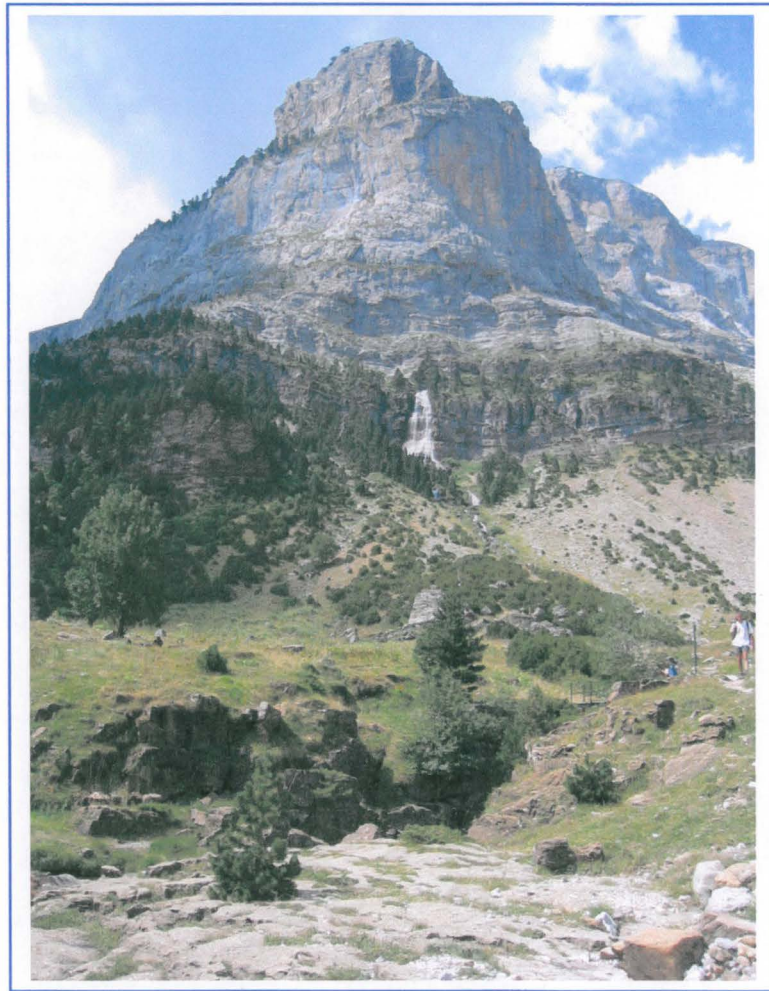


# Las Ollas 2003

**Expédition spéléologique**



**Parc National d'Ordessa et du Mont Perdu  
Espagne**

**Spéléo Club du Comminges**

Fédération Française de Spéléologie

## Sommaire

- présentation	2
- membres de l'expédition	3
- autorisation du Parc National	4
- compte rendu journalier	5
- résultats scientifiques :	7
1- explorations spéléologique	8
2- topographie : sima Electrométéore, N1, sima Elena	9
3- traçage (F. Brouquisse, P. Mathios, J. Galy, S. Clément)	14
4- nouvelles données physicochimiques (F. Brouquisse)	18
5- relevés de microformes (F. Brouquisse, P. Cluzon, V. Galy)	21
6- profils de température (F. Brouquisse, P. Cluzon)	30
- conclusion	32

**Spéléo Club du Comminges**  
**Chez Sylvestre Clément**  
**Ancienne gendarmerie 31160 Arbas 05 61 90 44 35**  
**sylvestreclement@wanadoo.fr**

## Présentation

Suite à l'expédition « Las Olas 2002 » réalisée par le Spéléo Club du Comminges, cette nouvelle campagne d'investigation était basée sur des objectifs plus ambitieux. Une équipe renforcée et très motivés incluant plusieurs scientifiques était donc au rendez-vous cet été du 15 au 24 août.

- Le temps instable, orageux, ne nous a pas permis de poursuivre le point final : le méandre du Pet Vêlu (réseau actif). Nous nous sommes donc axés sur les parties fossiles de la cavité : Long Méandre, méandre de l'Exorciste...

- La prospection a été fructueuse puisque nous avons découvert la grotte Electrométéore et le trou N1.

- L'étude des résurgences a été elle aussi intéressante car nous avons découvert une nouvelle résurgence qui se situe entre le col de Niscle et Fon Blanca.

- La topographie de la sima Elena a été relevée.

- Une somme importante d'observations scientifiques a été relevée : mesures physicochimiques des eaux, cupules, débits fossiles, température de l'air, hydrologie et traçage.



## Membres de l'expédition



Philippe Mathios, 44 ans, Président, moniteur.



Marc Bellanger, 45 ans, Secrétaire, photographe.



Sylvestre Clément, 30 ans, Trésorier, topographe, moniteur.



Paul Cluzon, 36 ans, géologue, initiateur.



Jean Galy, 31 ans, responsable matériel, initiateur



Valier Galy, 23 ans, étudiant en géologie



François Brouquise, 55 ans, hydrologue



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	
ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES PARQUE NACIONAL DE ORDESA Y MONTE PERDIDO	
SALIDA n.º .....	410
Fecha .....	4 JUNIO 2003

PARQUES NACIONALES



Visto el proyecto para llevar a cabo la campaña de espeleología Las Olas 2.003 en el sector Añisclo en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, y vista la aprobación del citado proyecto por el Patronato del Parque Nacional reunido en Pleno el día 29 de Mayo de 2.003, esta Dirección concede autorización administrativa al GRUPO SPELEO CLUB DU COMMINGES, cuyo responsable a todos los efectos es D. Sylvestre Clément a llevar a cabo la citada actividad de investigación subterránea en el P.N.O.M.P. del 15 al 31 de Agosto de 2.003. El citado grupo está obligado al cumplimiento y observancia de los siguientes puntos:

- La zona autorizada es la sima de Las Olas, en el Sector Añisclo del P.N.O.M.P.
- El citado grupo se compromete a remitir un informe detallado de las actividades realizadas, una vez concluida la campaña, a la Dirección del Parque Nacional. Dicho informe servirá de base para futuras autorizaciones y por tanto la Dirección del Parque Nacional evaluará su calidad y contenido antes de someter nuevos proyectos de investigación espeleológica del Grupo Speleo Club Du Comminges al Patronato.

No podrán llevar a cabo actividades espeleológicas ni más personas ni más tiempo del que ha sido solicitado y autorizado.

- ~~Deberá evacuar cuantas basuras y desperdicios ocasione su actividad.~~
- No desarrollará ninguna actuación que contamine o altere los cursos de agua tanto subterráneos como superficiales.
- No podrá efectuar ninguna señalización permanente.
- Se autoriza la instalación de un único vivac ligero en el portal de la cueva de Las Olas durante el periodo comprendido entre el 15 y el 31 de Agosto de 2.003.

El incumplimiento de cualquiera de estas condiciones así como las demás de carácter general para este Parque Nacional, será motivo de anulación del permiso y la no concesión de ningún otro para posteriores campañas.

Huesca, 4 de Junio de 2.003  
EL DIRECTOR-CONSERVADOR  
P.A.



Fdo.- Luis Marquina Murlanch

SPELEO CLUB DU COMMINGES  
Philippe Mathios

**VILLAGE 31160 - MILHAS (Francia).-**

CORREO ELECTRÓNICO:

ordesa@mma.es

Paseo de las Autonomías,  
Pasaje Baleares, 3  
22071 HUESCA  
TEL.: 974 243 361  
FAX: 974 242 725

## Compte rendu journalier

Vendredi 15 août

Départ, lourdement chargé, de Pineta à 3h00 du matin, arrivée au porche de la sima de Las Olas à 10h00. Averses durant la montée. Installation du campement dans le porche. Equipement des premiers puits.

Samedi 16 août

Lever 8h00. Il a plu toute la nuit. Départ de deux équipes pour la sima de Las Olas :

- 1<sup>ère</sup> équipe, équipement de la cavité,
- 2<sup>ème</sup> équipe, observations et mesures,

Équipement jusqu'à la cascade de 15 m du C4. Reconnaissance du Long Méandre, tentative de continuation, escalades. Retour des équipes à 21h30.

Dimanche 17 août

Lever 8h30. La pluie a cessé mais le brouillard est resté. Prospection sur le versant sud du Soum de Ramond en franchissant le Mont Perdu. Aucune cavité a n'été découverte. Etude du relief karstique, différentes couches géologiques, nombreuses photos.

Lundi 18 août

Lever 8h00. Temps instable. Départ dans la sima de Las Olas pour le fond du Long Méandre, escalade de 30 m, courant d'air important. Tentative de franchir un méandre étroit descendant fossile. Poursuite des analyses de températures et d'air. Retour des équipes vers 21h00.



Le camp dans le porche de la sima de Las Olas

Mardi 19 août

Lever 8h00. Temps toujours instable. Prospection sous le GR11 entre le col de Niscle et les clavires. Découverte de la grotte Electrométéore, 200 m de galeries sont explorées, à poursuivre. Exploration du trou N1, petite cavité terminée. Retour au camp à 20h00.

Mercredi 20 août

Lever 8h00. Une équipe continue l'exploration de la grotte Electrométéore. Arrêt au fond de la cavité sur étroiture. La topographie est relevée. Retour au camp vers 20h00.

Jeudi 21 août

Lever 8h00. Journée de repos pour une partie de l'équipe. Prospection sur le plateau de Tantanavé. Aucune nouvelle cavité a été découverte.

Vendredi 22 août

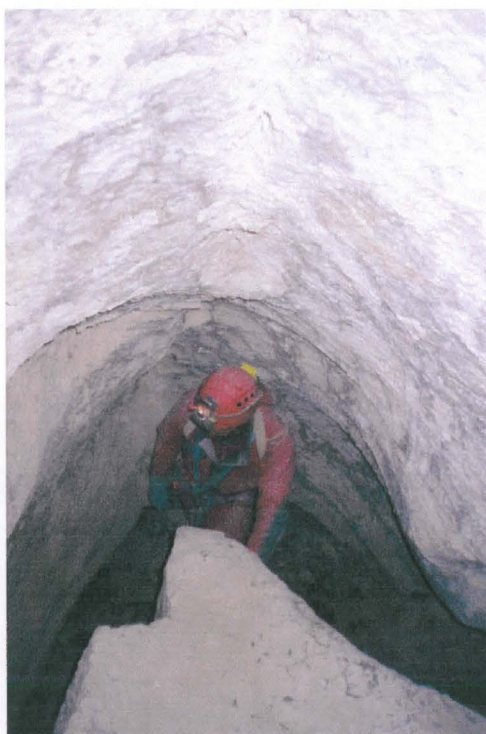
Lever vers 7h00. Brouillard intense. Deux équipes partent pour la sima de Las Olas :

- Exploration dans le méandre de l'Exorciste, l'étréiture du terminus de 1981 a été franchie, 100 m de méandre étroit découvert, à poursuivre. Nous n'avons pas eu le temps de faire la topographie.
- Traçage dans la rivière au fond du C4.

Retour au camp vers 22h00

Samedi 23 août

Lever à 6h00, derniers rangements et départ pour Pineta. Beau temps.



Le Long Méandre

**Résultats scientifiques :**

**1- explorations spéléologique**

**2- topographie : sima Electrométéore, N1,  
sima Elena**

**3- traçage**

**4- nouvelles données physicochimiques**

**5- relevés de microformes**

**6- profils de température**



## 1- Explorations spéléologiques

La période du 15 au 23 août a été marquée par une météo instable à forte tendance orageuse qui nous a obligés de modifier nos objectifs, notamment le méandre du Pet Velu qui est très aquatique. Nous avons donc dirigé nos investigations dans les parties fossiles de la sima de Las Olas. Le fond du Long Méandre a été réexploré en détails, plusieurs escalades ont été ainsi réalisées. Nous n'avons trouvé aucune nouvelle galerie. Cependant il faut noter un fort courant d'air qui parcourt ce magnifique méandre. Le courant d'air passe dans la coulée stalagmitique terminale qui barre le méandre.

Egalement, le méandre de l'Exorciste a reçu notre visite. Le terminus de 1981 a pu être franchi, passage étroit, nous avons poursuivi l'aval de ce méandre fossile sur 100 m environ. Malheureusement, faute de temps - dernier jour du camp - nous n'avons pas pu continuer cette exploration, la topographie n'a pas été levée. Ce méandre est lui aussi parcouru par un fort courant d'air.

Lors d'une séance de prospection, nous avons remarqué à l'aplomb de la grande cascade sous les calvires du chemin de Niscle, à l'intersection d'un joint de strate la possibilité d'une éventuelle grotte. Une équipe a réalisé une escalade et a atteint le porche de cette nouvelle cavité. Cette cavité mesure 500 m de long, parcourue par un fort courant d'air soufflant en été. Cette grotte se termine par une trémie. La topographie a été réalisée. Nous pensons que cette grotte peut être un regard sur la sima de Las Olas ou sur la sima de Tantanavé. L'appellation sima Electrométéore vient d'un violent orage que nous avons subi, des boules de feu descendaient le long de la cascade.

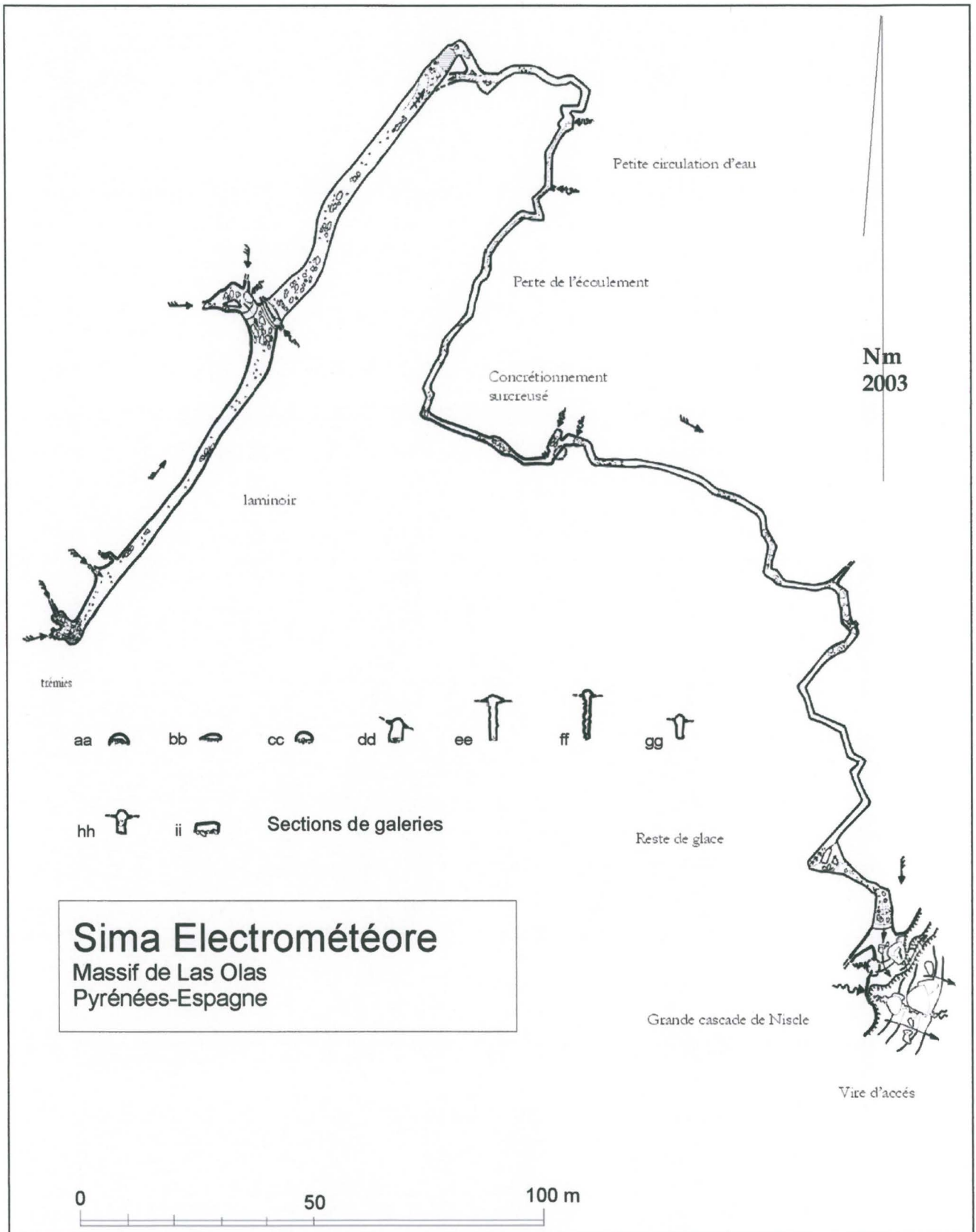
Dans cette même zone, un petit gouffre a été découvert, pas de suite possible. Ce trou est une perte du ruisseau. Nous l'avons appelé N1.

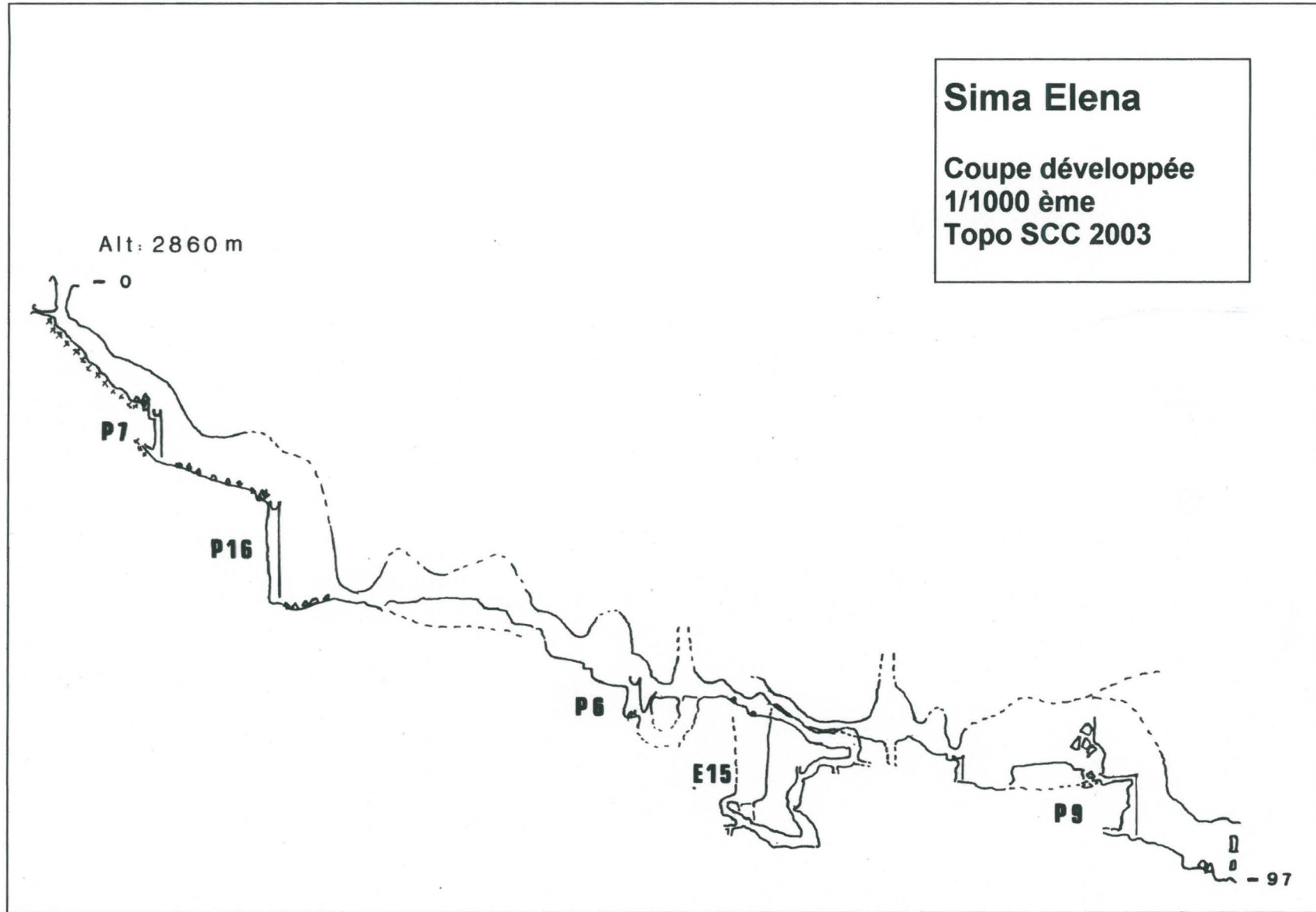
Nous sommes retourné à la sima Elena pour en relever la topographie, son exploration date de 1982. Elle jonctionne avec la sima Tantanavé.

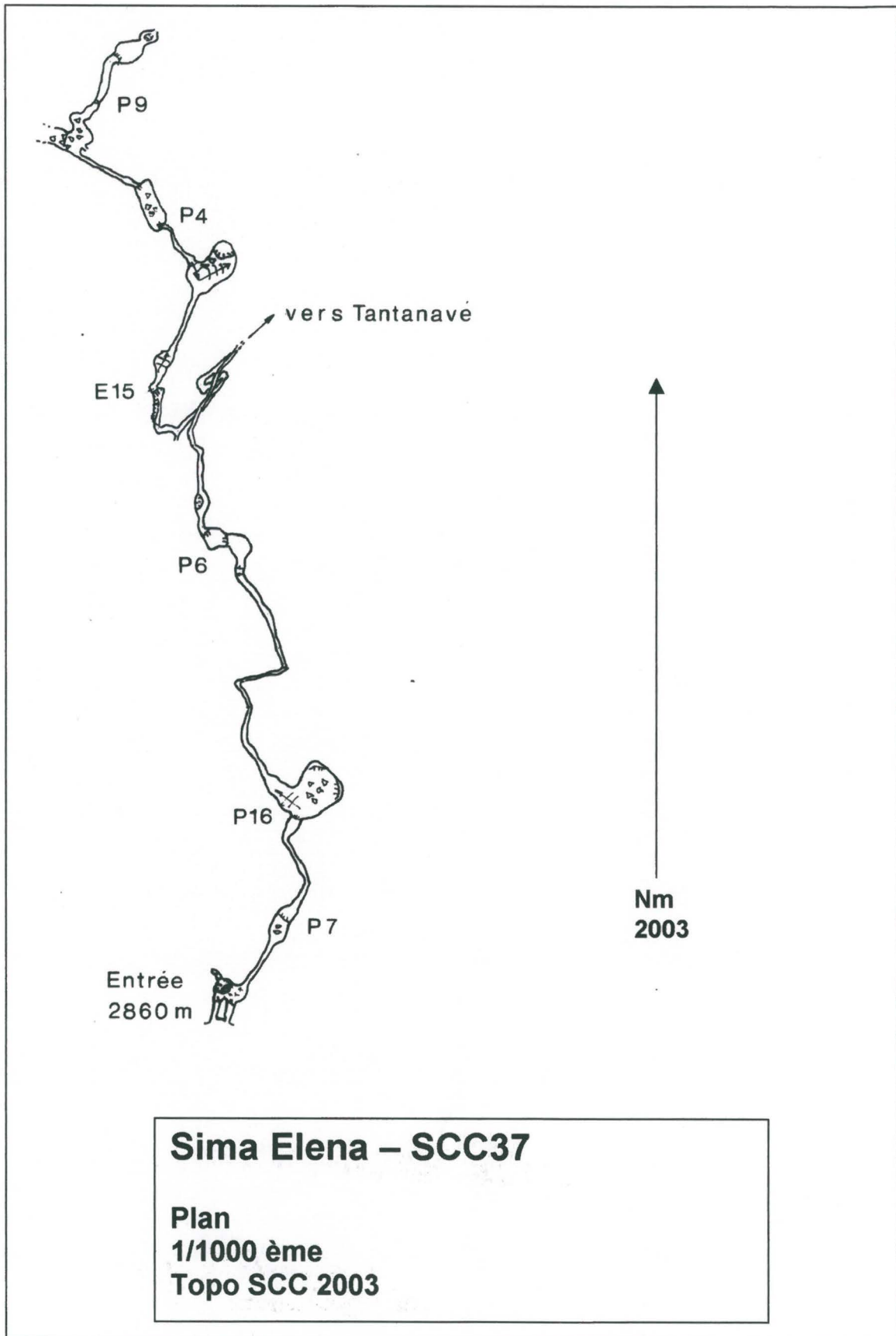
Une journée a été consacré à une longue prospection sur le versant sud du Soum de Ramond, rien n'a été découvert.

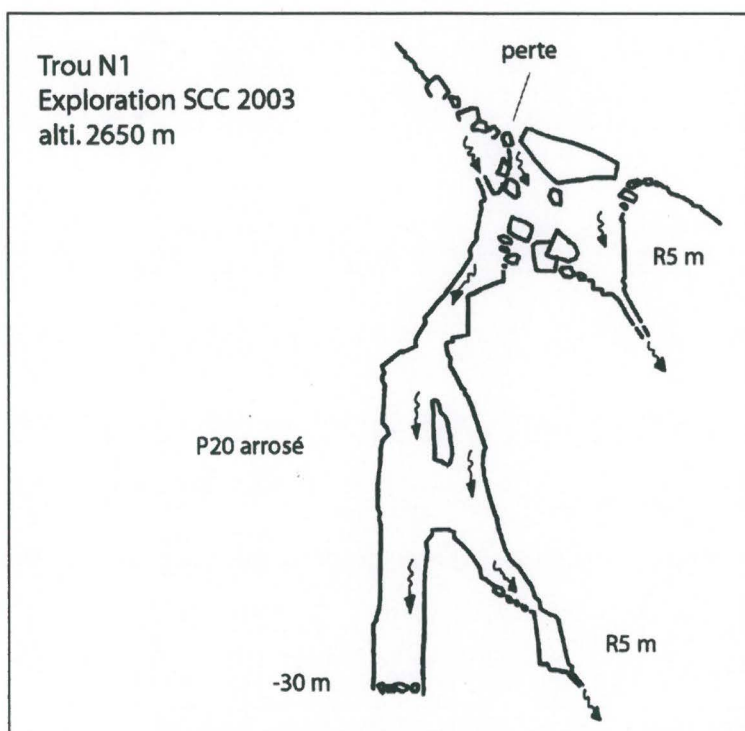


Le porche de la sima de Las Olas









L'entrée du N1 se trouve sous le gros bloc gris

# Synthèse des Réseaux du Système de Las Olas

Sima Tantanave

Sima Elena



Sima de las Olas

Cueva de l'Electrometeora

Surgencia

## 3 - TRACAGE

Il avait été prévu un traçage pour lever définitivement le doute sur la localisation de la résurgence de la rivière qui coule au fond du méandre des Boutchs.

### 3.1 - Rappel

En 1981, une coloration avait été faite avec injection de fluorescéine au bas d'un P20 faisant suite au P52, situé à l'aplomb du début du Long Méandre. A l'époque des fluocapteurs avaient été placés à la Grallera de Fuen Blanca et à la résurgence de Garzés sous le refuge de Goriz. Les fluocapteurs de cette dernière n'avaient pu être récupérés mais ceux de la Grallera s'étaient révélés négatifs. C'est par le plus pur des hasards que nous avons, deux ans plus tard, appris par G. DOTTER, guide de montagne, que notre traçage avait été réussi. G. DOTTER, passant dans le secteur avec des clients, avait pu observer en début de matinée l'arrivée du colorant par un petit affluent rive droite dans le haut du cirque de Niscle. Nous avons pu alors calculer le temps de passage, mais il restait un doute sur la localisation exacte de la résurgence, plusieurs thalwegs annexes provenant du pied des falaises.

### 3.2 - Localisation des fluocapteurs

En fonction de l'expérience passée et de notre connaissance du massif nous avons donc placé des fluocapteurs en quatre points : résurgence des Mousses (supposée être celle de Las Olas), Grallera de Fuen Blanca, sur le ruisseau de Niscle en amont du confluent avec l'affluent des Mousses et en haut de la grande cascade du ravin de Fuen Blanca (figure 4.1 et photos 4.1 à 4.4).

### 3.3 - Déroulement

Chaque site a été équipé de deux fluocapteurs (installés séparément) le 26 juillet (opérateur : Philippe Mathios).

Le 22 août à 13h30, 500 gr de fluorescéine ont été injectés à l'amont du P12, en contrebas du méandre C4 (opérateurs : Sylvestre Clément, Marc Bellanger et Jean Galy).

Le 28 août tous les fluocapteurs ont été relevés (opérateur : François Brouquisse).

Le 1er septembre les fluocapteurs ont été analysés (révélation par une solution alcoolique de potasse sur 25% du charbon actif, le reste étant conservé).

### 3.4 - Résultats

Un seul fluocapteur est positif sans aucune équivoque, celui de la résurgence des Mousses. Les trois autres sont négatifs. Le tableau 4.1 rassemble les données sur les deux traçages de 1980 et 2003.

Traçages dans le réseau de la Punta de Las Olas		Tableau 4.1	
Année	1980	2003	
Date et heure d'injection	29.08.1980 - 17h15	22.08.2003 - vers 16h	
Lieu	Bas du P20 sous le P52	Bas du méandre C4	
Altitude (m)	2650	2640	
Quantité injectée	1 kg	500 gr	
Débit (l/s)	1 à 2 l/s	2 à 5 l/s	
Opérateurs	François Brouquisse - Gilles Heib	Sylvestre Clément - Marc Bellanger - Marc Galy	
Localisation et altitude des fluocapteurs		Résultats	Résultats
	Grallera de Fuen Blanca 1870 m	--	Grallera de Fuen Blanca 1870 m
	Résurgence de Garcès	non relevé	Ruisseau de Niscle (amont du confluent avec le ruisseau des Mousses) 965 m
			Résurgence des Mousses 2050 m
			Grande cascade de Fuen Blanca (sommets) - 1920 m
Lieu de réapparition	Observé venant du thalweg aval de la résurgence des Mousses		Résurgence des Mousses 2050 m
Date et heure	30.08.1980 - vers 7 à 8 h		antérieure au 28.08.2003
Débit (l/s)	?		quelques l/s
Altitude (m)	2050		2050
Distance directe (m)	1800		1800
Dénivelée (m)	600		590
Temps de passage	quinzaine d'heures		< 6 jours
Vitesse apparente	120 m/h		> 12 m/h

### 3.5 - Discussion

Le résultat de 1981 est donc définitivement confirmé. La résurgence dans une zone de contact entre grès du Marboré et calcaires se fait sous un tapis d'éboulis recouvert localement de mousses. Une dizaine de mètres en contrehaut une ouverture non ventilée donne accès à un petit conduit de quelques mètres se terminant sur une voûte basse siphonnante. C'est à l'évidence la résurgence, qui fonctionne dès que les précipitations dépassent un certain seuil. A l'étiage le sous-écoulement pérenne (quelques l/s) rejoint, à la faveur des dalles, le thalweg voisin venant du pied de la falaise.

Il importe ici de noter que le débit qui sort est du même ordre de grandeur que celui du méandre C4 à -360m dans Las Olas. Cette observation capitale laisse supposer qu'il n'y a probablement aucun affluent sous terre entre le lieu d'injection et la résurgence, soit sur les 600 m de dénivelée restante.

Autrement dit les paléodrains que représentent le Grand Méandre et le Long Méandre sont seulement réutilisés aujourd'hui dans leur partie inférieure par les eaux qui sont collectées et s'infiltrant dans le petit cirque du porche de Las Olas. Celles-ci rejoignent le réseau au niveau de la Salle de la Pluie et s'enfoncent rapidement pour rejoindre le méandre des Boutchs qui est très étroit, aquatique et dont la formation récente est liée à ces écoulements actuels.

Par ailleurs le fait qu'on ne rencontre, au-delà de la Salle de la Pluie, aucune arrivée en plafond, semble prouver qu'il y a une écaille imperméable de grès sur tout ce secteur. Les paléodrains n'ont pu se développer que par l'apport extérieur, au niveau du porche, qui devait représenter une perte sous-glaciaire majeure et drainer vers la profondeur des quantités d'eau sans commune mesure avec les écoulements résiduels d'aujourd'hui.



Le réseau profond et la résurgence fossile restent encore à trouver. Peut-être la Cueva del Electrométéoro représente-t-elle cette résurgence; peut-être celle-ci est-elle masquée par les grands pierriers de la rive droite du haut du canyon de Niscle?

Il ne faut pas oublier que la partie connue du réseau de la Punta de Las Olas se développe sur une toute petite surface par rapport au secteur situé entre la vallée de Niscle et le Mont Perdu. La résurgence des Mousses ne draine donc qu'une faible partie des eaux de la zone d'étude

Le "mystère" de la Grallera de Fuen Blanca reste entier. Son débit est supérieur à ce qui coule dans le ravin de Fuen Blanca (où semble-t-il une partie des eaux se perd). La Grallera est très probablement le point bas de drainage du secteur compris entre le Soum de Ramond, le col supérieur de Goriz, et la rive gauche du ravin de Fuen Blanca. Plusieurs cavités y sont connues mais aucune d'entre elles n'a pour l'instant donné accès à des circulations profondes.

Par contre il est vraisemblable que le drainage de la zone située plus au nord entre le Mont Perdu et la Punta de Las Olas se fait par l'intermédiaire du système de la Sima Tantanavé. Il faut donc sérieusement envisager d'y reprendre les investigations et revoir coté Pineta les secteurs potentiels de résurgence. Dans cette perspective un traçage dans la Sima Tantanavé s'imposerait comme le prochain objectif.



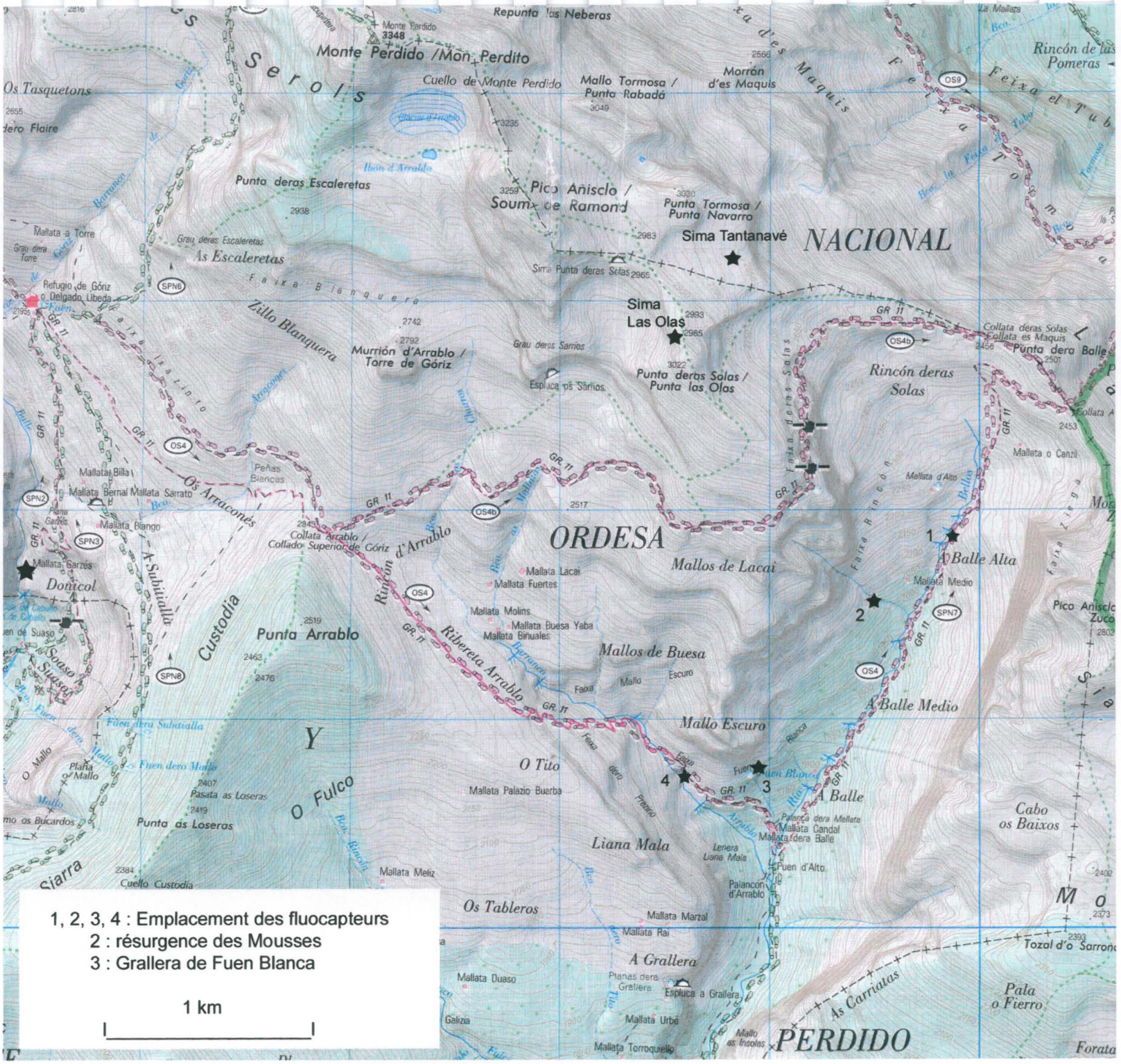
Résurgence

Fluocapteurs

La résurgence des Mousses



La Grallera de Fuen Blanca



1, 2, 3, 4 : Emplacement des fluocapteurs  
 2 : résurgence des Mousses  
 3 : Grallera de Fuen Blanca

1 km

## 4 - NOUVELLES DONNEES PHYSICO-CHIMIQUES

Conformément au programme qui avait été prévu quelques prélèvements et analyses ont été effectués. Les paramètres suivants ont été mesurés : température, pH, TAC et TH (opérateurs : Sylvestre Clément et François Brouquisse).

### 4.1 - Localisation des sites

Dans le réseau lui-même deux prélèvements ont été réalisés : l'un au niveau de la Salle de la Pluie vers -250 m (St1), l'autre au bas du méandre C4 en amont du P12, à l'endroit où l'on rejoint la rivière (-360 m); c'est là que la coloration a été effectuée (St2).

A l'extérieur deux résurgences ont été analysées : la résurgence des Mousses (résurgence de Las Olas) (St3) et la Grallera de Fuen Blanca (St4).

### 4.2 - Protocole de mesures

Les prélèvements d'eau sont effectués en flacon de polyéthylène de 125cc. Quatre paramètres sont normalement mesurés in situ :

- \* La température (thermomètre à mercure au 1/5°C).
- \* Le pH (pHmètre de terrain Kwikstik Bioblock à électrodes époxy, à 0.02 pH)
- \* Le TAC et le TH (coffrets d'analyse et procédure MERCK avec prise d'essai doublée (10cc au lieu de 5cc) et moyenne de 3 essais par analyse: AquaMerck Dureté carbonatée réf: 8048 - titrage acidimétrique, pipette à 0.2°d; AquaMerck Dureté totale réf. 8039 - titrage complexométrique, pipette à 0.2°d).

NB : En raison de contraintes techniques les mesures n'ont pas toutes pu être effectuées sur place :

- \* Pour les stations 1 et 2, elles ont été effectuées quelques jours plus tard sur les échantillons prélevés.
- \* Pour les stations 3 et 4, température, TAC et TH ont été mesurés in situ; le pH trois jours plus tard sur prélèvements.

### 4.3 - Résultats et exploitation

Les résultats sont rassemblés dans le tableau 3.1.

\* Température : les valeurs sont bien entendu liées à l'altitude. Dans Las Olas on est au voisinage de 1 à 2 °C et la température à la résurgence des Mousses n'est que de 4.6 °. On comparera utilement avec la température de sortie des eaux de la Grallera, 6.3 °C qui montre que les eaux drainées sont principalement issues de zones plus basses en altitude (cf chapitre sur le traçage).

\* pH : les valeurs, comprises entre 7.5 et 8, sont classiques pour des eaux carbonatées calciques. Il faut toutefois noter que le pH peut se modifier très vite; c'est d'ailleurs la raison pour laquelle il doit être mesuré in situ. Dans le cas présent les mesures n'ont pu être faites que plusieurs jours

plus tard sur les échantillons prélevés. Un dégazage s'est opéré et le pH peut avoir eu tendance à remonter, par contre l'absence de couverture végétale en altitude conduit à des eaux dont la pCO<sub>2</sub> est faible. On peut donc penser que l'évolution des échantillons par précipitation des carbonates est donc relativement limité.

\* Les valeurs de TAC et TH sont faibles, entre 7 et 10 °f, indiquant des eaux peu minéralisées, de percolation rapide. En supposant que la minéralisation est principalement due aux carbonates de calcium, on a une fourchette de 110 à 150 mg/l.

Les caractéristiques des deux sites prélevés dans le réseau de Las Olas sont voisines. A la résurgence des Mousses les eaux sont logiquement plus chargées.

RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES			LAS OLAS 2003					- Tableau 3.1 -	
Code	Date	Lieu	Obs.	Teau °C	pH	TH °f	TAC °f	HCO <sub>3</sub> mg/l	Ca (5) mg/l
LO-1 (St1)	22.08.2003	Las Olas - N°5 - Salle de la pluie	(1)	1.8	7.95	6.8	7.0	85	27
LO-2 (St2)	22.08.2003	Las Olas - N°8 - Rivière C4 amont P12	(2)	1.9	7.96	7.8	7.7	94	31
LO-3 (St3)	28.08.2003	Résurgence des Mousses - N10b	(3)	4.6	7.75	9.5	8.9	108	38
LO-4 (St4)	28.08.2003	Grallera de Fuen Blanca	(4)	6.3	7.68	8.0	7.4	90	32
(1) valeur pH au labo à 17.3° - TAC et TH idem									
(2) valeur pH au labo à 17.3° - TAC et TH idem									
(3) valeur pH au labo à 18.4°									
(4) valeur pH au labo à 17.3°									
(5) en supposant la teneur en Mg négligeable									

Le report sur un diagramme de Roques des 4 échantillons montre que l'on a des eaux sous-saturées, les échantillons concernant Las Olas étant plus proches de l'équilibre que celui de la Grallera. Les pCO<sub>2</sub> sont faibles : inférieures à 0.1% pour les échantillons LO-1 et LO-2, et entre 0.1 et 0.2 % pour les LO-3 et LO-4 (résurgences).

Pour mémoire on trouvera dans le tableau 3.2 des valeurs de résistivité mesurées dans les années 80 en différents sites (sous terre et à l'extérieur). Ces résistivités sont les valeurs ramenées à 20°C. En dehors de la source de l'Abreuvoir (flysch), plus chargée, les valeurs de conductivité sont voisines.

Si l'on considère que la minéralisation est fournie par les seuls ions HCO<sub>3</sub> et Ca, celle-ci peut être évaluée de l'ordre de 120 mg/l à partir des données de 2003. Par ailleurs la corrélation entre conductivité et minéralisation conduit pour une conductivité de l'ordre de 130 à 140 µS/cm à une minéralisation de 120 à 130 mg/l. On a donc une bonne cohérence entre les conductivités mesurées et les résultats d'analyse de 2003.

En conclusion on retiendra que les eaux de percolation rapide qui arrivent aux résurgences de la Grallera et des Mousses sont faiblement chargées, légèrement sous-saturées et à faible pCO<sub>2</sub>.

MESURES DE RESISTIVITE - ECOULEMENTS DE SURFACE ET SOUTERRAINS <span style="float: right;">Tableau 3.2</span>				
REGION DE LA PUNTA DE LAS OLAS, D'ARAZAS ET DE NISCLE				
Les mesures ont été faites avec différents résistivimètres, certaines in situ, certaines sur échantillons				
Les résistivités sont données en ohm x cm et toutes ramenées à 20°C				
Date	Lieu	Résistivité ohm x cm	Conductivité microS/cm	Observations
25 août 1980	Abreuvoir Mondicieto - Pardina	4300	233	Mesures faites le 28.10.1980 - résistivimètre à cuve - BRGM
27 août 1980	Grallera de Fuen Blanca	8000	125	"
29 août 1980	P20 Las Olas (traçage)	7600	132	"
11 août 1981	Grallera de Fuen Blanca	8000	125	in situ - résistivimètre Noxa - CNRS
14 août 1982	Plan de Soaso (torrent d'Arazas)	7800	128	in situ - résistivimètre Noxa (?) - CNRS
28 août 1982	Abreuvoir Mondicieto - Pardina (flyschs)	4300	233	in situ - résistivimètre Noxa (?) - CNRS
28 août 1982	Torrent de la Tour de Goriz / Soum de Ramond	7300	137	in situ - résistivimètre Noxa (?) - CNRS
28 août 1982	Résurgence SCC N2	7500	133	in situ - résistivimètre Noxa (?) - CNRS
29 août 1982	Grallera de Fuen blanca	7400	135	in situ - résistivimètre Noxa (?) - CNRS
sept 1982	Ruissellements haut du cirque Soum de Ramond / Las Olas	7400	135	mesure différée - résistivimètre Noxa (?) - CNRS
sept 1982	Base du P7 (méandre des Boutchs)	7200	139	mesure différée - résistivimètre Noxa (?) - CNRS

## 5 - RELEVES DE MICROFORMES

Un travail portant sur les microformes et les paléoécoulements a été commencé avec un échantillonnage des vagues d'érosion sur trois sites (opérateurs : Paul Cluzon et Valier Galy).

### 5.1 - Objectif

On connaît l'intérêt de l'étude des vagues d'érosion (coups de gouges) comme témoins des conditions passées des écoulements qui les ont générées. Celles-ci résultent d'un phénomène hydrodynamique couplé à la corrosion chimique. Leur initiation commence à la faveur des irrégularités de la surface initiale de la roche et leur développement conduit à une forme stabilisée qui s'enfoncé progressivement dans la paroi, obliquement vers l'aval [1]. La principale relation qui a été mise en évidence est celle qui relie la longueur de la vague (dans le sens de l'écoulement) et la vitesse du courant qui en est à l'origine. A partir de l'estimation de la vitesse de l'écoulement on peut, sous certaines conditions, remonter à celle du débit.

Il s'agit donc ici d'une part de déterminer les sens des paléoécoulements, d'autre part de caractériser les vagues à partir de leurs dimensions.

### **5.2 - Méthodologie des relevés**

#### 5.2.1 - Choix du site

Le site d'échantillonnage est choisi de façon à être, autant que faire se peut, représentatif d'une portion de galerie ou de conduit. Dans le cas où l'on observe un zonage évident, par exemple entre plancher et plafond il convient bien sûr de retenir un site par niveau.

#### 5.2.2 - Position du relevé

La localisation précise et la matérialisation, sur place, du relevé sont essentielles ne serait-ce que pour pouvoir reprendre ou compléter ultérieurement les observations.

#### 5.2.3 - Dimensions de la zone de levé

On délimite une fenêtre d'observation carrée ou rectangulaire. Sa taille peut être variable mais toujours choisie en cohérence avec la dimension moyenne des cupules d'érosion. On considère qu'une cinquantaine de vagues par zone de levé est souhaitable.

#### 5.2.4 - Caractéristiques relevées

On compte le nombre de vagues sur la zone retenue et au hasard on relève les dimensions (largeur - longueur) d'au moins une vingtaine d'entre elles. En outre le sens d'écoulement est noté ainsi que la pente générale de l'alignement des vagues.

### 5.3 - Exploitation

#### 5.3.1 - Caractéristiques des échantillons

A partir des feuilles de relevés des vagues d'érosion, on dégage les caractéristiques moyennes et la variabilité de l'échantillon (tableaux 1 à 3).

Sur les 3 sites échantillonnés on constate que les dimensions des vagues d'érosion sont de l'ordre de 2 à 3 cm. Le coefficient de variation (écart-type/moyenne) qui donne une idée de la dispersion des valeurs (l et L) est voisin de 0,2.

L'allongement moyen (rapport de la longueur à la largeur des vagues) est compris entre 1,4 et 1,6 mais varie beaucoup d'une vague à l'autre comme le montrent les graphiques de corrélation (figures 1 à 3).

#### 5.3.2 - Estimation des vitesses d'écoulement

Comme rappelé plus haut, il y a une corrélation entre la longueur de la vague et la vitesse de l'écoulement à son voisinage. Une formule simplifiée est donnée dans [1] :

$$V L = 250 \quad \text{avec } V \text{ en cm/s et } L \text{ en cm.}$$

Cette relation, appliquée aux trois valeurs moyennes de longueur calculées pour chacun des échantillons conduit respectivement à des vitesses de l'ordre de 60, 90 et 80 cm/s.

NB : Ce n'est pas la moyenne arithmétique classique qui est utilisée mais la moyenne de Sauter qui donne plus de poids aux vagues de plus grande taille, les petites vagues jouant plutôt un rôle secondaire de bouche-trou.

Cette moyenne est donnée par la formule suivante :  $L_{\text{moy}}(3,2) = \Sigma L_i^3 / \Sigma L_i^2$

On peut donc retenir des **vitesses d'écoulements** comprises entre **0.5 et 1 m/s**.

#### 5.3.3 - Débits

Le passage des vitesses aux débits est une opération à manier avec précaution. Dans son principe elle est simple :

$$Q = V S \quad \text{avec } Q \text{ (débit) en m}^3/\text{s et } S \text{ (section d'écoulement) en m}^2.$$

L'incertitude vient de la détermination de la section mouillée (section d'écoulement). Cette section n'est pas forcément facile à déterminer, sauf dans des galeries bien calibrées, mais surtout il y a une hypothèse sous-jacente qui est celle d'un écoulement occupant la totalité du conduit. Or en dehors d'un régime noyé, cette hypothèse n'est pas bonne.

Dans le cas d'un méandre, en écoulement libre et du fait de son incision progressive, seule une fraction de sa hauteur est soumise à écoulement : il faut alors pouvoir définir la section à prendre en compte...

En présence d'un zonage en fonction de la hauteur (par exemple changement de taille des vagues d'érosion) on peut limiter la hauteur de la section d'écoulement à la hauteur du niveau identifié. Toutefois l'inverse n'est pas nécessairement vrai, l'homogénéité de la taille des vagues traduisant simplement la stabilité du régime de vitesse des écoulements.

Il y a donc dans la plupart des cas un risque non négligeable de surestimation des débits lorsque l'on tente cette approche. Tout-au-plus cela permet-il d'avoir un majorant du débit.

On est amené à chercher d'autres indications que peuvent parfois fournir l'observation des niveaux de banquettes de méandres et les remplissages.

Dans le cas présent l'application triviale de la méthode à la totalité d'une section conduirait respectivement, pour les sites 1 et 3, à des débits maxima de l'ordre de 10 et 15 m<sup>3</sup>/s. Mais compte tenu des importantes réserves émises plus haut, ces valeurs ne peuvent être considérées que comme des majorants des paléodébits réels, ces derniers pouvant tout aussi bien s'être limités à quelques centaines de l/s ou à quelques m<sup>3</sup>/s.....

#### 5.4 - Conclusion

L'étude et le relevé des vagues d'érosion est un travail instructif mais long. L'échantillonnages de 3 sites à différents niveaux du réseau (-35, -150, -250) a permis une première évaluation des vitesses des écoulements dans les paléodrains de Las Olas. Cette approche est à poursuivre, d'une part en multipliant les sites d'échantillonnage, d'autre part en recherchant des indices de niveaux. Le couplage avec une étude des remplissages est souhaitable.

[1] LISMONDE, Baudouin; LAGMANI, Abdallah (1987) : Les vagues d'érosion. *Karstologia*, 10, p.33-38.



### Feuille de relevé pour échantillonnage de cupules d'érosion

Nom de la cavité	Las Olas	Référence du relevé	001
Nom des opérateurs	Valier GALY - Paul CLUZON	Date - heure	16.08.2003
Position du relevé			
Cote	-35	Nom galerie ou puits	
Position dans le conduit	plafond		
Descriptif précis du lieu	sommet du R4, base du puits d'entrée		
Dimensions de la zone de levé			
	Hauteur	300 mm	Largeur 190 mm
Nombre total de cupules	40		
Sens de l'écoulement (vers l'aval)	0 ° Nord		
Descriptif du sens de l'écoulement	Pente	-25°	
	dans une marmite de plafond, écoulement non parallèle au conduit		
Section du conduit			
	3,5m x 3,5m	Hauteur	3,5 m
Type de conduit	méandriforme		
Hydrologie	paléodrain		
Dimensions des cupules (mm)			
Cupule N°	Petit axe	Grand axe	
1	25	33	
2	31	40	
3	26	34	
4	27	39	
5	15	21	
6	30	53	
7	26	34	
8	26	40	
9	26	45	
Cupule N°	Petit axe	Grand axe	
10	26	38	
11	22	25	
12	15	16	
13	27	33	
14	25	35	
15	22	45	
16	30	47	
17	17	25	

TABLEAU 1

Relevé	16.08.2003	001
Dimensions des cupules (mm)		
Cupule N°	Petit axe "I"	Grand axe "L"
1	25	33
2	31	40
3	26	34
4	27	39
5	15	21
6	30	53
7	26	34
8	26	40
9	26	45
10	26	38
11	22	25
12	15	16
13	27	33
14	25	35
15	22	45
16	30	47
17	17	25
Moyenne (mm)	24.5	35.5
Ecart-type (mm)	4.9	9.7
CV = Moy/Ecart	0.20	0.27
R=L / I	1.45	
Moyenne de Sauter (mm)	26.1	40.0
Vitesse de l'écoulement (m/s)		
V = 0.025/L (L en m)		0.63

Feuille de relevé pour échantillonnage de cupules d'érosion							
Nom de la cavité		Las Olas		Référence du relevé		002	
Nom des opérateurs		Valier GALY - Paul CLUZON		Date - heure		16.08.2003 13:01	
Position du relevé							
Cote		-150		Nom galerie ou puits		Grand méandre	
Position dans le conduit		paroi					
Descriptif précis du lieu		en haut du P15					
Dimensions de la zone de levé							
Hauteur		200 mm		Largeur		200 mm	
Nombre total de cupules		62					
Sens de l'écoulement (vers l'aval)		325 ° Nord		Pente		-15°	
Descriptif du sens de l'écoulement							
Section du conduit							
Hauteur		plusieurs dizaines		Largeur		60 cm	
Type de conduit		méandre					
Hydrologie		paléodrain de m					
Dimensions des cupules (mm)							
Cupule N°	Petit axe	Grand axe		Cupule N°	Petit axe	Grand axe	
1	14	26		11	20	29	
2	17	27		12	13	15	
3	19	24		13	13	19	
4	20	30		14	12	19	
5	18	31		15	17	33	
6	14	22		16	14	28	
7	14	25		17	15	24	
8	11	19		18	10	13	
9	16	16		19	12	18	
10	19	31		20	16	23	

TABLEAU 2

Relevé 16.08.2003 002		
Dimensions des cupules (mm)		
Cupule N°	Petit axe "I"	Grand axe "L"
1	14	26
2	17	27
3	19	24
4	20	30
5	18	31
6	14	22
7	14	25
8	11	19
9	16	16
10	19	31
11	20	29
12	13	15
13	13	19
14	12	19
15	17	33
16	14	28
17	15	24
18	10	13
19	12	18
20	16	23
Moyenne (mm)	15.2	23.6
Ecart-type (mm)	3.0	5.6
CV = Moy/Ecart	0.20	0.24
R=L / I	1.55	
Moyenne de Sauter (mm)	16.3	26.2
Vitesse de l'écoulement (m/s)		
V = 0.025/L (L en m)		0.96

Feuille de relevé pour échantillonnage de cupules d'érosion							
Nom de la cavité		Las Olas		Référence du relevé		003	
Nom des opérateurs		Valier GALY - Paul CLUZON		Date - heure		16.08.2003 15:50	
Position du relevé							
Cote		# -250		Nom galerie ou puits		Long méandre	
Position dans le conduit		paroi rive droite					
Descriptif précis du lieu		3m, au-dessus d'un plancher ébouleux, 20 m après le départ de la branche principale					
Dimensions de la zone de levé							
Hauteur		200 mm		Largeur		200 mm	
Nombre total de cupules		73					
Sens de l'écoulement (vers l'aval)		110 ° Nord		Pente		-10°	
Descriptif du sens de l'écoulement		vers fond Long méandre					
Section du conduit							
Hauteur		15 m		Largeur		1,2 m	
Type de conduit		méandre					
Hydrologie		paléodrain, très sec					
Dimensions des cupules (mm)							
Cupule N°	Petit axe	Grand axe		Cupule N°	Petit axe	Grand axe	
1	20	22		14	16	32	
2	13	22		15	19	22	
3	22	32		16	19	20	
4	19	23		17	17	19	
5	20	24		18	20	29	
6	22	30		19	20	30	
7	18	31		20	21	24	
8	17	29		21	17	36	
9	11	24		22	21	38	
10	18	38		23	17	24	
11	19	30		24	13	20	
12	14	28		25	17	34	
13	18	36					

TABLEAU 3

Relevé 16.08.2003 003		
Dimensions des cupules (mm)		
Cupule N°	Petit axe "I"	Grand axe "L"
1	20	22
2	13	22
3	22	32
4	19	23
5	20	24
6	22	30
7	18	31
8	17	29
9	11	24
10	18	38
11	19	30
12	14	28
13	18	36
14	16	32
15	19	22
16	19	20
17	17	19
18	20	29
19	20	30
20	21	24
21	17	36
22	21	38
23	17	24
24	13	20
25	17	34
Moyenne (mm)	17.9	27.9
Ecart-type (mm)	2.8	5.9
CV = Moy/Ecart	0.16	0.21
R=L / I	1.56	
Moyenne de Sauter (mm)	18.7	30.2
Vitesse de l'écoulement (m/s)		
V = 0.025/L (L en m)		0.83

Fig. 1 - Dimension des vagues d'érosion - Site 001

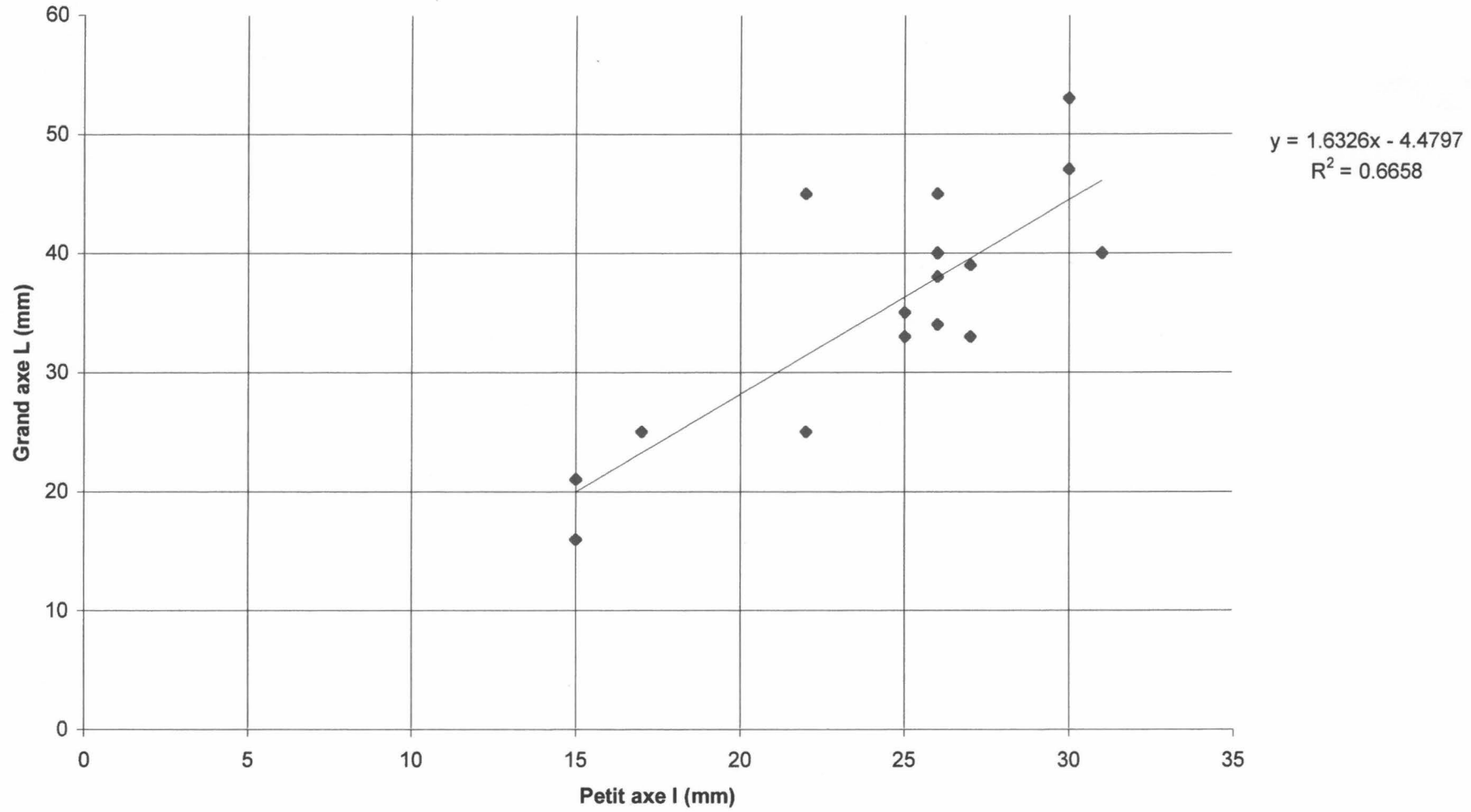


Fig. 2 - Dimension des vagues d'érosion - Site 002

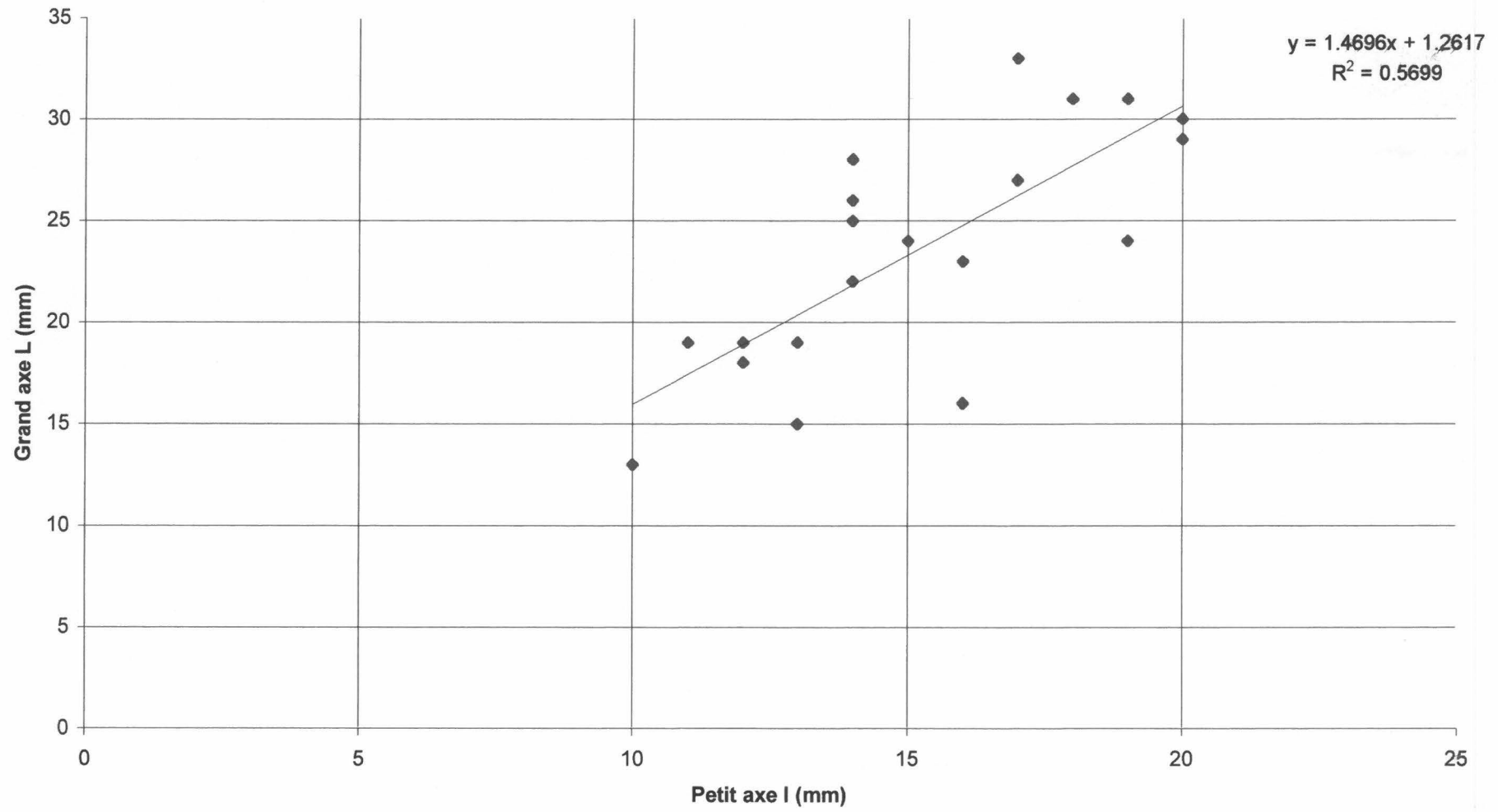
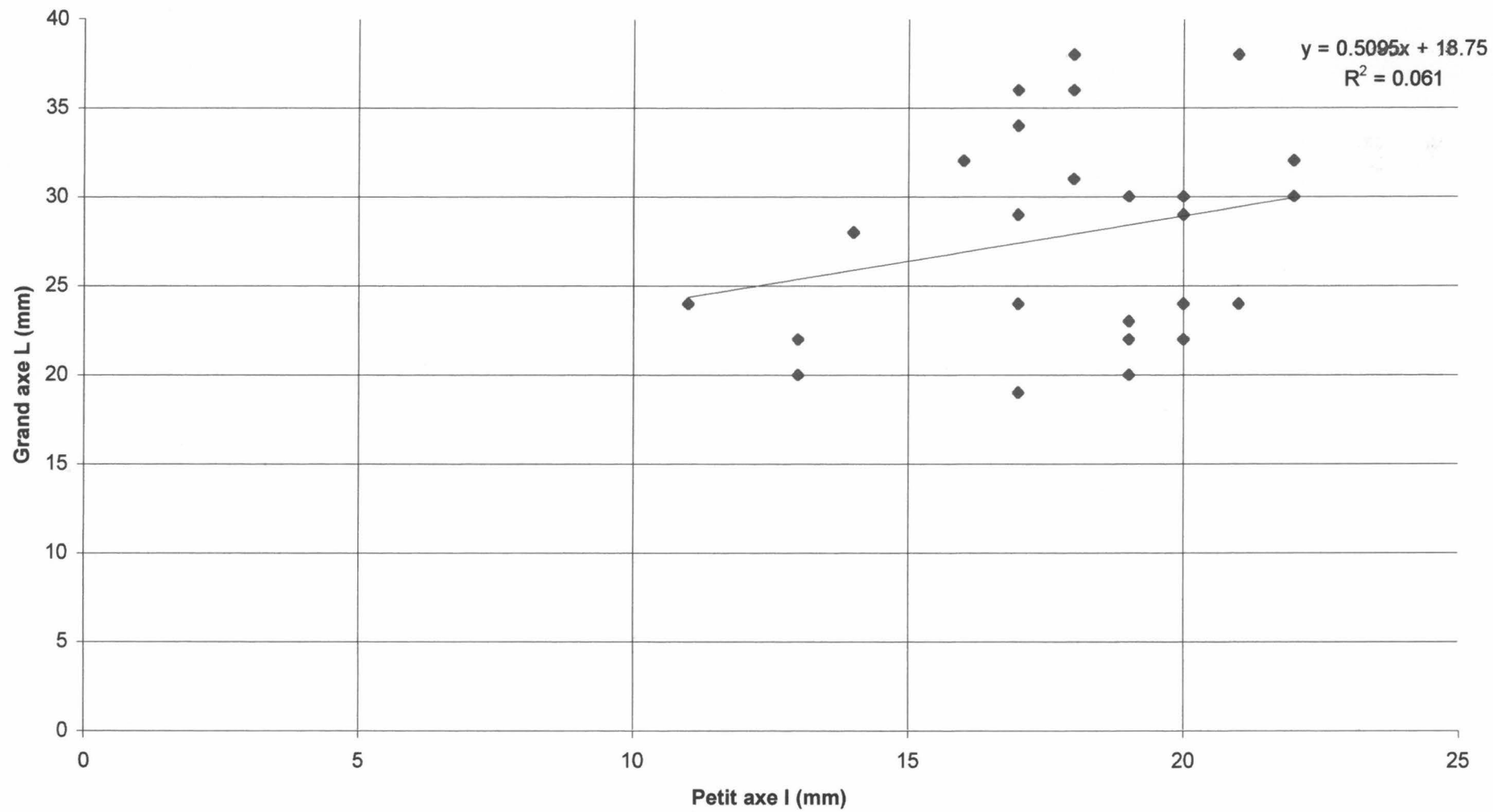


Fig. 3 - Dimension des vagues d'érosion - Site 003



## 6 - PROFILS DE TEMPERATURE

Des relevés de température ont été effectués à divers niveaux du réseau de Las Olas ainsi que dans la Cueva de Los Electrometeoros (opérateur : Paul Cluzon).

Les mesures ont été effectuées en pleine galerie, dans le courant d'air, avec un thermomètre électronique au 1/5 °C de degré.

Le tableau 6.1 rassemble les données (anciennes et nouvelles) dont nous disposons, non seulement sur le réseau lui-même mais aussi sur quelques autres sites du secteur.

Elles concernent aussi bien la température de l'air que celle de l'eau. Plusieurs remarques (classiques) peuvent être faites :

\* La température de l'eau est plus faible que celle de l'air ambiant, y compris en plein courant d'air.

\* Dans Las Olas si les températures de l'air fluctuent un peu dans la partie supérieure du réseau on observe une bonne stabilité à partir de la Salle de la Pluie et dans le Long Méandre (entre 1.7 et 2.0 °C).

\* Le fonctionnement en entrée haute, tant du porche d'entrée de Las Olas que du P70 de Tantanavé, explique la permanence d'un courant d'air descendant et la diminution de température qui se stabilise entre 1 et 2 °C.

\* Dans la Cueva de Los Electrometeoros on remarquera une température faible comparable à celle de l'atmosphère ventilée de Las Olas. On est ici en entrée basse et la cavité souffle vers l'aval. Les masses d'air circulent beaucoup plus vite que les écoulements : il serait intéressant d'examiner de plus près à partir d'enregistrements en continu les variations relatives de températures entre entrées hautes et basses du système.

\* En ce qui concerne la température de l'eau on retrouve l'influence de l'altitude avec des valeurs de l'ordre de 1°C dans Las Olas, 4.6°C à la résurgence des Mousses et 6°C environ à la Grallera de Fuen Blanca.

La température relativement élevée de l'émergence SCC N2 pourrait indiquer que l'on a affaire à des eaux d'infiltration rapide, proches de la surface et voisines de la zone de résurgence.

Enfin la différence de température entre la résurgence de Las Olas (résurgence des Mousses) et celle de la Grallera peut traduire le fait que cette dernière draine des secteurs moins élevés en altitude que le réseau de Las Olas.

RELEVES DE TEMPERATURE : RESEAU DE LAS OLAS ET AUTRES SITES								
Tableau 6.1								
26 août 1980	Las Olas	Bas du névé : porche principal (-80)	Haut du P18 (-130)	Haut du P36 (-150)	Bas du P36 (-190)	Haut du P22 (-200)	Haut de la Salle de la pluie (-250)	Long Méandre : coulée "Chantilly" (330)
Temp. de l'air °C		4.2	4.1	4	3	2.4	1.4	2
Temp. de l'eau °C				1				
27 août 1980	Grallera de Fuen Blanca (1870 m)							
Temp. de l'eau °C		5.8						
29 août 1980	Bas du P20 à l'aval du P52 en début du Long Méandre (traçage) (-350)							
Las Olas								
Temp. de l'air °C		1.8						
Temp. de l'eau °C		1						
11 août 1981	Grallera de Fuen Blanca (1870 m)							
Temp. de l'eau °C		5.2						
14 sept. 1981	Las Olas	Haut du névé d'entrée (-35)	Bas du névé d'entrée (-80)	Bas du P12 (-120)	Bas du P18 (-150)	Haut du P36 (-150)	Bas du P36 (-190)	Bas des escalades (R7) (-175)
Temp. de l'air °C		2.2	2.8	1.8	2.1	1.2	1.1	2.4
Temp. de l'eau °C						< 1	< 1	1.8
14 août 1982	Plan de Soaso - torrent d'Arazas (1750 m?)							
Temp. de l'eau °C		9.0						
28 août 1982	Abreuvoir Mondicieto - Pardina (2030 m)	Torrent de la Tour de Goriz / Soum de Ramond (2460 m)			SCC N2 (2500 m)			
Temp. de l'eau °C	7.0	flyschs			8.3	7.4		
29 août 1982	Grallera de Fuen Blanca (1870 m)							
Temp. de l'eau °C		6.1						
13 sept. 1982	Sima Tantanavé	Entrée laminoir (-70)	Sortie laminoir (-70)	Galerie entre P15 et P14 (-155)	Conduite forcée en aval du P15 (-160)			
Temp. de l'air °C		4.2	3.2	2.1	1.2			
16 août 2003	Las Olas	R3 - aval bas du névé d'entrée (-90)	Jonction avec Dos Hernandos (-120)	Grand Méandre	Bas du P21 à l'aval de la Salle de la Pluie (-270)	Long Méandre : départ du P22 vers méandre C4 (-290)	Long Méandre : 20 m à l'aval du départ du P22 (-290)	
heure		10h45	11h15	13h01	14h17	15h55	15h50	
Temp. de l'air °C		2.1	1.1	2.2	1.7	1.9	1.7	
16 août 2003	Cueva del Electrométeoro (2500 m?)							
heure		15h42						
Temp. de l'air °C		2.5						
18 août 2003	Las Olas	Jonction avec Dos Hernandos (-120)						
heure		10h32						
Temp. de l'air °C		1.5						
22 août 2003	Las Olas	Salle de la Pluie (-250)	Rivière bas du méandre C4 (amont P12) - injection traceur (-360)					
Temp. de l'eau °C		1.8	1.9					
28 août 2003	Résurgence des Mousses (2050 m)				Grallera de Fuen Blanca (1870 m)			
Temp. de l'eau °C		4.6			6.3			

NB : pour Las Olas les profondeurs sont indiquées par rapport à l'entrée haute (altitude 3000 m) si l'on prend le porche principal comme référence il faut retirer 37 m.



## Conclusion

Le bilan de l'expédition 2003 aura été globalement positif pour une meilleure connaissance de cette unité karstique exceptionnelle, autant au point de vue de l'avancée de l'exploration du système, que des observations scientifiques.

Il est possible d'améliorer l'organisation logistique du séjour surtout en ce qui concerne l'accès depuis la vallée : la montée par la vallée de Pineta étant assez éprouvante.

L'équipe 2003 est restée très motivé et envisage avec enthousiasme une nouvelle expédition pour pouvoir continuer ses investigations dans ce cadre de haute montagne ou la nature est exceptionnellement bien préservée.

Elle envisage donc une nouvelle expédition pour l'été 2004 et présente ci joint un projet en vue de l'obtention d'une autorisation du Parc National et de la Fédération Espagnole

