

Rapport de mission PE 63
-
Prélèvements spéléothèmes
et échantillonnages d'eaux de petits bassins monolithologiques
-
Mai 2009



Rio Chancay depuis le village de Pollulo (Cajamarca)

1. Objectifs de la mission

L'objectif principal de la mission est d'échantillonner des spéléothèmes dans différents contextes andins au Pérou. :

- en altitude versant Pacifique nord Pérou (Polulo et Negra Pampa dans la région Ninabamba-Bambamarca)
- en altitude versant Atlantique nord Pérou (Shatuca dans la région de Pomacocha)
- Haute Selva versant Atlantique nord Pérou (Tigre perdido et Castayunga région Rioja)
- en altitude versant Atlantique centre Pérou (Huagapo)

Le but final étant d'identifier l'évolution du climat passé (température, précipitation, végétalisation de la surface) et de la spatialisée sur la base des différents systèmes karstiques échantillonnées à l'échelle des Andes du nord de l'Amérique du sud.

L'objectif secondaire de cette mission a consisté à prélever de petits cours d'eau issues de bassins versants monolithologiques. Les lithologies suivantes ont put être échantillonnées (voir figure 1) :

- Calcaires en milieu karstique
- Granites intrusifs
- Roche volcanique ancienne
- Roches métamorphiques du précambrien

2. Activités de terrain

Visites de grottes dans des formations calcaires karstiques, repérage de stalagmites actives et fossiles et échantillonnages à l'aide d'un marteau et d'un burin.

Les spéléothèmes ont ensuite été acheminés vers l'université de Sao Paolo (Brésil) pour analyse des isotopes de l'Oxygène (^{18}O et ^{16}O), le Thorium et l'Uranium.

Echantillonnages d'eau de petits cours d'eau (650ml), mesure de la conductivité et de la température de ces eaux à l'aide d'un conductimètre WTW LF 330 ($A_p = \pm 0.1 \mu\text{S/cm}$).

Le positionnement géographique de ces activités est réalisé à l'aide d'un GPS GARMIN 12XLS ($A_p = \pm 3-10 \text{ m}$) système WGS84.

Filtration des échantillons :

Les échantillons d'eau prélevés sont filtrés au Laboratoire de l'UNALM à Lima puis séchés et pesés.

Un filtre d'acétone de cellulose de 0,45mm de porosité est utilisé.

L'eau filtrée est ensuite envoyée au LMTG à Toulouse pour analyse des éléments majeurs.

3. Participants :

Jean-Loup GUYOT
Olivier FABRE
Sergio MORERA JULCA
Abdel SIFEDDINE

Francisco Da CRUZ
Jhon HUAMAN
Alain CRAVE
Jean-Sébastien MOQUET

4. Déroulement de la mission

date	17 - 21 mai	21-24 mai	25 - 27 mai	29 mai - 1juin
Parcours	Lima - Cajamarca - Ninabamba - Cajamarca - Chiclayo	Chiclayo - Rioja - Tarapoto	Rioja - Chachapoyas - Lemeybamba - Cajamarca - Lima	Lima - Tarma - La Merced - La Orolla - Lima
Participants				
Jean-Loup GUYOT	X	X		
Olivier FABRE	X	X		
Sergio MORERA JULCA	X			
Abdel SIFEDDINE		X		
Francisco Da CRUZ		X		
Jhon HUAMAN		X	X	X
Alain CRAVE			X	
Jean-Sébastien MOQUET	X	X	X	X

Dimanche 17/05/2009 :

Départ en voiture de Lima pour Cajamarca (Jean-Loup GUYOT, Sergio MORERA JULCA, Jean-Sébastien MOQUET), 12h de trajet.

Rencontre avec Olivier FABRE à Cajamarca.

Nuit à l'hôtel «El Portal del Marques » (qualité correcte mais cher)

Lundi 18/05/2009

Départ de Cajamarca pour Ninabamba.

Collecte d'échantillons d'eaux de rivières sur le parcours.

A 30minutes de Ninabamba route impraticable, passage par la coline en mode 4x4.

Arrivée à Ninabamba vers 15h rencontre du guide et préparation du matériel pour l'expédition du lendemain.

Nuit à Ninabamba.

Mardi 19/05/2009

Visite de la grotte de Ninabamba, puis départ en cheval à la grotte de Polulo

Visite de la grotte de Polulo, échantillonnage d'un spéléothème (référéncé NI01 et NI02)

Observation grotte : peu de concrétions, cassage ancien de plusieurs stalagmites, sèche.

Retour au village de Ninabamba

Nuit à Ninabamba.

Mercredi 20/05/2009

Départ de Ninabamba pour Cajamarca

Visite de la grotte de Negra Pampa.

Echantillonnage de deux spéléothèmes en hauteur.

Observation grotte : cassage ancien des stalagmites.

Sur le parcours, échantillonnage d'eaux de rivières.

Nuit à Cajamarca à l'hôtel « Valley de los Incas » (qualité correcte, prix : 90soles/chambre double)

Jeudi 21/05/2009

Sergio MORERA JULCA repart sur Lima depuis Cajamarca en Bus.
Départ de Cajamarca pour Chiclayo.
Accueil de Abdel SIFEDINE et Francisco Da CRUZ à l'aéroport de Chiclayo.
Nuit à Chiclayo.
Arrivée dans la nuit de Jhon HUAMAN.

Vendredi 22/05/2009

Départ de Chiclayo pour Rioja
Visite de la grotte de « Shatuca ». Echantillonnage de 16 spéléothèmes.
Observation : destruction ancienne de stalagmites.
Arrivé à l'hôtel « Villa Bella » à Rioja dans la soirée.
Echantillonnages d'eaux de rivières

Samedi 23/05/2009

Visite de la grotte « Tigre Perdido ». Echantillonnage de 31 spéléothèmes.
Observation : destruction ancienne de stalagmites (reconcrétionnement sur cassure).

Dimanche 24/05/2009

Visite de la grotte de « Cascayunga ». Echantillonnage de 5 spéléothèmes.
Départ de Jean-Loup GUYOT, Abdel SIFFEDINE, Francisco Da CRUZ et Olivier FABRE en taxi pour Tarapoto, retour en avion pour Lima dans la soirée.
Départ de Alain CRAVE, Jhon HUAMAN et Jean-Sébastien MOQUET pour Chachapoyas.
Nuit à l'hôtel « Revash » à Chachapoyas.

Lundi 25/05/2009

Départ de Chachapoyas pour Leymebamba
Echantillonnages eaux de rivières, observation de la géomorphologie de la vallée de l'Utcubamba.
Nuit à Leymebamba.

Mardi 26/05/2009

Départ de Leymebamba pour Cajamarca.
Echantillonnages eaux de rivières, observation de la géomorphologie des vallées de l'Utcubamba et du Marañon.
Nuit à Cajamarca à l'hôtel « Valley de los Incas ».

Mercredi 27/05/2009

Départ de Cajamarca pour Lima (18h de trajet).

Vendredi 29/05/2009

Départ de Lima pour Tarma vers 15h (6h de trajet)

Samedi 30/05/2009

Visite de la grotte de Huanuco. Echantillonnage de 5 spéléothèmes.
Echantillonnages d'eaux de rivières.
Arrivée à La Merced.
Nuit à la Merced.

Dimanche 31/05/2009

Parcours la Merced – Oxapampa – Junin – La Orolla

Echantillonnage en série d'eaux de rivières

Incident : fuite de liquide de refroidissement observé dû à un trou dans le radiateur occasionné par le frottement avec une partie métallique de la carrosserie. A Oxapampa, le trou a été bouché pour soudure.

Nuit à La Orolla.

Lundi 01/05/2009

Départ de La Orolla pour Lima. Arrivé vers 11 h.

5. Spatialisation de l'échantillonnage

Les cartographies (figure 1) suivantes présentent l'échantillonnage réalisé au cours de cette mission.

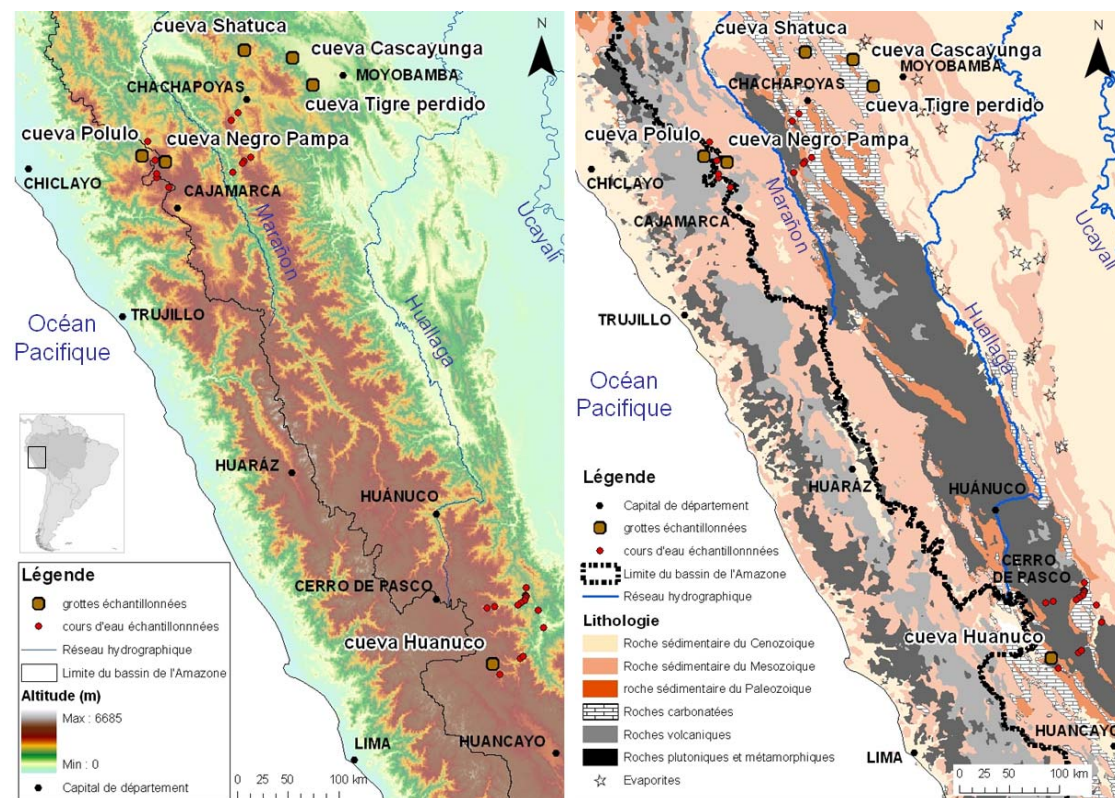


Figure 1 : Cartographie de l'échantillonnage de spéléothèmes et des eaux de rivières au nord et au centre du Pérou selon la topographie (A) et la lithologie (B).

6. Liste des échantillons

6.1. Spéléothèmes

Une fiche descriptive par Grotte est en cours de réalisation.

La liste ci-dessous présente le nombre d'échantillons prélevés dans chacune des grottes.

Tableau 1 : liste des grottes échantillonnées (les coordonnées géographiques sont reportées dans le tableau 2).

nom de la grotte	ville - département	nombre d'échantillons	numérotation
Cueva de Polulo	Ninabamba - Cajamarca	2	NI01 et NI02
Cueva de Negra Pampa	Bambamarca -Cajamarca	1	NP03
Cueva de Shatuca	Pomacocha - Amazonas	16	SHA02-SHA16
Cueva Tigre Perdido	Rioja - San Martin	31	TIG01-TIG31
Cueva CascaYunga	Rioja - San Martin	5	CAS01-CAS05
Cueva Huagapo	Tarma - Junin	5	HG01-HG05

6.2. Eaux de rivières

Des eaux de petites rivières ont été prélevées tout au long de la mission. Le but étant d'isoler et de proposer une caractérisation des pôles lithologiques de l'aire à l'étude. Nous pouvons considérer avoir échantillonnés 4 pôles lithologiques :

Les calcaires karstiques de la formation Pucara, les roches volcaniques (Andésites et tuf) du Néogènes, les granites intrusifs et le Schiste du Précambrien.

Le tableau 2 présente cet échantillonnage.

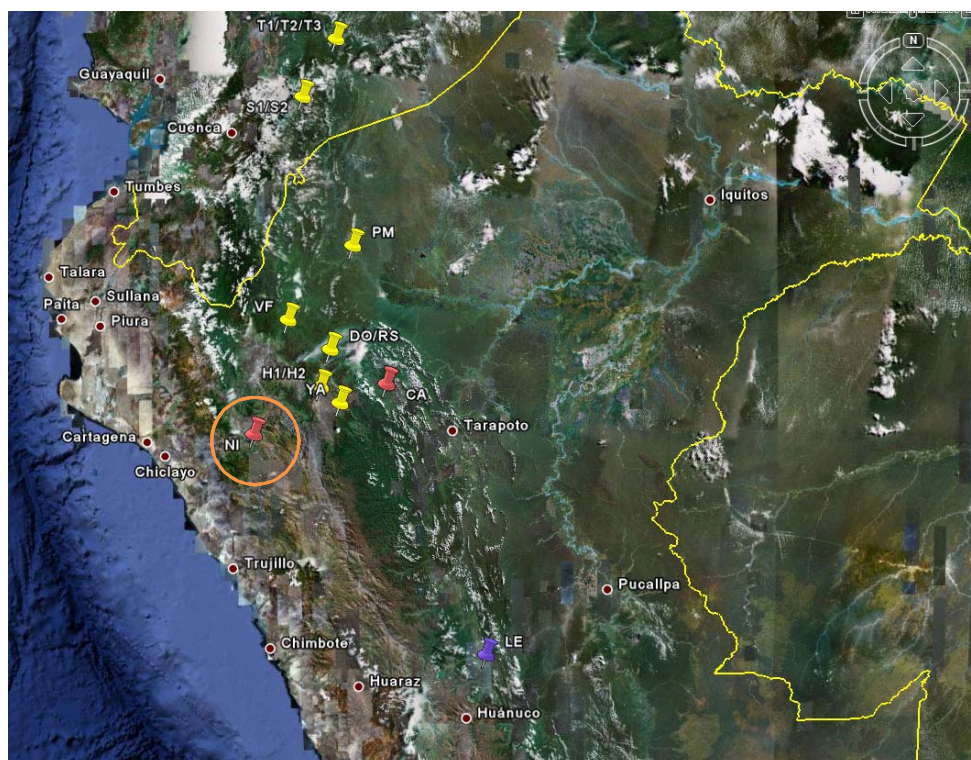
Tableau 2 : Tableau 2 : Liste des échantillons d'eau prélevés au cours de la mission PE-63. Les échantillons grisés correspondent aux grottes dans lesquelles des spéléothèmes ont été échantillonnés.

code	date	remarque	riviere	Lithologie	Cond. terrain (µS/cm)	Cond. labo. (µS/cm)	Temp. eau (°C)	Temp. air (°C)	X	Y	Altitude (m)
1	18/05/2009	aval mine		detritique et sédimentaire (quaternaire) - roches volcaniques (Paleogène)	117.6	91.8	11		-6.97028	-78.56924	3388
2	18/05/2009 10h	bassin volcanique	Pabelone Quinoa	roches volcaniques (Andésites, tuf volcaniques du Néogène)	54.5	42	11.5		-6.88146	-78.67181	3644
3	18/05/2009 11h	quebrada / présence de tourbe		roches volcaniques (Andésites, tuf volcaniques du Néogène)	70.2	55.7	10.3		-6.85056	-78.67126	3583
4	18/05/2009 12h	tuf (gours- couleur rouge: oxyde de fer)		tuf (gours- couleur rouge: oxyde de fer)	648	459	15.4		-6.72493	-78.68392	3729
5	19/05/2009 9h	rivière souterraine Ninabamba	Rio Chancay	Calcaires (Crétacé)	127.7	88	14.2		-6.64622	-78.80073	1850
6	19/05/2009 15h45	rivière prés de la grotte Polulo		Calcaires (Crétacé)	92	92	0		-6.68042	-78.79957	2205
7	19/05/2009 11h	rio Quebrada avant Lajas - Kis-mCretac (roches carbonaté)		Calcaires (Crétacé)	379	379	18.4		-6.55744	-78.74887	2079
8	20/05/2009	cueva Negro Pampa		Calcaires (Crétacé)	238	238	0		-6.74367	-78.58676	3041
9	20/05/2009 19h30	route Bambamarca - Camara			189.2	189.2	10.7				
11	22/05/2009 15h	cueva Shatuca		Calcaires (Triassique-Jurassique)	245	245			-5.70056	-77.90139	1940
12	23/05/2009 13h	cueva Tigre perdido		Calcaires (Triassique-Jurassique)	247	247	18.2		-5.85390	-77.41660	831
13	24/05/2009 11h	cueva Cascayunga		Calcaires (Triassique-Jurassique)	339	339	20.2	21.3	-6.09955	-77.24018	831
14	25/05/2009	affluent Utcubamba		Calcaires (Triassique-Jurassique)	367	360	15.7		-6.33148	-77.92793	1758
15	25/05/2009	riv montée Kuelap		Grés (Perméen) et Schists (Précambrien)	224	228	13.4		-6.39062	-77.99090	2567
16	26/05/2009	montée Leynebamba		Calcaires (Triassique-Jurassique)	201	204			-6.72330	-77.82495	2752
17	26/05/2009	col Utcubamba / Maranon		Roches volcaniques (Carbonifère) + Calcaire (Triassique-Jurassique)	118	119.7	8.5		-6.75807	-77.88820	3483
18	26/05/2009 8h00	Granites + Shists		Granites + Shists (roche intrusive)	91				-6.77832	-77.89615	3293
19	26/05/2009	affluent Marañon vallée avant Balsas			167	167	18.8		-6.85486	-77.99172	1174

code	date	remarque	riviere	Lithologie	Cond. terrain (µS/cm)	Cond. labo. (µS/cm)	Temp. eau (°C)	Temp. air (°C)	X	Y	Altitude (m)
20	30/05/2009	grotte Huanuco		Calcaires Triassique-Jurassique	661	665	10.8	11.9	-11.26912	-75.75667	3548
21	30/05/2009	Canal drainant precambrien (très chargé - probablement contaminé)			1406	1387	13.6		-11.36112	-75.69654	3546
22	30/05/2009			Schist (Précambrien)	130.6	132.4	17.2		-11.22761	-75.51274	1895
23	30/05/2009			Granites (Pluton Tardihocien), Grès et clacaires (carbonifère), conglomeras (Pliocène - Pleistocène)	58	58.5	16.1		-11.20334	-75.48257	1673
24	31/05/2009			Granites (Pluton Tardihocien), conglomeras (Pliocène - Pleistocène)	49.6		20.9		-10.95555	-75.29332	712
25	31/05/2009			Roches sedimentaire (Jurassique et Crétacé) et Grés (Crétacé)	1755		20.5		-10.79912	-75.33628	903
26	31/05/2009	Oxapampa	Chumumayo		38		18.4		-10.59919	-75.43723	1838
28	31/05/2009			Granites (Pluton Tardihocien)	25.3				-10.66632	-75.44611	2110
					30.7		16		-10.67372	-75.44407	1989
29	31/05/2009			Granites (Pluton Tardihocien) + Calcaire (Triassique-Jurassique)	153.1		17.1		-10.67535	-75.44086	1972
30	31/05/2009				218		17.1		-10.68200	-75.44249	1946
31	31/05/2009			Granites (Pluton Tardihocien) + Calcaire (Triassique-Jurassique)	176.2	179.1	18		-10.69398	-75.44965	1696
32	31/05/2009			Granites (Pluton Tardihocien) + Calcaire (Triassique-Jurassique)	447	465	19.7		-10.71283	-75.45860	1392
33	31/05/2009			Granites Intrusifs	32.2	33.2	17.5		-10.73506	-75.48744	1757
34	31/05/2009			Granites Intrusifs	24.3	35.9	18.3		-10.75106	-75.52111	1503
35	31/05/2009			Granites Intrusifs	53.5	55.7	13.3		-10.76150	-75.73203	2590
36	31/05/2009			Granites Intrusifs	171.4	174.2	12.1		-10.76946	-75.79936	2857

Echantillonnage de spéléothème – IRD – LMTG

Code de l'échantillon :	PE08_NI01 et NI02
Nom de la cavité :	Cueva de Polulo
Date d'échantillonnage :	19 mai 2009
Auteur de l'échantillonnage :	Jean Sébastien MOQUET, Jean Loup GUYOT, Olivier FABRE, Sergio Byron MORERA JULCA
Pays :	Pérou
Département :	Cajamarca
Province :	Santa Cruz de Succhubamba
District / Commune :	Niñabamba
Latitude :	- 06.6804 °
Longitude :	- 78.7996 °
Altitude :	2200 m
Température de l'air :	
Température de l'eau :	
Conductivité de l'eau :	
Poids de l'échantillon :	?
Taille de l'échantillon :	environ 40 cm (NI01) et environ 15 cm (NI02)



Plan de la cavité :	Inexistant
Développement :	environ 300 m
Dénivelée :	environ – 50 m
Echantillonnage, distance de l'entrée :	à environ 200 m

L'accès à la grotte depuis Niñabamba



Le massif (l'entrée se trouve en contrebas sur la droite)



Photo de l'entrée de la grotte

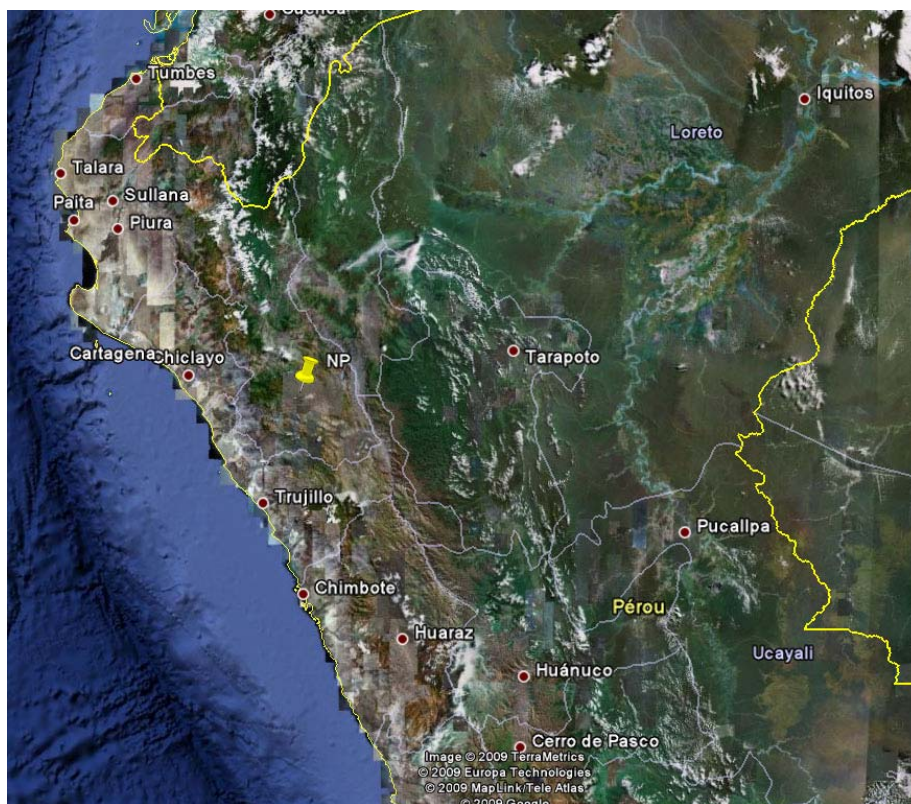


Photo de la concrétion échantillonnée



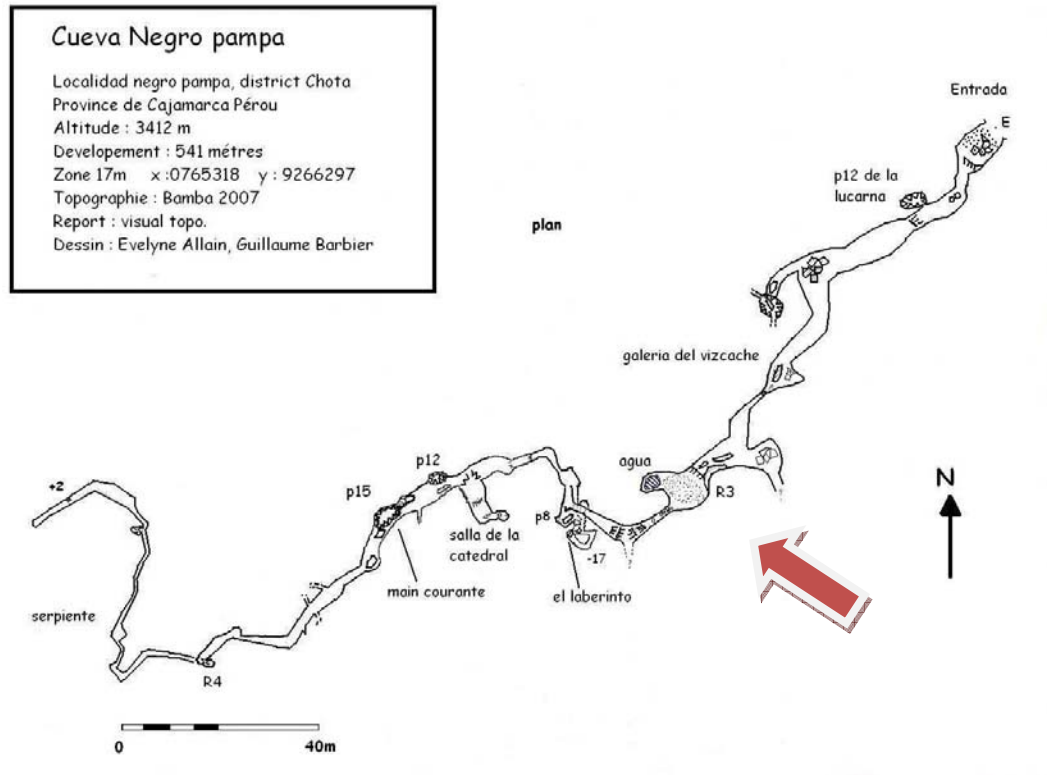
Echantillonnage de spéléothème – IRD – LMTG

Code de l'échantillon :	PE09_NP01 et NP02
Nom de la cavité :	Cueva de Negro Pampa
Date d'échantillonnage :	20 mai 2009
Auteur de l'échantillonnage :	Jean Sébastien MOQUET, Jean Loup GUYOT, Olivier FABRE, Sergio Byron MORERA JULCA
Pays :	Pérou
Département :	Cajamarca
Province :	Bambamarca
District / Commune :	Chota
Latitude :	- 06.7437 °
Longitude :	- 78.5868 °
Altitude :	3400 m
Température de l'air :	
Température de l'eau :	
Conductivité de l'eau :	
Poids de l'échantillon :	?
Taille de l'échantillon :	environ 10 cm chacun (NP01 et NP02)



Plan de la cavité :
 Développement :
 Dénivelée :
 Echantillonnage, distance de l'entrée :

Expédition « Bambamarca 2007 » (Guillaume Barbier)
 541 m
 environ – 50 m
 à environ 200 m



Le massif de Negro Pampa



Entrée (aménagée) de la caverne



Dans la grotte, au dessus du pont d'échantillonnage



Photo de la concrétion échantillonnée (seulement le sommet)



Sergio dans la galerie



Echantillonnage de spéléothème – IRD – LMTG

Code de l'échantillon :

PE10_RS02->RSnn

Nom de la cavité :

Cueva del Rio Shatuca

Date d'échantillonnage :

22 mai 2009

Auteur de l'échantillonnage :

Francisco da Cruz, Abdel Sifeddine, Jean Sébastien Moquet,
Jean loup Guyot, Jhon Huaman, Olivier Fabre

Pays :

Pérou

Département :

Amazonas

Province :

Bongara

District / Commune :

Yambrasbamba (La Esperanza)

Latitude :

- 5.7015 °

Longitude :

- 77.9013 °

Altitude :

1 900 m

Température de l'air :

Température de l'eau :

15,5 °C

Conductivité de l'eau :

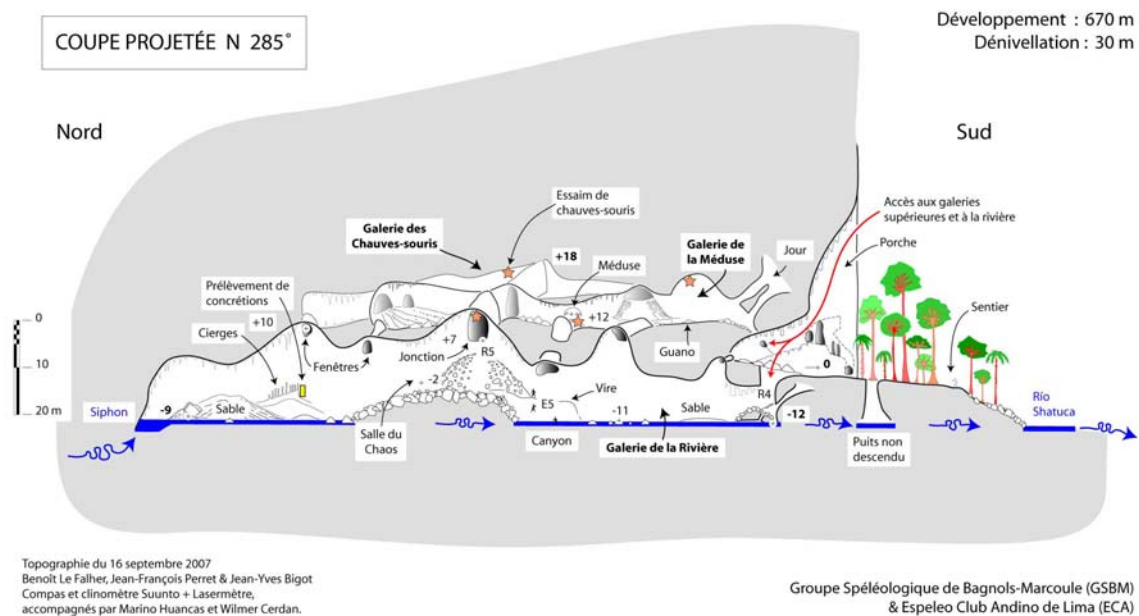
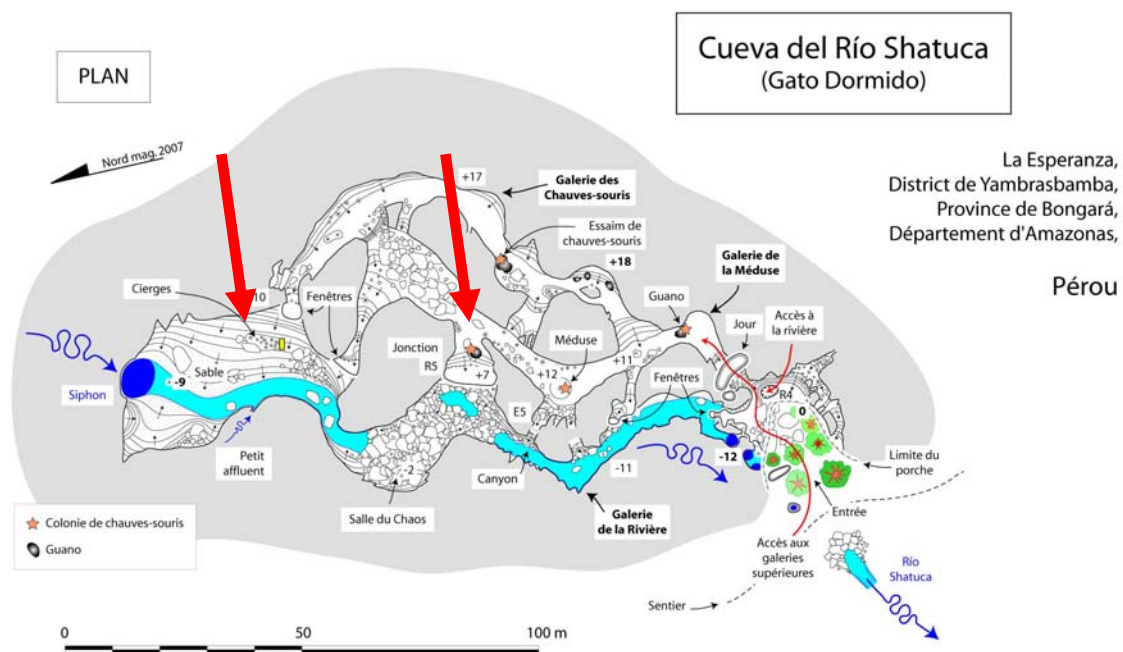
Poids de l'échantillon :

Taille de l'échantillon :

1,60 m



Plan de la cavité : GSBM Bagnols sur Cèze / ECA Lima (2007)
 Développement : 670 m
 Dénivelée : 30 m (-12, +18)
 Echantillonnage, distance de l'entrée : environ 200 m



Massif del Gato Dormido



Photo de l'entrée de la grotte



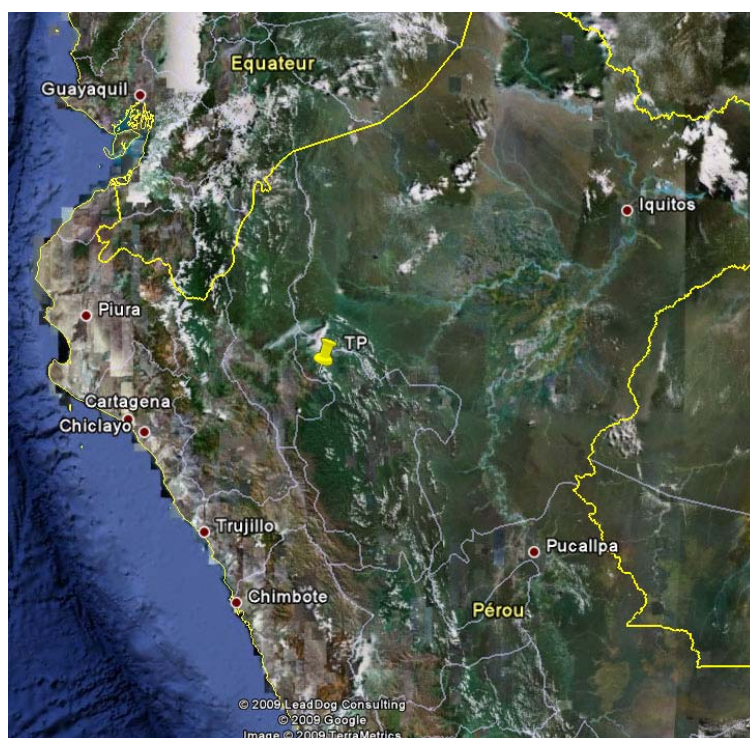
Photo de la concrétion échantillonnée



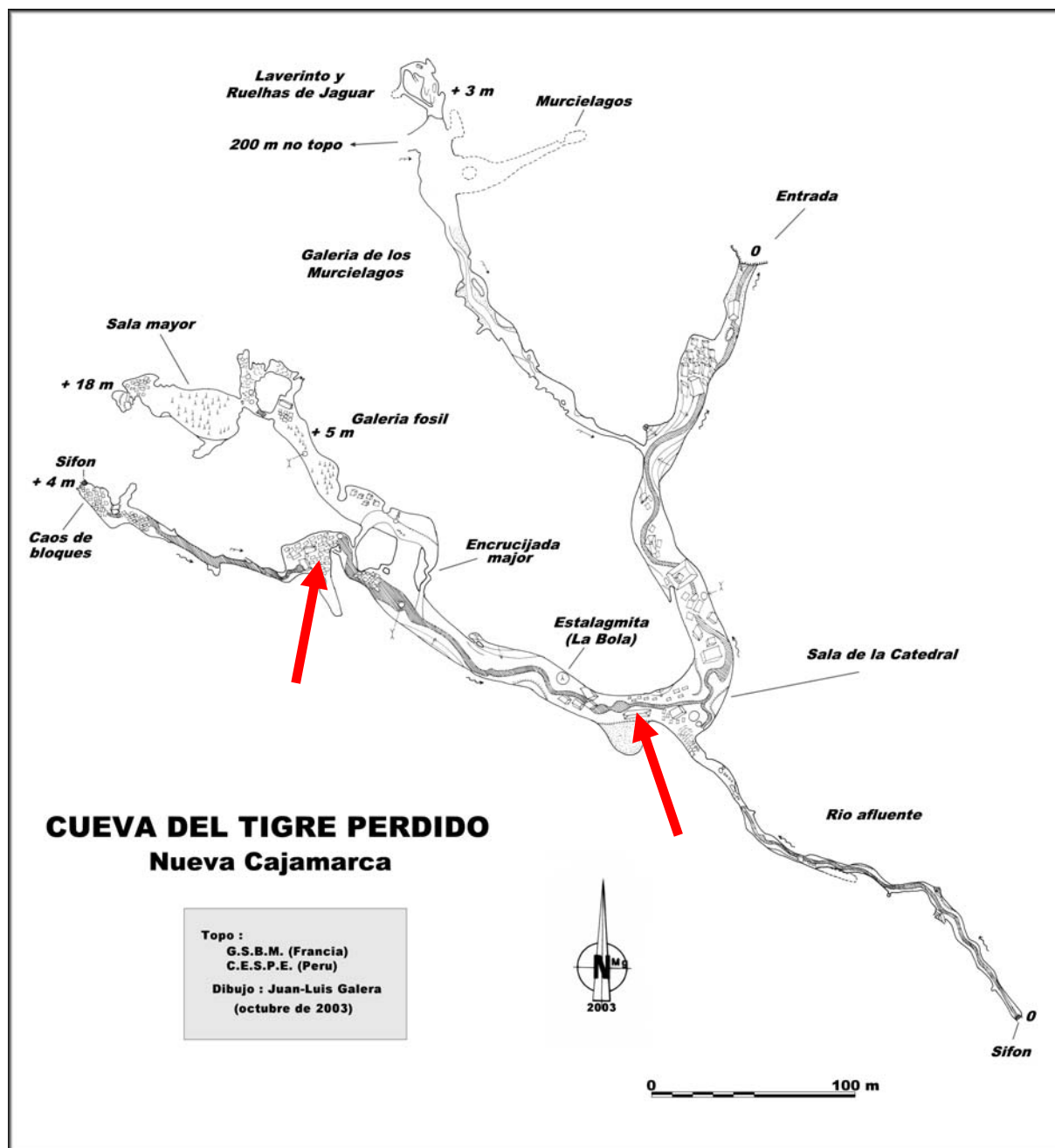


Echantillonnage de spéléothème – IRD – LMTG

Code de l'échantillon :	PE11_TP01->TPnn
Nom de la cavité :	Cueva del Tigre Perdido
 Date d'échantillonnage :	23 mai 2009
Auteur de l'échantillonnage :	Francisco da Cruz, Abdel Sifeddine, Jean Sébastien Moquet, Jean loup Guyot, Jhon Huaman, Olivier Fabre
 Pays :	Pérou
Département :	San Martín
Province :	Rioja
District / Commune :	Nueva Cajamarca
Latitude :	- 5.8539 °
Longitude :	- 77.4166 °
Altitude :	830 m
 Température de l'air :	
Température de l'eau :	18,2 °C
Conductivité de l'eau :	
 Poids de l'échantillon :	
Taille de l'échantillon :	1,20 m



Plan de la cavité : GSBM - CESPE (2003)
 Développement : 1 700 m
 Dénivelée : 18 m (0, +18)
 Echantillonnage, distance de l'entrée : de 300 m à 600 m



Entrée de la grotte (résurgence)



Galerie et rivière souterraine



Concrétions détruites (vandalisme) quelques morceaux prélevés



Photo de la concrétion échantillonnée



Echantillonnage de spéléothème – IRD – LMTG

Code de l'échantillon :

PE12_CA01->CA02

Nom de la cavité :

Cueva de Cascayunga

Date d'échantillonnage :

24 mai 2009

Auteur de l'échantillonnage :

Francisco da Cruz, Abdel Sifeddine, Jean Sébastien Moquet,
Jean loup Guyot, Jhon Huaman, Olivier Fabre

Pays :

Pérou

Département :

San Martín

Province :

Rioja

District / Commune :

Rioja

Latitude :

- 6.0996 °

Longitude :

- 77.2402 °

Altitude :

830 m

Température de l'air :

21,3 °C

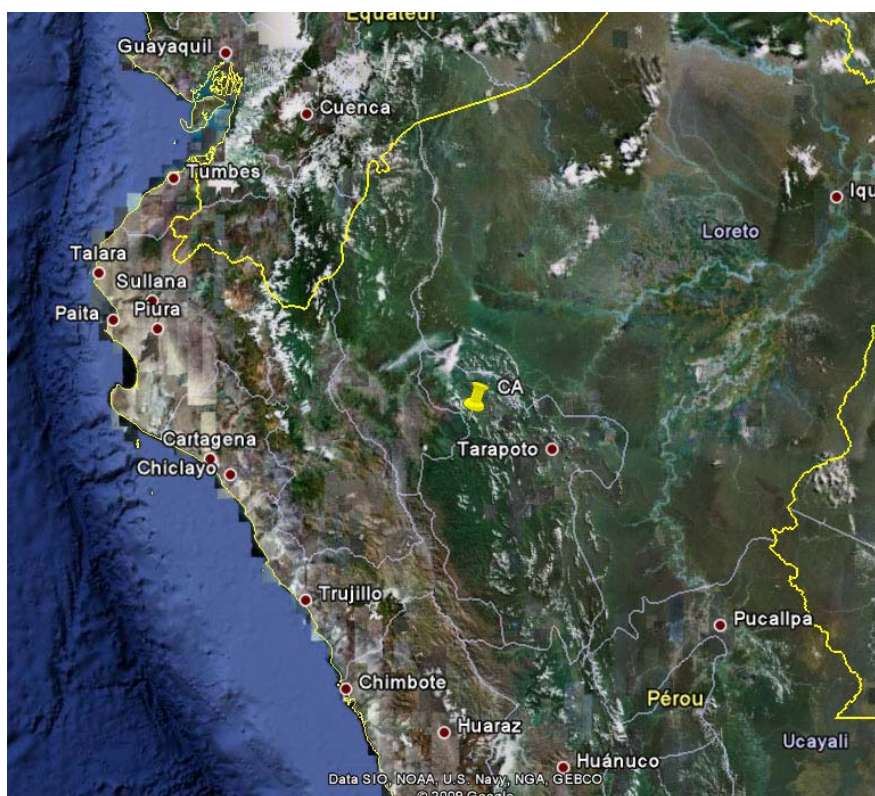
Température de l'eau :

20,2 °C

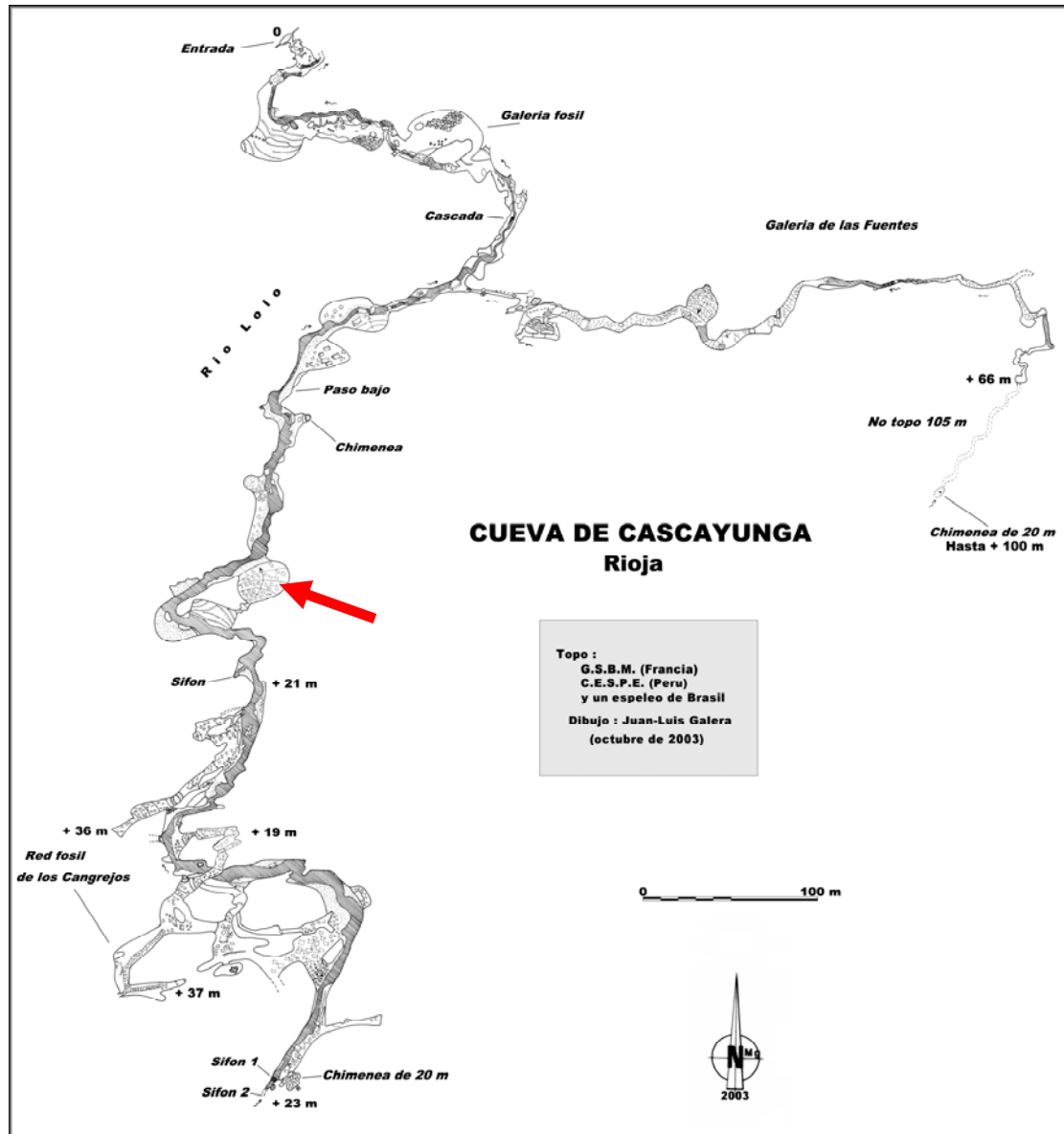
Conductivité de l'eau :

Poids de l'échantillon :

Taille de l'échantillon :



Plan de la cavité : GSBM - CESPE (2003)
 Développement : 1 560 m
 Dénivelée : 80 m (0, +80)
 Echantillonnage, distance de l'entrée : à environ 700 m



Entrée de la grotte



Galerie et rivière souterraine



Galerie et rivière souterraine



Concrétion échantillonnée



Concrétion échantillonnée



Echantillonnage de spéléothèmes – IRD – LMTG

Code des échantillons : PE11_HG01(A,B,C)
PE11_HG02(A,B)
PE11_HG03
PE11_HG04
PE11_HG05

Nom de la cavité : Résurgence de Huagapo

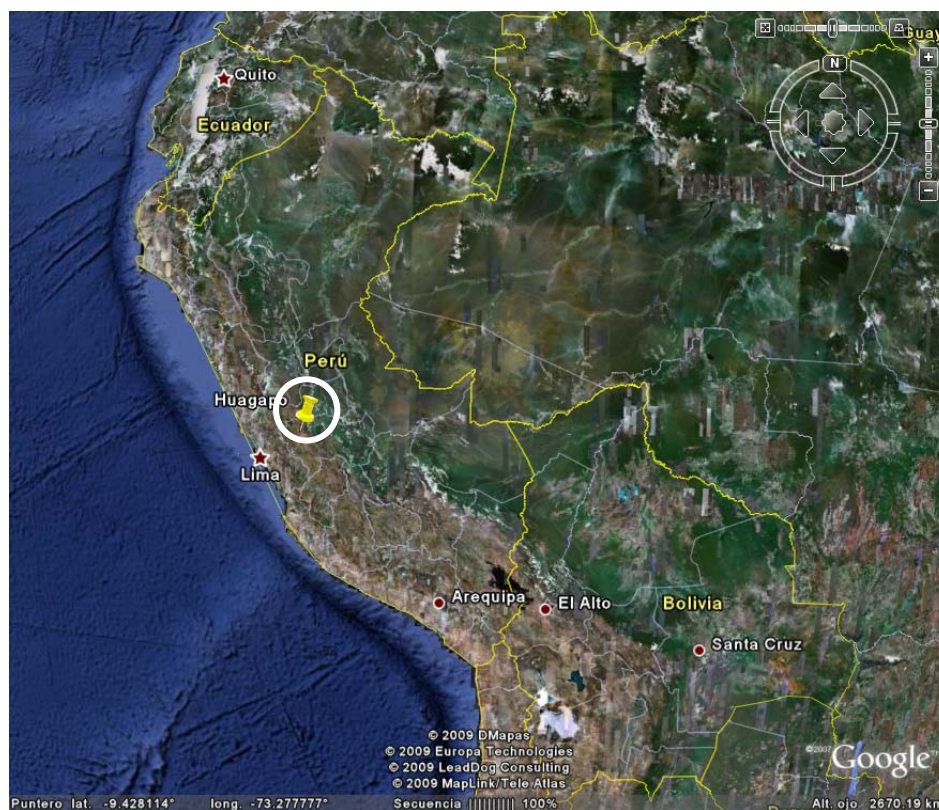
Date d'échantillonnage : 30 mai 2009
Auteurs de l'échantillonnage : Jean-Sébastien Moquet et Jhon Huaman (ECA)

Pays : Pérou
Département : Junin
Province : Tarma
District / Commune : Palcamayo

Latitude : - 11,26912
Longitude : - 075,78667
Altitude : ~ 3548 m

Température de l'air : 11.9°C
Température de l'eau : 10.8 °C
Conductivité de l'eau : 661 µS/cm

Poids de l'échantillon :
Taille de l'échantillon : HG01 : ~ 90cm, HG02 : ~ 50cm, HG03 : ~ 25cm
HG04 : ~ 15cm, HG05 : ~ 15cm



Plan de la cavité :

Développement :

Dénivelée :

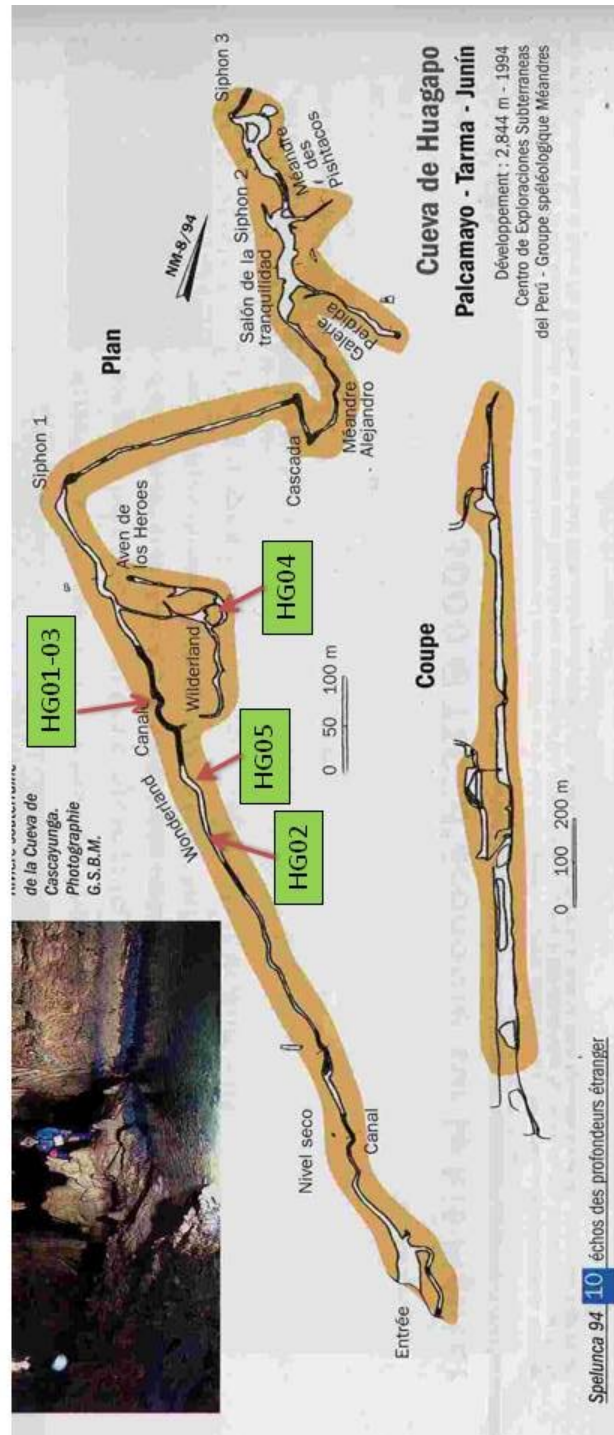
Echantillonnage, distance de l'entrée :

CESPE Lima – GSM Le Havre (1994)

2844m

?

entre 500 et 900m



Topographies extraites de Spelunca 94(1), 2004 (Morales & Guyot)

Remarque :

HG 01 à 04 : concrétion en place ; HG05 : concrétion ramassée.



Entrée de la grotte de Huagapo

(source : <http://www.geocities.com/arteoscura-huagapo.jpg>)



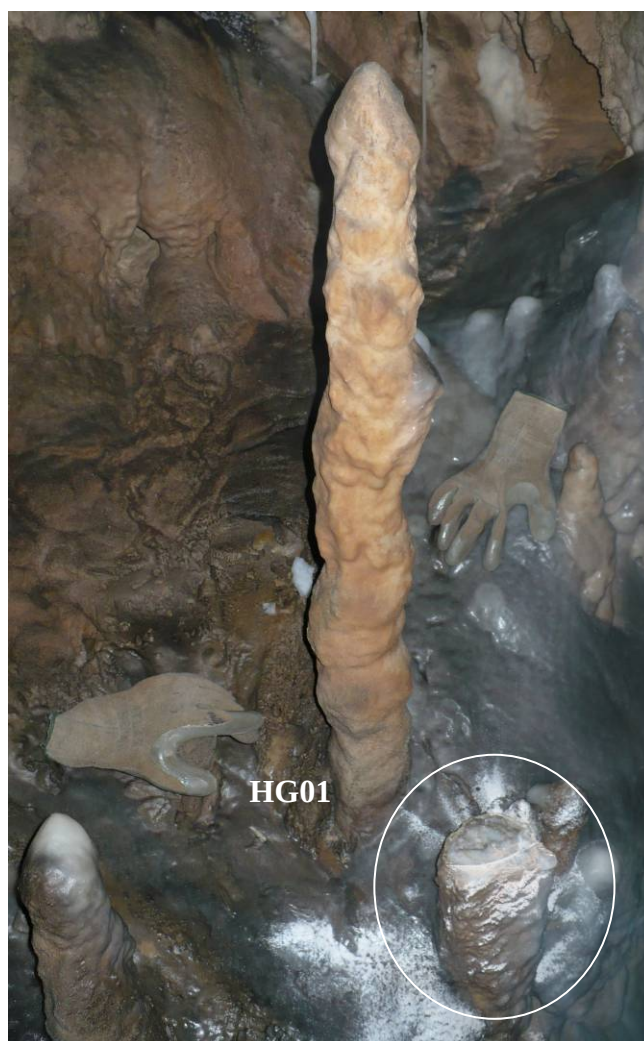
Stalagmite active de près de 2.5m



Dégradations récentes.



Concrétion HG04



Concrétion HG01

Prélèvement antérieur à
cette expédition (équipe
hollandaise ?)



Echantillonnage (HG02)



Concrétions échantillonnées.