

¿Cómo representar una cueva? La topografía subterránea desde las primeras exploraciones hasta hoy

Xavier Robert

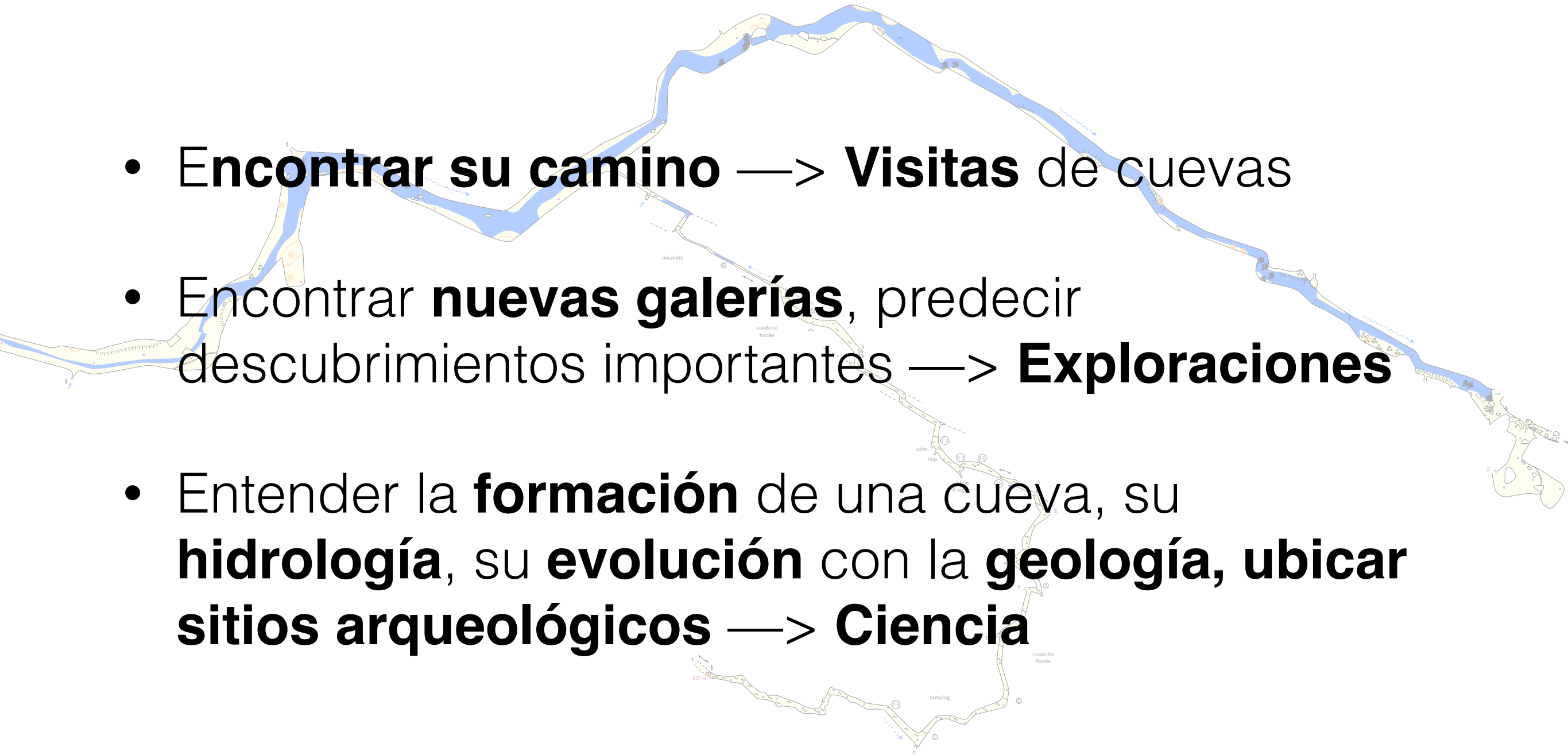
II^{do} Simposio Internacional del Karst, Chachapoyas, Perú

28-08-2018



¿ Porque representar una cueva ?

- Encontrar su camino —> **Visitas** de cuevas
- Encontrar **nuevas galerías**, predecir descubrimientos importantes —> **Exploraciones**
- Entender la **formación** de una cueva, su **hidrología**, su **evolución** con la **geología**, ubicar **sitios arqueológicos** —> **Ciencia**



¿ Como representar una cueva ?

- **Subterránea**

- ➔ No teledetección, no GPS posible...

- ➔ Conocida gracias a las **exploraciones por espeleólogos**

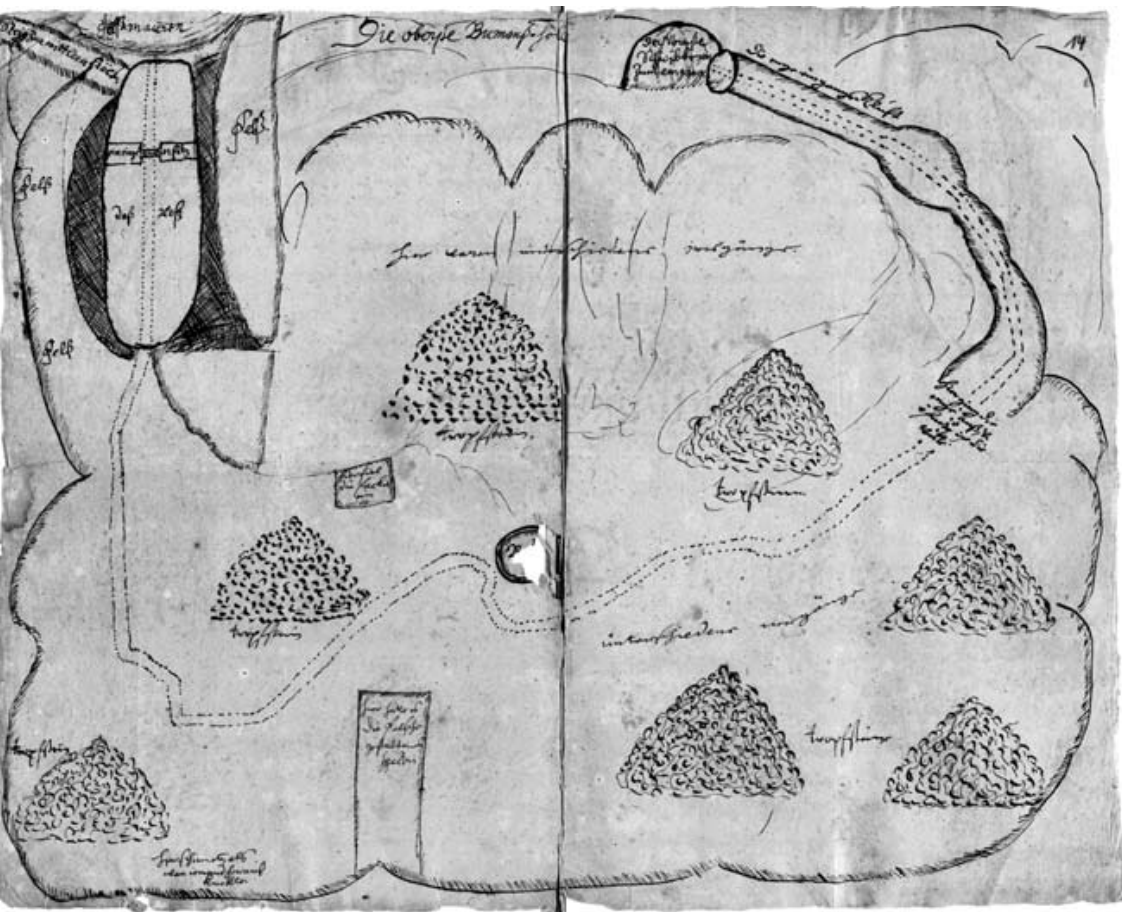
- **3D, geográfica**

- ➔ Dibujos, diagramas,...

- ➔ Medidas en 3D !



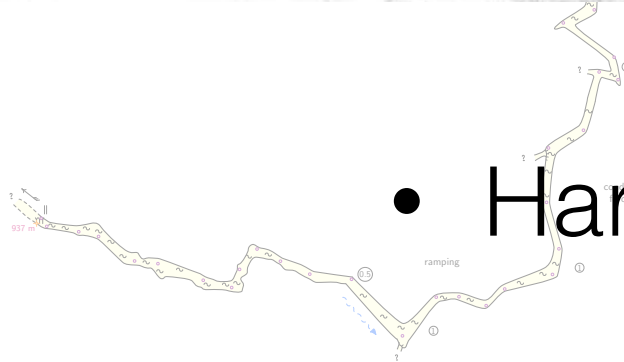
Primera topografía: Cueva Baumann (Alemania)



- Olearius, 1665

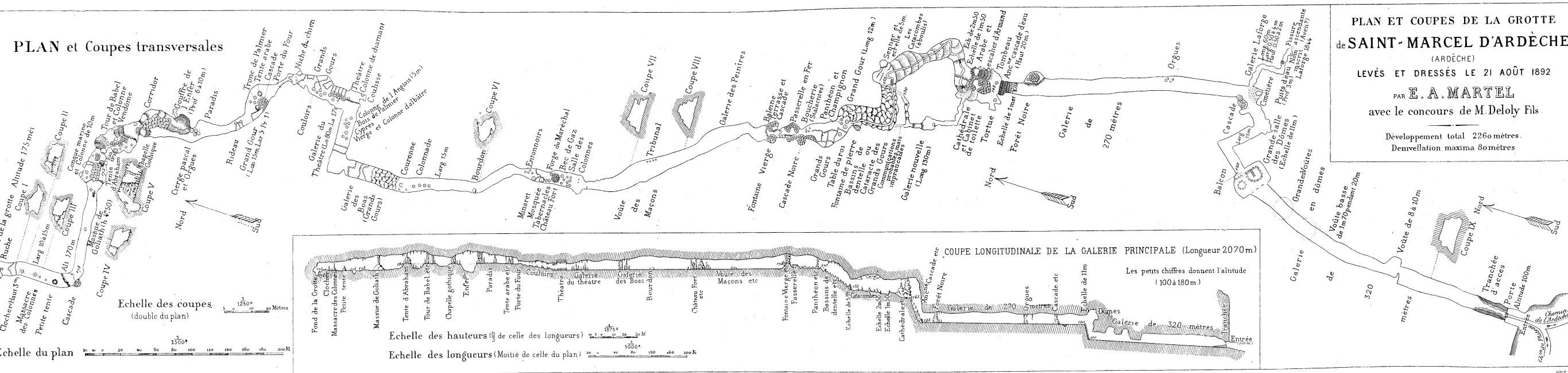


- Hard, 1702

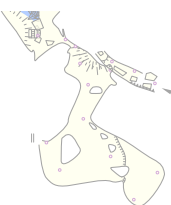


Topografias

Cueva Saint Marcel (Francia)



- Martel, Les abîmes 1, 1894

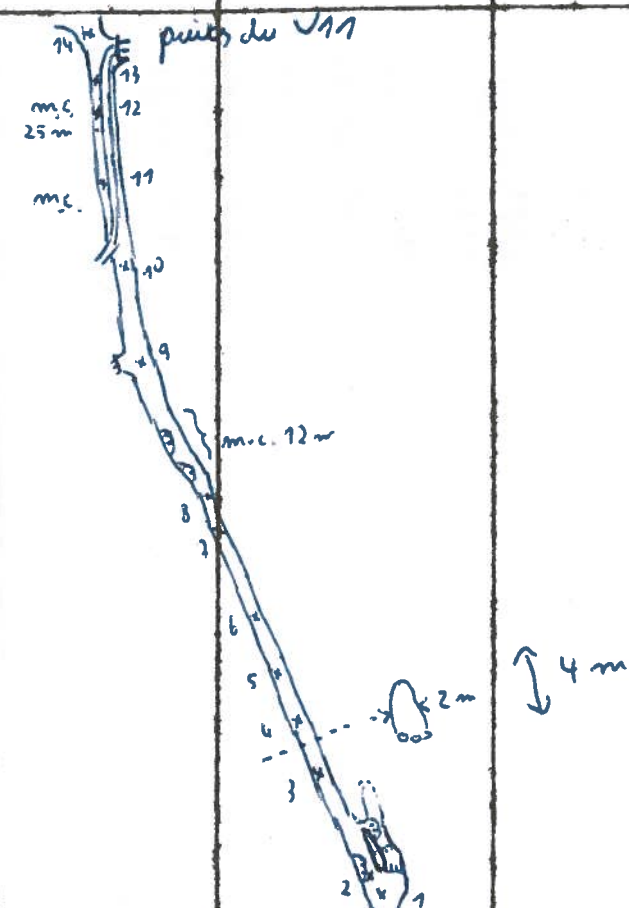


Medidas - Instrumentos

- Coordinadas de la entrada
- De uno punto al siguiente punto:

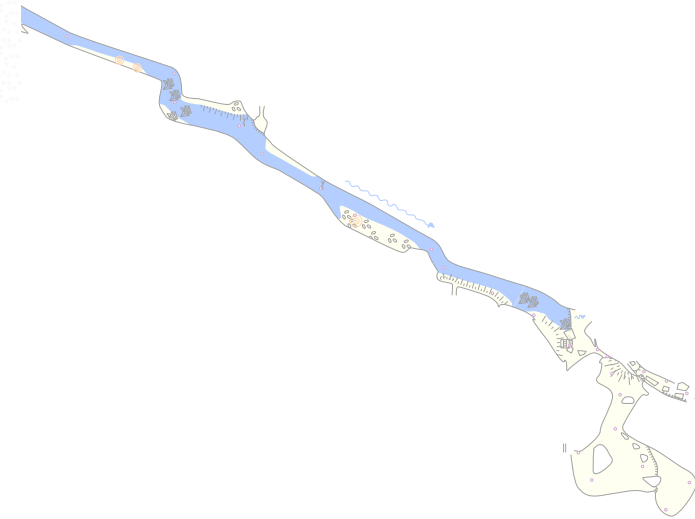
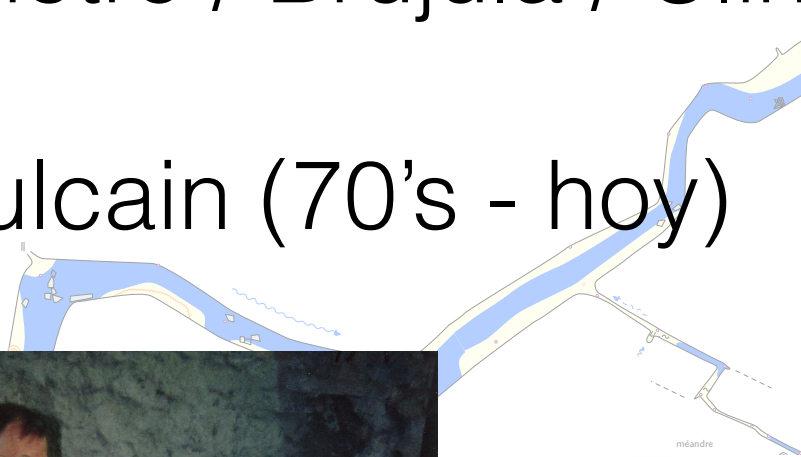


NOM DE LA CAVITE		V11 - B19				Date de la TOPO.		
Carte		Eg	Département:	Commune	X=	Y=	Z=	
Noms des topographes		Philippe Lonsdale, Michel Decau, B. LIPS				N° D'enregistrement		
Méthode topographique		bent en avant (en remembrement)				Nature boussole		
N° mesure	Longueur	Pente	Azimat	Longueur P. s/ Plan	Dénivellation	Vue de dessus	Coupe longitud.	Coupe tra remarque
1	12,25	118	143					
2	4,13	90	80					
3	18,78	114	147					
4	7,97	120	145					
5	7,04	114	146					
6	8,28	124	158					
7	7,05	117	123					
8	3,21	128	146					
9	23,47	120	145					
10	16,54	126	145					
11	8,94	121	146					
12	12,87	116	146					
13	4,20	100	117					
14	7,38	130	146					



Instrumentos

- Decametro / Brújula / Clinometro
- TopoVulcain (70's - hoy)



conduite
forcée

①

Técnicas de topografía (Antes Computadores)

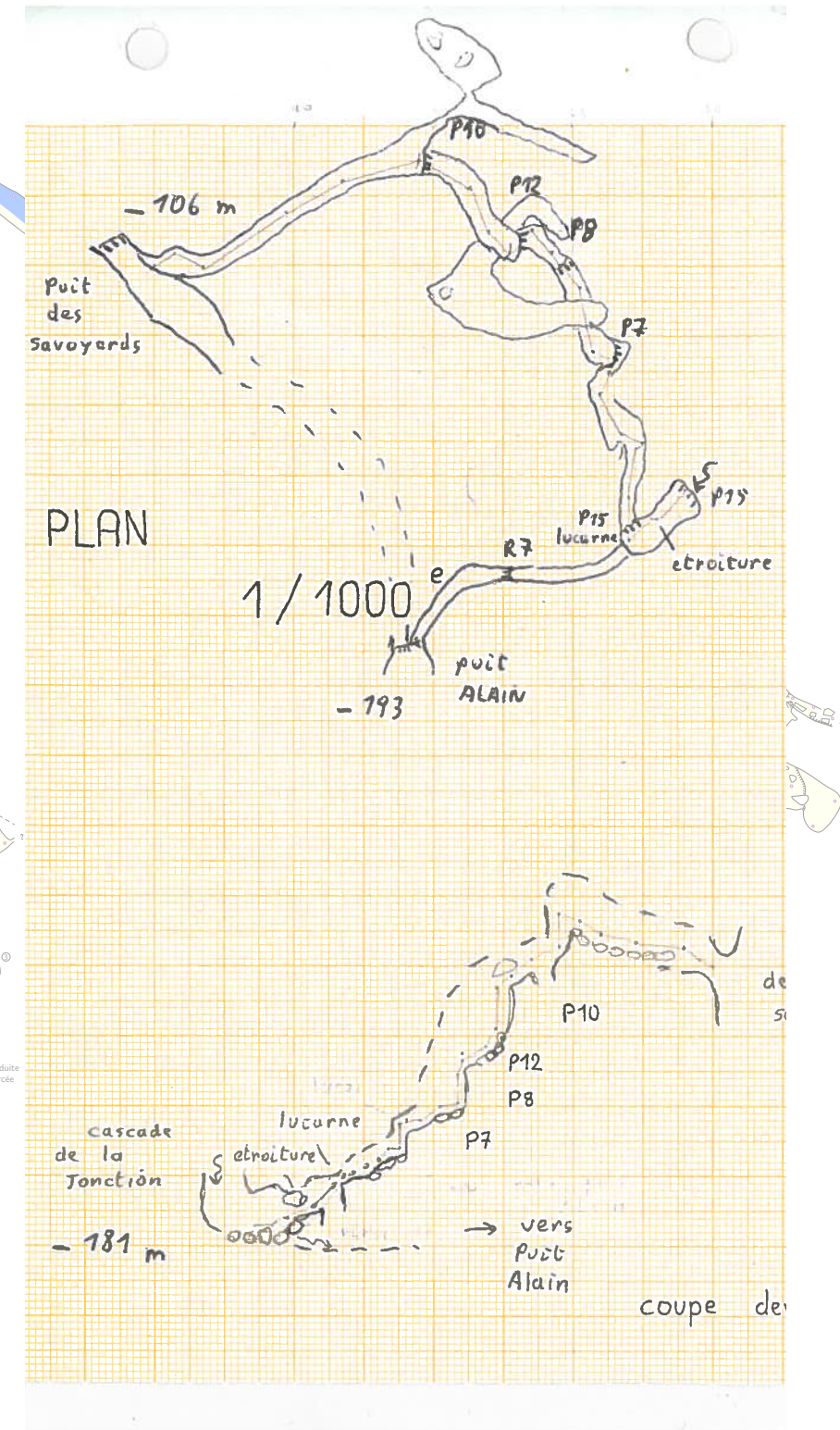
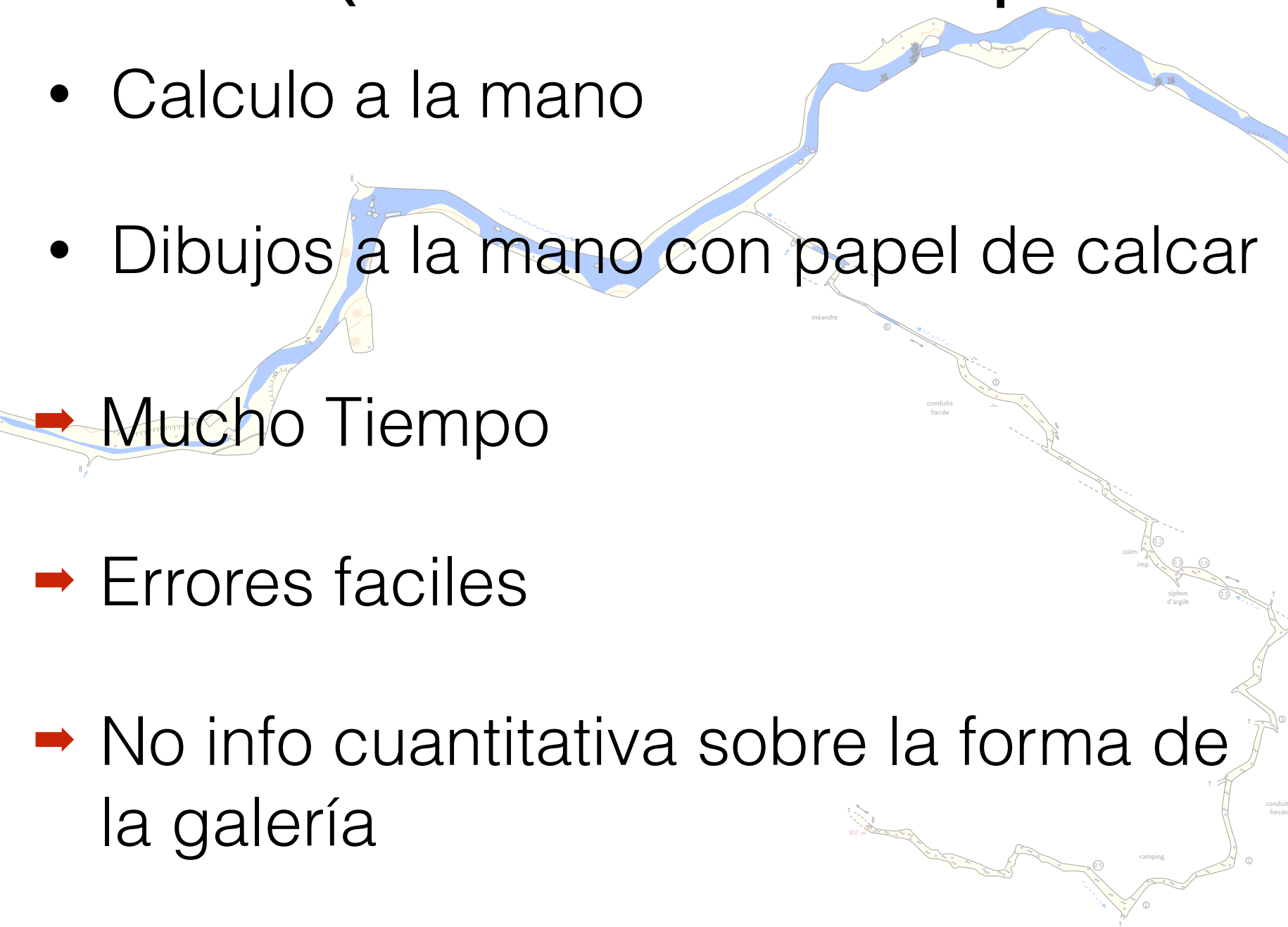
- Calculo a la mano
- Dibujos a la mano con papel de calcar

➔ Mucho Tiempo

➔ Errores faciles

➔ No info cuantitativa sobre la forma de la galería

➔ Problemas por cuevas complejas/
grandes...



Técnicas de topografía (< ~1990)

- Primeras softwares de calculo « home made » ~80's

Jc *Jonction* 1319

NORD SELON X, EST SELON Y							
I	LONGUEUR	PENTE	AZIMUT	X	Y	Z	
1	4.2	109.	135.	2.8	-2.8	-1.4	4.0
2	2.5	123.	166.	3.3	-4.8	-2.7	6.1
3	2.5	98.	120.	5.5	-6.1	-3.1	8.5
4	7.4	165.	110.	7.3	-6.7	-10.2	10.5
5	5.5	79.	66.	12.2	-4.5	-9.2	15.9
6	14.5	25.	36.	15.8	.4	4.0	22.0
7	5.6	85.	57.	20.5	3.5	4.5	27.6
8	4.9	99.	120.	24.7	1.0	3.7	32.4
9	6.6	67.	101.	30.6	-.1	6.3	38.5
10	3.3	80.	95.	33.9	-.4	6.9	41.7
11	2.6	118.	119.	35.9	-1.5	5.7	44.0
12	6.7	0.	0.	35.9	-1.5	12.4	44.0
13	7.8	83.	65.	42.9	1.8	13.3	51.8

→ Mucho Tiempo

→ Menos errores

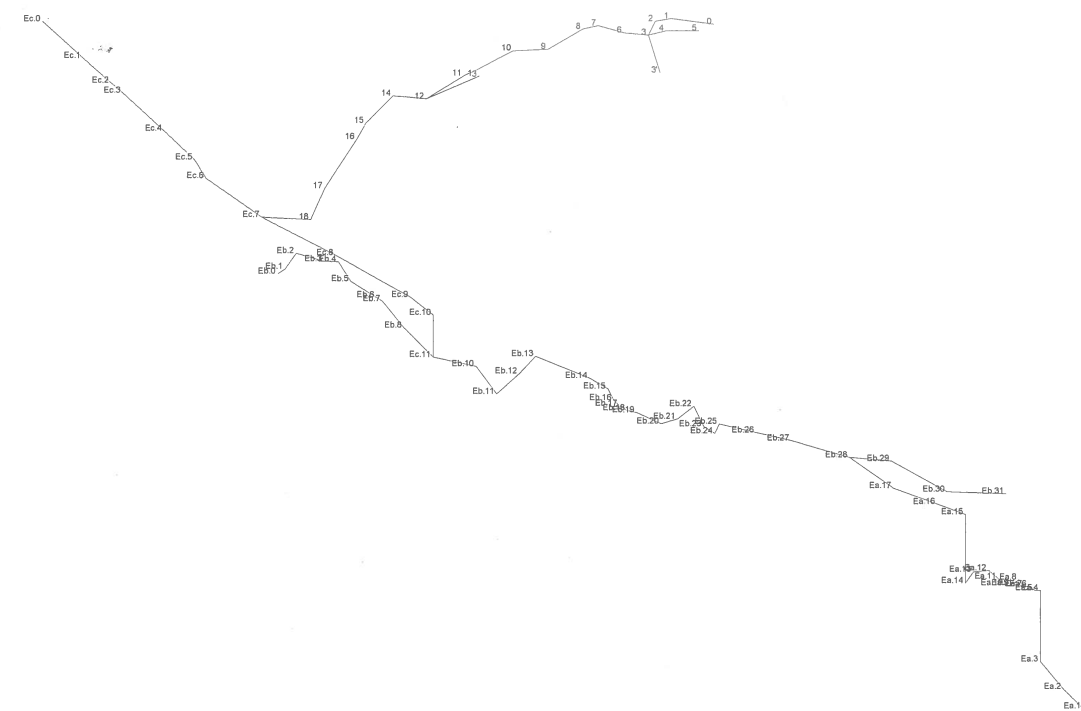
→ No info cuantitativa
sobre forma de la galería

→ Problemas por cuevas
complejas/grandes...

Técnicas de topografía (~1990 - principios de 2000)

- Softwares como VisualTopo, Compass,...
 - ➔ construcción del esqueleto numérico
 - ➔ Nuevas medidas : forma de la galería (ancho/altura)
- Software de DAO para dibujar (Inkscape, Illustrator,...)

- 3D



Visual Topo - exemple.tro

Fichier Edition Documents Cavité Préférences Affichage Fenêtre ?

exemple.tro

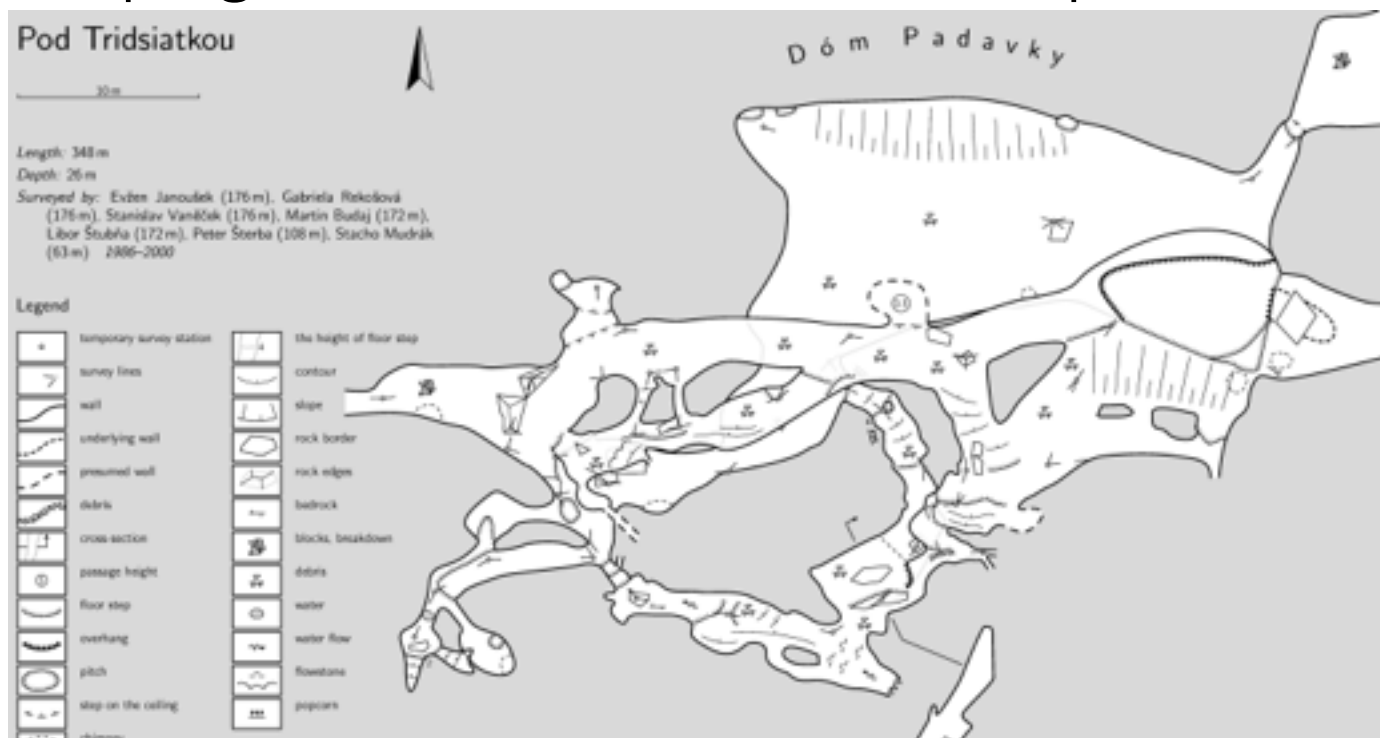
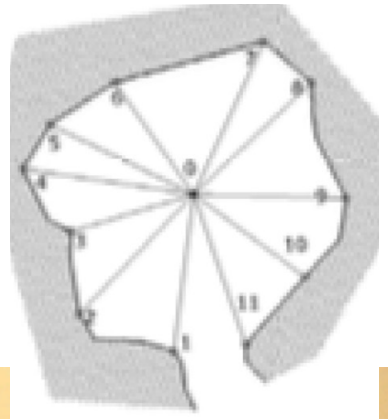
	Pt Dép	Pt Arr	D Topof	A Topof	Longueur	Direction	Pente	Gauche
1	Param	Topof	0.990	Deg	Clino	Deg	1.0300	Dir,Dir,Dir
2	1_0	1_0	0	0	0.00	0.0	0.0	
3	1_0	1_1	88737	88891	1.52	340.0	-55.0	0.60
4	1_1	1_2	88897	88994	0.96	283.0	-5.0	0.90
5	1_2	1_3	89012	89645	6.27	240.0	-85.0	0.50
6	1_3	1_3a	89654	89853	1.97	163.0	30.0	1.00
7	1_3	1_4	89861	90381	5.15	330.0	-45.0	0.40
8	1_4	1_5	90384	90640	2.53	350.0	5.0	3.50
9	Param	Deca		Deg	Clino	Deg	1.0300	Dir,Dir,Dir
10	1_5	1_6			2.95	265.0	-15.0	0.10
11	1_6	1_7			0.82	325.0	-5.0	0.30
12	1_7	1_8			5.84	286.0	-17.0	0.50

Prêt

NUM

Técnicas de topografía (principios de 2000 - hoy)

- Nuevos instrumentos : Disto X2 + smartphone
- Nuevos Softwares como Aven, Therion, TopoCalcR
 - ➔ construcción del esqueleto numérico
 - ➔ Dibujo de la topografía en el mismo software
 - ➔ topografía conexa con el esqueleto

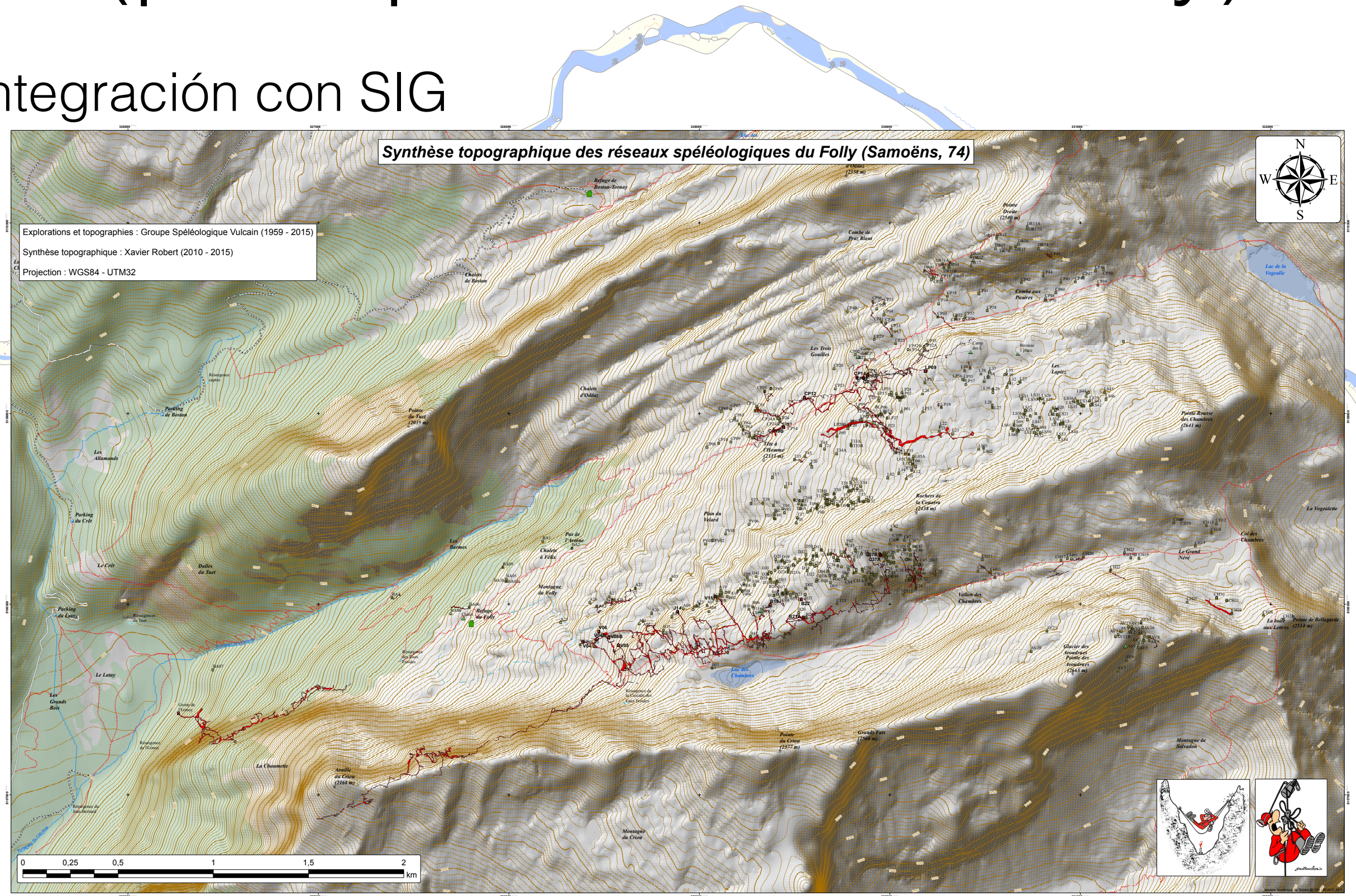


➔ Minimización de errores

➔ Bancos de simbología

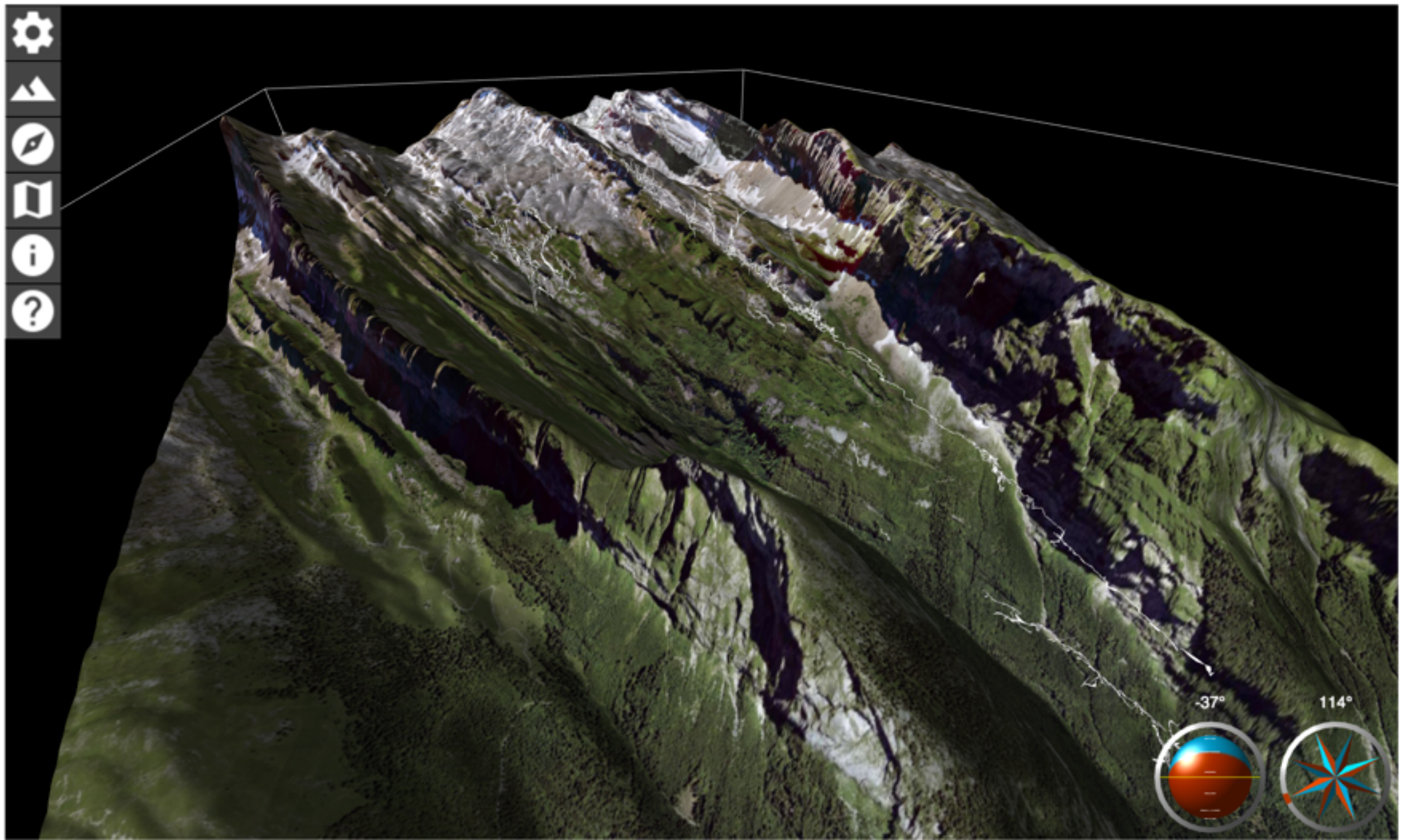
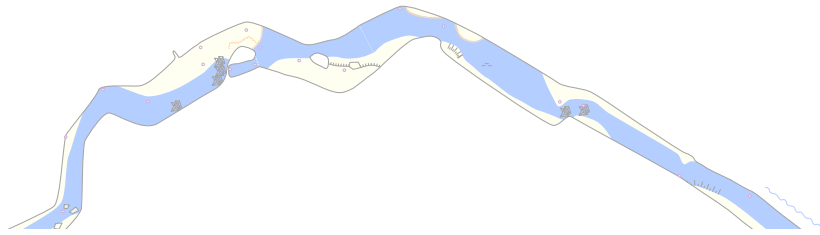
Técnicas de topografía (principios de 2000 - hoy)

- Integración con SIG



Técnicas de topografía (principios de 2000 - hoy)

- 3D



Topografía científica de alta resolución

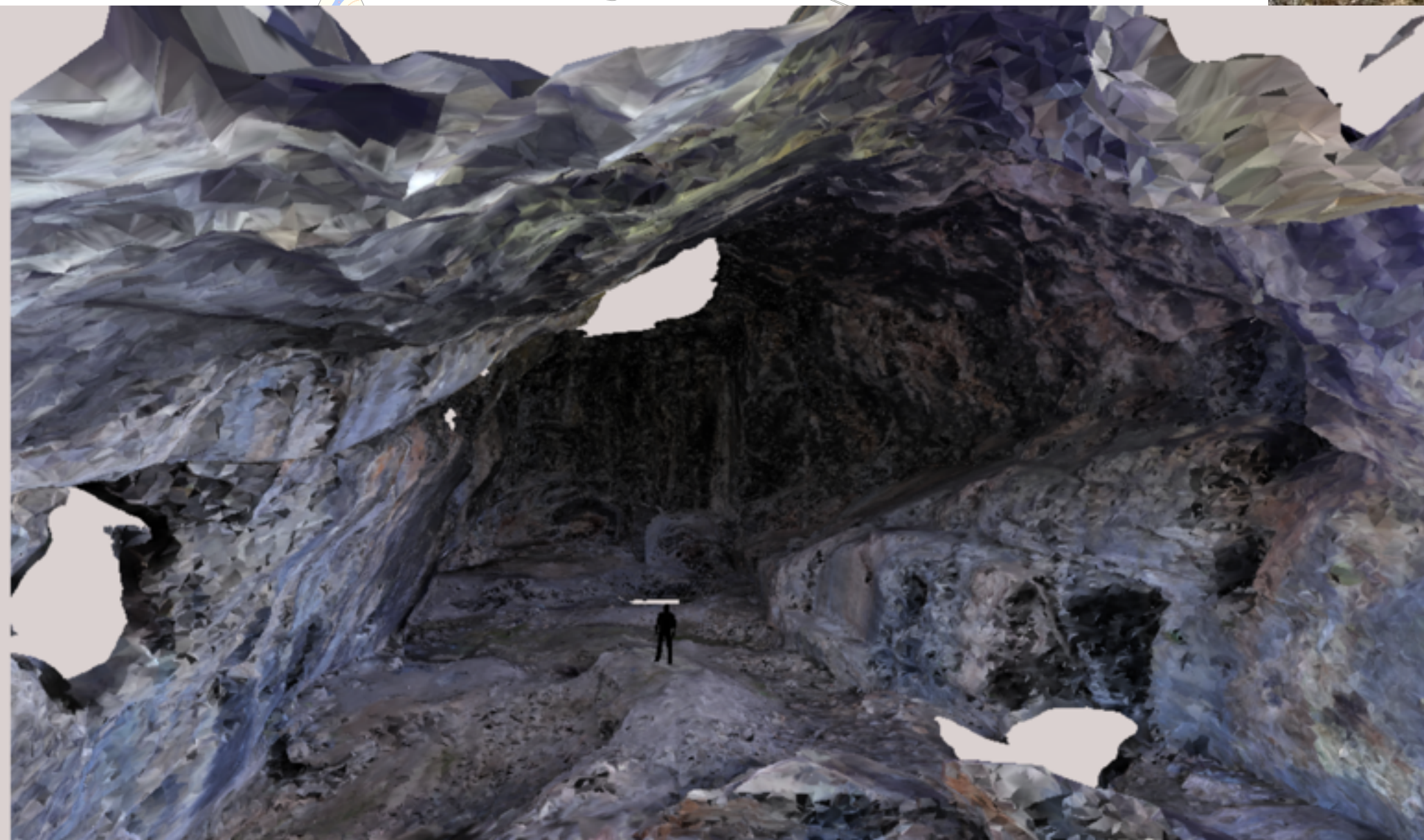
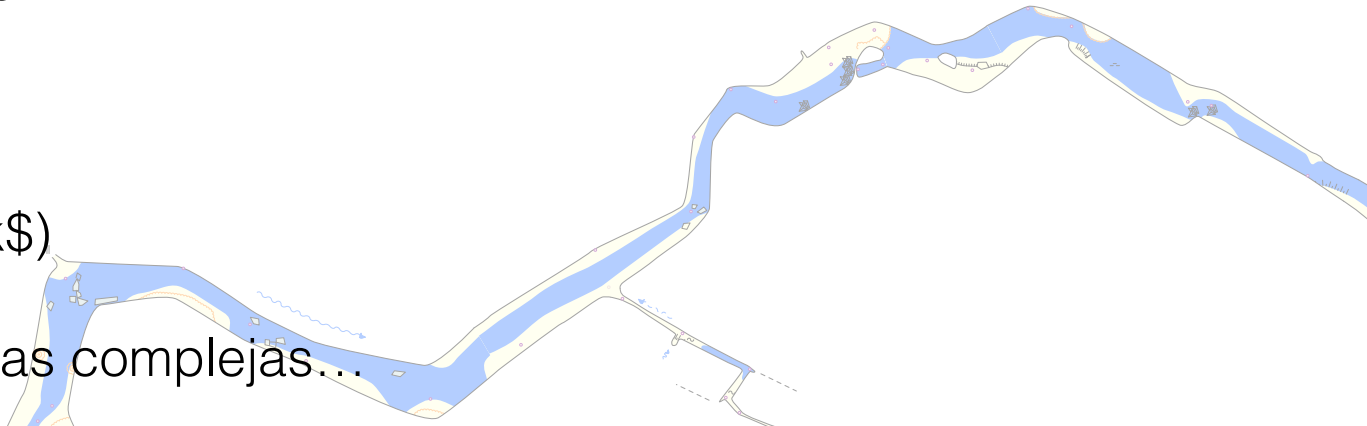
- Lidar

- ➔ Alta resolución

- Mucho tiempo

- Muy caro (> 10 k\$)

- ➔ NO por cuevas complejas...



¿ Futuro ?



Evolución de las técnicas



- **Desarrollo de los equipos de topografía por los espeleólogos**
- Revolución con **computadores/smartphones y DistoX**
- Por/para quien?
 - ➔ Espeleólogos, Turismos, científicos,...
- **Automatización ?**
 - ➔ Nuevos equipos a base de acelerómetros y/o sonares en desarrollo...