes de ces arrivées ont été repérées car la roche est bien corrodée et humide, avec quelques gouttages, mais la saison sèche n'est pas propice à ce recensement (pt 32, 10-32-3-2, I3, 1-7).



Photo 28
Réseau inférieur: anémolithes
sonores Main courante du P35
(ph. F. Brouquisse)

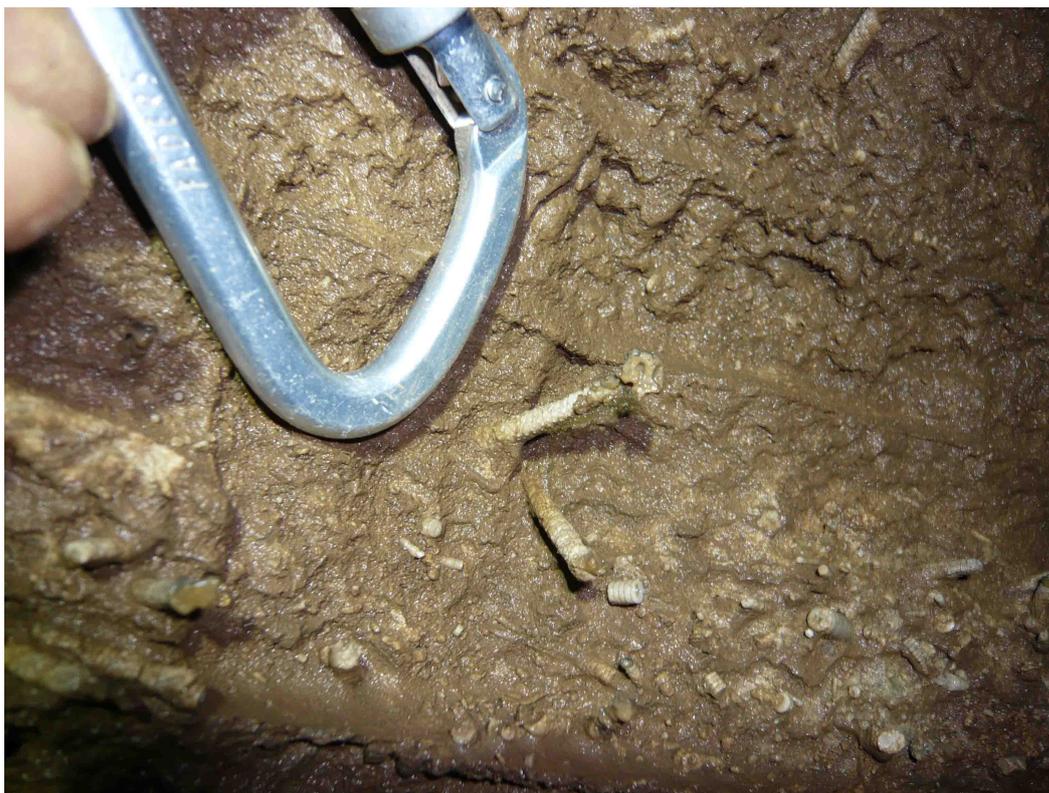


Photo 29 - Réseau inférieur : la corrosion a dégagé en partie un fossile (crinoïde ?) (ph. F. Brouquisse)

Quelques rares vasques et gours sont remplis d'eau : pt D3-D2 , eau peu claire ; pt 10-27-9 / 10-27-10) : gours extraordinaires avec cristaux totalement blancs et une eau cristalline légèrement bleutée ; pt 1-7 : alimentation par la coulée de calcite qui ferme la galerie ; pt 1-14 / 1-15 : galerie Disques ô very.

Des gouttages localisés doivent se produire en de nombreux endroits pendant la saison des pluies mais la très grande partie du concrétionnement ne semble plus évoluer du tout.

Quant aux paléo-écoulements, comme déjà mentionné, leur détermination n'est pas immédiate, d'autant que les microformes comme les vagues d'érosion sont masquées par le concrétionnement.

5.6- Physico-chimie et climatologie

Aucune analyse n'a été effectuée sur les quelques points où l'on a rencontré de l'eau. Mais à cette époque de l'année en particulier, il est quasi-certain que l'eau des gours soit sursaturée. Pour les faibles gouttages ou ruissellements de paroi rencontrés cela est moins sûr si l'on s'en tient à l'observation de la roche (cannelures de corrosion et dégagement de fossiles) : mais cette configuration montre seulement que sur un cycle annuel c'est la dissolution qui l'emporte. Enfin la période favorable à la dissolution reste la saison des pluies.

Tham Lom, autrement dit la "grotte du vent" : un panache de condensation et un fort courant d'air pouvaient s'observer en même temps à l'entrée le 2 mars 2011 vers 10 h.

A priori le phénomène est étonnant ; en effet le premier signifie que l'air qui sort de la cavité est plus chaud que celui de l'extérieur au voisinage immédiat de la sortie ; la vapeur d'eau amenée par le courant d'air sortant se condense alors en un fin brouillard. Mais le courant d'air étant sortant cela implique qu'il y a une entrée plus basse qui aspire. Or il fait plus frais à l'intérieur de la cavité qu'à l'extérieur.

Le même jour à 11h20, au niveau du pt 9 (au sommet du remplissage, à 100 m de l'entrée) le courant d'air bien net souffle toujours vers l'entrée. A 15h47 dans la galerie de la Coulée orange le courant d'air vient du fond et se dirige toujours vers l'entrée du réseau. Dans le réseau aval au pt A22, ce même jour à 15h un léger courant d'air vient de l'aval et remonte en direction de la Salle des Gours.

Le lendemain 3 mars, à 10h50, au bas du P20 (Salle des Gours) le courant d'air bien établi part vers le haut en direction de l'entrée ; dans la galerie des Grands Gours, à 11h25 au pt 10-31, à 13h au pt 10-32, à 14h11 entre les pt 10-28 et 10-29, le courant d'air se dirige vers la Salle des Gours (il vient de la grande arrivée en plafond : pt E0) ; dans cette dernière à 15h55 il provient toujours de la galerie des Grands Gours et remonte le P20. L'entrée semble donc fonctionner toute la journée comme entrée soufflante.

Le 4 mars à 9h40 le courant d'air est net, mais cette fois-ci l'entrée aspire. Par contre dans la Salle des Gours, une heure et demie plus tard, le courant d'air provient bien de la galerie des Grands Gours. Plus bas dans le réseau aval, il ne semble pas y avoir de courant d'air au fond dans les secteurs des pt B1 et B6.

Le 6 mars à 9h30 l'entrée est soufflante (?). A 13h dans le réseau aval, faible courant d'air du pt D11 au pt D10, pas d'air au pt D1.

Le 8 mars le courant d'air à l'entrée "s'est inversé" (aspirant ?).

Le 9 mars à 9h50 l'entrée est aspirante ; par contre à 13h45 l'entrée est en régime soufflant. A 13 h courant d'air net au pt F18 dans le réseau supérieur en direction de l'entrée.

Le 10 mars, à 15h un fort courant d'air, venant de la Salle des Gours, emprunte la galerie du Kiki ; plus loin au pt K20, le même très fort courant d'air remonte. Cette galerie remontante semble fonctionner comme la galerie d'entrée et annonce peut-être une sortie proche.

En conclusion, l'entrée principale fonctionne dans la journée comme entrée soufflante, le courant d'air venant pour l'essentiel de l'amont du réseau supérieur ; il semble aussi y avoir un faible courant d'air venant lui aussi du réseau aval, d'au delà du P20. L'entrée se comporte donc principalement comme entrée basse du réseau qui possède au moins une entrée haute (escalades à faire au fond du réseau supérieur)

Les inversions de courant d'air sont parfois visibles en début de matinée et correspondent probablement à l'inversion du courant d'air pendant la nuit.

Khammouane 2011 - Températures et courants d'air dans Tham Lom - MK23					
Station - localisation	Horodate	Temp. (°C)	Courant d'air	Observations	
entrée pt 9 couloir orange réseau aval - A22	02/03/2011 10:00		+++ soufflant	panache de condensation en sortie à l'extérieur	
	02/03/2011 11:20		++ soufflant	très léger CA au fond de la galerie : de face venant de l'étréouiture de la rotonde vers pt 33	
	02/03/2011 15:47		++ soufflant		
	02/03/2011 15:00		+ soufflant		
salle des Gours - bas du P20 galerie des Grands Gours - pt 10-31 galerie des Grands Gours pt 10-32 galerie des Grands Gours - pt 10-28 - 10-29 salle des Gours - bas du P20 galerie des Grands Gours pt 10-35-1 galerie des Grands Gours pt 10-38 et 10-39 galerie des Grands Gours pt 10-32-9 galerie des Grands Gours pt 106-105 réseau aval - pt B23	03/03/2011 10:50		++ soufflant		
	03/03/2011 11:25		++ soufflant		
	03/03/2011 13:00		++ soufflant		
	03/03/2011 14:11		++ soufflant		
	03/03/2011 15:55		++ soufflant		
	03/03/2011		-	étroit - pas de CA	
	03/03/2011		-	pas de CA - confiné	
	03/03/2011		-	pas de CA	
	03/03/2011		+	très léger CA de pt 106 vers pt 105 (début d'après-midi)	
	03/03/2011		+	étréouiture légèrement ventilée (entre remplissage et plafond)	
entrée salle des Gours - bas du P20 réseau aval - pt B1-B2 réseau aval - pt B6	04/03/2011 09:40		++ aspirant	heure approximative ; vient de la galerie des Grands Gours et remonte le P20	
	04/03/2011 11:10		++ soufflant	pas de CA	
	04/03/2011 14:00		-	pas de CA	
	04/03/2011		-		
entrée entrée réseau aval - pt D11 > D10 salle des Gours - bas du P20 entrée	06/03/2011 09:30	23	++ soufflant (?)	dans le courant d'air - couiveau suisse de Laurent - LG	
	06/03/2011 09:30		+ soufflant	pas de CA au pt D1	
	06/03/2011 13:00	21		couiveau suisse de Laurent - LG	
	06/03/2011 13:00	20		dans le courant d'air - couiveau suisse de Laurent - LG	
	06/03/2011 16:15			pluie la journée du 8 mars (chute de température) ; 17.0°C vers 6h le 9 mars	
	09/03/2011 09:50		++ aspirant	galerie remontante à droite après l'escalade équipée (pt F8-F9)	
réseau supérieur - pt F18 entrée réseau supérieur - pt F59 entrée galerie du Kiki galerie du Kiki - pt K20 galerie du Kiki - pt K 27	09/03/2011 13:00		++ soufflant	CA de la Salle des Gours vers le fond de la galerie du Kiki	
	09/03/2011 13:45		++ soufflant	remonte vers le haut, au-dessus du pt K20 (escalade) , vers 16h ?	
	09/03/2011		++	pas vraiment de CA en haut du R5	
	10/03/2011 15:00		+++		
Courant d'air (CA) : + léger ++ moyen +++ fort ; soufflant : dirigé vers l'entrée de la grotte	10/03/2011		+++		
	10/03/2011		+++		
	10/03/2011		-		

Tableau 3 – Climatologie : repérage des courants d'air dans Tham Lom – MK23



Photo 30 - Perles dans l'Océan des gours (ph. B. Galibert)



Photo 31 - Col des singes : crâne de singe calcifié (ph. P. Bence)

Sur la base des observations disponibles, à l'entrée le courant d'air semble se renverser entre 9 h et 10 h ; pendant la journée, dans tous les cas la circulation principale entre l'amont du réseau supérieur et l'entrée de Tham Lom est restée stable et dans le même sens.

Sans que nécessairement le sens des courants d'air et leurs heures aient été notés, on peut récapituler les principales observations, utiles pour orienter la suite des explorations. (tab.3).

6- Biospéologie

Il y a eu peu d'observations et aucune collecte de microfaune. Cependant plusieurs points seront à prospecter au droit des arrivées d'eau susceptibles d'apporter de la matière organique sous terre.

Dans le réseau supérieur, au Col des singes, des ossements de singes (dont des crânes calcifiés) ont été trouvés, ce qui laisse supposer une accès franchissable avec la surface (ph.31).

Un peu plus loin, au terminus de la galerie principale, des crabes de couleur rose (probablement *Erebusa calobates*) ont été rencontrés dans les gours actifs.

Un coléoptère rouge et noir d'environ 2 cm (sans caractère troglomorpe) a été aperçu dans la galerie de la Coulée orange (vers le pt 31), probablement parvenu là à la faveur des courants d'air.

Enfin quelques chauves-souris ont été croisées ça et là, et des os (espèce de petite taille) ont été trouvés près du pt 10-32 dans la galerie des Grands gours.

7- Occupation humaine

La cavité est connue des locaux, mais ceux-ci n'avaient jamais dépassé le premier puits. Aucune trace n'a été trouvée au-delà.

8- Topographie

FG (synthèse), PB, LG, BG, JMS, LS, FB, BM, GC - Grade 4 - Dév : 4650 m - Dén : 255 m (-165, +90) - fig.1 (ht).

En altitudes absolues :

l'entrée est à 312 m, environ 150 m au-dessus de la plaine de la Nam Hin Boun (alt : 160 m),

le point bas est à 147 m, ce qui le place plus de 10 m au-dessous du niveau de base et donne une idée de l'incertitude sur les dénivelées topographiées,

le point haut se situe à 402 m, soit - à cet endroit - une cinquantaine de mètres sous la surface.

Le fichier Visual Topo sert de référencement pour le repérage et la localisation des observations, mesures ou prélèvements (ex : "pt E10" signifie point (station) topographique E10).

9- Perspectives

Tham Lom est loin d'être terminée et son étude commence juste. De nombreux points d'interrogation sont à lever : puits à descendre et escalades à faire. La présence d'un courant d'air puissant et permanent implique au moins une sortie haute dans le massif.

De l'analyse de la topographie actuelle il est possible qu'une communication existe entre le secteur du P35 (pt E0 - E4) dans les voûtes et le puits remontant dans la galerie de la Coulée orange (pt 32).

De même, une galerie - qui est peut-être la suite de la galerie du Totem vers le nord au-delà de son raccordement à la galerie des Grands Gours - existe nécessairement en haut du P28 remontant.

Arriver à shunter le terminus amont de la galerie du Totem serait inespéré. Enfin il nous a été signalé l'existence d'une autre grotte un peu plus haut que Tham Lom (probablement une autre branche du même système).

Au niveau de l'étude de la cavité, il faut multiplier les observations locales (fracturation, pendage, fossiles, remplissages, écoulements actifs, courants d'air), échantillonner et collecter la microfaune.

10- Références

[1] FAVERJON, Marc ; BROUQUISSE, François ; CASSE, Philippe ; GUARDIA, Jean-Paul ; MICHAUD, Bastien ; MONGES, Thierry ; MOREAU, Manon ; NOAILLES, Ghislaine ; SOUBIRANE, Alain ; WOLOZAN, David (2005) : Chapitre 7 - Résultats spéléologiques.-

Khammouane 2002-2003-2004, Explorations spéléologiques et scientifiques en République Démocratique Populaire Lao : 112, 114, 115.

[2] MOURET, Claude (2010) : Asie du sud-est, Laos, Laos central 2011-1, vingt-et-unième expédition au Khammouane (Nouvelles découvertes et travaux de fond) ; Laos central 2001-2, vingt-deuxième week-end au Khammouane (Nouvelles découvertes et travaux de fond).-

Spelunca n°122 - juin 2011 : 6-8.

11- Abréviations et légendes

JMS : Jean-Michel Salmon

LS : Laurence Salmon

BM : Bernard Monville

FB : François Brouquisse

PB : Philippe Bence
FG : Florence Guillot
BG : Bernard Galibert
LG : Laurent Guizard
GC : Gilles Connes
KA : Karine Alibert
JC : Jean Charbonnel

I20 x h5 : largeur (20 m) et hauteur (5 m) de galerie
P20 : puits de 20 m - E10 : escalade de 10 m - C7 : cheminée de 7 m
R10 : ressaut (descendant) de 10 m
pt : point topo

Tham Pha Lom (la grotte du Vent de la Montagne)

Par Bernard Galibert

2650 m de réseau topographié pour un dénivelé total de 240 m (+150, -90).

1- Localisation

Coordonnées UTM-WGS 84 : 48Q x = 464.404 y = 1990.692, z = 270

Depuis le village de Ban Keng, on traverse à gué la Nam Hin Boun pour accéder à une alcôve de la plaine qui se développe au sud de la rivière. A travers rizières et champs de tabac, on gagne le pied du relief karstique et on atteint, dans les broussailles, une minuscule source, point d'eau inestimable en ces lieux arides. De là une montée raide et ébouleuse à travers la brousse, en contournant par la gauche un escarpement, conduit, une centaine de mètres plus haut, à une zone de végétation plus clairsemée. L'entrée de la cavité est un peu plus à droite, petit porche de 4 m sur 6 d'où s'échappe un courant d'air puissant qui agite violemment les feuilles et branches des arbustes alentours.

2- Historique

L'entrée est repérée en février 2009, par D. Ghozlan et C. Ghommidh, lors d'une journée de prospection guidé par un villageois de Ban Keng. L'exploration est rapidement arrêtée par un vaste puits qui barre la galerie. Pas de continuation à la base du puits (70 m), descendu le lendemain, mais la galerie semble se poursuivre en face. En 2010, un passage en vire est équipé et donne accès à une succession de galeries fossiles en montagnes russes. Le développement de la cavité passe de 200 à 2000 m pour un dénivelé de 240 m. Le courant d'air, pourtant bien perceptible malgré la taille des galeries, est perdu. Des escalades sont repérées, objectifs tous désignés pour l'expédition 2011.

3- Description

Depuis le porche d'entrée, la descente raide dans un éboulis instable emmène dans une large galerie horizontale bien éclairée par la lumière du jour. Quelques traces de guano sont visibles dès la fin de l'éboulis. Cinquante mètres plus loin s'ouvre un vaste puits de 35 m de section. Ce puits, subvertical sur sa première moitié devient vertical dans les derniers 20 m. Profond de 70 m, malheureusement colmaté par des sables et argiles, il rejoint le niveau hydrologique de base local. L'altitude du colmatage correspond en effet au niveau de l'exsurgence précédemment mentionnée.

Le courant d'air bien sensible au niveau de la galerie, malgré sa grande section, n'est plus détectable dans le puits. Une traversée aérienne empruntant un système de vires sur la rive droite du puits nous permet d'atteindre la suite de la galerie.

De bonne section, cette galerie, large de 20 m pour 12 m de haut, est parcourue par le courant d'air. Légèrement décline, elle s'enfonce en direction du sud-ouest. Le sol est recouvert d'un plancher stalagmitique non durci ou en cours de décalcification.

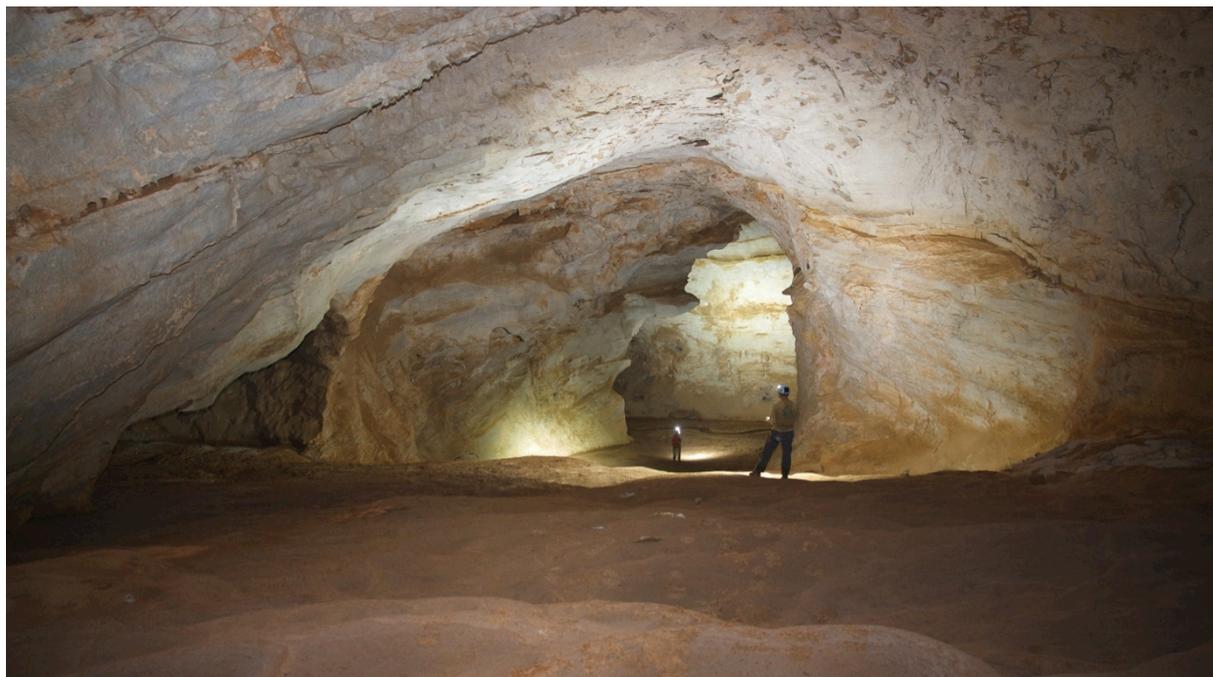


Photo 32 - Tham Pha Lom, après la traversée de la vire

Au niveau d'une fracture orientée sud/nord, on recoupe une circulation d'eau temporaire ainsi qu'une zone d'effondrement et d'absorption caractérisée par la présence de 3 puits/méandre.

Au-delà, la galerie change d'aspect et d'orientation et perd toute trace de concrétionnement. Légèrement ascendante sur une distance de 100 m, au sol terreux, une brusque rupture de pente oblige à mettre un équipement fixe en place. De cet endroit une galerie sous-jacente permet de rejoindre la série de puits de la fracture précédente.



Photo 33 - Tham Pha Lom, après la traversée

La galerie reprend, avec une section légèrement plus grande et le sol se recouvre à nouveau de calcite, bien dure cette fois. Deux cent mètres sont parcourus toujours en direction du nord-ouest avant de buter sur un seuil rocheux au niveau de la jonction avec une nouvelle galerie qui présente une section bien plus imposante : 40 à 50 m de large pour 20 à 25 m de haut. Ce carrefour deviendra "*la salle à manger*"

Vers l'aval, la galerie plonge au nord-est avec une pente bien marquée. Le sol encombré de gros blocs laisse rapidement place à du sable qui devient argileux au fur et à mesure de la descente. A -80, on arrive au terme de la descente sur un colmatage argileux. A nouveau, nous sommes à l'altitude de l'émergence et du niveau de base. Au cours de la descente, une galerie de section légèrement plus faible s'ouvre sur la gauche (nord-ouest). Parallèle à la précédente, elle se termine aussi sur remplissage à la même altitude. Si nous remontons cette nouvelle galerie nous rejoignons la "grande" galerie au niveau du carrefour. Nous poursuivons l'exploration de la "grande" galerie vers l'amont (sud-ouest). La pente, déjà bien marquée, se redresse encore. Quelques départs sont repérés sur son côté sud-est mais pas explorés. Au niveau d'une barrière d'une quinzaine de mètres de haut qui s'escalade par la gauche deux départs sont explorés. Nous allons y revenir dans un instant.

Au-delà de cette barrière, après 100 m de galerie fortement déclive au sol sablonneux, on vient buter sur une zone assez fracturée où la seule continuation possible est une escalade. Suite à cette escalade, un ensemble de petites galeries a été exploré sans trouver la suite espérée à ce réseau.

De retour au pied de la barrière, la première galerie "**de la chauve souris**" donne sur un petit réseau et plusieurs escalades non effectuées qui pourraient rejoindre les galeries découvertes après l'escalade au niveau du terminus.

Un deuxième départ en méandre, assez étroit au regard du reste de la cavité permet de rejoindre une vaste galerie descendante présentant une section de 15 m. Un puits de 20 m vient interrompre la progression. Passé cet obstacle nous pénétrons dans la galerie des "**Uropyges**". Orientée plein sud, la galerie s'oriente progressivement à l'ouest après un point bas, tout en reprenant de l'altitude. Nous passons de +43 à +150 dans une succession de blocs et de terre. A son point haut, un carrefour nous permet d'atteindre la salle "**cylindrique**". Cette vaste salle cylindrique se termine sur une escalade d'une quinzaine de mètres où l'on aperçoit le départ d'une galerie suspendue. Sur le côté nord-ouest, derrière de gros blocs se trouve la suite du réseau. Une galerie subhorizontale, légèrement ventilée et encombrée de blocs bute après 200 m plein ouest, sur une fracture. De part et d'autre, une descente verticale est nécessaire. Nous choisissons celle au nord, plus facile à équiper avec

le matériel qui nous reste... Descente de 8 m dans une galerie orientée au nord qui se concrétionne au fur et à mesure de notre progression. 150 m plus loin une petite salle entièrement colmatée par la calcite marque la fin de la galerie. Pas de courant d'air sensible.

De retour, sur la droite, peu avant le puits de 8 m, une galerie s'ouvre parallèle à la précédente et se termine 50 m plus loin sur un puits non descendu estimé à une quinzaine de mètres. A ce niveau nous ne sommes pas loin du deuxième puits non descendu précédent.

4- Explorations 2011

3 zones ont été particulièrement explorées en 2011.

4.1- Terminus de la galerie des Uropyges

En 2010, la galerie des Uropyges se terminait sur deux points d'interrogation :

Une escalade dans la salle Cylindrique

La descente du puits "terminal"

Notre choix c'est porté sur l'exploration du terminus, laissant l'escalade pour une prochaine sortie, qui n'a pas pu être réalisée en 2011 faute de disponibilités.

En 2011, la galerie (Galerie de l'Envie) qui fait suite à la salle cylindrique bute sur une fracture Sud / Nord.

- Au Sud, un autre puits avait été entrevu mais non descendu.

Après une dizaine de mètres d'une désescalade permet de rejoindre un petit conduit qui après un coude brusque ramène au dessus du puits non descendu ;

- Au Nord de cette fracture, un puits avait été descendu livrant une centaine de mètres supplémentaires mais la galerie était colmatée par de la calcite. Un autre conduit nous ramène dans le prolongement Est/Ouest de la galerie principale sur un puits estimé à une vingtaine de mètres.

La descente permet après une verticale de 17 m de prendre pied sur un vaste pallier où un passage bas et une pente argileuse permettent de gagner encore quelques mètres pour s'arrêter en haut d'un ressaut aux parois couvertes d'argile d'une dizaine de mètres de profondeur. Au vue de l'état des parois et de l'absence de courant d'air, Il est décidé d'arrêter là l'exploration.

4.2- Little Mekong

Après le passage du "ventilateur" la galerie décline et couverte de gours d'argile durcie, subit un brusque changement de direction au niveau d'une belle fracture orientée SSW/ NNE.

A l'extrémité SSE, un puits a été descendu et débouche sur un système complexe de galeries, globalement orientées sur la fracturation citée. Le point bas (-76) rejoint le niveau de base de la cavité.

4.3- Amont de la Barrière.

Au terminus du point haut de la grotte, une escalade avait été vue et en partie explorée en 2010 (F. Giacomello). C'est en revisitant cette partie haute pour en lever la topographie que le courant d'air principal de la grotte a été retrouvé ! Au delà de la première escalade de 12 m et d'un petit ressaut de 3 mètres, on rejoint une vaste galerie qui, après 50 m, oblique à gauche (sud). Au niveau de ce changement de direction, en hauteur, une galerie est repérée. C'est de celle-ci que le courant d'air provient. Mais sans un mat, elle est impossible à atteindre.

L'exploration de la branche sud n'a pas été entièrement terminée, un ressaut d'une dizaine de mètres ne nous a pas permis de poursuivre. Cette branche semble rejoindre un départ exploré avec arrêt sur colmatage d'argile en haut de la galerie des Uropyges (quelques mètres séparent les deux extrémités).

A l'opposée une petite galerie tortueuse et décline vient buter sur un remplissage de calcite. Aucun courant d'air n'y a été détecté.

4.4- Au niveau du grand carrefour de la salle à manger,

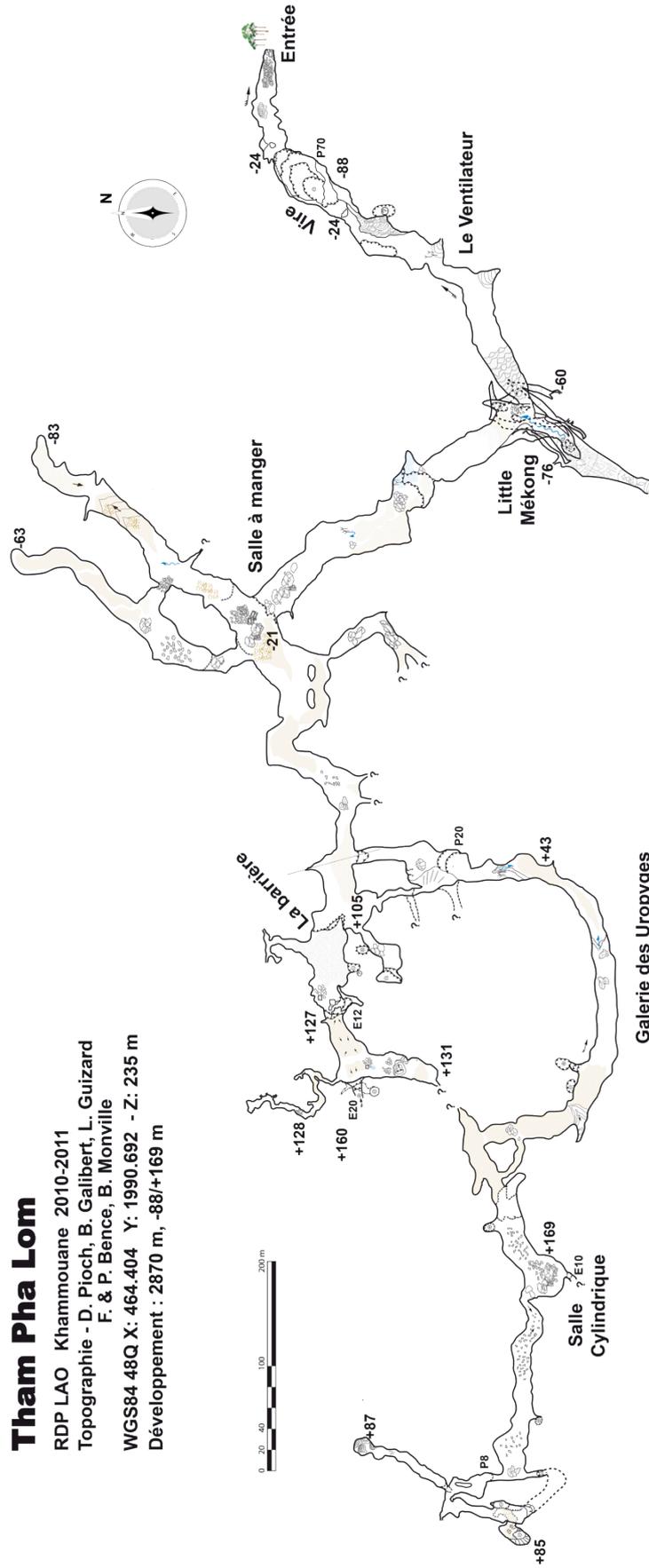
Un départ au Sud permet de rejoindre une vaste galerie qui après s'être orientée à l'ouest se divise en deux avec arrêt sur manque d'autonomie (non pas d'air mais de temps !)

5 - Une escalade au-dessus du puits des Uropyges permet d'apercevoir une belle galerie surcreusée en méandre, mais une escalade de 5 m reste à faire pour l'atteindre.

6 - Entre le ventilateur et la grande vire, une escalade en haut d'une coulée de calcite permet de rejoindre un vaste puits (qui pourrait rejoindre le P70). Sur la droite (au sud) une vire semble mener au départ d'une galerie.

Tham Pha Lom

RDP LAO Khammouane 2010-2011
 Topographie - D. Pioch, B. Galibert, L. Guizard
 F. & P. Bence, B. Monville
 WGS84 48Q X: 464.404 Y: 1990.692 - Z: 235 m
 Développement : 2870 m, -88/+169 m



Plan 6 - Topographie de Tham Pha Lom

5- Equipement :

Tableau 4 – Fiche d'équipement de Tham Pha Lom

Obstacle	Corde	Amarrages	Observations
Vire	100	12 spits 2 AN	
Ressaut	15	3 spits	
Puits des Uropyges	30	4 spits	Anneaux dynéma
Ressaut des Uropyges	15	2 AN	Concrétion
P8	15	4 spits	

Tham Nam Péo (Tham Momie)

Par Charles Ghommidh

1- Localisation

Depuis Ban Houay Saï, village situé en aval de Ban Phong Gneng (Sala Hin Boun), on longe la rivière vers l'ouest, sur environ un kilomètre, en restant sur la rive droite, en bordure des rizières. Parvenus à une borne (photos 34 et 35), on quitte les rizières pour traverser la rivière à gué.



Photo 34 - A travers les rizières vers T. Nam Péo



Photo 35 - Borne en face de T. Nam Péo

Juste en face, un talweg bien marqué, de 3 m de large, conduit au pied de la falaise en moins de 100 mètres. Là, un entonnoir encombré de gros blocs laisse entrevoir l'eau, et un peu plus loin, sous la falaise, de petits orifices constituent à l'évidence des points de sortie de l'eau en saison humide. L'entrée de la cavité se situe une quinzaine de mètres au dessus de cette émergence. On repère un petit porche dans la falaise, facilement accessible par la gauche, après avoir grimpé au sommet de l'éboulis.

2- Historique

La cavité est "découverte" par A. Benassi et C. Ghommidh en Février 2010. Baptisée provisoirement Tham Momie parce que le guide prétendait qu'il n'y avait pas de grotte à cet endroit ("Bo mi tham !"). Le nom local nous est communiqué en 2011.

Explorée et topographiée sur environ 940 m en 2010, l'exploration est arrêtée par un large puits de 30 m de profondeur. En 2010, le développement est porté à 1680 m (LS, JMS, YB, CG, JC, GCo, LG).

3- Description

La galerie d'entrée est un court tube de 2-3 m de diamètre, qui conduit à une première petite salle. La suite est à droite, en remontant un peu sur un chaos rocheux, pour trouver entre les blocs une galerie descendante en pente raide, qui conduit à une large galerie, lit d'un ruisseau temporaire à sec en février, qui se dirige à droite vers l'extérieur. A partir de ce point, on peut suivre trois itinéraires :

- En suivant la galerie vers la droite, sur une trentaine de mètres, on parvient au bas d'une galerie remontante, qui conduit à une première sortie, proche de l'entrée de la cavité.

Quelques mètres avant, une galerie basse (non topographiée) descend sur la droite, en se dirigeant vers les points d'émergence repérés à l'extérieur, au pied de la falaise.

Deux sorties supplémentaires sont atteintes en poursuivant la progression sur une cinquantaine de mètres. Au point le plus bas (-13 m), la galerie est obturée par un éboulis. La topographie montre que le point extrême se trouve en pied de falaise, sous l'éboulis de pente ;

- En direction de l'amont, on franchit un passage verrouillé par un gros bloc enchâssé dans le sable. La voute s'élève, la galerie s'élargit et un lac, recouvert de calcite flottante, occupe le bas de la salle (-23 m). A droite, une galerie de 3 m de large mène à un beau siphon qui semble être l'origine du ruisseau ;

- En face, on remonte d'une quinzaine de mètres dans une galerie bifide abrupte, en choisissant la voie de gauche, plus facile. On rejoint ainsi une large salle, la Salle des Pas Perdus, au carrefour de trois galeries :

- à gauche, vers le sud, la galerie conduit dans les voutes du lac amont déjà décrit.

- à droite, vers le Nord-Ouest, une galerie remonte vers une rotonde d'où s'échappent deux galeries :

- au Nord, après un bref rétrécissement, on accède à une issue dans la falaise, à +40m par rapport à l'entrée de la cavité.

- à l'Ouest, un réseau de galeries basses redescend vers une quatrième sortie, multiple, toujours en falaise, à +10 m par rapport à l'entrée de la cavité. Plusieurs départs étroits, sans ventilation notable, n'ont pas été vus.

- au Sud-Ouest, dans l'axe de notre arrivée, la galerie **No Gear Needed**, de 15 m de diamètre, conduit en deux cent mètres sur la lèvre d'un large puits d'une trentaine de mètres de profondeur, terminus des

explorations en février 2010. En 2011, le puits est descendu (JMS, LS, YB, CG) et donne accès à trois réseaux indépendants.

- Un premier réseau démarre de manière inattendue dans une lucarne de 1 m de diamètre dans la paroi sud du P30. De petites galeries reviennent en arrière en serpentant sous **No Gear Needed** et rejoignent la **Salle des Pas Perdus**, ce qui permet de court-circuiter le P30. Au point haut, vers le sud-est, un réseau de galeries basses non topographiées, modérément ventilé, se développe au profit d'un joint de stratification incliné. Son exploration n'a pas donné de résultat significatif (L estimée : 100 m);
- Un second réseau démarre lui aussi dans une lucarne un peu en contrebas de la précédente, et rejoint un méandre sub-horizontale de 4-5 m de large et de 2-3 m de haut. Il aboutit après une soixantaine de mètres à un petit puits de 12 m de mètres de profondeur. Depuis le bas de ce puits, un plan incliné abrupt conduit à un large siphon. Une galerie de 10-15 m de diamètre, à laquelle on accède en escaladant un ressaut de 2 m, conduit en une centaine de mètres d'un large plan incliné jusqu'à un second siphon. L'orientation des galeries laisse supposer une relation avec le lac proche de l'entrée de la cavité. Une série d'étranglements permet de rejoindre le méandre de départ en court-circuitant le P12 ;
- Au point bas du P30, une étroiture très ventilée donne accès au troisième réseau, qui se développe vers l'Est sur une centaine de mètres, jusqu'à une zone broyée où le courant d'air est provisoirement perdu (CG, LS).

4- Géologie et Hydrologie

La plus grande partie de la cavité se développe à la faveur de joints de stratification inclinés à 30° vers l'est (azimut 80°)

La cavité est un regard sur le cours souterrain d'un aquifère qui circule probablement vers l'Ouest, dans la direction Siphon 1-Siphon 4. En saison des pluies, le niveau monte de plusieurs mètres, et par débordement alimente les points d'émergence à l'aplomb de l'entrée et le talweg bien marqué qui fait suite. Les coups de gouge sur les parois de la galerie "No Gear Needed" confirment cette direction générale de l'écoulement.

5- Occupation humaine

Des traces récentes de foyer ont été trouvées, alors que les villageois de Ban Houay Saï déclarent ne pas pénétrer dans la cavité. Des tessons de céramique, manifestation anciens, ont été aussi observé dans la galerie d'accès.

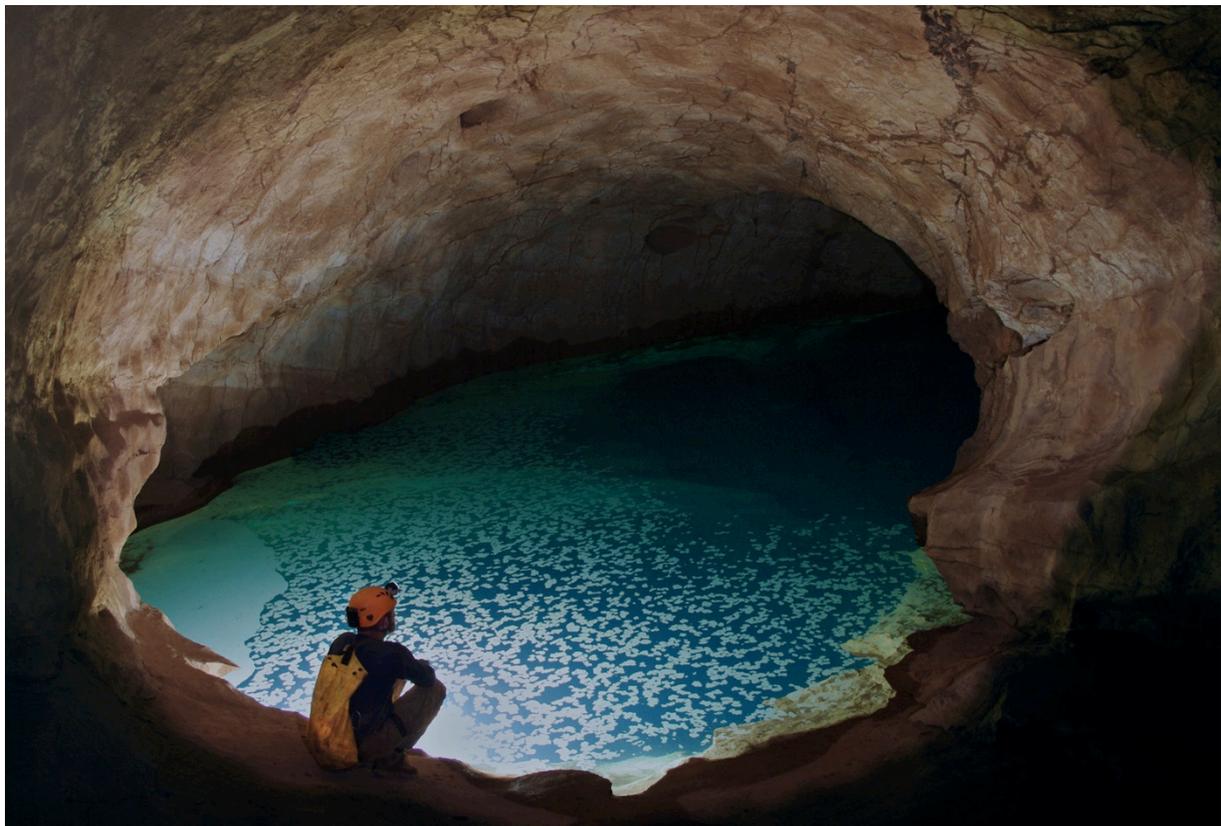
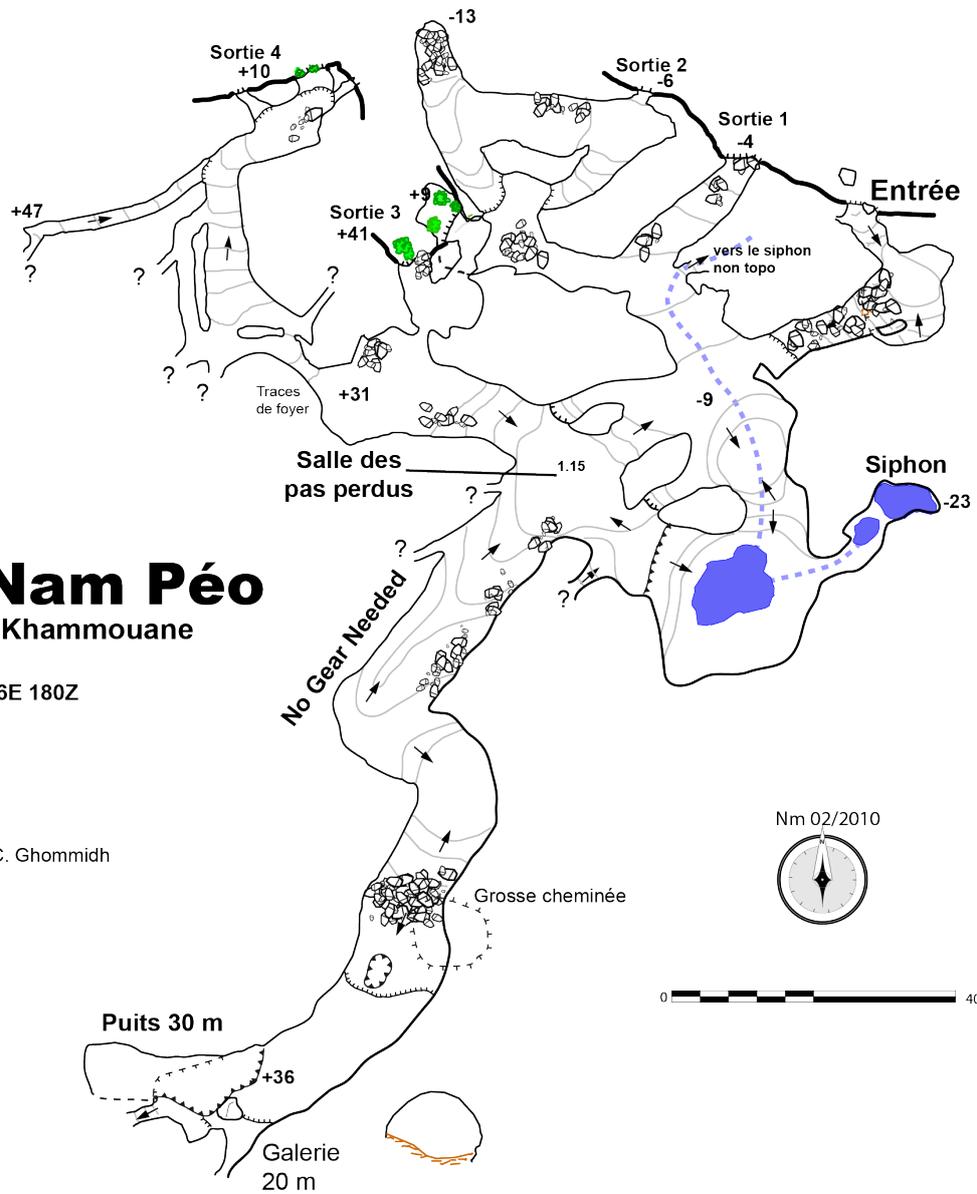


Photo 36 – “Que ne suis-je plongeur ?” - Laurent devant le siphon 1 de T. Nam Péo



Tham Nam Péo

Ban Houay Sai, Khammouane

Laos - LPDR

48Q 1992920N 460096E 180Z

L : 910m, Δz : +18 m

Février 2010

Topo 2010 : A. Benassi, C. Ghommidh

Plan 7 - Topographie de Tham Nam Péo

Tham Cactus

Par Jean-Michel Ostermann

1- Localisation

Développement : 480 m
WGS 48Q x: 459225 y: 1993592 z: 160 m

La cavité s'ouvre au pied d'une barre rocheuse, au milieu du lapiaz incliné que l'on traverse pour atteindre Tham PCF.

2- Historique

Découverte en tentant d'accéder au porche sus-jacent de Tham PCF (cf. rapport 2010), première exploration et topographie le 04/02/10 par JM. Ostermann et F. Piccin.

Nom local inconnu. Le nom de baptême provisoire est lié à l'abondance des cactus à l'entrée.

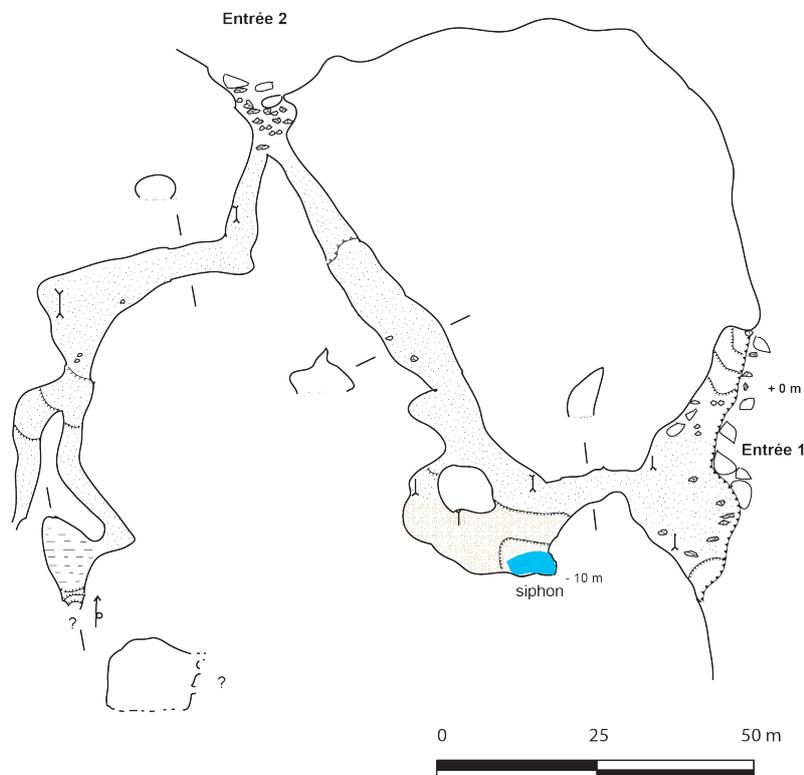
3- Description

Un ressaut permet de prendre pied dans une galerie confortable qui descend rapidement à la côte -10 sur une laisse d'eau importante qui siphonne vers l'aval. L'important remplissage sableux à cet endroit signe une mise en charge fréquente, avec évacuation rapide; un accès au niveau actif sous-jacent est envisageable en plongée.

La poursuite de la galerie mène à la seconde entrée, en partie masquée par de gros blocs, dans laquelle arrive la galerie N, de belle section avec vagues d'érosion, qui malheureusement se réduit rapidement. Une première galerie devient vite impénétrable, mais une petite galerie parallèle conduit à une salle dans laquelle la chasse au courant d'air nous mène à une diaclase verticale ascendante. Une petite cavité donne sur un ressaut de quelques mètres à équiper pour poursuivre l'exploration.

THAM CACTUS

RDP LAOS
UTM - 48Q X: 459225 Y: 1993592 150 m
Topographie : J.M. Ostermann, F. Piccin
Développement 480 m



Plan 8 - Tham Cactus

Tham Biéo (la Grotte de travers)

par Bernard Galibert et Gilles Connes

1- Localisation

Le porche de cette grotte est bien visible au sud de la route qui remonte la plaine de la Nam Hin Boun en direction de Tham Konglo. Au départ du village de Vangpia, il faut traverser la rivière et se diriger vers la falaise qui borde à gauche le cirque dans lequel s'ouvre la grotte. De là, en longant la paroi de gauche, on arrive sans difficulté dans le vaste porche (60 m x 50 m).

2- Historique

Bien que le porche ait été remarqué dès les premières expéditions au Khammouane, la grotte n'avait jamais été visitée par une équipe spéléo. Première exploration le 3 mars 2011

3- Description

Une escalade d'une dizaine de mètres permet de prendre pied dans la vaste galerie qui s'oriente au SO. Après le passage d'un petit seuil rocheux, on descend vers une grande salle au sol terreux (Salle du filet à chauve-souris). A gauche (Est), légèrement en contrebas, trois départs de puits permettent de rejoindre le réseau inférieur. A droite, après être passé dans le soutirage, nous retrouvons la galerie qui grimpe. Plusieurs ressauts, dont l'escalade est rendue délicate par la composition même du sol (terre calcité qui s'effrite sous les pieds) barrent la progression. Cette galerie, toujours de belle dimension (20 x 20 m) monte par crans successifs, toujours parcourue par un fort courant d'air. Un dernier ressaut permet de prendre pied dans une vaste salle dont le côté droit ((NNW) donne accès, par une escalade, à l'extérieur sur le flanc d'une doline profonde et relativement étroite.

Revenus dans la salle, à son extrémité sud, une succession d'escalades et de descentes, effectuées à l'aide d'un mât en bambou, conduisent sur la lèvre d'un vaste puits dont la profondeur est estimée à 70-80 mètres.

A ce niveau, le courant d'air n'est plus sensible. La ventilation s'établit donc entre la doline et le porche d'entrée.

Revenu à la salle du filet à chauve-souris, après avoir descendu le P20, nous arrivons dans une galerie en diaclase assez petite, dont la largeur varie de 0.60 à 1.50 m. Après un parcours d'une centaine de mètres, la diaclase s'agrandit et prend un aspect plus confortable pour déboucher dans la salle de la Grande Trémie.

Le sol de cette salle et de la galerie qui lui fait suite au sud est caractérisé par la présence d'une fine couche de calcite qui s'affaisse sous les pas dans une sous-couche pulvérulente. Une véritable meringue géante !

Cette galerie se termine 150 m plus loin sur un colmatage de terre et d'argile. Peu avant le terminus, côté ouest, un ensemble de méandres de type alpin, de 1 à 1.20 m de large nous conduit à l'aplomb du puits de 70 m vu dans le réseau supérieur. A cet endroit, 40 m séparent le fond estimé du puits avec le méandre. A noter la présence de deux scolopendres de taille respectable (30 cm !).

De la salle de la grande trémie, par un passage bas on pénètre dans la grande galerie de la fleur de gypse. Décive, elle s'oriente vers le sud. Sa largeur, d'une dizaine de mètres en son début se réduit sensiblement jusqu'à son terminus sur colmatage de terre et de blocs.

A mi-distance, sur la droite (ouest) une galerie plus petite permet de trouver la suite du réseau.

Un talus composé de gros blocs et d'argile remonte sur une trentaine de mètres. Au sommet, sur la gauche, un puits de 20 m environ (section 2 x 2 m) n'a pas été descendu. Un puits plus large (5 x 2 m) peut être contourné par la droite en réalisant une escalade de 8 m environ (assurance indispensable) qui donne accès à une galerie supérieure terminée par des puits remontants. Il n'y a pas de courant d'air perceptible dans cette partie du réseau.

Sur la droite, un réseau débute dans une petite salle, par un départ de dimensions modestes (h2 x l1 m). Cependant, un courant d'air nettement perceptible constitue un fil conducteur motivant. Une petite galerie fossile serpente sur environ 250 m. Sur le parcours, nous avons laissé quelques départs inexplorés. La galerie se rétrécit progressivement puis débouche soudain dans une galerie spacieuse (h8 x l0 m) : la **Galerie Inattendue**.

-Vers l'aval et le sud, la **Galerie Inattendue** se termine par un puits (non descendu) d'une trentaine de mètres. Les cailloux que nous y avons jetés semblent tomber dans un volume assez important. A suivre... Cinquante mètres avant ce terminus, sur la droite, une galerie descendante rejoint un petit ruisseau (0,2 l/s). Il coule d'abord dans le fond d'un méandre surcreusé au sol de la galerie. Puis, il continue son chemin dans un méandre, étroit et peu ventilé que nous avons suivi, vers l'aval sur 70 m. Ce méandre "vercorien" allait se rétrécissant, mais restait pénétrable. Avis aux amateurs... En amont, le ruisseau arrive d'une galerie (2 x 2 m) en trou de serrure. Arrêt sur rien, mais possible jonction en amont de la **Galerie Inattendue**.

En amont, la **Galerie Inattendue** se poursuit en gardant ses agréables dimensions. Un petit ressaut de 5 m environ doit être équipé. Lors de la première, seul Gilles l'a descendu, Jean lui servant "d'amarrage humain auto tracteur" (!). Un rapide repérage sur 150 m environ a permis de constater qu'un courant d'air important provient d'une grande galerie sur la gauche. Ce courant d'air se sépare en deux flux. L'un part en direction de la **Galerie Inattendue**, l'autre dans une autre galerie, sur la droite. Cette dernière rejoint probablement une branche non encore explorée de la petite galerie fossile de départ, réalisant une boucle (mais c'est à vérifier). La grande galerie de gauche semble remonter vers une grosse galerie supérieure. Arrêt sur une petite escalade facile de 5 à 8 m, environ mais qui nécessite un équipement. Un méandre (5 m x 2 m) à gauche n'a pas été exploré...



Photo 37 - Porche d'entrée de T. Biéo, bien visible depuis la route de Tham Konglo



Photo 38 - Porche d'entrée de Tham Biéo

Tham Bieo

Vallée de la Nam Hin Boun

Khammouane - Laos

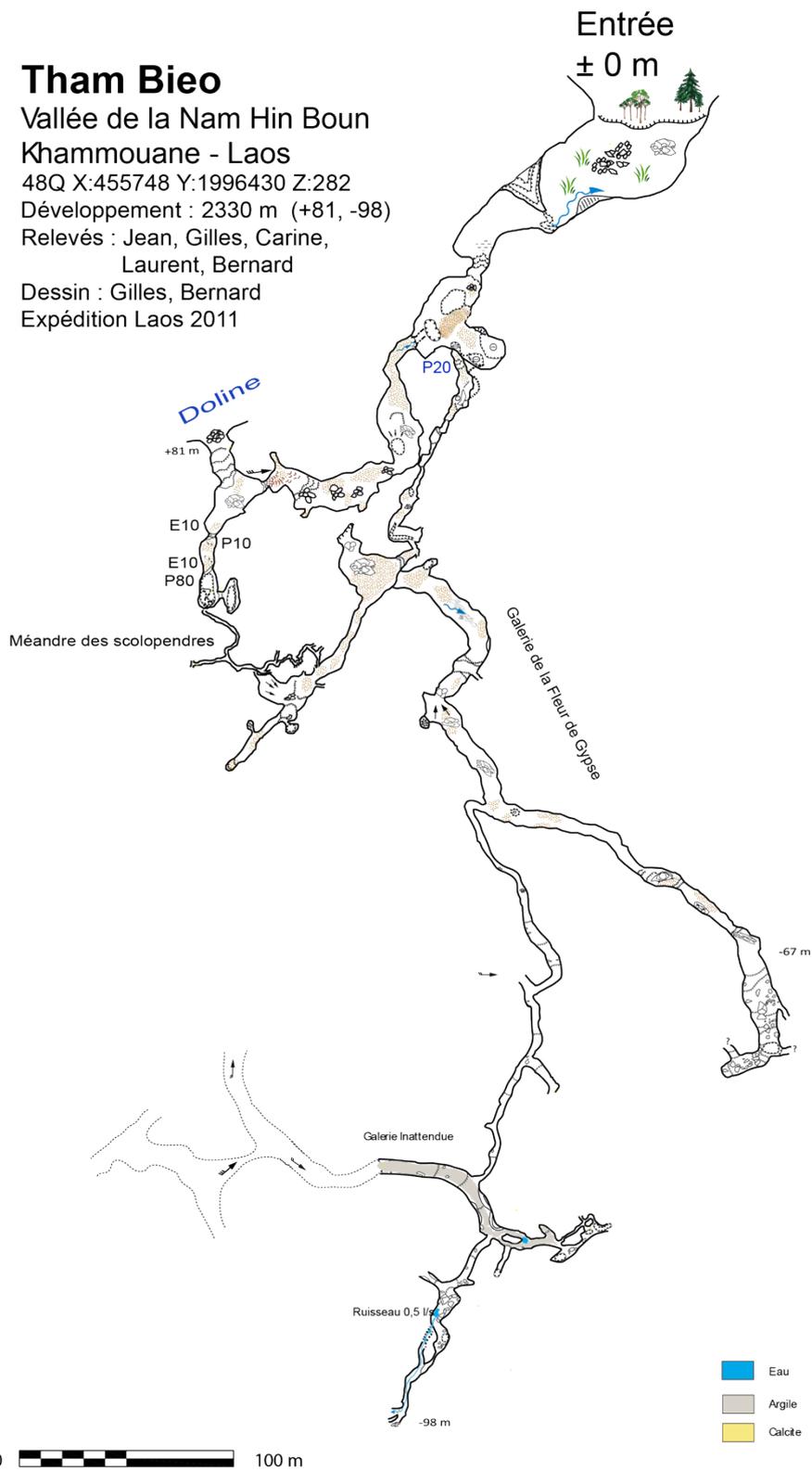
48Q X:455748 Y:1996430 Z:282

Développement : 2330 m (+81, -98)

Relevés : Jean, Gilles, Carine,
Laurent, Bernard

Dessin : Gilles, Bernard

Expédition Laos 2011



Plan 9 - Tham Biéo

Tham Nam Biéo (résurgence)

Par Bernard Galibert

1- Localisation

Au départ du village de Vangpia, il faut traverser la Nam Hin Boun et se diriger vers la falaise qui borde à gauche le cirque dans lequel s'ouvre le grand porche de Than Biéo. L'exsurgence s'ouvre à l'extrémité d'un talweg qui rejoint la Nam Hin Boun. Suivre la rive gauche de la Nam Hin Boun sur 600 m et emprunter ensuite le ravin qui remonte en direction du sud/ sud ouest. Le suivre sur 780 m sans difficulté, jusqu'au pied d'une falaise. Derrière les blocs on découvre l'entrée.

2- Historique

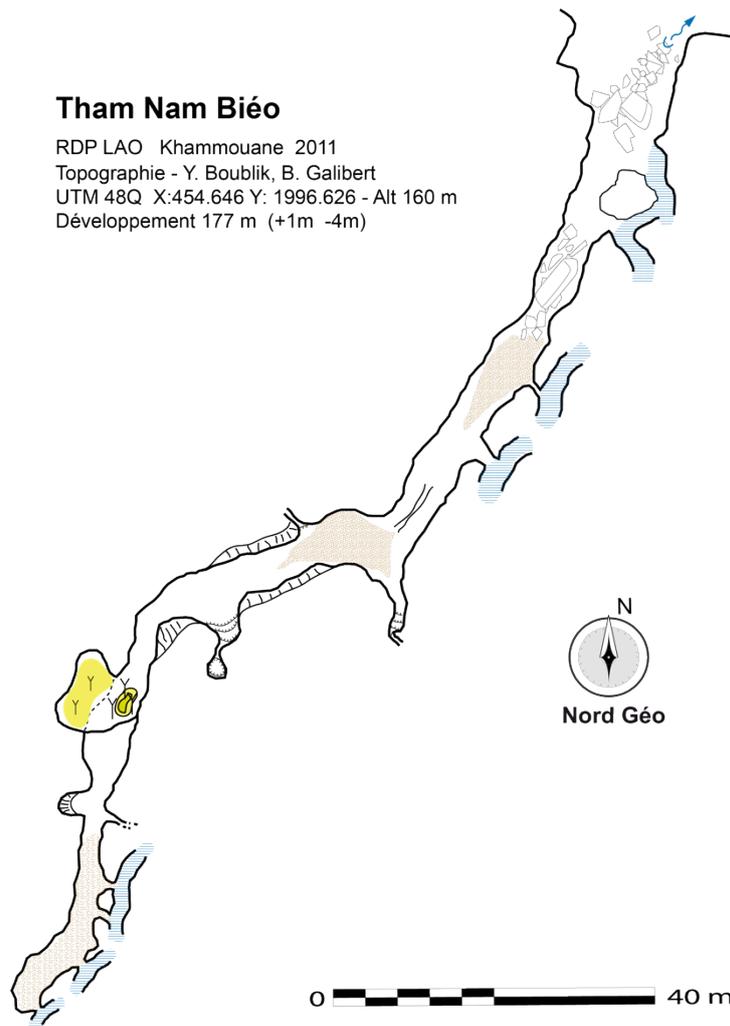
L'émergence est trouvée en remontant le talweg lors d'une prospection systématique de la rive gauche de la Nam Hin Boun, le 03/03/2011. Exploration et topo le même jour (BG, YB, RQ, PS)

3- Description

Une fois passé les blocs de l'entrée, on trouve, sur la gauche, un plan d'eau, sans circulation apparente et en face de nous, légèrement en hauteur, une galerie fossile. Une courte escalade permet d'y prendre pied. De section ovale, elle pénètre le massif en direction sud / sud ouest. Le sol est par endroit couvert de sable. A plusieurs reprises, toujours sur la gauche (Est) on trouve des regards sur la nappe d'eau (la rivière).

La galerie prend ensuite la forme d'un méandre en trou de serrure mais de bonnes dimensions. La section moyenne de la cavité est de 5 m de large pour 9 m de haut. Un point haut a été mesuré à 22 m !

Plus loin, on traverse la seule zone où quelques concrétions ont élu domicile. Par la suite, la galerie, décline, se réduit, le sol se couvre d'argile et après avoir retrouvé la nappe d'eau toujours sur la gauche, butte sur le plan d'eau qui semble siphonnant. Aucun courant d'air n'y a été détecté.



Plan 10 - Tham Nam Biéo

Secteur Ban Thonglom

Par Gilles Connes - expédition Spélaos 2011

Ban Thonglom est un petit village situé au débouché des superbes gorges de la Nam Hin Boun dans la plaine du Mékong. Deux kilomètres à l'est du village s'ouvrent deux grottes-tunnels de plus de 2 km de développement. L'une d'elle, Tham Heup, est connue depuis la visite de Paul Macey en 1902 et sert encore au quotidien de voie de passage pour les habitants de Ban Na, un petit village isolé dans une dépression du karst plus à l'est. L'intérêt de ce secteur a été encore renforcé par un rapport de géologues vietnamiens qui ont réalisé, à la fin des années 90, un inventaire des dépôts de phosphates situés dans des entrées de cavités, et, pour la plupart, exploités par les villageois. Dans leur rapport, ils signalent trois gros gisements (Tham En, T. Kang et T. Tay) au débouché des gorges de la Nam Hin Boun dans la vallée du Mékong.

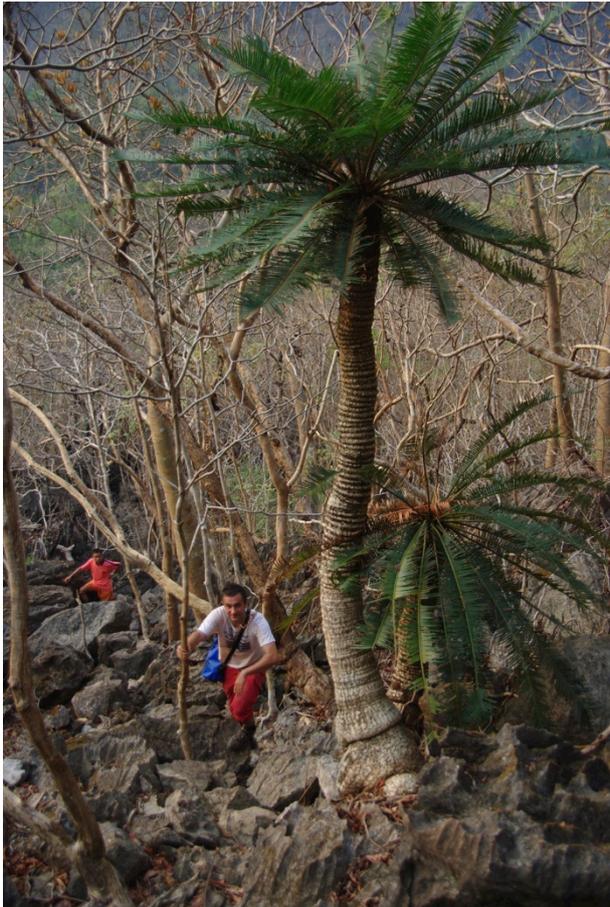


Photo 39 - Montée vers T. Deng. Pousse qui peut !

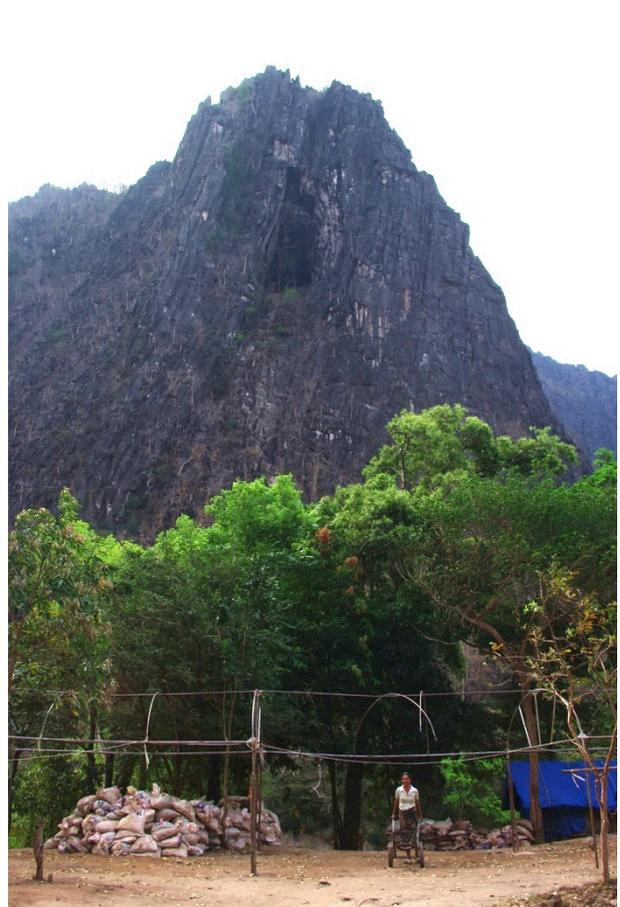
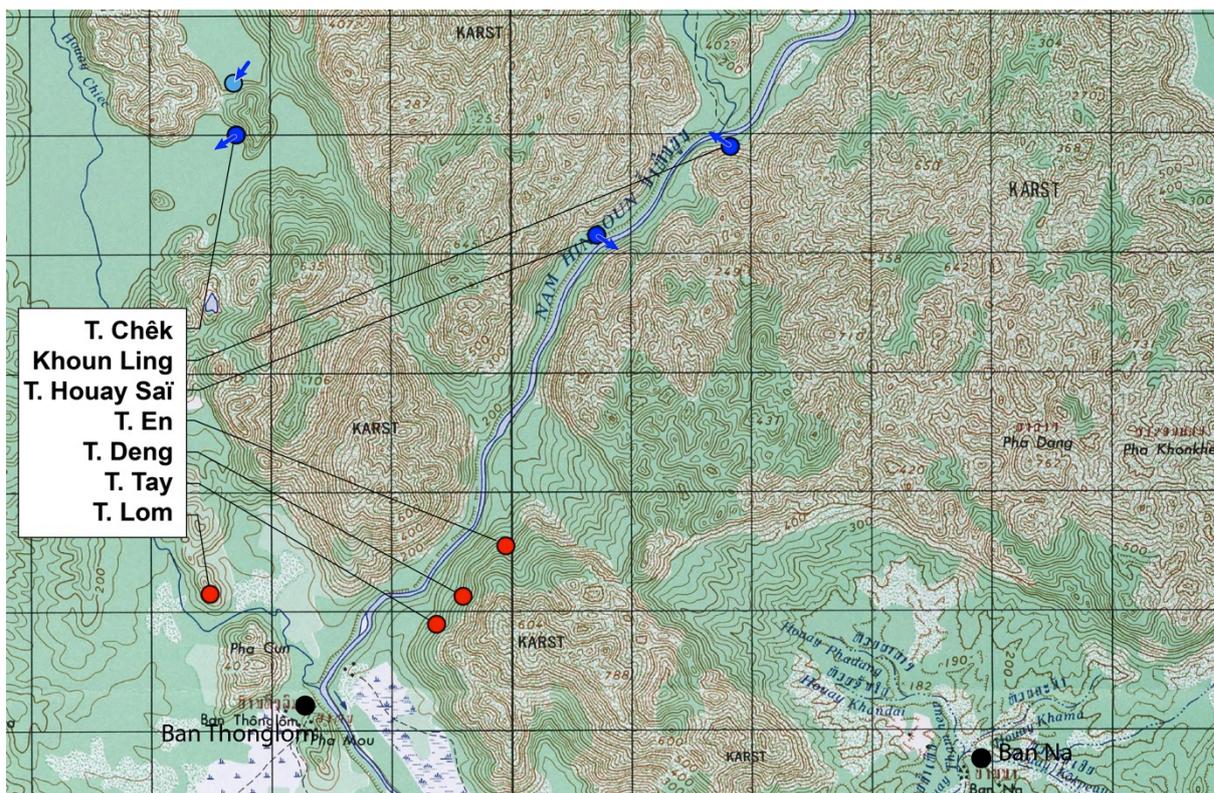


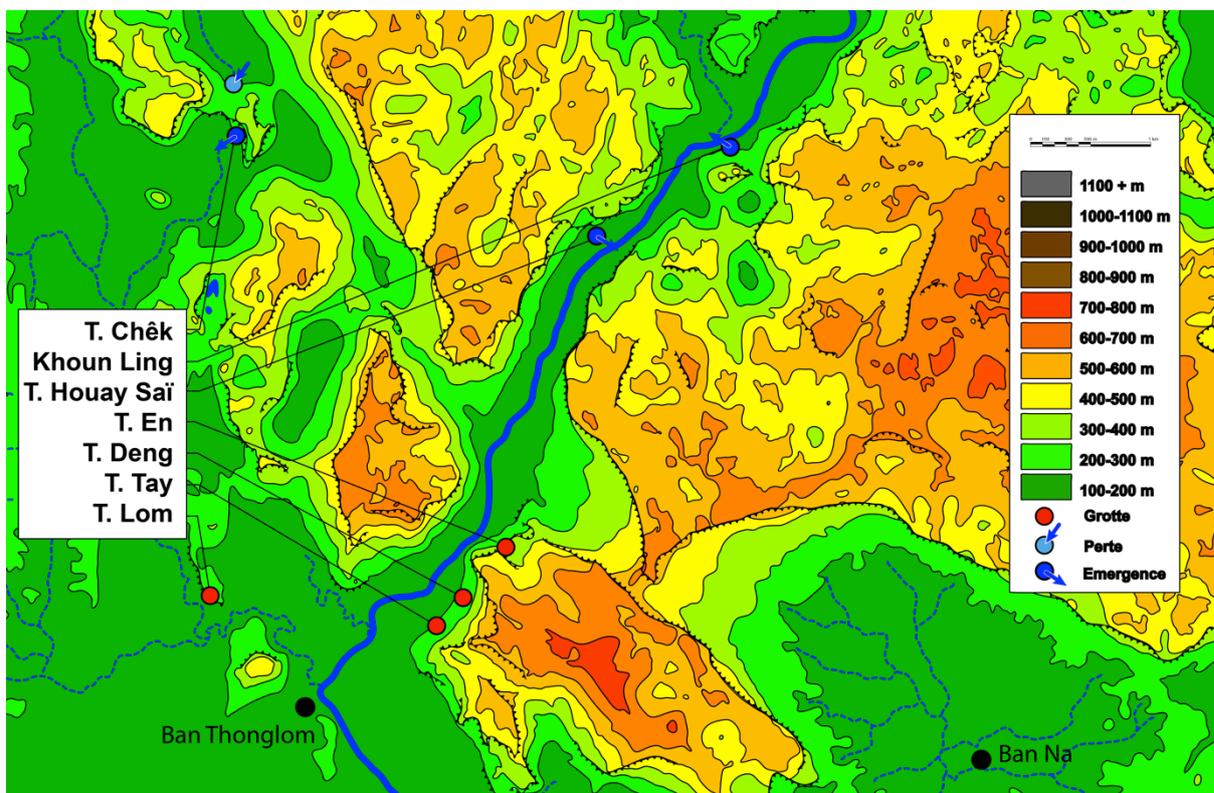
Photo 40- Exploitation des phosphates à B. Thonglom

Accès au secteur de Ban Thonglom

Depuis Thakhek, suivre l'itinéraire d'accès à la vallée de la Nam Hin Boun, décrit précédemment, mais une quinzaine de kilomètres avant Vieng Kham, prendre à droite une piste qui se termine au village de Ban Thonglôm. Il est possible d'affréter une camionnette depuis l'embranchement.



Carte 11 - Carte topographique du secteur de Ban Thonglom. Position des cavités principales



Carte 12 - Carte topographique colorisée du secteur de Ban Thonglom

Tham Deng

1- Localisation

La grotte s'ouvre 200 m au dessus de la rivière, dans un recoin de la falaise, teintée de rouge à cet endroit. Un sentier y conduit, mais il n'est pas facile à trouver. Le plus simple est de demander un guide au village de Ban Thonglom. Depuis le village, on peut soit, traverser en pirogue (il y en a toujours de disponibles sur la plage du village et les habitants donnent volontiers un coup de main), puis remonter la rivière sur un kilomètre, par des sentiers en rive gauche, soit demander les services d'une pirogue motorisée. Ce qui évite ce tronçon de marche à pied. Un sentier qui a servi pour l'exploitation du phosphate monte verticalement depuis la rivière, jusqu'à la caverne. Il ne passe que sur de la roche entre les éboulis et les arêtes acérées du lapiaz. Il n'est donc pas très marqué.

2- Historique

La cavité est signalée dans le rapport de Tran Van Ban et col. (2000). Exploitée par les villageois de Ban Thonglom pour son gisement de phosphates, elle n'avait apparemment pas été explorée au delà de la zone d'entrée. En raison probablement de l'accès difficile, les travaux d'extraction ne semblent pas se poursuivre actuellement. En février 2011, l'équipe de Gilles Connes explore 3.4 km de réseau en trois séances.

3- Description

La galerie d'entrée présente de belles dimensions, de 40 à 50 m de haut et 20 à 60 m de large.

En suivant la galerie d'entrée, on descend un grand éboulis d'une cinquantaine de mètres. Le point bas est un croisement :

Tout droit, la galerie principale remonte et après un col, débouche dans une grande salle dont le sol plat est constitué de déjections minéralisées de chauve-souris. C'est le gisement de phosphate. Au fond de la salle, après une escalade facile, on atteint la "Galerie qui croustille" dont le sol est recouvert d'une fine croûte de calcite qui "nappe un fondant de moonmilch". Chaque pas y laisse une trace profonde et les Laotiens n'y avaient pas mis les leurs...Au bout de 200 m, elle se termine sur un bouchon de calcite.

Dans la paroi de droite de la salle phosphatière, un talus d'éboulis cache une galerie jonctionnant avec la galerie "Houé", décrite plus avant

Sur la droite, un grand porche, donne accès à une galerie fortement descendante où il faut désescalader entre de grands blocs. Au point bas, elle s'élargit dans une salle au sol plat et calcité. Sur la droite, une grande galerie remonte et se dirige vers l'extérieur. Nous ne l'avons pas explorée. A gauche, on gravit un grand éboulis où l'on commence à apercevoir la lumière du jour.

A droite, une entrée en falaise inonde de sa clarté une très grande salle. Suivant les heures de la journée, le soleil joue sur les parois et la végétation, rendant ce passage superbe. Sur la gauche de la grande salle (en descendant), une grande galerie (h 20 x l 10 m) que nous n'avons pas explorée, s'enfonce dans la montagne...

En bas de l'éboulis, à gauche, la galerie "Houé" dont la largeur varie entre 20 et 30 m se poursuit sur 400m. Elle traverse d'abord une petite salle, puis un passage plus resserré (10 x 5 m) et fortement ventilé, pour déboucher sur le "Grand Balcon" au sol calcité. Il domine une vaste salle constituant un croisement de galerie :

A gauche nous avons rapidement reconnu, sur 60 m, une galerie au sol sableux qui s'arrête sur un petit puits facile à remonter.

A droite, une petite remontée se poursuit par un passage descendant entre des blocs. Arrêt, après un passage étroit, sur une galerie descendante (3 x 5 m).

Une vire sur la gauche de la remontée, permet d'atteindre une galerie d'une cinquantaine de mètres de long. Elle débouche dans une très grande salle (60 x 30 m de section) que nous n'avons pas explorée et dont nos lampes n'éclairaient pas le fond !

Tout droit, une belle galerie amène à la grande salle "Poussette et Pastis". Sur droite de la salle, une galerie de 15 x 15 m, descend vers l'inconnu, attendant notre visite...

En traversant la salle "Poussette et Pastis", en vire, par la gauche, on rejoint une nouvelle galerie large (20 x 20 m) au sol plat. Après 200 m, un talus de terre descend dans une nouvelle salle avec des continuations dans quatre directions :

Sur la gauche, une galerie de 10 x 10 m n'a pas été explorée (jonction possible).

A droite, plusieurs galeries de dimensions plus modestes (3 x 3 m), n'ont été reconnues que sur quelques dizaines de mètres et sont à poursuivre.

En face du talus de terre, on accède à une première grande salle encombrée de bloc. Elle se poursuit, en remontant sur la gauche, par la salle du Scolopendre. Sur la droite, une galerie très déclive amène au point bas



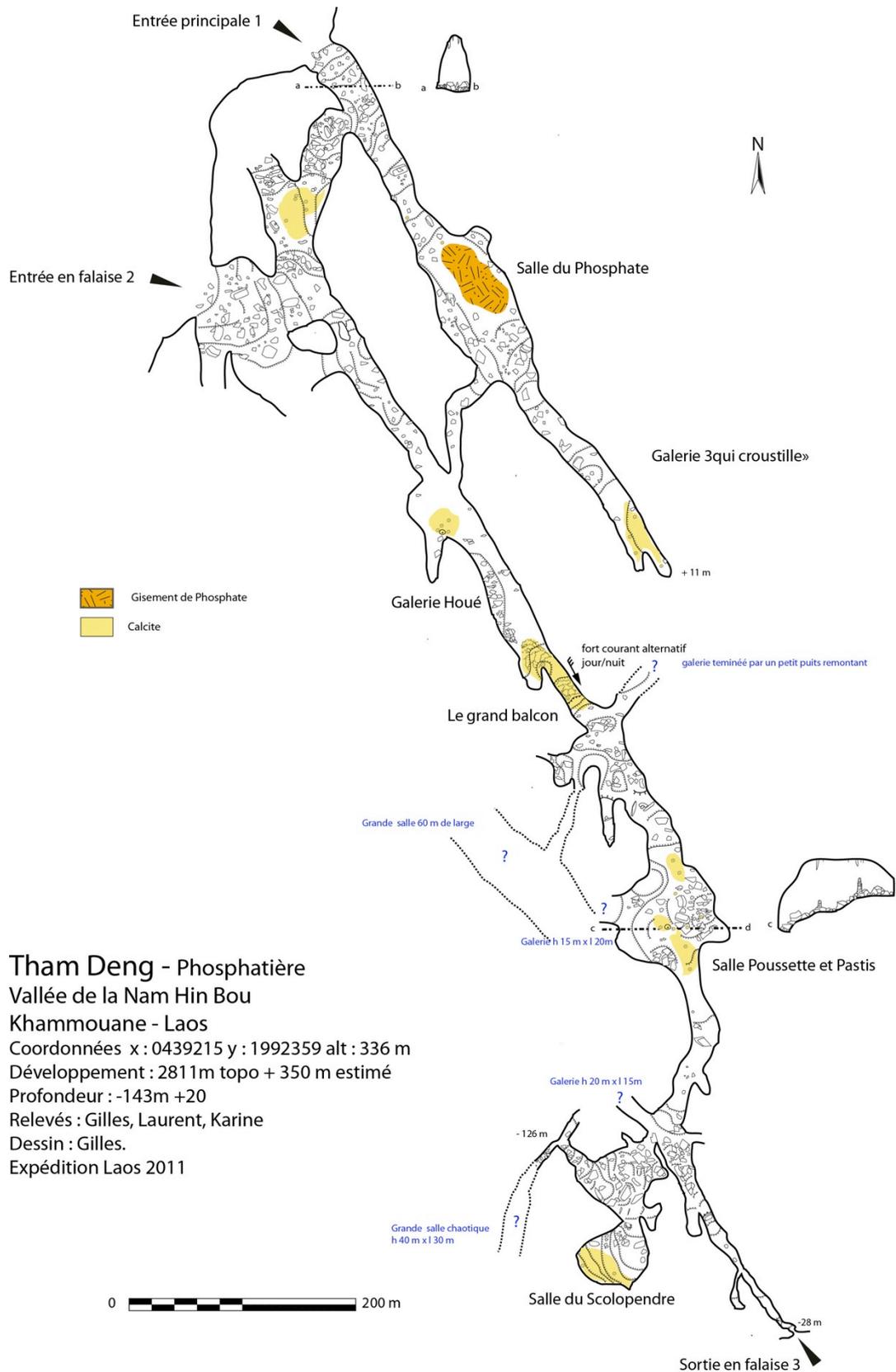
Photo 41 - Entrée de Tham Deng

de la cavité à -126 m. Nous avons franchi une trémie. Elle donne accès à une vaste salle remontante, qui n'a été explorée que sur trentaine de mètres.

En remontant la salle vers la gauche, un gros bloc de 5 m de haut, semble nécessiter une escalade. On peut contourner la difficulté en se glissant sous le bloc par un passage étroit et en remontant derrière. Une galerie de 150 m lui fait suite et débouche en falaise, au milieu de la végétation, par une sortie modeste (1 x 1,5m). La grotte traverse donc entièrement le massif vers le sud est. Nous sommes à 1 km (à vol de chauve souris !), euh, en ligne droite, de l'entrée principale.



Photo 42 - Les grandes galeries fossiles de Tham Deng



Plan 11 - Topographie de Tham Deng

Tham Chêk

1- Localisation

Tham Chêk se situe 3 km au nord de Ban Thonglom. L'entrée n'est pas très difficile à trouver, mais un guide local facilite bien les recherches. Des entreprises d'exploitation forestières sont en train d'abattre la forêt primaire qui longe l'importante bande karstique au nord du village. Le dédommagement versé pour chaque arbre abattu est dérisoire : environ 1 euro ! Après déforestation, des plantations d'hévéas ou de café remplacent les magnifiques arbres... "Grace" aux nouvelles pistes ainsi créées, nous avons pu affréter un "tak-tak", motoculteur" affublé d'une remorque, qui nous a déposé à 200 m de la cavité.

2- Historique

Exploration et topographie par Gilles Connes et Chloé le dernier jour de l'expédition Spélaos 2011,

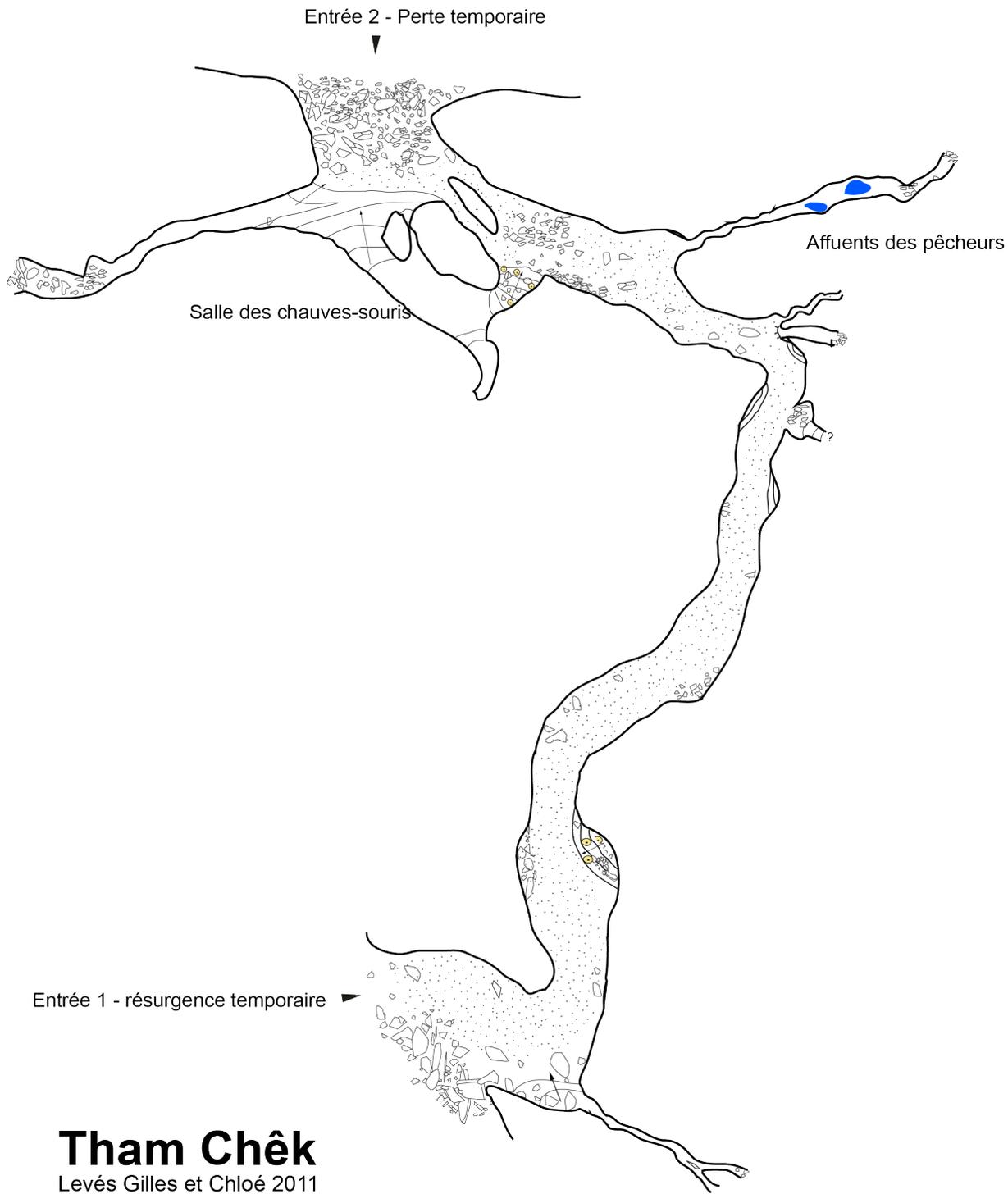
3- Description

La rivière temporaire Houay Chêk a creusé cette jolie traversée de 700 m, dans une barre rocheuse. L'ensemble du réseau développe 1.3 km. Une belle galerie principale (20 x 15 m) relie deux grands porches partiellement cachés par des éboulis de gros blocs. Sur les 400 premiers mètres, le sol est plat et sableux, on pourrait facilement y rouler en VTT. La seconde partie est encombrée de blocs, mais la progression reste très facile.

Sur la droite, "l'affluent des pêcheurs" développe une centaine de mètres. Nous avons trouvé du matériel de pêche (bambous, filet, fils de pêche...) au bord de petits biefs temporaires. Les Laos y capturent sûrement des poissons piégés par les crues.

Sur la gauche, une remonté raide permet de rejoindre une salle où habitent quelques chauves-souris. En redescendant vers le porche de sortie (la perte), un petit affluent sur la gauche se termine après quelques centaines de mètres par une trémie.

D'après les gens du village, la rivière sortirait de la grotte de Tham Kho Nong située quelques kilomètres en amont. Elle ne serait pénétrable que sur quelques dizaines de mètres et se terminerait par un siphon. Encore un secteur à prospecter.....



Tham Chêk
 Levés Gilles et Chloé 2011
 DAO Gilles
 Dvpt topo 1338 m

- Calcite
- Sable et graviers



Plan 12- Topographie de Tham Chêk

Observations et données complémentaires en karstologie et biospéologie

par François Brouquisse

Sont rassemblées ici diverses observations, mesures physico-chimiques et données sur la faune et microfaune rencontrées.

1-Climatologie

1.1- Températures extérieures

Nous avons relevé à peu près régulièrement chaque jour les températures sous abri le matin et le soir. Bien que les heures ne soient pas toujours les mêmes (protocole libre et totalement incontrôlé...), cela donne une idée des variations quotidiennes pour la saison (tab.5, fig.3 et 4).

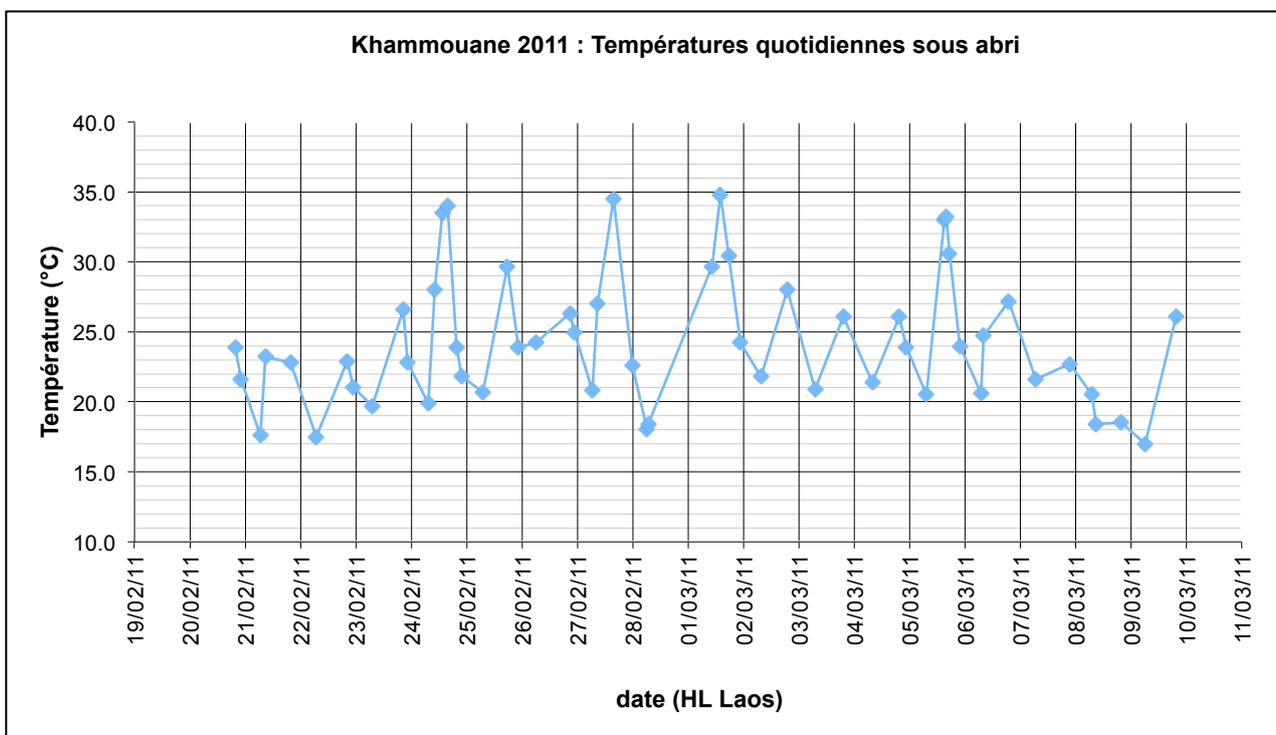


Figure 3 - Ensemble des températures mesurées sous abri, au camp (HL : Heure Légale)

Du 20/02/2011 au soir au 28/02/2011 les mesures sont faites au temple de Ban Na : toit en tôle, mais très haut et ouvert complètement sur 3 cotés : il est largement ventilé et le thermomètre à mercure (précision 0.1 °C) est suspendu à demeure, toujours à l'ombre.

Du 01/03/2011 au matin au 09/03/2011 au soir, les mesures sont faites sous la véranda du bungalow que nous occupons, à l'auberge Sala Lao de Ban Phôn Gnèng, ouverte largement et à l'abri du rayonnement direct.

Khammouane 2011 - Températures quotidiennes mesurées sous abri			
Localisation	Horodate	Température (°c)	Observations
B. Phôngdou - temple - angle nord-est	20/02/2011 19:33	23.9	léger vent
"	20/02/2011 22:11	21.6	
"	21/02/2011 06:35	17.6	nuit fraîche
"	21/02/2011 08:45	23.2	
"	21/02/2011 19:37	22.8	
"	22/02/2011 06:47	17.5	
"	22/02/2011 20:04	22.9	
"	22/02/2011 22:55	21.0	
"	23/02/2011 07:10	19.7	
"	23/02/2011 20:22	26.6	
"	23/02/2011 22:17	22.8	
"	24/02/2011 07:17	19.9	
"	24/02/2011 10:09	28.0	
"	24/02/2011 13:24	33.5	
"	24/02/2011 15:51	34.0	
"	24/02/2011 19:37	23.9	
"	24/02/2011 21:58	21.8	
"	25/02/2011 07:11	20.7	
"	25/02/2011 17:45	29.7	
"	25/02/2011 22:25	23.9	
"	26/02/2011 05:51	24.2	
"	26/02/2011 20:40	26.3	
"	26/02/2011 22:39	25.0	
"	27/02/2011 06:26	20.8	
"	27/02/2011 08:48	27.0	
"	27/02/2011 15:44	34.5	
"	27/02/2011 23:52	22.6	
"	28/02/2011 06:10	18.0	
"	28/02/2011 06:53	18.4	
B. Phôn Gnèng - Auberge Salalao - véranda coté sud	01/03/2011 10:28	29.7	
"	01/03/2011 13:59	34.8	
"	01/03/2011 17:37	30.4	
"	01/03/2011 22:44	24.2	
"	02/03/2011 07:29	21.8	
"	02/03/2011 19:04	28.0	
"	03/03/2011 07:03	20.9	
"	03/03/2011 19:12	26.1	
"	04/03/2011 07:43	21.4	
"	04/03/2011 19:25	26.1	
"	04/03/2011 22:38	23.9	
"	05/03/2011 07:14	20.5	
"	05/03/2011 15:06	33.0	
"	05/03/2011 16:02	33.2	
"	05/03/2011 17:25	30.6	
"	05/03/2011 21:39	24.0	
"	06/03/2011 07:06	20.6	
"	06/03/2011 08:14	24.7	
"	06/03/2011 19:01	27.2	
"	07/03/2011 06:41	21.6	
"	07/03/2011 21:30	22.7	
"	08/03/2011 06:59	20.5	pluie toute la journée (= environ 12 mm à partir de 07:23)
"	08/03/2011 09:01	18.4	
"	08/03/2011 19:42	18.5	
"	09/03/2011 06:02	17.0	
"	09/03/2011 19:29	26.1	

NB : quand rien n'est précisé les températures sont mesurées au Thermomètre à mercure au 1/5 °C

Tableau 5 - Températures sous abri. Ban Na (district de Thakhek) ; Ban Phôn Gnèng (district de Hin Boun)

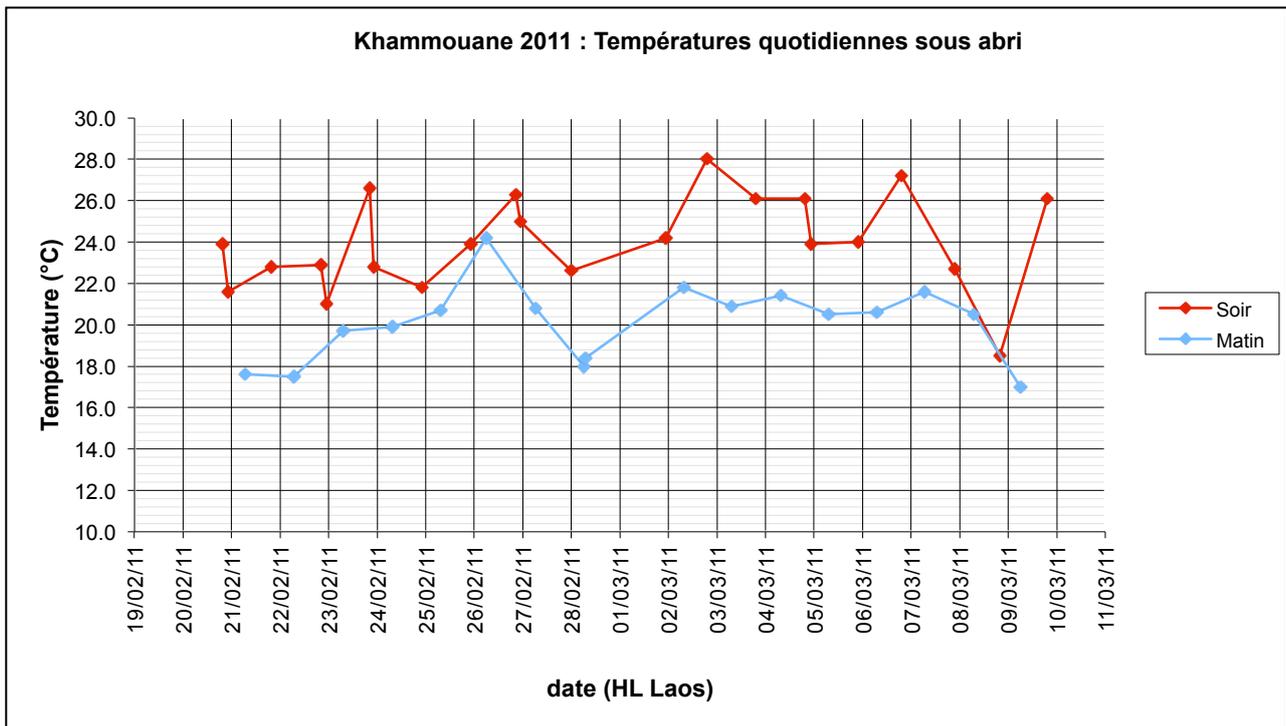


Figure 4 - Comparaison rustique entre températures du matin et du soir

La tendance globale est à une légère augmentation de la température moyenne. La baisse constatée la journée du 08/03/2011 est due à la seule pluie que nous ayons eu sur la période.

Le moment le plus frais se situe vers 5 h du matin (températures non mesurées mais inférieures d'environ 2°C à celles "du matin"), le plus chaud se rencontre vers 16 h. L'amplitude thermique journalière peut atteindre 20°C.

La température moyenne "du matin" (vers 7h) est de l'ordre de 20°C, celle "du soir" (vers 21h) est de l'ordre de 24°C.

Sur un plan pratique, il est utile de prévoir éventuellement un duvet léger pour les nuits les plus fraîches, sinon de dormir dans un sac à viande avec un rhovyl et une bonne polaire.

1.2- Températures sous terre

Le tableau 4 récapitule les quelques mesures effectuées sous terre de façon ponctuelle.

Les températures ont été mesurées avec des instruments différents :

"station météo-jardin", de Daniel Pioch (précision +/- 1 °C ?),

"couteau-suisse" faisant thermomètre et altimètre, de Laurent Guizard (précision +/- 1°C ?),

thermomètre numérique (+/- 0.2°C), sonde température du pHmètre ou du conductimètre (précision +/- 0.5 °C) (FB).

Ce tableau indique également les observations faites sur les courants d'air, sauf pour Tham Lom - MK23 qui fait l'objet d'un chapitre à part ; enfin il donne deux résultats de mesure des teneurs en CO2 faites à la pompe Dräger.

Khammouane 2011 - climatologie : températures et courants d'air.			
Localisation	Horodate	Température de l'air (°C)	Observations
T. Houay Sai - TK1	21/02/2011 09:54	23.1	entrée à l'extérieur - TN - FB
	21/02/2011 09:59	23.1	entrée à l'extérieur - TN - FB
	21/02/2011 10:08	21.4	à 150 m de l'entrée
	21/02/2011 10:23	22.1	à environ 300 m de l'entrée, jonction de 2 galeries parallèles (très ébouleux) - TN - FB - CA soufflant
	21/02/2011 10:23	24.3	à environ 300 m de l'entrée, jonction de 2 galeries parallèles (très ébouleux) - HR = 75 % - TSTM - DP
	21/02/2011 10:45	23	Coté nord de la "Salle du 1er jour" - alti LG = 175 m - TCS - LG
	21/02/2011 11:51	23.9	"Passage du lac" ; station "du bloc en pointe" à 20 m de la voûte mouillante - à 1m du sol et 1 m du bord de l'eau - TN - FB - CA soufflant
	21/02/2011	23	partout dans la cavité - température stable - TCS - LG
	23/02/2011	23	au niveau de l'eau - TSTM - DP
	"	25.1 - 25.9	en galerie sèche - TSTM - DP
	26/02/2011 après 08:30		début de matinée - entrée - CA soufflant
	26/02/2011 12:42		Traverse Grand Canal - Branche Est : pt 3 - CA vers le fond (doline Khouan Pheung)
26/02/2011 16:38		Traverse Grand Canal - Branche Est : pt 2006-100 - CA vers le fond (doline Khouan Pheung)	
27/02/2011 12:30	22.8	Lac du Canot - station physico-chimie ST1, à 1m du sol dans le CA - TN - FB	
27/02/2011 12:30	22.9	Lac du Canot - station physico-chimie ST2, à 1m du sol dans le CA - TN - FB	
27/02/2011 vers 12:30 - 12:35		Lac du Canot - pCO2 ST1 < 0.1% pCO2 ST2 < 0.1% (mesure à la pompe Dräger)	
T. Khoun Dôn - TK2	22/02/2011- fin am		galerie principale : CA vers la sortie (entrée TKD)
	23/02/2011 10:30		galerie principale - CA vers la sortie (entrée TKD)
	23/02/2011 16:38		160 m en aval du Carrefour des Chauves-souris (pt S1 - topo 1998) : CA toujours vers la sortie (entrées TKD)
Nam Hin Boun	05/03/2011 vers 18h	28.3	Nam Hin Boun, à l'auberge Salalao (escalier d'accès en bois) - à 1m au-dessus de l'eau - soleil couché - TN - FB
T. Lom - MK23	06/03/2011 - am		Réseau inférieur - à coté du P35 ? - pCO2 < 0.1 % (mesure à la pompe Dräger)
	06/03/2011 09:30	23	entrée - dans le courant d'air - TCS - LG
	06/03/2011 13:00	21	salle des Gours - bas du P20 - TCS - LG
	06/03/2011 16:15	20	entrée - dans le courant d'air - TCS - LG
T. Khoun Houay Sèt - MK24	07/03/2011 11:58	23.0	en bas du talus non loin du lac - TN - FB
T. Houay Sèt - MK25	07/03/2011 12:52	24.6	extérieur, sous les arbres, à proximité de l'émergence - TN - FB
T. Nam Non - KK1	07/03/2011 vers 15h40		CA soufflant sensible à l'extérieur, à 200 m de l'entrée
	07/03/2011 15:45	22.7	aplomb porche d'entrée, dans le CA à 1m du sol - TN - FB
	07/03/2011 15:45	24	aplomb porche d'entrée, TCS - LG
	07/03/2011 16:45	21.8	station physico-chimie eau (vasque à 2.2 km de l'entrée) - TN - FB
T. Biéo	08/03/2011 11:45		fort CA aspirant : bien net dans passage étroit concrétionné
	08/03/2010 après 11:45	21.7	à 1 m du sol, entre pt 5-0 et 5-1 - TN - FB
	08/03/2011 12:57		le CA va du pt 5.9 vers le pt 5.8
	08/03/2011 15:53		la cavité aspire
	08/03/2011 17:00	22.7	vers pt 7-4 - TN - FB

NB : pour les CA de Tham Lom - MK23 se reporter au tableau particulier
DP : Daniel Pioch - LG : Laurent Guizard - FB : François Brouquisse
CA : courant d'air - HR : Humidité Relative
TSTM : température de la "station météo jardin" de Daniel Pioch
TCS : indicateur de température digital du couteau suisse de Laurent Guizard
TN : thermomètre numérique am : après-midi

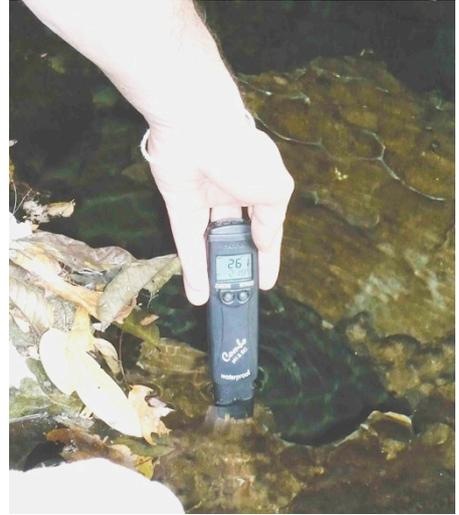
Tableau 6 - Données climatologiques souterraines

On constate que les températures (hormis entrées de cavités) se situent dans la fourchette 20 - 26 °C, avec une moyenne voisine de 22.6 °C. La plupart des ces relevés l'ont été dans des galeries bien ventilées et les températures sont légèrement supérieures à celles de l'eau des vasques ou du karst noyé. On recoupe les données antérieures publiées sur la région de Khammouane [1].

En ce qui concerne les courants d'air :

A **Tham Biéo**, on constate que l'entrée aspire ; mais le 8 mars c'est "la" journée pluvieuse avec baisse de la température, où une inversion peut s'être produite. Cependant l'entrée principale fonctionne comme entrée basse, au moins en relation avec l'entrée haute (+81 m) comme l'indique la topographie. Un relevé plus systématique (et horodaté) y serait utile.

Dans la **Nam Non**, sans surprise, une forte coulée d'air frais se fait sentir à l'extérieur, 200 m avant d'arriver au porche d'entrée, canalisée par le cours à sec de la rivière. Compte tenu de l'importance de ce réseau, il serait intéressant d'y mener une étude sur les volumes d'air transités chaque jour.



Photos 43 et 44 - Khoun Houay Sèt
mesure de la température, de la conductivité
et du pH (ph. F. Brouquisse)

Photo 45- Khoun Houay Sèt
mesure du TAC et du TH (ph. F. Brouquisse)



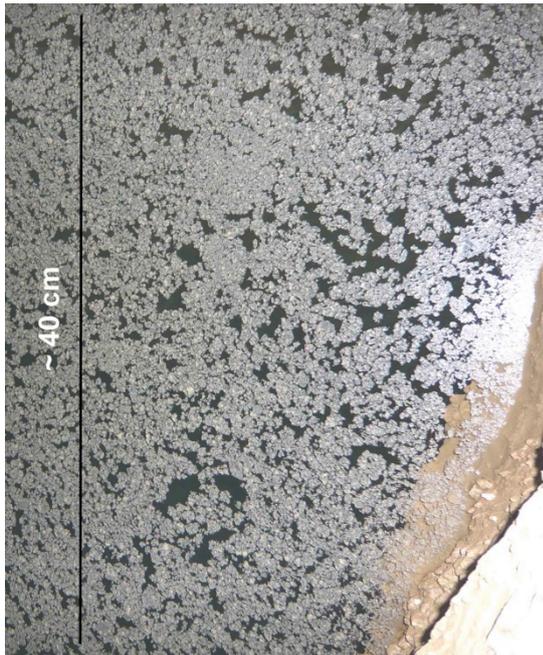


Photo 46 - Tham Houay Sai
lac d'entrée, calcite flottante (ph. F. Brouquisse)



Photo 47 - Tham Houay Sai - lac d'entrée - liserés de dépôts et paillettes de calcite, liés à l'abaissement du niveau du lac en saison sèche (le stylo donne l'échelle) (ph. F. Brouquisse)

Système Tham Khoun Dôn - Tham Houay Saï : les quelques observations confirment le fonctionnement en entrée basse des deux entrées, mais montrent que la sortie du Réseau Est dans la doline de Kouan Pheung semble fonctionner elle aussi comme entrée basse. Une ou plusieurs entrées hautes (Hauts de Houay Saï, Aven des Chèvres, Galerie du Tigre, ?..) doivent alimenter les niveaux inférieurs et les diffusions.

Il est indispensable de relever un maximum d'observations sur ce réseau, en particulier de vérifier les inversions qui doivent se produire en début de nuit.

Enfin on notera que les 2 mesures ponctuelles de teneur en CO₂, faites à la pompe Dräger, indiquent des pCO₂ inférieures à 0.1 %. Ceci est logique dans la mesure où ces mesures ont été faites dans des secteurs ventilés, du fait qu'en saison sèche les écoulements eau-CO₂ vers le karst profond sont négligeables, et que les sols de couvertures sont peu épais ce qui tend à limiter le confinement du CO₂ produit et augmenter sa diffusion vers le haut, contrairement à ce que l'on observe dans des régions pourvues d'une épaisse couverture argilo-limoneuse.

2- Physico-chimie

2.1- Sites échantillonnés

Six sites ont donné lieu à analyses :

Tham Pha Khê, grand porche qui donne sur le karst noyé, près de Ban Phôndou (JMS, BM, FB)

Le Lac du Canot, à 500 m de l'entrée, dans Tham Houay Saï : on se trouve également au niveau piézométrique d'étiage (FB).

Tham Houay Sêt, près de Ban O : c'est aussi un grand porche en pied de falaise, donnant sur un lac siphonnant au niveau de la zone noyée (FB, LG, KA).

Khoun Houay Sêt, exurgence non pénétrable, à 100 m du site précédent, avec plusieurs griffons (ph.43, 44 et 45), (FB, KA, LG).

Tham Nam Non, 3 km au nord de Ban Phôn Gnèng ; la rivière est à sec ainsi que son cours souterrain : à plus de 2.2 km de l'entrée on rencontre les premières vasques résiduelles : c'est ici encore le niveau piézométrique d'étiage (FB).

Enfin la **Nam Hin Boun** au droit de notre bungalow, dont l'alimentation est assurée par la lente vidange des réserves du karst pendant la saison sèche (FB).

2.2- Matériel utilisé

Sur le terrain sont mesurées ou analysées les variables suivantes : température, conductivité, pH, TAC et TH.

On a utilisé un thermomètre numérique Minitherm 16228 (-40, +150°C) de Bioblock (résolution 0.1°C, précision de l'ordre de 0.5°C à 1°C). Mais on disposait aussi d'un thermomètre à mercure de laboratoire en verre gradué au 1/5°C (précision : +/- 0.1°C), utilisé pour les températures sous abri, et des sondes de température du conductimètre et du pHmètre (moins bonne précision : +/- 0.5°C).

Le contrôle des sondes de températures du conductimètre et du pHmètre à partir du thermomètre en verre qui sert de référence, montre qu'il y a une inertie de 2 à 3 minutes avant que leur mesure se stabilise, mais que les mesures sont correctes.

Mesure du TAC et du TH : coffrets d'analyse Hanna, HI3811 (TAC) et HI3812 (TH), avec prise d'essai doublée (10 cc au lieu de 5 cc) et moyenne de 3 essais par analyse. Précision pratique de l'ordre de +/- 0.1 à 0.2°f.

Conductivité : conductimètre numérique Hanna, HI98311 avec solution étalon à 1413 µS/cm. Précision : +/- 2% PE (soit +/- 80 µS/cm), et +/- 0.5°C. La conductivité est affichée à 25°C.

pH : pHmètre numérique Hanna, HI98128 avec tampons pH 7.01 et 10.01. Précision : +/- 0.05 pH et +/- 0.5°C

2.3- Résultats et exploitation

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 7 et la figure 5 (diagramme de Roques).

Comportement des variables

Température

On retrouve des valeurs de température de l'eau un peu plus faibles que celles de l'air sus-jacent, avec une fourchette resserrée de 21.6 à 23.3°C.

pH

Les valeurs s'échelonnent entre 7.74 et 8.41, mais elles ne peuvent être vraiment interprétées en dehors des deux autres paramètres que sont le ΔpH (différence entre le pH actuel et celui qu'aurait l'eau si elle était à l'équilibre) et la pCO₂ ; mais ceux-ci demandent en principe une analyse d'eau complète.

TAC, TH, minéralisation et conductivité

Globalement on retrouve les niveaux antérieurement rapportés [1], avec une fourchette de 15.0 à 21.0°f pour TAC et TH et de 245 à 339 mg/l en minéralisation.

Les valeurs de TAC et TH sont quasiment les mêmes, ce qui signifie que l'essentiel de la minéralisation est apportée par les hydrogénocarbonates (HCO₃) coté anions et les alcalino-terreux (Ca et Mg) au niveau des cations. Autrement dit, les sulfates qui pourraient être liés à Ca et Mg, ou, Na et K qui pourraient être liés à HCO₃, sont en faible quantité.

Dans la gamme de pH observée, le TAC se ramène à la concentration en HCO₃.

Khammouane 2011 - Résultats des analyses physico-chimiques											
Code	Date	Lieu	T eau °C	T air °C	C microS/ cm	pH	TAC °f	TH °f	HCO3 mg/l	Ca mg/l (a)	Min mg/l (b)
kh2011-a	21/02/2011 11:45	T. Houay Sai - passage du lac (bloc en pointe)	23.3	23.9							
T1	24/02/2011 18:10	T. Pha Khé -regard sur karst noyé	21.7		344	7.99	21.0	20.8	255	83	339
kh2011-b	27/02/2011 12:30	T. Houay Sai - Lac du Canot - ST1	22.1	22.8	293	8.41					
T2	27/02/2011 12:30	T. Houay Sai - Lac du Canot - ST2	22.0	22.9	309	8.29	18.9	19.7	230	79	309
T3	05/03/2011 18:00	Nam Hin Boun - Auberge Salalao	28.7	28.3	336	8.08	20.6	20.9	250	84	334
T4	07/03/2011 11:58	Tham Houay Sèt - lac	22.1	23.0	259	7.81	15.0	15.6	182	62	245
T5	07/03/2011 12:40	Khoun Houay Sèt - griffon principal	22.7	24.6	263	7.74	15.4	15.5	187	62	249
T6	07/03/2011 16:45	Tham Nam Non - galerie principale - vasque résiduelle	21.6	21.8	329	8.00	18.6	18.4	226	74	300
(a) en supposant la teneur en Mg négligeable											
(b) en supposant la minéralisation réduite seulement à HCO3 et Ca											

Tableau 4 - Khammouane 2011 - Hydrogéochimie : résultats des analyses physico-chimiques de l'eau

La valeur de la minéralisation est approchée par défaut car seuls HCO₃ et Ca sont pris en compte. Chlorures, sulfates, nitrates, sodium, potassium et silice, habituellement présents en petite quantité peuvent représenter une dizaine de mg/l en plus.

La conductivité est un bon indicateur de la minéralisation totale ; la fourchette de 259 à 344 µS/cm est comparable à ce qui est déjà connu sur la région.

Calcium

Les concentrations en Ca données par le tableau 3 découlent de la simple transformation du TH, comme si la dureté n'était due qu'au seul Ca. Pour le Ca, il s'agit donc ici de valeurs par excès.

Du même coup, compte tenu des masses atomiques du Ca et du Mg, la valeur de la minéralisation calculée est, à ce titre, légèrement plus forte.

En réalité les analyses complètes effectuées par le passé conduisent à un rapport Ca/Mg pouvant descendre au-dessous de 5, ce qui est tout à fait cohérent avec la nature des calcaires souvent plus ou moins dolomités.

Pour exemple : Khoun Houay Sèt, échantillonné en 2002, a fourni des concentrations en Ca et Mg de 50.8 et 4.05 mg/l (Ca/Mg = 12.5) ; Tham Houay Saï (lac d'entrée, situation comparable avec le Lac du Canot), échantillonné en 1998, a fourni 62.2 et 9.80 mg/l (Ca/Mg = 6.3).

Diagramme de Roques

On va tenter de situer les eaux échantillonnées sur un diagramme de Roques [2]. Toutefois en l'absence d'analyse complète, on est obligé d'effectuer un certain nombre d'approximations [3].

Les relations suivantes seront posées :

$Min = 1.2942 [HCO_3] + 21.786$ (réf : Laos 1992 - 2002), avec Minéralisation et [HCO₃] en mg/l,
 $10^3 \mu = 0.019 Min - 0.16$ (réf : Mòc Chàu 98/99), avec μ : force ionique et minéralisation en mg/l,
 $TH Mg = 3.3^{\circ}f$ soit [Mg] = 8 mg/l, concentration moyenne en Mg (réf : Laos 1992 - 2002).

Les droites d'équilibre calculées sont pratiquement confondues et comprises entre les 2 droites théorique et expérimentale, et proches de cette dernière. Seule celle de l'échantillon T3 (Nam Hin Boun) est très voisine de la droite d'équilibre, mais c'est la température élevée qui la tire vers le bas.

Tous les échantillons sont sursaturés, avec un ΔpH dans une fourchette de 0.22 à 0.99. Les sites T4 et T5 sont les moins sursaturés, les T1, T2 et T6 beaucoup plus, ce qui recoupe le constat visuel (abondance de la calcite flottante et des dépôts de paillettes).

2.4 Discussion

Les caractéristiques de Tham Houay Sèt et Khoun Houay Sèt sont très proches, ce qui n'est pas étonnant compte tenu de leur proximité. L'équipe des plongeurs spéléo du projet "Expé Laos 2011" a d'ailleurs effectué leur jonction en février 2011 et exploré plus de 500 m en siphon dans ce réseau noyé [4].

Pour Khoun Houay Sèt les valeurs des variables sont très voisines de celles trouvées en 2002 [1]. Ce sont des eaux à minéralisation plus faible que les autres, ce qui peut éventuellement s'interpréter par le fait qu'elles se trouvent sur un axe de drainage plus transmissif (point de sortie localisé).

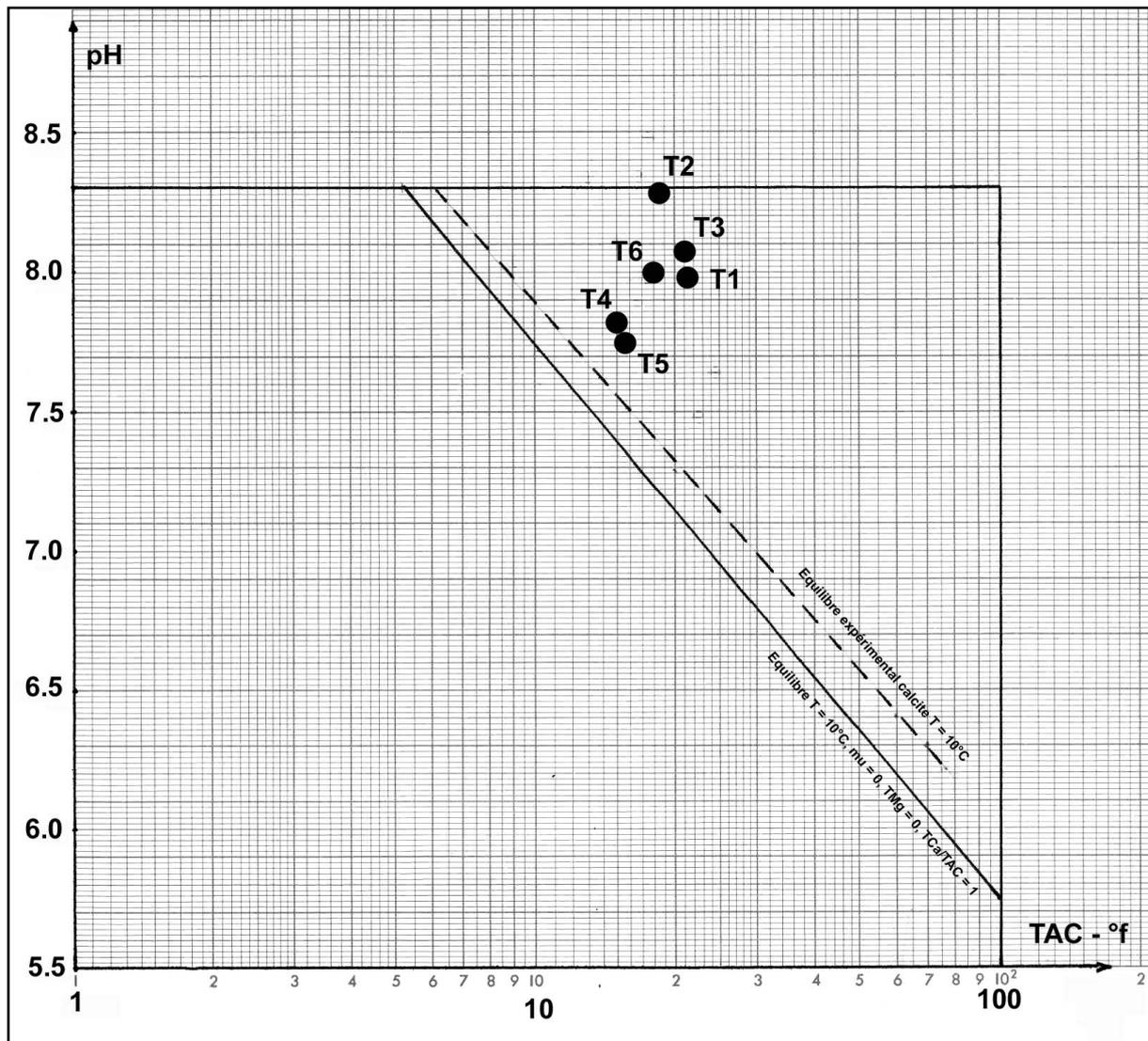


Figure 5 - Diagramme de Roques : position des eaux échantillonnées

On note en effet que les eaux des vasques (T1, T2, T6) sont un peu plus chargées, avec une (sur)saturation évidente (calcite flottante et liserés d'assèchement)

Sur Tham Houay Saï, la comparaison avec la mesure effectuée en 1998 dans le lac d'entrée, à même époque, montre que les valeurs sont équivalentes.

Les lacs et vasques résiduelles où ont été effectuées les analyses d'eau présentent toutes de la calcite flottante et des laisses d'abaissement du niveau marquées par des liserés de paillettes de calcite. Il est intéressant de noter que ces liserés n'apparaissent qu'à un certain niveau, au-dessus duquel l'eau était sous-saturée et ne déposait donc pas (eau courante, puis formation de vasques par tarissement progressif avec vidange progressive par sous-écoulement). Avec le temps, les eaux restantes se chargent de plus en plus jusqu'à saturation, ce qui déclenche l'apparition de calcite flottante et des premiers liserés de bordure (ph.46 et 47).

L'eau de la Nam Hin Boun, qui devrait être à l'équilibre puisque circulant à l'air libre, porte la marque de l'origine de son alimentation à partir de la lente vidange du karst tout au long de son trajet ; apports ponctuels de sources ou thalwegs affluents, et alimentation linéaire répartie : elle draine plusieurs centaines de km² de karst depuis les confins du plateau de Nakaï, et a eu donc le temps d'acquérir sa charge maximale.

2.5- Perspectives

La poursuite des mesures et analyses de terrain s'impose, mais il faudrait pouvoir réaliser des analyses complètes en laboratoire, faute de quoi les interprétations restent un peu limitées. Le couplage avec des calcimétries d'échantillons de roche et des mesures de pCO₂ sous terre permettrait de consolider la démarche.

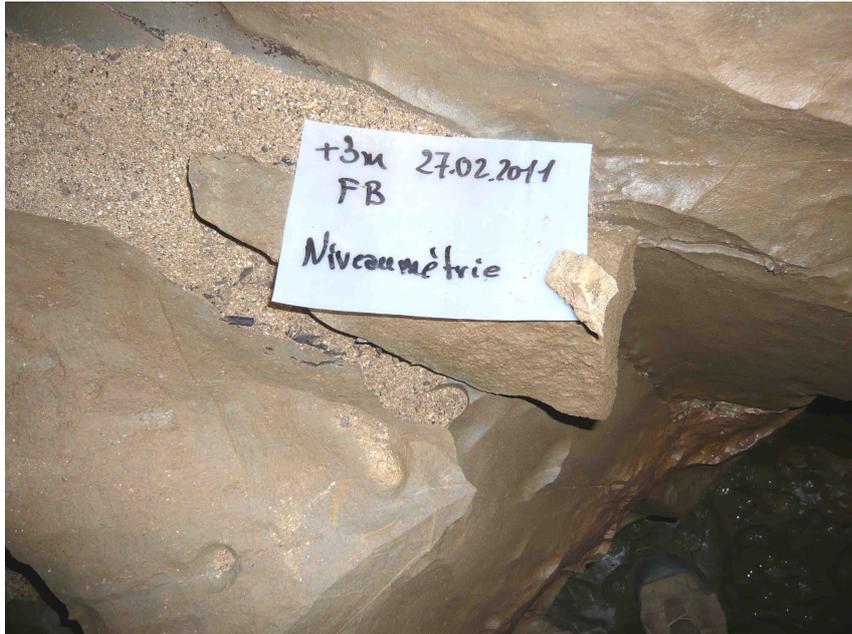
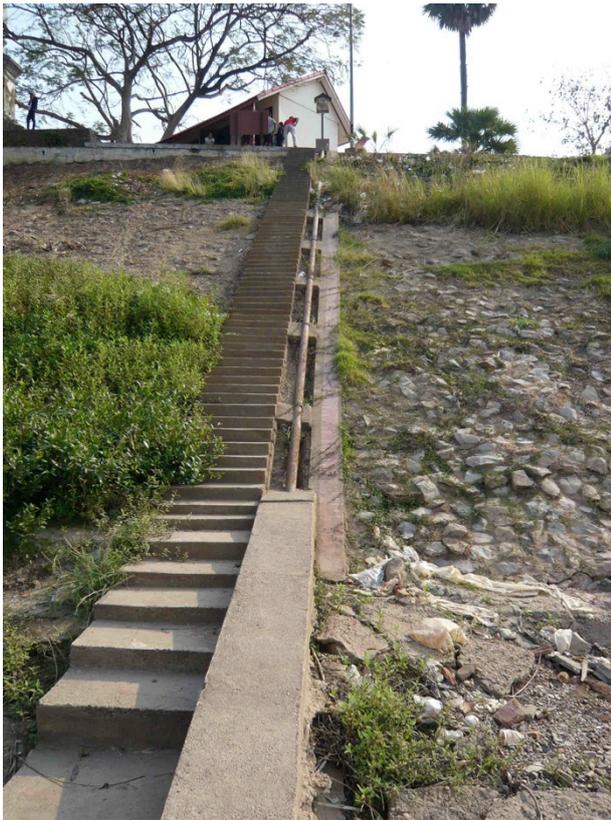


Photo 48 Tham Houay Saï
Lac du Canot : Marqueur de crue
(ph. F. Brouquisse)



Photos 49 et 50 - Thakhek - Echelle limnimétrique sur la berge du Mékong. Le marnage dépasse les 12 m (ph. F. Brouquisse)



Photo 51 - Tham Houay Sai - secteur de la vire BerLau - panneau fossilifère (ph. P. Bence)



Photos 52 et 53 - Tham Biéo - Fossiles dégagés par la corrosion différentielle, parmi lesquels des crinoïdes (ph. F. Brouquisse)

3- Hydrologie

Deux expérimentations très rustiques, mais robustes, ont été menées dans Tham Khoun Dôn - Tham Houay Saï pour avoir une idée du marnage des niveaux piézométriques.

Près du terminus topo 1998, après la salle Khamsoné, à l'endroit où la jonction s'est faite en 2011 avec le Passage du Lac en venant de Tham Houay Saï, nous avons placé :

- d'une part, des fonds de bouteille plastique coupés, ancrés dans le talus d'argile, étagés tous les mètres entre le niveau de l'eau actuel et +9 m. En fonction du niveau atteint en saison des pluies ces fonds de bouteilles se rempliront d'eau et le resteront jusqu'à notre prochain passage.

- d'autre part, et à côté de ces "pièges limnimétriques", nous avons posé des carrés de feuilles plastiques de 10 x 10 cm, susceptibles d'être emportés par la montée des eaux et le courant, même faible. Ces carrés sont bien sûr repérés en fonction de leur hauteur au-dessus de l'eau (ex : "+3 - 25.02.2011 - FB-LG"). Les carrés rescapés indiqueront le niveau maximum non dépassé.

Cette opération a été menée dans des conditions difficiles (dune argileuse raide et glissante) grâce à l'Esprit des Kips, par Laurent Guizard et François Brouquisse.

La même opération a été effectuée, mais seulement avec des carrés plastiques et du rubalise, entre 0 et + 6 m, au Lac du Canot (ph. 48), en même temps que les analyses d'eau aux stations ST1 et ST2.

Enfin, la saison sèche n'étant pas favorable aux écoulements, seul un jaugeage rustique au flotteur a été effectué sur la Nam Hin Boun au droit de l'auberge Sala Lao, vers 7h le 7 mars 2011 : le débit était de l'ordre de 1 m³/s.

Une estimation très approximative de l'ordre de grandeur du débit a été aussi tentée lors de notre traversée du Mékong le 19 février 2011 ; verdict : 1200 m³/s à 2000 m³/s ... ?

A quelques dizaines de mètres du poste de douane de Thakhek existe une échelle limnimétrique (marques et chiffrées portées sur une longrine de béton bordant un escalier) : le maximum atteint +15 m, un peu au-dessus du niveau de la chaussée ; vers le bas le support n'existe plus au-dessous de 3.30 m, niveau auquel correspond une cassure de pied de berge et où la pente du talus s'adoucit vers le fleuve (ph.49 et 50).

4- Géologie

Diverses observations localisées ont été effectuées au gré des sorties, sur la morphologie, les microformes, la structure, la lithologie, les secteurs fossilifères, les remplissages, ainsi que quelques mini-échantillonnages. Seul un travail immédiat de sauvegarde des notes, photographie et repérage des prélèvements a été fait.

L'exploitation de ces éléments est potentiellement intéressante mais liée à la possibilité de faire réaliser des analyses en laboratoire, calcimétries, lames minces, identification des fossiles, datations... Des pistes existent mais sont pour l'instant en instance... et il faudrait (ré)activer des réseaux ou se mettre en cheville avec des spécialistes intéressés, mais cela suppose un projet à long terme.

Les cavités sur lesquelles ont porté ces observations sont principalement Tham Khoun Dôn / Tham Houay Saï, Tham Lom et Tham Biéo.

En vrac on pourra citer à titre d'exemple :

Quelques zones à fossiles à la vire BerLau, dans Tham Houay Saï ainsi que de très beaux panneaux à Tham Biéo. Les fossiles les plus marquants semblent être des morceaux de tiges de crinoïdes : on rencontre en effet parmi de nombreux débris (un peu comme dans les calcaires à entroques) beaucoup d'articles éparpillés ou encore empilés les uns sur les autres. Certaines structures font de 1 à 2 mm de diamètre et ont quelques cm de long, d'autres plus massives atteignent 15 à 20 mm de diamètre et dépassent les 5 cm de long. Les articles ont une forme de rondelle régulière, non côtelée, blanchâtre, avec un espace annulaire. L'épaisseur de ces articles varie entre 1 et 2 mm, et le diamètre intérieur de 1 à 9 mm (ph. 51 à 55).

Un sable est à étudier (réseau Est de Tham Houay Saï, non loin de la sortie vers la doline de Kouan Pheung), un prélèvement (bien identifié pour datation) dans la Salle du Totem et quelques échantillons de remplissage argilo-limoneux et de croûte concrétionnée (Tham Lom), d'argilites (ph.56) voisinant avec des brèches paléokarstiques (?) (ph.57), de croûtes et de sable dans Tham Biéo.

Cette dernière cavité est extrêmement intéressante. Outre les fossiles les mieux exposés, on y rencontre à profusion des croûtes poudreuses à tonalité parfois rougeâtre avec des mini-choux-fleurs bruns couvrant le sol : cela fait penser à une possible composante hydrothermale dans la karstification (?). Un ou deux secteurs présentent de très belles anastomoses (lapiaz de voûte) (ph.58).

5- Biospéologie

5.1- Observations avec collecte de microfaune

Echantillon "KH2011-Bio 1"

collecté le 26.02.2011 (FB), (ph.59 et 60).

Tham Houay Saï (Khammouane - RDP Lao) - galerie Est (secteur à "scutigères et racines").

ramassé sur un cadavre de chauve-souris, à proximité d'arrivées remontantes vers la surface (diaclasses), avec de légers suintements d'eau.

support : sol sableux au pied de la paroi (rocher sec non concrétionné).

dans le même secteur : vu 2 à 3 araignées, quelques sauterelles, un uropyge (station topo "2011_803").



Photo 54 - Tham Biéo - tiges et articles de crinoïdes (ph. F. Brouquise)

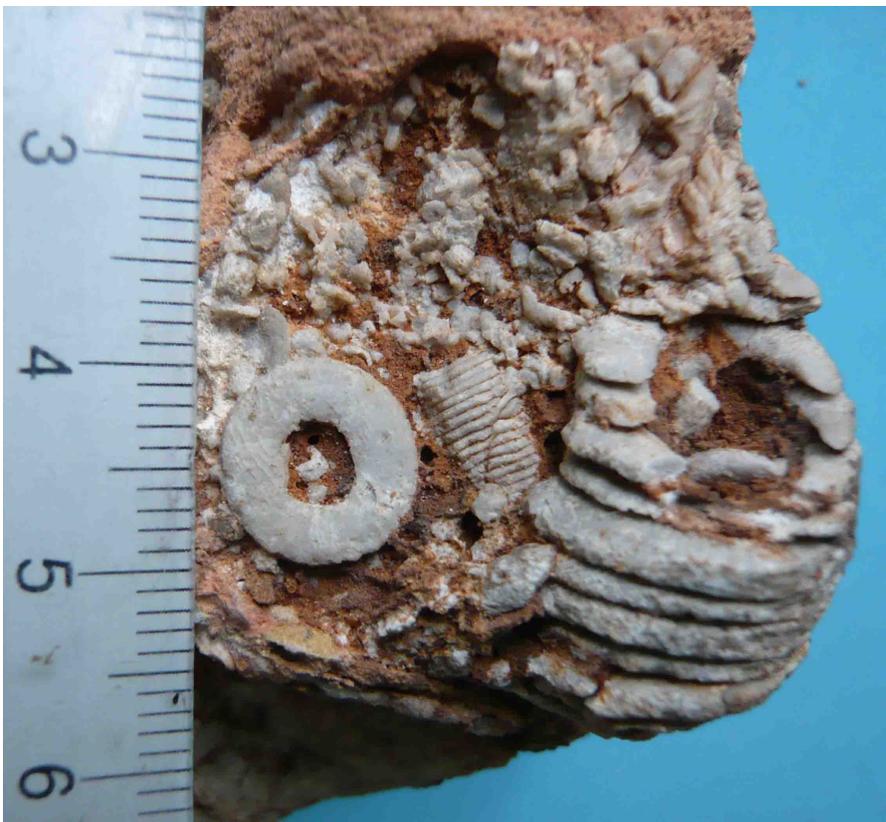


Photo 51
Tham Biéo
articles de
crinoïdes
(ph. F. Brouquise)



Photos 56 et 57 - Tham Biéo argilites et brèches paléokarst ? (ph. F. Brouquisse)

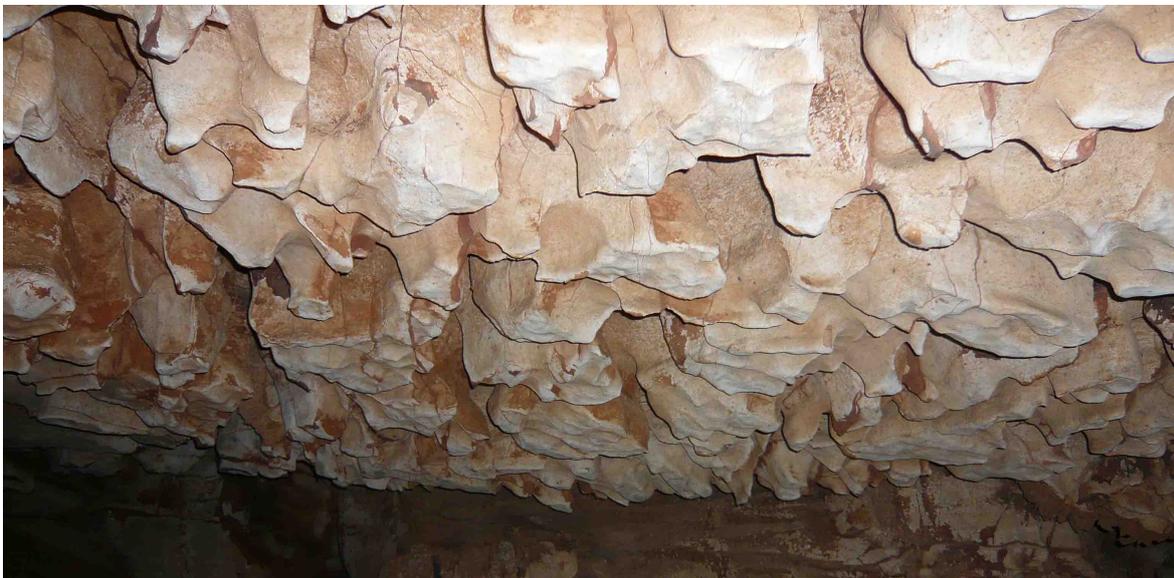
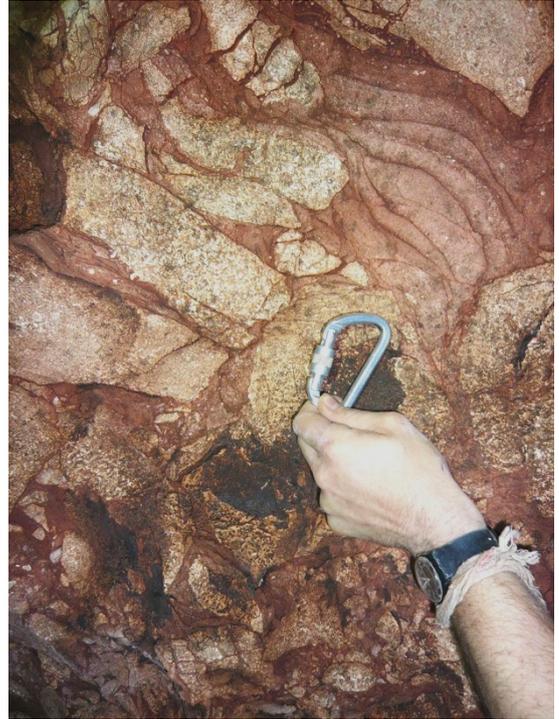


Photo 58 - Tham Biéo - anastomoses (ph. F. Brouquisse)



Photos 59 et 60 - Tham Houay Sai - Réseau Est : prélèvement "Bio 1"
Diplopodes, staphylinidae et larves de diptères (ph. F. Brouquisse)



Photos 61 et 62 - Tham Nam Non - Galerie principale - vasque à 2.2 km de l'entrée prélèvement "Bio 2" -
larve d'odonate (ph. F. Brouquisse)

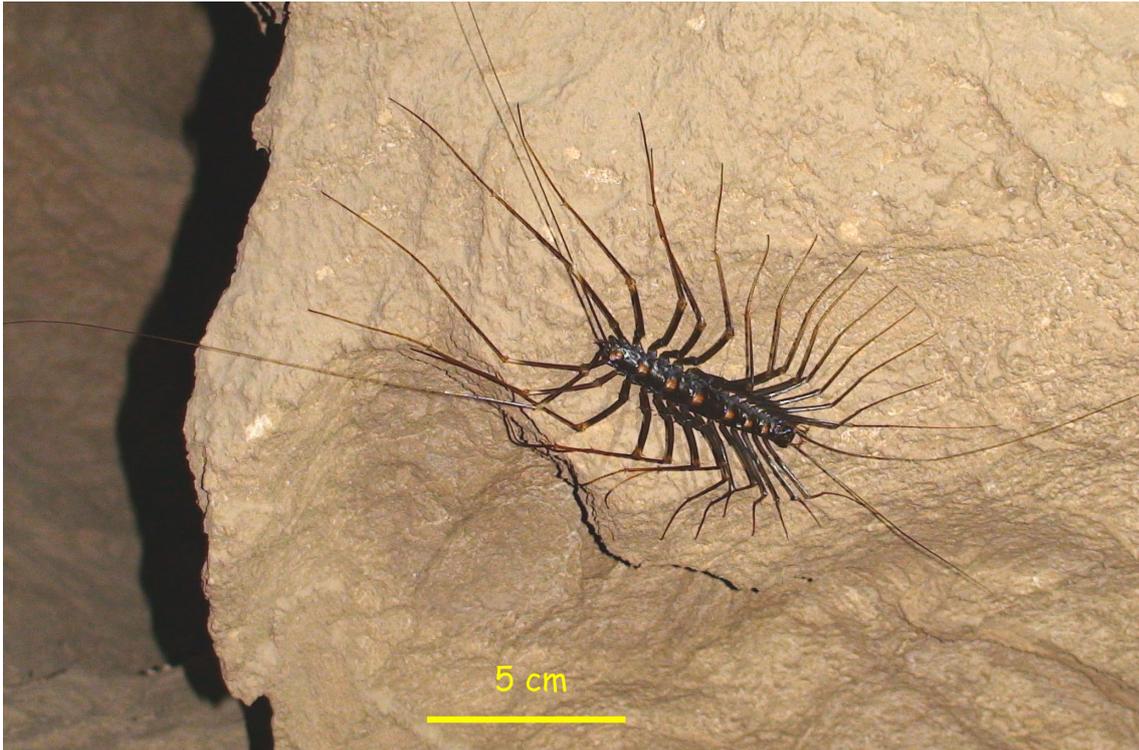


Photo 63 - Tham Houay Saï - Réseau Est - scutigère (ph. B. Monville)



Photo 64 - Tham Houay Saï - secteur des Chèvres - uropyge (ph. P. Bence)

Echantillon "KH2011-Bio 2"

collecté le 07.03.2011 (Laurent Guizard), (ph.61 et 62).
Nam Non (Khammouane - RDP Lao) - à environ 2.2 km de l'entrée (rivière principale)
ramassé dans une vasque résiduelle (l'animal nageait très rapidement), en bordure de berge sableuse,
eau claire avec calcite flottante .
mesures physico-chimiques au même endroit (temp. eau = 21.6°C ; temp. air = 21.8°C ; pH = 8.00 ;
Conductivité = 329 µS/cm ; TAC = 18.6°f ; TAH = 18.4°f.
On se trouve en saison sèche, vasque sursaturée.

Ils ont été transmis à Louis Deharveng (Directeur de l'UMR7205 CNRS/MNHN) dont voici les premiers commentaires :

Bio1: 2 Diplopodes troglomorphes intéressants, famille ???; 2 larves de diptères, 1 staphylinidae oculé non troglobie

Bio2: 1 larve probablement d'odonate à gros yeux.

5.2- Observations sans collecte

Tham Khoun Dôn

Colonie de chauves-souris (quelques centaines ?) au carrefour du même nom (pt S1 - topo 1998). Cette colonie était déjà existante en 1998.

Tham Houay Sai

Coquilles de petits escargots au "Passage du Lac" (jonction avec terminus 1998 de Tham Khoun Dôn) (FB - 21/02/2011).

Scutigère sur paroi gauche, près du pt V2 (topo FB-BM du 23/02/2011).

"Ca me rappelle qu'avec Pierre, le mercredi 23 (équipe 1), j'étais sûr d'avoir affaire à un tronçon de rivière, car j'y ai aperçu 2 poissons blancs..." (Jean-Michel Salmon - 23/02/2011).

"Retour par la salle du Tigre. Dans une vasque de la branche Est, Laurent identifie le crabe rose cavernicole déjà trouvé dans d'autres cavités du Khammouane : *Erebusa calobates*" (26/02/2011).

" En cherchant un point de mise à l'eau, Laurent aperçoit un poisson blanc ressemblant au *Bangana* n. sp. (Fam. Cyprinidae), cité dans le rapport 2007-2008" (26/02/2011).

"Charly indique une escalade à faire au bout de la galerie du Tigre. En y allant Flo repère une ancienne empreinte, qui semble être celle d'un ours" (26/02/2011).

"Ils observent des empreintes de chèvres dans les galeries obscures du réseau" (Réseau des Chèvres - 26/02/2011).

Dans le Réseau Est, non loin de la station "Bio1", présence de macrofaune : des sauterelles, 2 ou 3 araignées, 2 scutigères, 1 uropyge (pt 2011-803) (26/02/2011 - FB), (ph.63 et 64). Dans le même secteur, le "gours aux batraciens" indique leur présence : petites grenouilles de 4 à 5 cm (LG).

Tham Nam Péo

"JM et Yvan font une galerie annexe, où ils identifient encore le crabe rose cavernicole : *Erebusa calobates*" (01/03/2011).

Tham Biéo

"méandre du fénestrou, méandre du scolopendre" (06/03/2011).

Tham Lom - MK23

"Au bout de la grosse galerie du Réseau Sup, dans un gour nous avons constaté la présence de 5 crabes *Erebusa calobates*" (Laurent Guizard - 10/03/2011).

On se reportera également au chapitre sur Tham Lom.

6- Références

[1] BROUQUISSE, François (2005) : Chapitre 10 - Nouvelles données karstologiques, physico-chimiques et hydrologiques.- *Khammouane 2002-2003-2004, Explorations Spéléologiques en République Démocratique Populaire Lao* : 158-168.

[2] ROQUES, Henri (1972) : Sur une nouvelle méthode d'étude des eaux naturelles.- *Annales de Spéléologie, tome 27, fasc.1, 1972* : 79-92.

[3] BROUQUISSE, François (2000) : Données physico-chimiques.- *Môc Châu 98/99 Vietnam - (2000)* : 119-125.

[4] MARIN, Tudor et al. (2011) : Rapport préliminaire "Expé Laos", Newsletter 05 -25 février 2011, Newsletter 04 - 20 février 2011, Newsletter 03 -15 février 2011, Newsletter 02 -10 février 2011.-

http://www.expe-laos.com/document.php?project=expelaos&locale=fr&pagendx=38&first=0&max=5&noempty=1&engine_open=38#38

Compte-rendu journalier



Photo 65 - Chantier du pont sur le Mékong

Samedi 29 Février – Arrivée à Thakhek

Arrivés la veille à Nakhon, Phil et Flo retrouvent la première moitié de l'équipe (Charles, Bernard M., François, Yvan, Pierre, Bernard G) pour faire quelques courses et passer la frontière en début d'après-midi. Ce sera peut-être notre dernière traversée en bac car, à quelques kilomètres au Nord de Thakhek, un pont en construction doit être mis en service dans l'année (date prévue pour l'inauguration : 11/11/2011).

Le bourg de Thakhek a bien changé en quelques années. Le développement est très sensible, les rues sont propres, les bâtiments en meilleur état. On voit dans les rues de nombreux pick-up rutilants et on croise maintenant beaucoup de touristes. Etonnant.

Nous retrouvons Jan Burrows, un anglais qui s'occupe de la préservation des derniers crocodiles au Laos et nous l'invitons avec des représentants de l'Autorité Touristique (ATL) pour le repas du soir.

Dimanche 20 Février – Départ pour Ban Na

Retrouvailles avec la seconde partie de l'équipe, partie le vendredi de Montpellier, qui débarque au premier bac de 8h30. Après les formalités de visa, petite douche pour les arrivants. L'équipe franco-roumaine des plongeurs nous rejoint à midi. C'est la fin d'expédition pour eux. Ils sont satisfaits de leur séjour et de leurs découvertes. Cinq d'entre eux restent encore une semaine

sur la Nam Hin Boun. Nous croisons aussi l'équipe de Gilles Connes, en partance pour les gorges de la Nam Hin Boun. Nous prenons un repas tous ensemble, soit une belle tablée de 28 spéléos !

Alors que les plongeurs attendent pour repasser la frontière vers la Thaïlande, nous chargeons nos sacs sur les camions et partons vers le village de Ban Na après avoir fait quelques courses de nourriture et boissons collectives.

Le village est seulement éloigné de 20 km dont 10 de piste. Après un arrêt forcé pour mettre au gabarit de nos camions le pont à l'entrée du village, nous installons le camp pour une semaine dans le temple au cœur du village, comme d'habitude.

Après le bon repas de Mr Kham qui n'a pas perdu la main avec les années, présentation par Charly de la zone, du réseau de Houay Saï - Khoun Dôn et des objectifs pour la semaine. Innovation de l'année, un vidéoprojecteur permet une communication conviviale.

Lundi 21 Février – Intro TKDHS

Richard, notre médecin reste au camp pour reposer une entorse au genou.

Les douze autres membres de l'équipe entrent par Tham Houay Sai. L'objectif du jour est d'effectuer un "tour" du propriétaire", pour présenter l'essentiel du réseau aux néo-arrivants

En furetant entre les blocs, Phil découvre un passage inconnu. Bingo, l'escalade d'un petit ressaut donne accès à une grande salle

au sol encombré de blocs puis à 400 m d'une belle galerie, barrée par une vasque profonde balayée par un fort courant d'air. Yvan glisse sur un bloc instable et se fait une belle entorse au genou. Il retourne doucement vers l'entrée, accompagné par François et Bernard M pour l'aider dans les passages délicats. Flo, Phil, Jean-Michel, Laurence et Pierre entreprennent la topo en revenant vers l'entrée et en repérant tous les départs sur le parcours. François mesure les températures et fait avec Bernard M et Yvan la topo de la galerie Bocuse... déjà levée 1 heure plus tôt par l'équipe de pointe ! D'après le "thermomètre du couteau suisse" de Laurent, la température de la cavité est stable : 23°C... Charles,



Photo 66 - Mise au gabarit d'un pont sur la Nam Dôn

Daniel, Laurent, Bernard G franchissent le lac en canot pour explorer et topographier la suite. Le lac fait une cinquantaine de mètres et donne accès à de grands volumes et à la salle Khamsonne. Au passage, ils crèvent le canot, ce qui compromet leur retour par la même voie. Nous constaterons plus tard que cette partie après le lac avait déjà été topographiée par François depuis Tham Khoun Dôn en 1998. Une nouvelle jonction est donc établie entre les 2 entrées. L'équipe décide de poursuivre l'objectif initial et de ressortir par Tham Khoun Dôn. Charly montre le cheminement de la traversée et indique les départs intéressants pour les jours suivants. Après le repas du soir, présentation des cavités du secteur et de nos travaux spéléologiques au Conseil du village, avec l'aide de Vannivong pour la traduction.



Photo 67 - Ban Na, notre camp de base, ceinturé par le karst et les rizières

Mardi 22 Février – HS : Jonction topo avec la Salle Khamsoné ;

KD : Topo dans les Hauts de KD
Yvan reste au camp pour reposer son genou, Flo aussi car elle a une gastro-entérite terrible depuis la veille au soir. Phil reste à ses côtés. Report des 1,3 km de topo de la veille et séance photos au village.

Départ des neuf autres vers le réseau.

• Equipe 1 : Bernard G, Laurent, Daniel et Charly

Entrée par Houay Saï avec une échelle en bambou construite sur mesure par les villageois pour équiper en fixe un ressaut de 5 m. Détour par le lac vu la veille pour récupérer le matériel abandonné. Topo depuis la jonction jusqu'à la grande salle Khamsoné. Ils découvrent un passage qui permet de shunter le lac qui barre le cheminement principal et commencent à équiper de cordes fixes un passage en vire.

• Equipe 2 : François, Jean Michel, Laurence, Bernard M, Pierre, Richard.

Entrée par Khoun Dôn après avoir tâtonné pour retrouver l'entrée et les bons passages. C'est un véritable pèlerinage pour François qui n'était pas revenu à Khoun Dôn depuis les premières explorations de 1997-98 !

Après avoir galérés dans le plafond de gros volumes visiblement non topographiés, ils

explorent la branche nord – les Hauts de Khoun Dôn - depuis le Carrefour des Chauves-Souris, à partir du terminus topo de François. 400 m de développement et repérage de plusieurs puits.

Retour au village vers 19 h.

Mercredi 23 Février – KD : Topo et Puits des Hauts de KD ; HS : Galerie 20x20

• équipe 1 - Tham Khoun Dôn : Jean-Michel, Pierre

Topographie complète des gros volumes repérés la veille au plafond puis descente vers un tronçon de rivière non topographié, avant de jonctionner dans la grande galerie en aval du Carrefour des chauves-souris. Jonction avec l'équipe 2 lorsqu'elle sort du P60.

• équipe 2 - Tham Khoun Dôn : Phil, Flo, Laurence

Entrée sous terre avec l'équipe 1 et départ pour équiper le P60 repéré la veille dans les Hauts de Khoun Don. Il faut une heure pour arriver dans les galeries supérieures après le Carrefour des Chauves-Souris.

Le puits est un creusement récent associé à une alimentation en plafond. Flo équipe jusqu'à un large palier vers -50, Phil désescalade les 12 mètres restants, pour s'arrêter sur un soutirage boueux impénétrable. Depuis le palier un passage en vire amène à 10 m de galerie qui

remonte ensuite vers une arrivée en plafond.

Jean-Michel et Pierre rejoignent l'équipe 2 pour le casse-croûte de midi. Laurence part avec eux faire la topo des galeries remontantes après le puits. Phil et Flo montent voir en haut de la pente de glaise et fouillent dans la zone des chauves-souris pour jonctionner avec l'ancienne topo (2006) de Flo et Maria. Flo retrouve en fait cette jonction dans la partie que Pierre et Jean-Michel avaient explorée le matin même.

• équipe 3 - Tham Houay Saï : Charly, Bernard, Laurent, Daniel

Les objectifs étaient de terminer l'équipement du shunt, de reconnaître les passages dans le labyrinthe (accès au Boulevard des Chèvres et à la branche Est) et d'explorer, au cœur du labyrinthe, la galerie 20x20 au bas d'un ressaut de 16 m. Il s'agit en fait d'une salle d'effondrement. Un passage est découvert au bas de la salle, qui descend encore d'une vingtaine de mètres avant de recouper des galeries subhorizontales. Un accès sans corde qui contourne le ressaut de 16 m est trouvé. Cette partie s'oriente au nord, au-dessous de l'aven des Chèvres. Arrêt sur rien.

• équipe 4 : Tham Khoun Dôn : Bernard M., François

400 m de topo dans les fossiles au-dessus du carrefour des chauves-souris.



Photo 68 – Sur le chemin de Tham Khoun Don

Jeudi 24 Février – HS : Grand Canal, Kouan Pheung, Galerie 20x20 et Labyrinthe

Jean-Michel, Laurence, Bernard M. et François restent au camp. Ils vont voir une émergence indiquée par les villageois (Tham Pha Khè) et faire une analyse d'eau. Jean-Michel prépare une représentation 3D de la surface au dessus de Khoun Dôn sur Visual Topo.

- Equipe 1 : Charly, Phil, Flo partent vers le fond de la branche Est de Houay Saï pour poursuivre l'exploration de la rivière et chercher un passage en direction des pertes. Ils balisent le cheminement qui n'est pas évident. Ils lèvent environ 800 m de topo en naviguant avec les canots. Départ ensuite vers l'amont de la rivière pour revoir le terminus du plan d'eau, siphonnant en 2006. Phil monte dans les fossiles pour chercher un passage car le courant d'air est bien présent. Charly et Flo le rejoignent et Bingo, Charly trouve LE passage bas au ras du sol dans lequel tout le vent s'engouffre. Après quelques dizaines de mètres de progression dans une galerie méandriforme, arrivée dans un gros volume ventilé. Sur la droite, s'étale un plan d'eau dont la surface est ridée par le vent. Sur la gauche, la galerie amène après 400 m de marche sur un sol de sable, jusqu'à un siphon à la base d'un éboulis ouvert sur un nouvel orifice vers l'extérieur. Phil grimpe et sort dans une belle doline perdue au



Photo 69 - La Nam Hin Boun à l'étiage, un peu en amont de T. Nam Péo

cœur du massif. A travers la végétation, il aperçoit juste en face un large trou noir. Re-bingo ! Une belle journée d'exploration comme on les aime.

- Equipe 2 : Laurent, Daniel, Bernard G. et Pierre vont terminer la topo de la galerie 20x20 et fouiller systématiquement les dépôts. Au retour, ils pointent aussi l'aven des chèvres au GPS.

- Equipe 3 : Richard et Yvan font de la topo dans les galeries du labyrinthe.

Le soir, séance cinéma pour le village. Nous utilisons notre vidéo projecteur pour projeter quelques films devant un public attentif. Dessins animés pour les petits, comédie pour les grands et documentaires aventures pour tout le monde.

Vendredi 25 Février – HS : séance Photos

Charly, Pierre, Richard et Yvan restent au camp. Les enfants du village leur montrent une grotte soufflante, puis une petite cavité qui perfore un rognon calcaire à proximité du village.

Le reste de l'équipe part à Houay Saï pour faire une grosse séance photo jusqu'à la salle Khamstone. François et Laurent font des relevés et posent des capteurs dans la zone de jonction pour étudier les niveaux de montée des eaux en période de mousson.

Samedi 26 Février – HS : Kouan Pheung, Galerie du Tigre, Réseau des Chèvres

- Equipe 1 : Jean-Michel, Flo, Phil. Partis à 8h du village, ils progressent rapidement vers la nouvelle entrée au fond de la branche Est. Photos sur le parcours dans les nouvelles galeries découvertes, pointage GPS de la doline qu'ils traversent pour rallier l'entrée repérée à travers la végétation. Après 470 m d'explo et de topo, ils ressortent dans une nouvelle doline, fouillée sans succès à la recherche d'une suite. Au retour, découverte d'une galerie inférieure débouchant sur un très beau siphon. Dans le réseau principal, on retrouve l'équipe 2 en train de terminer la topo. Charly indique une escalade à faire au bout de la galerie du Tigre. En y allant, Flo repère une ancienne empreinte, qui semble être celle d'un ours. Phil fait l'escalade de 6/7 m, le courant d'air arrive d'un puits remontant.



Photo 70 - Séance cinéma à Ban Na

Une galerie redescend derrière mais sans courant d'air. En revenant Flo et Jean-Michel font la topo de deux départs latéraux remontants en laminoir.

- Equipe 2 : Charly, Bernard M., François.

Topo de l'explo des nouvelles galeries de la branche Est jusqu'à la doline. Dans l'entrée, l'équipe est agressée par des abeilles sauvages et Bernard M. se fait piquer. La doline sera donc baptisée Kouan Pheung (doline des abeilles). Au retour, fermeture topo de quelques petites boucles près de la salle du lac. François fait quelques prélèvements bio qui seront transmis à Louis Deharveng pour étude.

- Equipe 3 : Bernard G., Laurence et Pierre.

Topo de la partie haute du réseau des chèvres, pointage GPS de la porte du Gypse et jonction avec les Hauts de Houay Saï à la rencontre de Richard et d'Yvan. Ils observent des empreintes de chèvres dans les galeries obscures du réseau.

- Equipe 4 : Laurent et Daniel.

Topo avortée de l'amont de la rivière depuis la salle Khamsona à cause d'une panne de Disto. Ils partent rejoindre l'équipe 2 dans la salle du lac au fond de la branche Est. Un peu de navigation, topo et jonction avec le plan d'eau découvert la veille. Retour par la salle du Tigre. Dans une vasque de la branche Est, Laurent repère un crabe rose cavernicole déjà observé dans d'autres cavités du Khammouane. Peut être *Erebusa pelobates* ?

- Equipe 5 : Richard et Yvan.

Exploration et topographie dans

les Hauts de Houay Saï (secteur "No-End" dans la branche nord du labyrinthe) et exploration de deux départs vers l'ouest. 1,2 km de topo.

Dimanche 27 Février - HS : Accident

- Equipe 1 : Phil et Laurence partent équiper la vire dans la galerie supérieure de l'entrée.

Flo et Jean-Mi partent pour naviguer le plan d'eau ventilé non loin de l'entrée.

- Equipe 2 : Charly, Laurent et Daniel partent topographier un bout de rivière entre le Grand Canal et la salle Khamsona. Daniel glisse sur quelques centimètres, mais par malchance, une arête tranchante lui entaille profondément la cuisse.

Branle-bas de combat. L'équipe 1 rejoint rapidement le blessé. Avec sa pharmacie, Flo fait un premier nettoyage et pansement avec le ruban adhésif orange réservé au balisage. Deux attelles sont improvisées avec les manches des pagaies.

Laurent retourne en courant jusqu'à Ban Na chercher Richard, de l'aide et un véhicule, tandis que le transport du blessé s'organise. Sous terre, Phil assure le portage. A l'extérieur, un semi-brancard est bricolé avec une paire de branches.

Au camp, Richard improvise un "bloc opératoire" avec quelques couvertures de survie. Jean Charbonnel débarque du Nord Laos en pleine opération et se demande sur quelle bande de dingues il est tombé. Daniel s'en tire finalement avec une douzaine de points de suture et un repos forcé pour le reste du séjour.



Photo 71- Premiers soins

Rassurés quant à la survie de Daniel, François repart poursuivre ses analyses au lac de la main courante, Charly et Laurence déséquipent la cavité, mais en profitent pour lever 500 m de topo supplémentaire, histoire de ne pas rentrer bredouille. Laurent les rejoint pour donner un coup de main.

Le soir, cérémonie du Baci très sympathique avec les villageois de Ban Na : discours, projection photo-vidéo non-stop, lao-lao, chants, danses et ~~bruy~~brillante démonstration de percussions sur bidons par Bernard M.

Lundi 28 Février – Transfert vers la Nam Hin Boun

Rangement des affaires après le petit déjeuner et départ sur Thakhek pour le repas de midi. On récupère Gilles Connes et sa famille qui nous rejoignent pour la suite de l'expédition. Transfert vers la vallée de la Nam Hin Boun, départ à 14h. Petits soucis avec la police qui intercepte nos deux chauffeurs. Pour l'un les papiers du véhicule sont périmés et pour l'autre c'est sa licence de conduite...

On réussit à repartir au bout d'une demi-heure. Quelques cinq heures de route plus tard, nous arrivons à la Sala Hin Boun, de nuit, après un arrêt - hélas beaucoup trop tardif - au point de vue panoramique du Phou Pha Mane d'où la vue dominante sur le karst à pinacles est fabuleuse.



Photo 72 -Transport du blessé



Photo 73 - Cérémonie du Baci à Ban Na

Déchargement, repas et briefing en vue de la journée du lendemain.

Mardi 1^{er} Mars – Tham Pha Lom, Tham Nam Péo, Tham Cactus

François, Richard, Daniel restent à la Sala Hin Boun

- Equipe 1 : Bernard G, Laurent, Flo, Pierre et Phil

Départ pour Tham Pha Lom pour équiper les obstacles et poursuivre l'explo. Une heure de marche depuis la route et 80 m de montée pour arriver sur une belle entrée avec un violent courant d'air. Après un éboulis descendant, la galerie bute sur un large P70 équipé en vire pour atteindre la suite de la galerie en face. On descend un P20 au bout du réseau exploré en 2010, il reste encore un P10 à voir mais sans trop de conviction, car il n'y a pas vraiment d'air dans cette partie du réseau.

- Equipe 2 : Charly, Laurence, Jean-Michel, Yvan

L'objectif est la poursuite de l'exploration de Tham Nam Péo (ex Tham Momie),

Sur le chemin d'accès, une entrée avec un bon courant d'air froid est repérée. Enregistrée pour l'an prochain !

Dans T. Nam Péo, Laurence équipe le P40 qui avait arrêté l'exploration en 2010. A la base du puits, trois départs. Charly et Laurence font la topo de ce qui semble être le réseau principal. Arrêt après une centaine de mètres sur escalade dans une zone instable. Un deuxième réseau s'arrête provisoirement sur un P10.

Jean-Michel et Yvan explorent la troisième galerie, où ils retrouve

un crabe rose cavernicole. Arrêt sur deux siphons de boue d'un côté et bouclage sur la zone d'entrée de la cavité de l'autre. Cette galerie permet de shunter le P40, déséquipé par Jean-Michel en fin de journée.

- Equipe 3 : Jean, Gilles, Bernard M.

Objectif : poursuivre l'explo de Tham Cactus et de Tham PCF, mais leur guide Lao les conduit d'abord vers d'autres cavités sans grand intérêt. Ils vont ensuite à Tham Cactus et trouvent une troisième entrée au réseau. Ils font une escalade de 5 m avec arrêt sur P20. Le courant d'air vient d'en face. Une escalade de 7/8 m suit avec en haut un passage étroit soufflant. Une autre escalade mène à une galerie et à une nouvelle étroiture dont il faut poursuivre la désobstruction pour passer. Le courant d'air semble descendre de puits remontants. A la sortie, Bernard, décidément peu copain avec les abeilles, se fait attaquer par un énorme frelon qu'il réussit fièrement à exterminer.

Mercredi 2 Mars – Tham Lom

Phil, Flo, Gilles, Charly restent à la Sala Hin Boun. Daniel, Laurent, Yvan, Richard, Pierre, Jean, Bernard G. vont jouer les touristes et traverser la Nam Hin Boun souterraine.

- Equipe 1 : Jean-Michel, Laurence, François et Bernard M. vont à Tham Lom près de Ban Ghang, ils équiper les soutirages et le puits qui avait stoppé François et son équipe en 2002. Au delà, ils découvrent de grandes galeries très concrétionnées. Ils lèvent environ 600 m de topo vers

l'aval des galeries, en laissant toute la partie amont pour les autres jours. Arrêt en plusieurs endroits sur des puits remontants avec galerie visible en haut.

Jeudi 3 Mars – Tham Lom, Tham Nam Péo, Tham Biéo

Daniel, Bernard M. restent à la Sala Hin Boun.

- Equipe 1 : Jean-Michel, Laurence, François, Flo et Phil retourent à Tham Lom. Phil, Flo et Laurence vont à l'aval du puits pour faire une escalade et descendre dans une salle aperçue la veille. L'escalade en libre amène à une petite galerie et un petit puits borgne. Retour ensuite à la salle, deux petits puits sont descendus, avec arrêt sur un soutirage étroit dans la calcite à la base de la dernière verticale. Dans la galerie qui prolonge la salle, une escalade dans du remplissage, suivie d'une descente, puis d'une nouvelle escalade avec une étroiture légèrement ventilée entre remplissage et plafond permettent d'accéder enfin à un grand vide prometteur. La suite est pour le lendemain.

Jean-Michel et François vont vers l'amont. Arrêt sur escalade de 15 m avec courant d'air et une cheminée de 28 m avec une galerie visible en haut. 300 m de topo.

- Equipe 2 : Charly, Gilles, Laurent, Jean retourent à Tham Nam Péo. Ils descendent le P10 qui avait arrêté l'explo deux jours plus tôt. Il est suivi d'un second puits incliné de 20 m qui arrive sur un large siphon. A la base du P10 une galerie étroite et basse shunte le puits par la gauche. A droite, la galerie amène sur un autre plan incliné de 30 m qui permet par une vire de shunter le siphon. On arrive sur une large galerie phréatique au sol sableux qui conduit à un autre siphon au bout de 60 m. Gilles part à la nage pour vérifier qu'il n'y a pas de suite, en dépit d'un léger courant d'air apparent. Séance photos au retour.

- Equipe 3 : Bernard G, Richard, Yvan et Pierre vont à Tham Biéo, porche géant visible depuis la route. Ils lèvent 500 m de topo et découvrent une sortie en doline. Arrêt sur escalade délicate qui nécessiterait un mat. Plus à l'ouest, la prospection permet de remonter un talweg jusqu'à une belle émergence en pied de

falaise, parcourue sur 180 m jusqu'à un siphon.

Vendredi 4 Mars – Tham Lom, Tham Biéo

Charly, Jean-Michel, Laurence, Pierre, Jean, Gilles, Yvan, Daniel, Richard, Bernard M font du rangement en préparation du départ du lendemain.

Certains complètent la journée en allant visiter la Nam Hin Boun souterraine (Gilles, Jean-Michel et Laurence). D'autres (Charly, Yvan et Richard) vont faire quelques photos dans la Nam Non.

- Equipe 1 : François, Flo et Phil vont à Tham Lom, séance photo puis on retourne à la pointe de la veille, Flo équipe la verticale de 15 m. A la base, un passage bas débouche sur une belle galerie suivie jusqu'à une nouvelle escalade dans l'argile. La galerie est retrouvée derrière. 300 m de topo. Pas de véhicule au retour au village. Retour à pied puis en stop...

- Equipe 2 : Bernard G, Laurent et Pierre. Retour à Tham Biéo, où ils terminent l'escalade avec l'aide d'un mat en bambou. Ils descendent un ressaut derrière, puis réutilise le bambou pour une nouvelle escalade 20 m plus loin, et s'arrêtent en haut d'un vaste puits estimé à 70 m. Ils trouvent ensuite une galerie inférieure bien ventilée au delà d'un P20, dans le secteur "Filet à chauve souris".

Dernier repas du soir avec l'équipe au complet, car une première moitié repart le lendemain pour Thakhek, Bangkok et le retour en France.

Au menu, superbe cochon de lait



Photo 74 - Le célèbre cochon de lait grillé de la Sala Hin Boun

grillé et foie gras précieusement importé et jalousement conservé par Bernard M.

Samedi 5 Mars – Tham Biéo

Départ de la première partie de l'équipe : Charly, Daniel, Pierre, Yvan, Richard, Jean-Michel et Laurence. François, Phil, Flo, et Gilles restent au camp.

- Equipe 1 : Bernard G, Laurent, Karine, Jean et Bernard M retournent à Tham Biéo.

La galerie ventilée repérée la veille donne sur une grande salle. L'équipe se partage en deux. Bernard M. et Jean explorent une galerie dont l'accès est défendu par un passage bas en forme de soupirail. Une galerie de grande dimension fait suite. Des traces d'arrivées d'eau sont visibles sur les parois et en plafond. Suite à un

problème avec le DistoX après quelques longues visées, nous décidons de revenir au point de rendez-vous avec l'autre équipe qui se joint à nous. La topo de la galerie de la Fleur de Gypse est relevée. Exploration de deux galeries latérales de dimensions plus modestes dont la plus large est ventilée. Un court méandre sans issue nous offre à son terme un banc remarquable de fossiles. Depuis la grande salle, poursuite de la topo dans une belle galerie qui file plein sud. Mais elle bute sur un colmatage d'argile sans courant d'air. A mi-chemin, un départ vers l'ouest donne dans une succession de méandres (méandre du fénestrou, méandre du scolopendre). D'après la topo, les méandres sont creusés à la verticale du P70, une centaine de mètres plus bas.

Dimanche 6 Mars – Tham Lom, Tham Biéo

- Equipe 1 : Phil, Flo, François vont à Tham Lom poursuivre les explorations dans la branche du fond aval. Ils équipent une main courante pour traverser un P25 bien propre dans la roche encaissante dans lequel il y a un écoulement. La galerie continue avec de nombreuses ramifications. Arrêt sur rien après avoir équipé plusieurs obstacles dus au remplissage ou aux soutirages actifs qui percent les anciens conduits subhorizontaux. Un peu plus de 400 m de topo, Tham Lom dépasse les 2 km.

- Equipe 2 : Bernard G, Bernard M, Laurent vont à Tham Lom faire des photos à la base du puits.



Photo 75 - Démonstration de percussions par un véritable artiste

Laurent va voir la galerie de gauche, il fait la petite escalade où s'était arrêté Jean Michel, la galerie continue. Il fait ensuite une escalade de 20 m dans l'amont, là encore ça continue, reste un petit ressaut à passer avec une corde pour continuer.

- Equipe 3 : Gilles, Jean vont à Tham Biéo. Ils ajoutent environ 800 m de topo. Ça continue.

Lundi 7 Mars – Tham Pha Lom

Repos actif pour François, Laurent, Gilles et Karine. Le matin, analyses avec Laurent, Karine et François à deux accès au karst noyé, repérés en 2002 et explorés cette année par les plongeurs : Tham Houay Sèt et Khoun Houay Sèt, près de Ban O. L'après-midi, direction la Nam Non avec toute la famille Connes : relevés et photos. Jean reste au lodge.

- Equipe 1 : Bernard M, Bernard G, Phil, Flo vont à Tham Pha Lom depuis le village de Ban Keng. Après la vire, Phil monte sur une grosse coulée, derrière c'est grand, il faudra revenir voir. Flo et Phil vont au fond équiper la vire au-dessus du P20. 30 m de cordes sont nécessaires. Derrière, une cheminée arrive sur la gauche et une belle galerie surcreusée en méandre part en face. Il faut faire une escalade de 5 m sur un plan incliné pour atteindre la suite. Ils vont ensuite dans Little Mékong et équiper un P15. La galerie en face butte rapidement sur un gros soutirage. A gauche et à droite, de petites galeries amènent sur un réseau aux dimensions modestes, arrêt sur une petite escalade ou une vire pour rejoindre la suite légèrement ventilée où une corde est nécessaire. 335 m de topo. Ils retournent ensuite en haut de la coulée près de la vire d'entrée. Le puits est profond d'au moins 50 m et semble rejoindre celui de la vire d'entrée. Phil équipe une main courante à droite pour atteindre un départ de galerie. Le départ est à voir.

- Equipe 2 : Les deux Bernard vont refaire l'escalade de Faggi et Freddy, car les données topos de 2010 sont inutilisables. Ils font environ 200 m de topo et sont arrêtés au pied d'une galerie perchée en surplomb d'où souffle un puissant courant d'air irrégulier. Pour l'atteindre, un mat d'escalade de 8 m serait nécessaire. Il faudra revenir là aussi. La cavité est déséquipée au retour.

Mardi 8 Mars – Tham Lom, Tham Biéo

Bernard G, Phil et Flo restent au lodge, Flo commence à être bien malade. Rangement des affaires en prévision du départ, Bernard va faire quelques photos dans la Nam Non. La pluie tombe depuis le petit matin et dure toute la journée.

- Equipe 1 : Bernard M., Gilles, Laurent vont à Tham Lom au sommet de l'escalade faite par Laurent. Ils descendent un P40 et font environ 300 m de topo plein sud dans le massif. Bonne nouvelle, le courant d'air principal est retrouvé. Avec la pluie, la température a baissé et le courant d'air est inversé à l'entrée. Tham Lom dépasse maintenant les 2.6 km.

- Equipe 2 : François et Jean. Retour à Tham Biéo où ils effectuent quelques observations et prélèvements et topographient trois branches dans la zone d'entrée sur environ 250 m.

Mercredi 9 Mars – Tham Lom

Tout le monde va à Tham Lom voir le réseau supérieur. Un villageois nous accompagne et veut nous montrer une autre entrée de grotte près de Tham Lom... Jean l'accompagne quelques minutes dans sa recherche. Le villageois ne la retrouve pas...

- Equipe 1 : Flo, Laurent poussent l'exploration au fond du réseau supérieur. Ils lèvent 1 km de topo dans de grandes galeries concrétionnées. Laurent franchit une escalade de 12 m. Ils découvrent des ossements de singes au niveau d'un col.

- Equipe 2 : Gilles, Bernard M, Bernard G, Phil, Jean, François, Karine, vont faire une séance photo dans les gours en bas du P40 au delà des escalades. Après les photos, François, Jean, Bernard M, Karine sortent de bonne heure. Gilles et Phil vont vers le fond rejoindre l'équipe 1. En haut d'une escalade, ils trouvent une belle galerie ventilée, avec de belles perles, arrêt sur une escalade sur une coulée de calcite. Au retour Phil amène Flo et Laurent pour faire la topo de cette partie.

Jeudi 10 Mars – Tham Lom

Jean reste au lodge. Bernard M et François partent pour Thakhek avec Vannivong. Ils revoient Kham avant de traverser le Mékong pour rentrer en France.

Deux équipes partent pour Tham Lom :

- Equipe 1 : Bernard G, Laurent. Ils retournent au fond du réseau supérieur. Ils ratissent tous les départs (escalade de 30 m) et lèvent 500 m de topo. (Galeries "Disque Ô Very" et "Very Gours")

- Equipe 2 : Phil, Flo.

Retour à la branche aval pour poursuivre l'explo, topo et lever les points d'interrogation. Le puits (P35) du "soutirage actif" est descendu. Déséquipement de cette partie du réseau. Deux escalades restent équipées afin que les suivants puissent revenir facilement pour grimper et atteindre deux départs en hauteur. Ils vont ensuite dans la branche en bas du puits d'entrée, arrêt sur une escalade dans la galerie de droite. Le courant d'air indique que cela mène probablement à une autre entrée qui pourrait peut-être correspondre avec celle que le villageois cherchait dans la forêt la veille. La galerie de gauche descend sur une coulée de calcite et rejoint une zone de gours d'un blanc immaculé superbe. Arrêt sur un ressaut de 5 m à équiper, pas vraiment de courant d'air. Au retour, Phil fait une petite escalade et repère un départ de galerie juste après l'escalade depuis le bas de la corde. Une main-courante est nécessaire pour l'atteindre en sécurité. 500 m supplémentaires de topo.

Vendredi 11 Mars - Rangement

Départ de l'équipe Connes qui file vers la Chine, en allant d'abord faire un tour de repérage au Bolikhamxay, province au nord du Khammouane, dans une zone vierge de toute exploration spéléologique.

Laurent, Bernard G, Jean, Phil, Flo s'occupent du nettoyage du matériel, de l'inventaire et du rangement pour l'année prochaine. Après le report topo de la veille, le développement de Tham Lom dépasse 4.6 km, pour 255 m de dénivellé.

Samedi 12 Mars - Départ

Retour vers Thakhek pour traverser la frontière et le Mékong. Laurent, Bernard G, Phil, Flo repartent à leur tour pour la France. Jean reste au Laos pour faire un peu de tourisme.

Fin de l'expédition Laos 2011.

Annexe I - Géologie générale du Laos

Extrait traduit de l'Atlas des ressources minérales de la région de la CESAP Vol 7: République démocratique populaire lao. Commission économique et sociale des Nations Unies pour l'Asie et le Pacifique, 1990

Le Précambrien et le Paléozoïque

Il n'y a pas au Laos d'indices stratigraphiques ou géochronologiques directs de la présence de terrains précambriens, mais des roches fortement métamorphosées, qui se trouvent dans certaines zones au nord-ouest, au nord-est et au sud-est, sont considérées comme appartenant au Protérozoïque.

Le Cambrien est connu dans la vallée de la Nam Ma près de la frontière avec le Vietnam au nord-est (où il s'étend au Vietnam au sud-est et au nord-ouest). Les roches sont essentiellement des calcaires légèrement métamorphosés, des schistes (schistes verts), des grès (quartzites) et des conglomérats. Des roches similaires le long de la frontière du Vietnam au sud-est ont été répertoriées comme "Cambro-Ordoviciennes".

Au Laos central, les roches métamorphiques, qualifiées de Néo protérozoïque-Cambrien inférieur, sont exposées de façon limitée dans la zone la plus au nord, dans le district de Kham Keut (province de Bolikhamxay). Elles y constituent la formation de Sop Phan, d'âge Néo-protérozoïque à Cambrien inférieur.

Quelques occurrences bien documentées de dépôts marins fossilifères d'âge Ordovicien et Silurien (calcaires, grès, schistes, etc.) se rencontrent dans le nord et l'est, notamment dans les montagnes au nord de Phonsavan (Xieng Kouang) et le long de la frontière avec le Vietnam à l'est et au sud-est. Le Dévonien marin (faciès similaire) est également bien représenté dans de nombreuses localités au nord et à l'est. Des roches d'âge Ordovicien à Dévonien sont également présentes à l'est de la rivière Sekong, dans le sud-est du pays.

Le Carbonifère et le Permien ont été aussi l'époque de dépôts principalement marins, essentiellement de schistes, de grès et de calcaires. Ces derniers forment des reliefs karstiques remarquables dans certaines parties au nord et surtout au centre du pays. En certains endroits, des dépôts continentaux carbonifères et permien ont été trouvés. Il s'agit notamment de charbon près de Vientiane et de Saravane (Carbonifère) et près de Phôngsali tout au nord (Permien).

Le volcanisme au Permo-Trias

Dans le nord du pays, et en particulier dans la région de Pak Lay - Luang Prabang, et plus au nord-ouest vers la frontière du Myanmar, se rencontrent des occurrences généralisées de roches volcaniques considérées comme principalement d'âge Permien. On pense qu'il s'agit de produits d'un volcanisme lié à la subduction. Ce sont principalement des andésites et des dacites, associées à quelques basaltes.

Les rhyolites et les dacites, abondantes de la région de Sam Neua au nord-est, sont considérées comme appartenant essentiellement au Trias. Les rhyolites et les tufs qui couvrent de vastes zones dans la vallée de Sékong et le long de la frontière cambodgienne, au sud (et qui forment des chutes de Khône sur le Mékong) sont également considérés comme appartenant au Trias.

Géologie du Mésozoïque marin au Laos

Des preuves existent d'une émergence massive à la fin du Permien. Les dépôts marins du Trias sont limités à quelques zones où des bassins sédimentaires ont persisté ou se sont développés au Trias. Le plus connu d'entre eux se situe près de Sam Neua où les dépôts marins du Moyen-Trias (calcaires, grès, siltstones, etc...) sont largement distribués et associés aux roches volcaniques citées au paragraphe précédent. Il y a aussi des occurrences de dépôts marins triasiques au nord-ouest.

Les occurrences du Lias marin dans la vallée de Sékong près de la frontière avec le Cambodge constituent les plus jeunes dépôts marins connus au Laos.

Le Mésozoïque continental

A la fin du Trias, un soulèvement a donné naissance à un relief montagneux, soumis ensuite à une érosion intense. La plus grande partie du territoire a alors été recouverte par les produits de cette érosion, sous la forme de grès continentaux et paraliques et de conglomérats dont l'âge se répartit du Trias supérieur au Crétacé. Au Crétacé moyen une bonne partie du territoire a été ramenée à un relief très modéré avec un dépôt généralisé de sédiments, sous forme de boues, de limons et de sables fins, souvent rouge, alternant avec des phases de dépôt d'évaporites.

Le Cénozoïque

Le Paléocène est inconnu au Laos. Le Néogène est représenté par des dépôts lacustres dans de nombreuses petites vallées montagneuses au nord. Les dépôts sont principalement des schistes et des grès, avec quelques marnes et, par endroits, du lignite.

Le soulèvement de la fin du Cénozoïque a été suivi par l'érosion rapide des hauts plateaux, l'enfoncement du Mékong et d'autres grands fleuves, et des dépôts de sables et de graviers fluviaux dans les plaines. On trouve de vastes dépôts de plaine d'inondation par endroits dans la plaine à travers laquelle coule le Mékong, mais ils sont pour la plupart minces et intermittents.

Le Quaternaire est bien développé en de nombreuses localités distinctes dans les vallées des régions montagneuses du nord, ainsi que dans la plaine des Jarres. Il se compose de terrasses fluviales de graviers, de sables et de limons ainsi que de dépôts de loess et de cendres. Les surfaces d'érosion à l'intérieur et sur le dessus des dépôts sont souvent latéritiques.

Le volcanisme quaternaire

Le plateau des Bolovens à l'est de Paksé, ainsi que d'autres régions des hautes terres, de plus faibles étendues au sud-est, sont constitués de laves basaltiques reposant sur les grès du Mésozoïque. Ces laves, ainsi que des occurrences semblables proches au Vietnam, au Cambodge et en Thaïlande, datent du Pléistocène, et peut-être en partie du Néogène. Des basaltes similaires se retrouvent à l'extrême nord-ouest près de Ban Houay Sai, mais ne couvrent qu'une zone de faible étendue.

La structure géologique et les roches intrusives

La structure géologique du Laos n'est connue que dans ses grandes lignes. Elle peut facilement être décrite à partir de quelques éléments tectoniques, comme représenté sur la carte 13.

En commençant au nord-ouest, on rencontre des gneiss et des granites associés d'âge incertain le long de la rivière Mékong, où ils forment la frontière entre le Laos et le Myanmar. Des roches similaires occupent des zones plus étendues à l'ouest au sud-ouest au Myanmar et en Thaïlande. On pense qu'ils représentent un socle cristallin, qui serait resté un élément structural positif pendant tout le Phanérozoïque et aurait constitué la marge continentale d'un bassin océanique qui s'étendait vers l'est.

Du Silurien au Trias (carte 13), les sédiments de ce bassin ont été plissés et le bassin s'est finalement refermé définitivement au Trias. La ceinture plissée qui en résulte traverse le Laos du nord au nord-est et occupe la majeure partie du pays, à l'ouest du 103^{ème} degré. Une extension vers le sud de cette ceinture traverse le nord, le centre et le sud-est de la Thaïlande, tandis qu'au nord elle s'étend dans la province du Yunnan en Chine.

Au nord-ouest du pays, au-dessus du Trias fortement plissé et de roches plus anciennes, on rencontre des grès continentaux plus légèrement plissés, dont les plus anciens sont considérés comme Norien (Trias supérieur), ce qui donne un âge minimal pour les plissements intenses sous-jacents.

Au sein de cette ceinture plissée NNE, les plus anciennes roches connues appartiennent au Dévonien. Les strates du Carbonifère et du Permien sont largement réparties dans toute la ceinture, mais le Trias marin semble être limité à des zones d'aires relativement restreintes. Des couches continentales apparaissent dans des lieux dispersés à partir du Carbonifère.

Le Paléozoïque et le Trias sont modérément à intensément plissés. La succession (par exemple dans le secteur de Pak Lay) est partiellement constituée de roches métamorphiques (phyllites, schistes verts et quartzites). On considère qu'il s'agit de roches appartenant au Dévonien-Carbonifère initialement plissées (et métamorphisées) au Carbonifère. La partie Permo-Triasique connue de la succession ne montre aucun signe de métamorphisme régional.

Dans le secteur de Pak Lay se trouvent de petites intrusions à granodiorites du Trias inférieur. Ailleurs on rencontre des intrusions de granites et de granodiorites d'âge inconnu.

On trouve des gabbros à proximité de Sayaburi. Les roches volcaniques de composition andésitique-dacite sont très répandues. On sait peu de choses sur la distribution, les relations sur le terrain, ou la pétrographie de ces roches, considérées comme appartenant principalement au Permien.

Occupant le centre-nord du pays et s'étendant vers le sud-est jusqu'à la frontière du Vietnam, se trouve une étendue de roches Ordoviciennes-carbonifère plissées, avec des intrusions majeures granitiques Pré-Carbonifère et Triasique et de petites zones de gneiss sous-jacent (Protérozoïque ?). La tendance structurale dans ce domaine est généralement NO-SE, se courbant au NNO-SSE vers le nord.

Cette zone s'étend vers le sud-est jusqu'au centre du Vietnam (Fig. 2). On pense qu'elle est essentiellement le résultat du plissement au début du Carbonifère, qui n'a cependant pas été suivi par un soulèvement ou une émergence très marquée. Au cours du Carbonifère et du Permien, des calcaires ont été déposés dans des mers peu profondes qui s'étendaient sur une grande partie de la zone.

L'étendue de la partie laotienne de cette ceinture NW qui a pu être affectée par les événements tectono-magmatiques du Mésozoïque régional n'est pas entièrement connue. Les roches post-Dévonien dans l'est du Laos ne sont généralement pas fortement plissées mais on pense que la plupart des petites intrusions de granites et de granodiorites appartiennent au Trias, comme dans la partie vietnamienne de la ceinture. Quelques petites intrusions granitiques près de Sam Neua et dans les gisements d'étain de la Nam Pathène, à l'est de Thakhek, seraient datées du Crétacé supérieur ou du Paléogène.

Les structures orientées NNO à l'est et NNE à l'ouest convergent vers le nord, se réunissent le long de failles orientées NNE qui se prolongent jusqu'au Vietnam (à proximité de la latitude 103°) (Fig. 2).

Le bassin mésozoïque de Sam Neua au Nord-Laos (Fig. 2) est essentiellement une structure très fracturée du Trias venue en superposition sur des roches plissées plus anciennes. Ce bassin est généralement considéré comme intracontinental, avec un plancher de croûte continentale formé par plissement au Paléozoïque. Son origine peut avoir été en rifting du bloc continental, car on trouve un volcanisme extensif (rhyolites, basaltes et rhyodacites) à proximité, à peu près cette époque.

Au nord-est de Sam Neua, une partie d'une ceinture de plissement datant du début du Paléozoïque, qui retombe principalement au Vietnam, traverse le Laos. Cette ceinture orientée NW-SE présente des occurrences discontinues de roches basiques et ultrabasiques alignées parallèlement à l'axe de la ceinture dont la courbure marque probablement la position d'une suture de plaque.

La partie sud du pays présente une couverture généralisée des roches relativement peu déformées. Ce sont pour la plupart des dépôts continentaux du Mésozoïque, étalés, en partie en travers de ceintures de plis érodés "hercyniens" et Paléozoïque ancien, et principalement sur un substratum d'âge inconnu, peut-être post-Précambrien. Une couverture antérieure de la plate-forme sur la ceinture de plis du Paléozoïque moyen se rencontre dans la région à l'est de Thakhek sous la forme de calcaires Carbonifères et Permien modérément plissés.

Le seul endroit dans la partie sud du Laos où on rencontre des preuves formelles d'un plissement intense de roches datées du Carbonifère inférieur se trouve à l'est de Salavan. A cet endroit, le plissement d'un dépôt houiller daté du Carbonifère tardif et de calcaires Permiens était certainement pré-Jurassique et sans doute Triasique, époques à laquelle ont eu lieu des éruptions considérables de roches volcaniques acides dans la région.

Le dépôt post-orogénique de grès et de conglomérats continentaux au Jurassique et au Crétacé inférieur a déjà été évoqué. Ces dépôts recouvraient autrefois la plus grande partie du pays. La déformation en bloc faillés et le démantèlement partiel de cette couverture qui a suivi, a eu lieu à la fin du Mésozoïque-Cénozoïque, vraisemblablement en réponse aux poussées tectoniques agissant en périphérie, en particulier à l'ouest du Myanmar et en mer de Chine méridionale.

L'existence de ces contraintes de tension est démontrée par les nombreux petits grabens renfermant des sédiments néogènes au nord ainsi que par les vastes étendues de basaltes d'âge Pliocène-Pléistocène, y compris de types alcalins, à l'extrême sud. L'histoire structurale du Cénozoïque du Laos est, cependant, à l'heure actuelle à peine comprise. La configuration des drainages et la distribution des dépôts fluviatiles quaternaires apportent quelques preuves d'un soulèvement épirogénique à la fin du Cénozoïque (au Pliocène-Pléistocène récent ?).

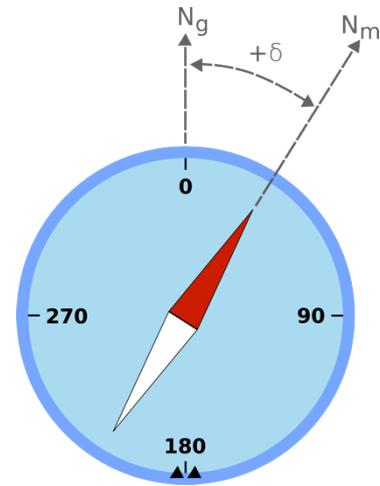
Annexe II - Déclinaison magnétique

La déclinaison magnétique est, en un point donné sur la surface de la terre, l'angle formé entre la direction du pôle nord géographique et le nord magnétique. Cet angle est compté *positivement vers l'est et négativement vers l'ouest*. La direction du Nord magnétique est celle de la composante horizontale de l'inclinaison magnétique.

Pour le Khammouane, entre 1991 et 2011, la déclinaison magnétique a varié de -0.57° à -0.99° . En valeur absolue, elle augmente progressivement, à raison de 0.035° par an. D'un point à l'autre du Khammouane, elle augmente légèrement avec la latitude et la longitude. L'écart-type est de l'ordre de 0.03° .

Les valeurs indiquées sur les cartes plus anciennes sont similaires : -0.5° en 1995 (cartes 1:25000), -0.5° encore en 1965 (cartes 1:50000)

Puisque la déclinaison est toujours négative au Laos, pour aligner la topographie d'une cavité avec le nord géographique, il faut faire tourner le plan dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Cette opération a peu d'importance dans le cas de petites cavités isolées, mais peut introduire des écarts significatifs pour les grands réseaux topographiés sur des périodes dépassant la dizaine d'année. Dans le cas de la Xé Bang Fai par exemple, la distance à vol d'oiseau entre perte et résurgence est de 4.7 km. La déclinaison magnétique, même faible (-0.85° en 2008), introduit par rapport au Nord géographique une translation de 70 m des points extrêmes, du même ordre de grandeur que l'incertitude de positionnement d'une bonne topographie.



Le tableau 2 permet de recalibrer les topographies réalisées depuis le début des explorations modernes au Khammouane.

Tableau 8 - Déclinaison magnétique pour le Khammouane, calculée au 15 février de chaque année (Declimag de Eric Siberg)

Lieu	1991	1995	1996	2001	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Xe Bang Fai	-0,69	-0,57	-0,63	-0,70	-0,79	-0,82	-0,86	-0,89	-0,92	-0,96	-1,00
Thakhek	-0,67	-0,58	-0,60	-0,67	-0,75	-0,78	-0,81	-0,84	-0,88	-0,91	-0,95
Gnomalat	-0,68	-0,60	-0,61	-0,68	-0,76	-0,80	-0,83	-0,86	-0,90	-0,93	-0,97
Sala Hin Boun	-0,70	-0,62	-0,63	-0,70	-0,79	-0,82	-0,86	-0,89	-0,92	-0,96	-1,00
Lak Sao	-0,73	-0,64	-0,66	-0,73	-0,82	-0,86	-0,89	-0,92	-0,96	-0,99	-1,03

Nos topographies sont généralement orientées par rapport au nord géographique, après correction de la déviation induite par la déclinaison magnétique. Dans Visual Topo, cette correction n'est pas commode : alors que pour les mesures d'azimut et de pente, le logiciel accepte les angles décimaux, la déclinaison

magnétique est toujours gérée au format degrés, minutes, secondes. Donc, si on rentre 1.1° tout semble aller bien (mais ceci n'est qu'une apparence), mais si on rentre 0.9° , on se retrouve à l'ouverture suivante du fichier avec 1.30° , car 0.9° est interprété comme $0^\circ 90' = 1^\circ 30'$. En réalité, pour 1.1° , il aurait fallu entrer 1.06° . Cette incohérence de l'interface

utilisateur a été signalée à Eric Siberg, auteur du logiciel.

A titre d'exemple, pour les cavités de la Nam Hin Boun, les valeurs de déclinaison à utiliser sont les suivantes :

2011 : -0.96° (entrer -0.576 dans VTopo)

Annexe III - Petite histoire des systèmes géodésiques laotiens

D'abord il eut les Français,...

C'est la France qui mis en place le premier réseau géodésique au Laos in 1902. Il consistait en un réseau de triangulation de premier ordre, appuyé sur 47 stations. En 1955, environ 65 % des points avaient été détruits. On ne sait pas combien de ces points existent encore aujourd'hui.

... puis les Américains,...

De 1963 à 1975, le service cartographique de l'armée américaine et le Département de la Défense produisirent 3 séries de cartes à l'échelle 1:50000^{ème}, basées sur les restes du réseau géodésique mis en place par les Français. La plupart des calculs associés utilisèrent le datum indien de 1960 et l'ellipsoïde d'Everest.

...ensuite vinrent les Russes,...

En 1982, dans le cadre d'une coopération avec l'URSS, le Département Géographique National Lao (DGN) a entrepris une nouvelle campagne de nivellement pour mettre en place les points de contrôle nécessaire à une cartographie à petite échelle. Son noyau central comprenait des mesures transversales de second ordre, qui couvrait la région ouest du pays depuis Vientiane, la capitale, jusqu'au sud Laos, et également à travers le pays de Savannakhet à Sépon (Xépone, Tchépone). Ce nivellement a permis de définir un datum géodésique local, baptisé datum de Vientiane 1982. Ce datum s'appuie sur des observations astronomiques réalisées à la station géodésique de Nongteng à Vientiane. Il définit la hauteur de l'ellipsoïde d'origine comme étant égale au niveau moyen de la mer. Le nivellement utilise l'ellipsoïde de Krassovsky comme référence.

...suivis des Vietnamiens !

En octobre et novembre 1993, le DGN a réalisé un nouveau relèvement géodésique du Laos. Cette fois, les topographes ont utilisé le système GPS, avec l'appui technique du Département de Géodésie et Cartographie vietnamien. Le réseau géodésique GPS est constitué d'un réseau primaire associé à deux réseaux secondaires. Les topographes ont utilisé des récepteurs bi-fréquences pour établir le réseau primaire constitué de 25 stations. Ils y ont aussi intégré cinq des stations soviétiques précédentes, y compris l'origine de Vientiane. L'équipe a localisé les deux réseaux secondaires dans la région de Vientiane et au sud du pays, en les mesurant avec des récepteurs mono-fréquences. Ces deux réseaux secondaires consistent en 66 stations et intègrent trois stations soviétiques supplémentaires. En association avec les résultats de ce nivellement GPS, le DGN a adopté un nouveau datum local. Désigné sous le nom de Datum Lao 1993, son origine a été définie à partir des coordonnées du datum de Vientiane 1982 à Paksan. L'ellipsoïde de Krassovski a été à nouveau pris pour référence. Le datum a été aligné pour que ses axes X, Y et Z en coordonnées cartésiennes soient parallèles à ceux du WGS 84.

En 1997, dans le cadre du Projet National de Cadastre, un prêt de la Banque mondiale a permis l'acquisition de quatre récepteurs GPS Leica bi-fréquences, d'équipements auxiliaires ainsi que la couverture des frais de fonctionnement. L'assistance technique financée par l'Australie a pris en charge la formation et apporté les conseils techniques au DGN. Grâce à cette aide, le DGN a été en mesure de compléter les mesures GPS pour renforcer les observations de 1993 et fournir le niveau nécessaire de redondance. Des observations complémentaires ont été faites pour caler le WGS 84 avec une précision horizontale de 5 m et verticale de 10 mètres. Le réseau a été réajusté, un nouveau système de référence a été défini et les paramètres de transformation établis pour relier les différents systèmes de référence et le WGS 84. Un système de référence géodésique a été défini pour accompagner le réseau. Il est baptisé "point de référence national Lao 1997". Le nouveau système de référence a été mis en place pour résoudre les incertitudes qui entourent actuellement les référentiels géodésiques Lao existants. Il est adapté à toutes les activités de topographie et de cartographie.

Définition du Datum

Le Datum National Lao 1997 est défini à l'aide des paramètres suivants :

Ellipsoïde de Krassovski : a = 6378245.000, b = 6356863.018

Station d'origine à Vientiane (Nongteng) Astronomic pillar (36201) ; N18° 01' 31.3480" ; E 102° 30' 57.1367"

Hauteur au-dessus de l'ellipsoïde 223.824 mètres

Les deux systèmes sont liés par un modèle à 3 paramètres. Les translations cartésiennes en X, Y, et Z reliant les centres des deux ellipsoïdes ont été retenues comme paramètres. Ce modèle a été choisi en raison de l'étendue limitée de la RDP Lao. Les paramètres de transformation à ajouter aux coordonnées cartésiennes géocentriques de LAO 97 pour retrouver les coordonnées cartésiennes de WGS 84 sont :

$$\Delta X = + 44.585 \text{ mètres}$$

$$\Delta Y = -131.212 \text{ mètres}$$

$$\Delta Z = - 39.544 \text{ mètres}$$

Annexe IV - Accidentologie

Par Charles Ghommidh

Quelques jours avant le début de l'expédition Laos 2011, le film **Sanctum** apparaissait sur les écrans. Pour ceux qui ne l'auraient pas vu, ne vous précipitez pas au cinéma. C'est moche, mal filmé, et nullissime. Le film est censé raconter l'exploration de la cavité la plus profonde du monde, en Papouasie, par des plongeurs spéléo. Le chef d'expédition passe une bonne partie de son temps à achever ses équipiers blessés.

Nous avons donc logiquement décidé d'adopter cette démarche, si conforme à l'esprit Spéléo, et la "directive Sanctum" a été mise en place. Selon cette directive, toute équipier blessé devait être immédiatement mis à mort par le chef d'expédition. Bon, heureusement qu'elle n'a pas été appliquée, car dès le premier jour, Yvan s'est foulé le genou et a dû s'astreindre à un repos forcé de quelques jours au camp. Rien de très sérieux. En tout cas bien moins que l'accident survenu à l'issue de la première semaine.

Daniel progressait dans la galerie principale, quelques mètres derrière Charly. Petit bruit de dérapage, puis silence. "Je crois que je me suis fait mal". Pour qui connaît le flegme de Daniel, cette phrase, prononcée d'un ton froid, était particulièrement alarmante. La glissade de quelques centimètres, sans chute, n'aurait pas dû avoir de conséquences catastrophiques. Mais la malchance avait voulu qu'une lame de rocher, tranchante comme un rasoir, se trouve sur la trajectoire du genou de la victime. Une entaille abominable de plusieurs centimètres de large et de profondeur. Par chance, les différentes équipes ne s'étaient pas encore dispersées dans la cavité et, en deux minutes, tout le monde pu être réuni autour de la victime.

Après un pansement qui fit appel aux ressources disponibles (ruban adhésif, manches de pagaies...), le blessé fut évacué à dos de Phil. Porté sur quelques centaines de mètres jusqu'à l'entrée de la cavité, Daniel fut ensuite transporté à travers la forêt, en étant soutenu par une héli-civière : deux branches passées sous les aisselles et chargées par des porteurs. Pendant ce temps, Laurent établissait un record de course de fond en jungle, en rejoignant au trot le village de notre camp de base, à quelques kilomètres de là, pour y mobiliser à la fois Richard, le toubib de l'expédition, très occupé par une sieste réparatrice, et un véhicule. De retour au camp, Daniel fut jeté en pâture à notre docteur Hyde. Après avoir construit un superbe bloc opératoire en couverture de survie, Richard pu recoudre la plaie au point de croix.

Le plus affecté dans tout ça fut probablement Jean Charbonnel, débarqué du Nord Laos, qui eut la malchance de rejoindre l'expédition pendant l'opération et qui, devant l'étal de boucherie-charcuterie, se demanda longuement s'il n'était pas préférable d'aller spéléologuer ailleurs. Interdit de spéléo jusqu'à la fin de l'expédition, Daniel parvint à se rendre utile comme d'habitude en préparant l'apéro du soir. Et lors du retour en France, le personnel hospitalier de Montpellier ne pu que constater la perfection du rafistolage dont il avait bénéficié.

Daniel va bien merci, et il sera des notre en 2012 .

Un grand coup de chapeau à notre toubib Richard Quintilla, qui lui aussi a décidé de rempiler en 2012 !

Et les images du film "No Sanctum", dans lequel le chef d'expédition n'achève pas ses coéquipiers (qui pourtant le mériteraient souvent !) A voir absolument !



Photo 76 - ça c'est du pansement !



Photos 77 – “Not Sanctum”, le film



Photos 78 – “Not Sanctum”, le film (suite)