

Découverte du Coulomp souterrain à la grotte des Chamois (Castellet-lès-Sausses, Alpes-de-Haute-Provence)



Philippe AUDRA - Jean-Claude d'ANTONI-NOBÉCOURT

Explorations C.R.E.S.P.E.

Conférence organisée par la municipalité et l'Office du tourisme d'Annot – août 2010

Philippe Audra & Jean-Claude d'Antoni-Nobécourt

Enseignant-chercheur

*(Doctorat en Géographie
& Habilitation à Diriger des
Recherches)*

Marié

**Spéléologue
depuis 30 ans**

**Vice-Président
de l'Association
Française de
Karstologie**



**Directeur
Technique**

Marié

**Spéléologue
depuis 20 ans**

**Président
adjoint de la
Commission
Scientifique
de la
Fédération
Française de
Spéléologie**

Association C.R.E.S.P.E.

**Connaissance des Ressources en Eau, Spéléologie
et Protection de l'Environnement**

**Association à but non lucratif
déclarée en sous-préfecture de Grasse le 16 juillet 1999**

Paysages culturels karstiques
Architecture d'une relation homme-territoire unique

Méailles et la région d'Annot



Karstic Cultural Landscapes
Architecture of a unique relationship people/territory

LA SPÉLÉOGÉNÈSE PAR CORROSION SULFURIQUE, L'EXEMPLE DE LA GROTTE DU CHAT (Daluis, Alpes-Maritimes)

Jean-Claude d'ANTONI-NOBECOURT ⁽¹⁾
Philippe AUDRA ⁽²⁾
Jean-Yves BIGOT ⁽³⁾

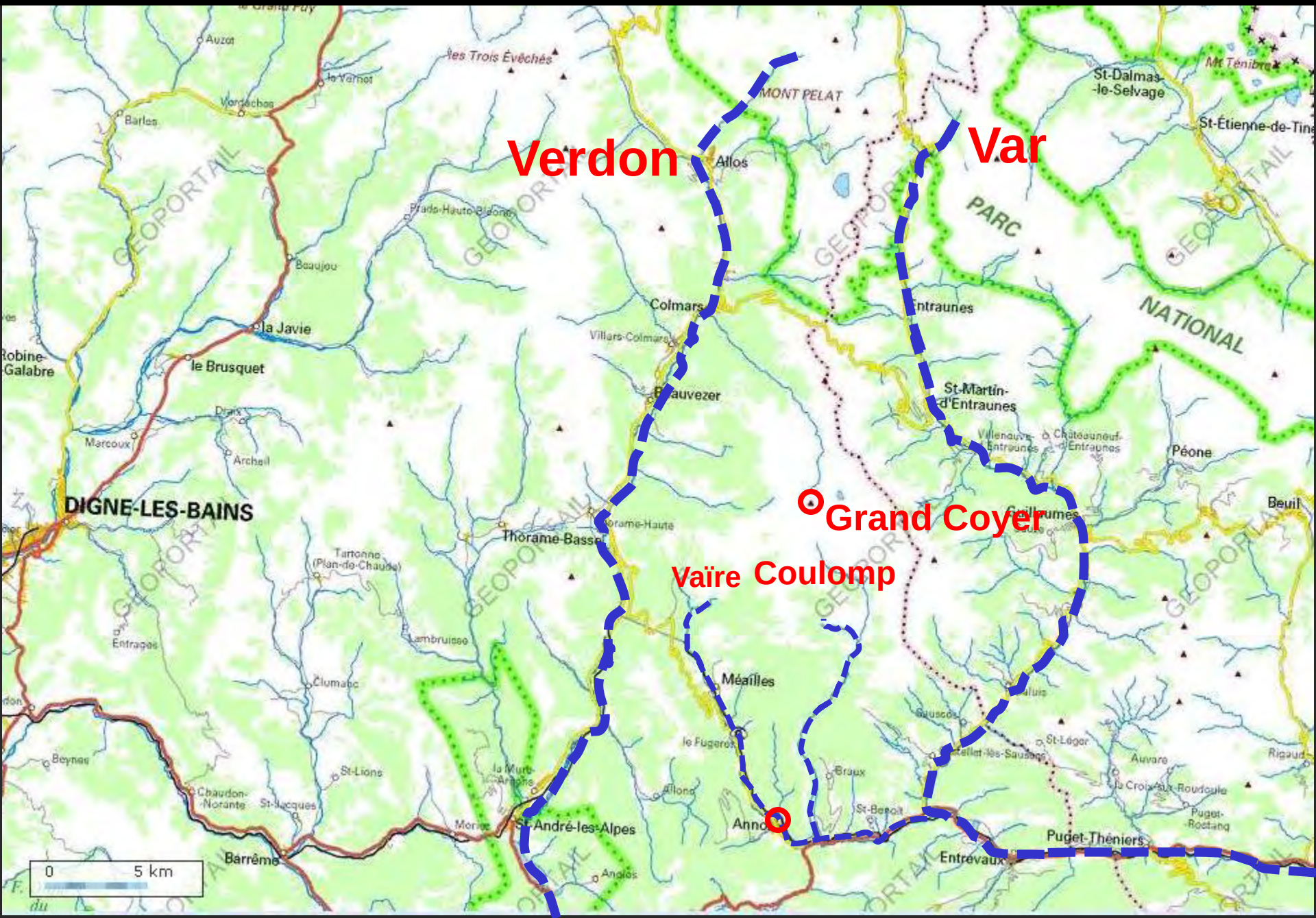
⁽¹⁾ Comité Départemental de Spéléologie 06
⁽²⁾ Université de Nice Sophia Antipolis – UMR 6012 « Espace »
⁽³⁾ Association Française de Karstologie

KARSTOLOGIE DANS LES GROTTES DE DALUIS ET DE SAINT BENOÎT

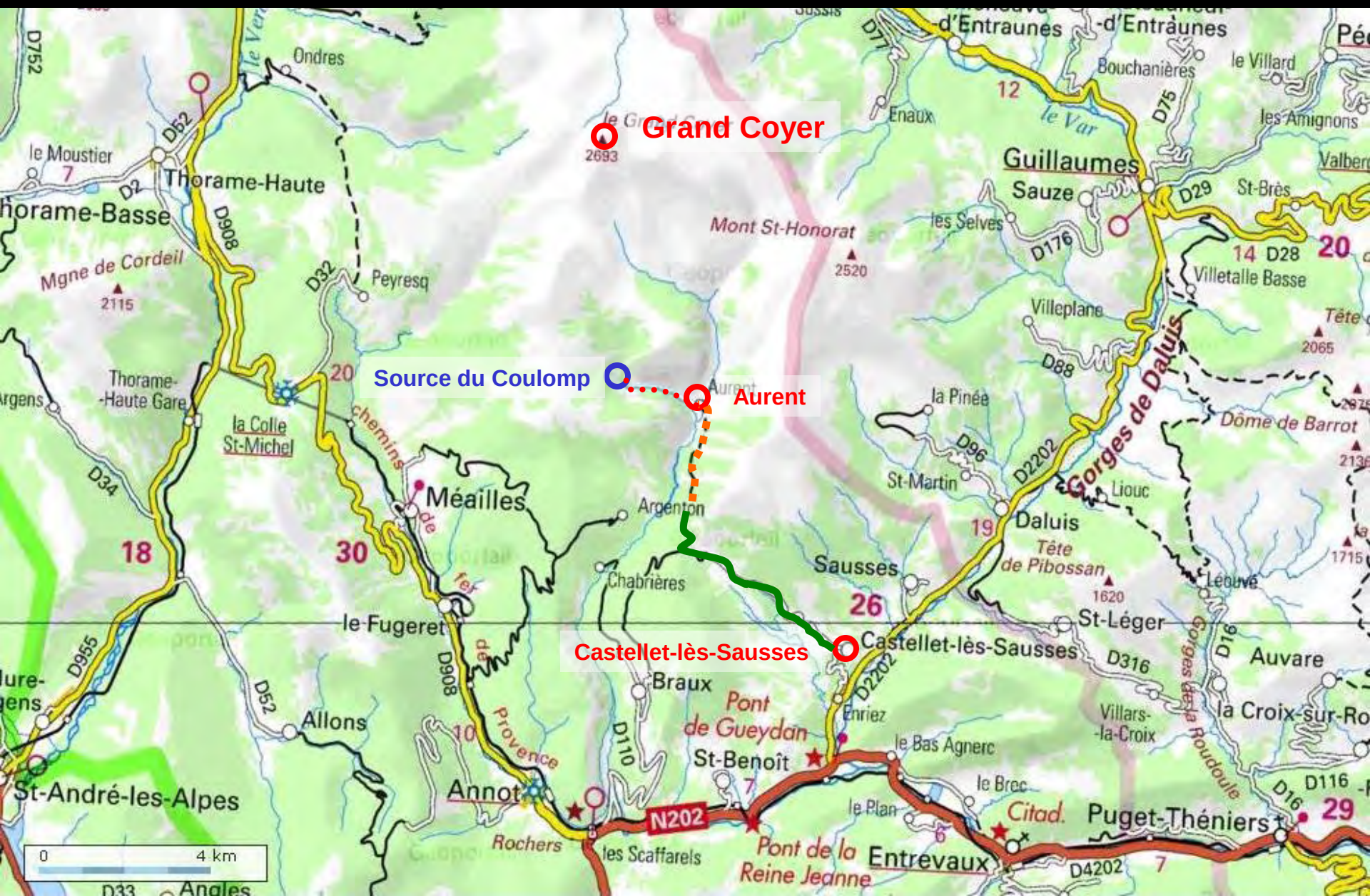
*Stage régional Equipier Scientifique organisé par
la Commission Formation du CDS 06 et
la Commission Scientifique du CDS 06*

18-19 Mars et 25-26 Mars 2006

Situation



Situation



Aurent et les sources du Coulomp

Aurent : un hameau loin des routes...

**Baussebérard
(2069m)**

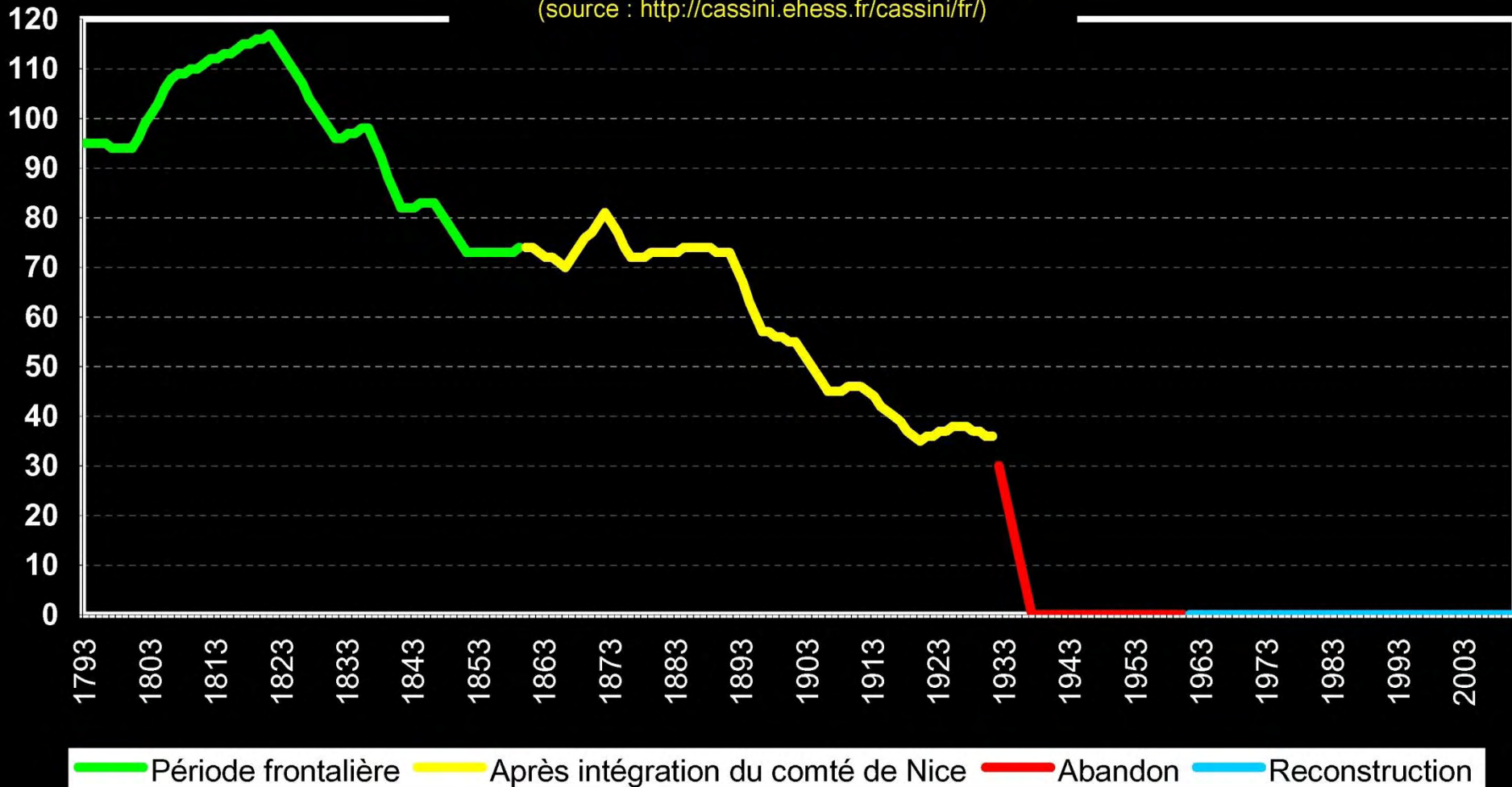


**Aurent
(1212m)**

... Inhabité depuis trois quarts de siècle...

Evolution de la population d'Aurent depuis la Révolution Française

(source : <http://cassini.ehess.fr/cassini/fr/>)



***... Mais sauvé de la ruine par les descendants des
Aurentais d'origine.***



Aurent, préservé tel qu'il y a un siècle



Le musée privé des aurentais



L'église et le moulin d'Aurent



Promenade vers les sources du Coulomp



Site des sources du Coulomp



La source du Coulomp



Débit moyen $\approx 1\text{m}^3/\text{s}$



VILLE DE NICE

RAPPORT GEOLOGIQUE

SUR LES

EAUX DE LA SOURCE DU COULOMP

Par M. LÉON BERTRAND

Professeur Adjoint de Géologie à l'Université de Paris
Collaborateur Principal du Service de la Carte Géologique
de la France



NICE

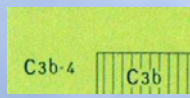
IMPRIMERIE ADMINISTRATIVE DE CAGNOLI ET DE GILETTA

11 Rue du Palais 11

1913

La seule étude
géologique :

Léon BERTRAND
1913



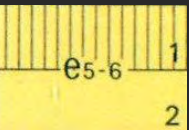
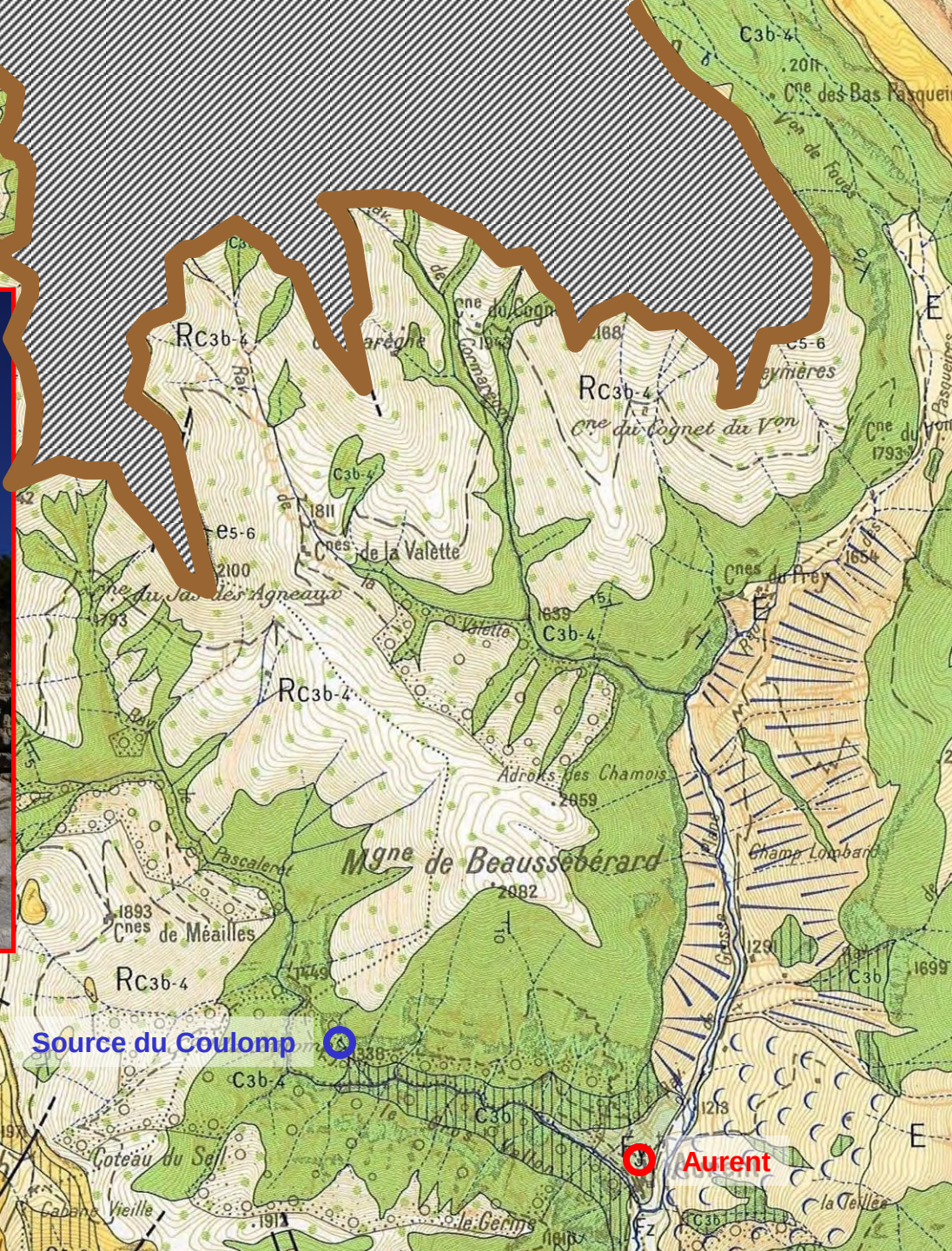
Le Crétacé supérieur

-100 MA à -85 MA

Calcaires (Turonien)

Marnes (Cénomanién)





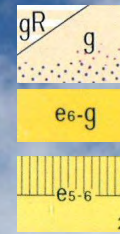
Calcaires du Lutétien terminal



C3-b4 : calcaire argileux du Turonien

Le Nummulitique

-40 à -30 MA

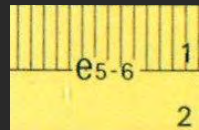


Calcaires à Nummulites (-40 MA)
Marnes crétacées (-100 MA env.)

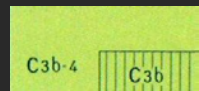


e6-g

Marnes priaboniennes

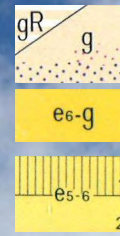


Calcaires du Lutétien terminal



C3-b4 : calcaire argileux à silex du Turonien





Le Nummulitique

-40 à -30 MA



Marnes priaboniennes (-35 MA)

Calcaires à Nummulites (-40 MA)

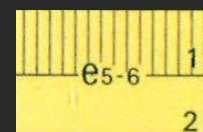
Marnes crétacées (-100 MA env.)



Grès d'Annot

e6-g

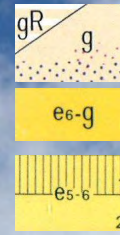
Marnes priaboniennes



Calcaires du Lutétien terminal

C3b-4 : calcaire argileux à silex du Turonien





Le Nummulitique

-40 à -30 MA



Grès d'Annot (-30 MA)

Marnes priaboniennes (-35 MA)

Calcaires à Nummulites (-40 MA)

Marnes crétacées (-100 MA env.)

La grotte des Chamois

VILLE DE NICE

RAPPORT GEOLOGIQUE

SUR LES

EAUX DE LA SOURCE DU COULOMP

Par M. LEON BERTRAND

Professeur Adjoint de Géologie à l'Université de Paris
Collaborateur Principal du Service de la Carte Géologique
de la France



NICE

IMPRIMERIE ADMINISTRATIVE DE CIGNOLI ET DE GILETTA

11, Rue du Palais, 11

1910

« La probabilité de
l'absence de grandes
cavités, ...

... est confirmée par la
venue immédiate ...

... des augmentations
brutales de débit »

Grotte des Chamois

Altitude 1370 m



Grotte des Chamois : connue depuis toujours

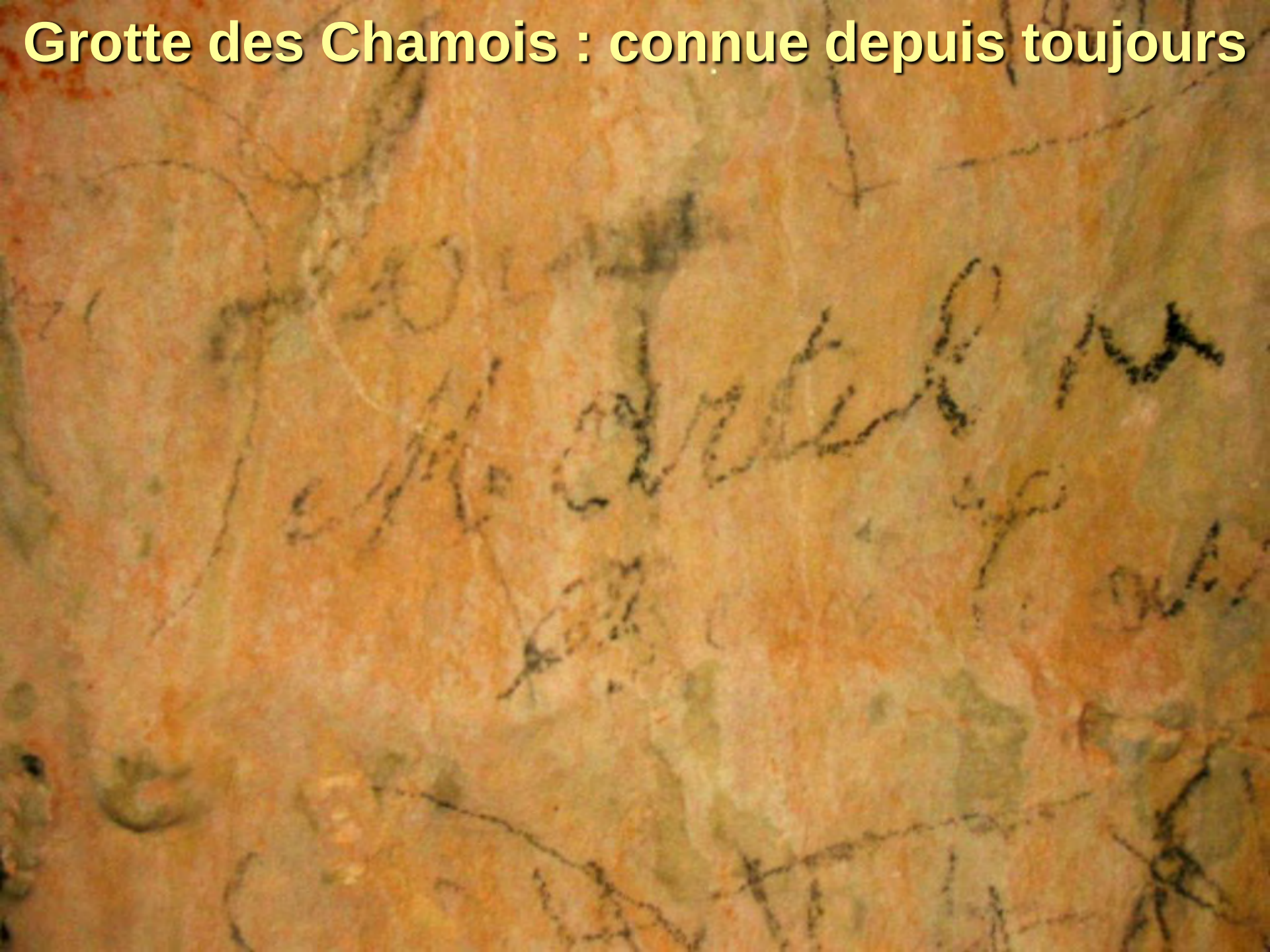


Geberit
Fischer
1877
137 m

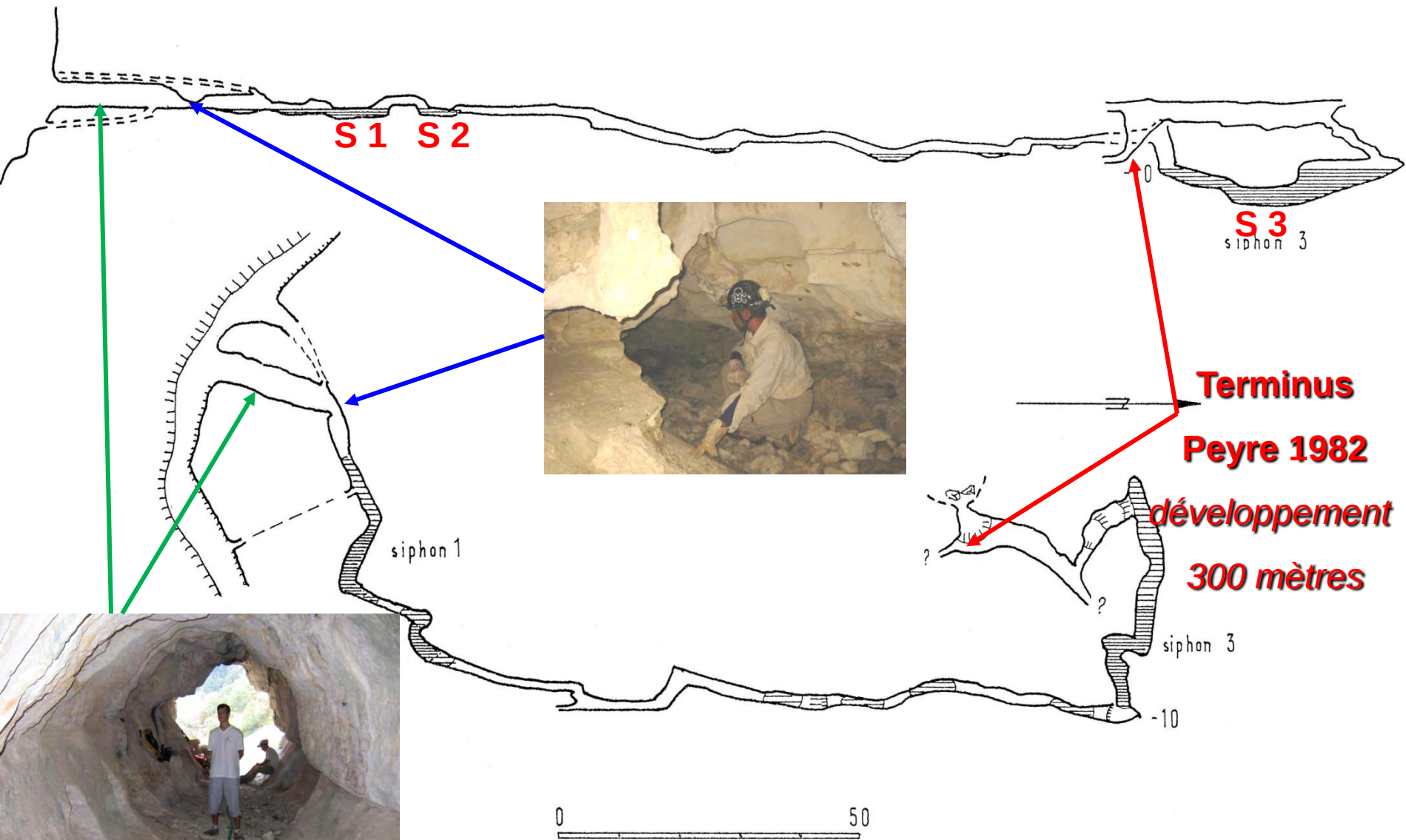


e des Chamois : connue depuis tou
 J'ai
 le 25 mai 1902
 Charles Comte
 vice la République

Grotte des Chamois : connue depuis toujours



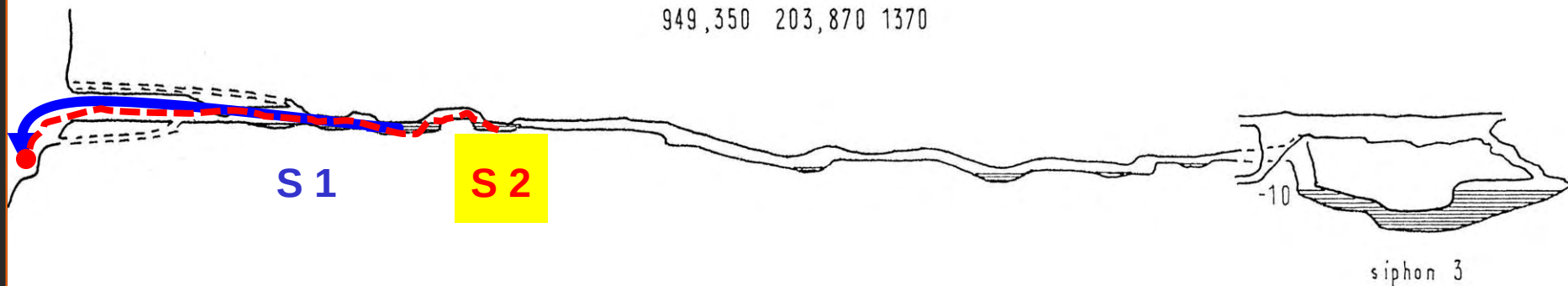
Explorations antérieures : rares et difficiles



Juillet 2007 : vidange du S1 GROTTE DES CHAMOIS

- SOURCE DU COULOMP -

949,350 203,870 1370

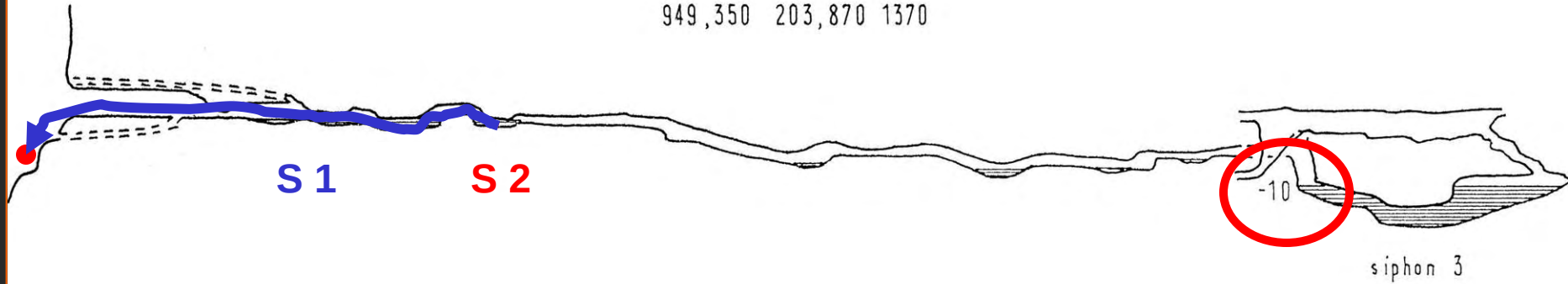


Octobre 2007

GROTTE DES CHAMOIS

- SOURCE DU COULOMP -

949,350 203,870 1370



Vidange du troisième siphon :



- 275 m de tuyau
- 10 m de dénivellation
- 300 m de câble électrique
- Des dizaines de litres de carburant...

... 250 kg de matériel...

Le problème de l'accès

Accès à la source : relativement facile l'été...



Aurent

... Mais dangereux l'hiver par le vallon...



... Mais dangereux l'hiver par le vallon...



Une seconde option « toutes saisons »...



Aurent

... mais pas « tous publics » ...



... mais pas « tous publics » ...



Arrivée sur le site de la source :



... infranchissable une partie de l'année.



... infranchissable une partie de l'année.



***COMMENT TRANSPORTER
UN GROUPE ÉLECTROGÈNE
DANS CES CONDITIONS ?***



Novembre 2007 : une solution providentielle



**... Les explorations
peuvent
commencer !**

10 Novembre 2007 : installation du système de pompage



10 Novembre 2007 : installation du système de pompage



11 Novembre 2007 : franchissement du S3



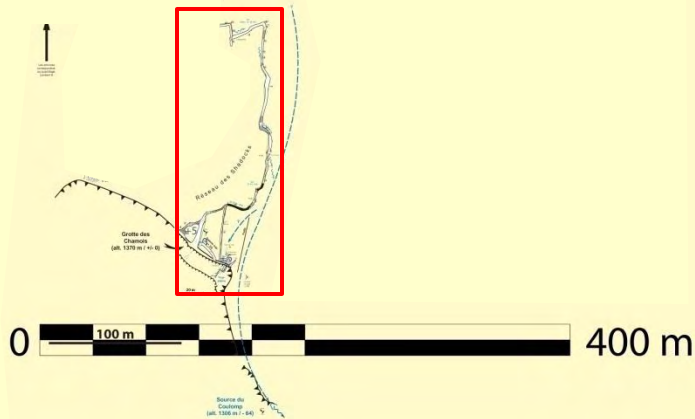
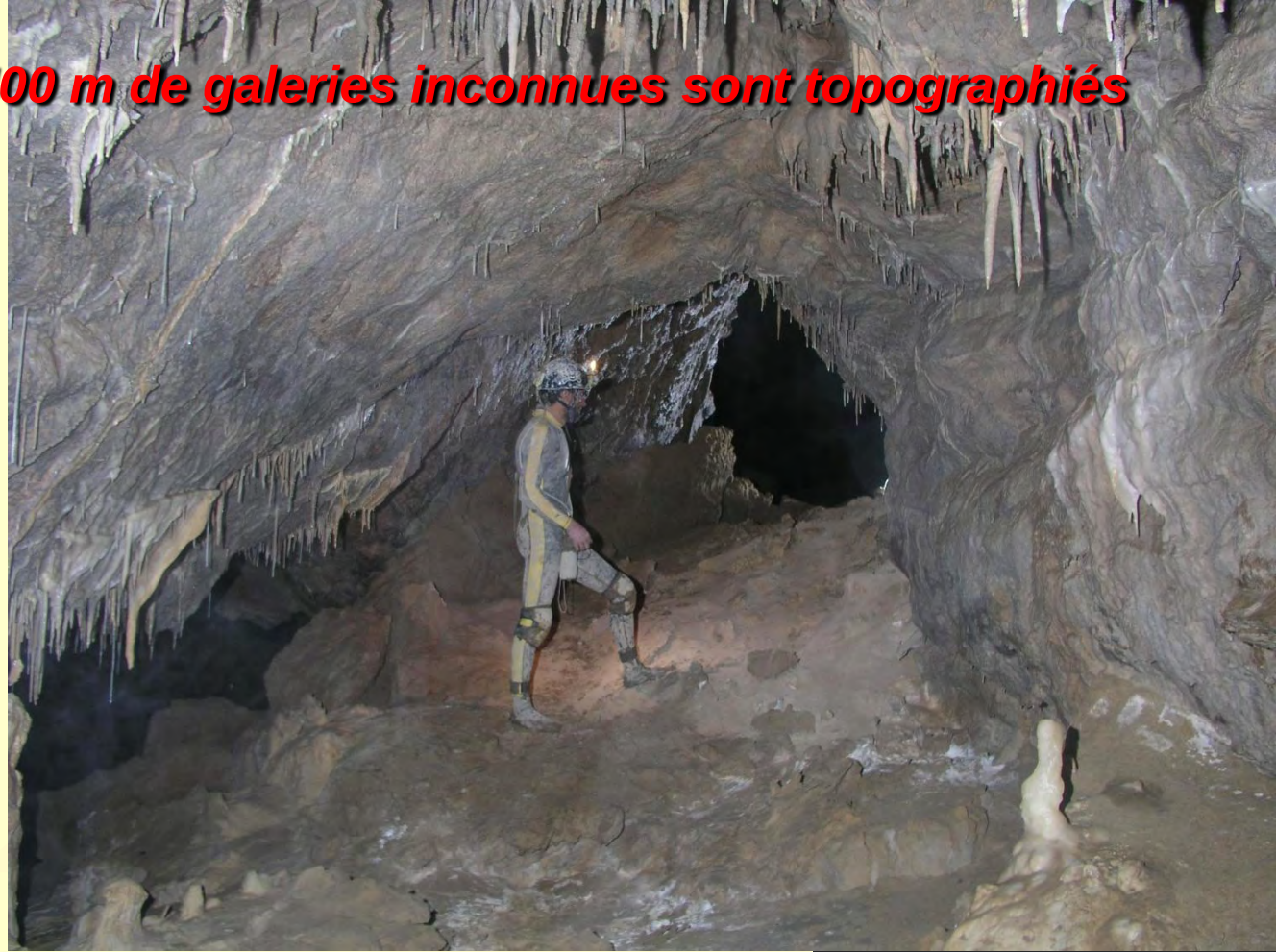
11 Novembre 2007 : découverte d'un réseau fossile de grande dimension



11 Novembre 2007 : découverte d'un réseau fossile de grande dimension



11 Novembre 2007 : 400 m de galeries inconnues sont topographiées



Novembre 2007 :
la grotte des Chamois
dans son contexte géologique

Grotte des Chamois

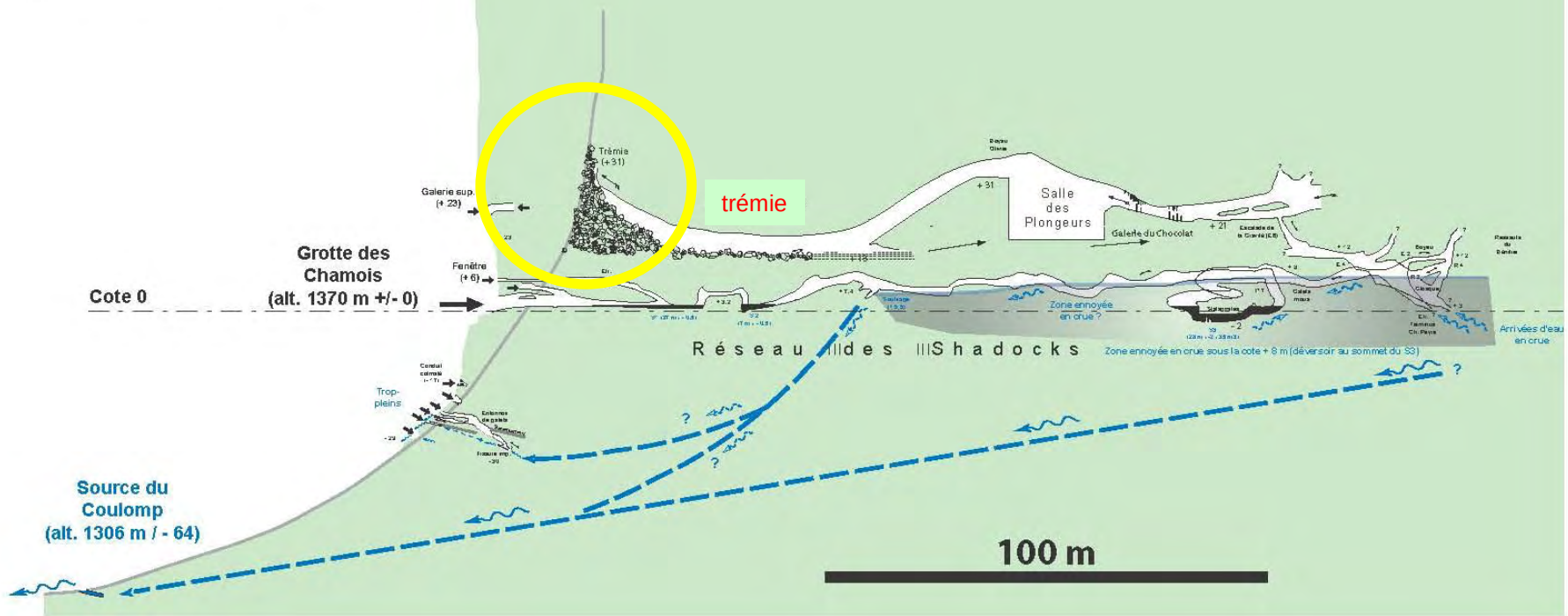
(Lamb. III) 949,35 - 203,87 - 1370 m

Castellet-lès-Sausses - Alpes de Haute-Provence

Déniv. : **33 m** (-2 / +31) - Dén. topo : **704 m** (avril 2008)

Explos CRESPE (2007-2008)

Relevés : Ph. Audra, J.-Y. Bigot, G. Isnard, Ph. Mauzet, J.-Cl. Nobécourt
Synthèse : Ph. Audra

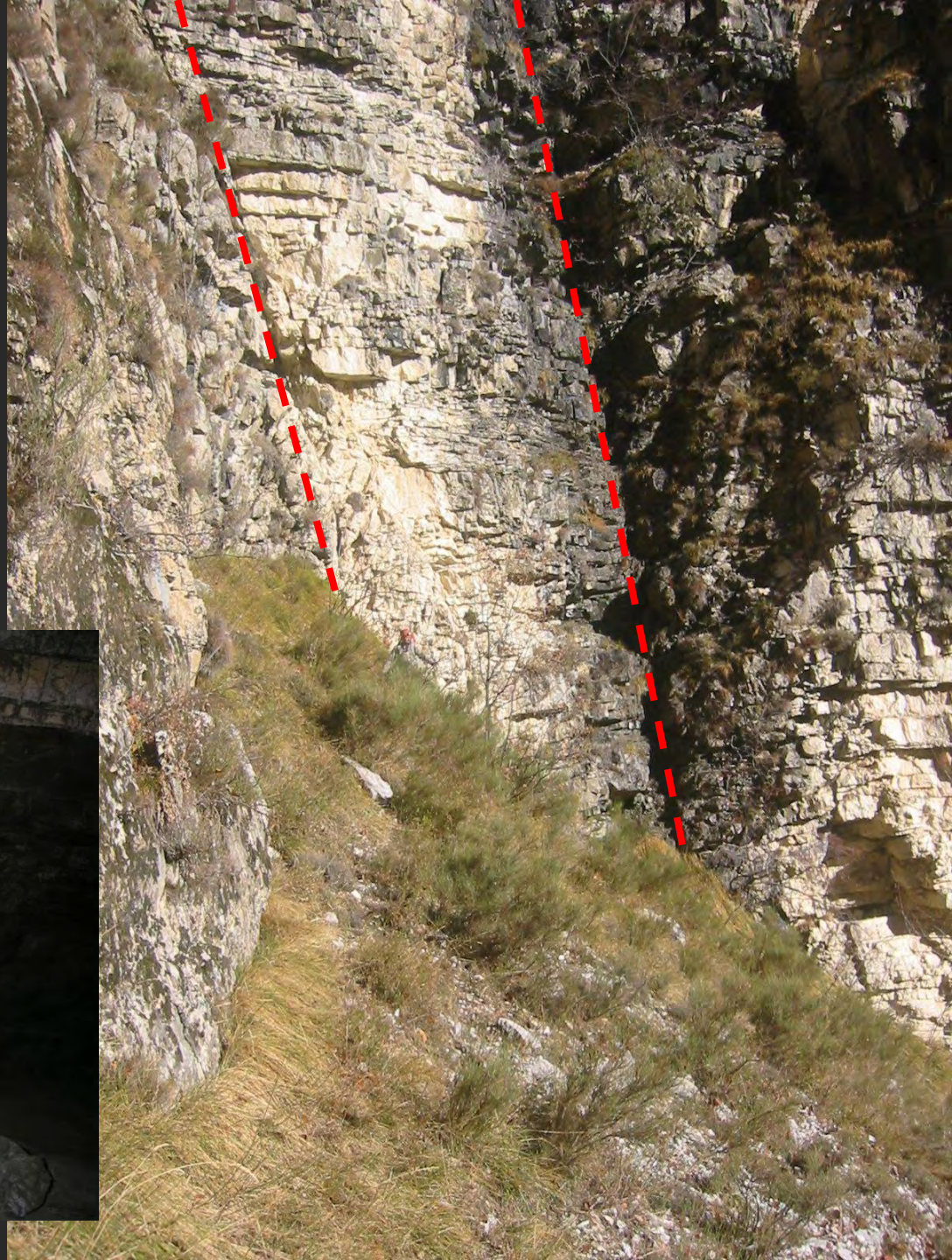


Novembre 2007 :
la grotte des Chamois
dans son contexte géologique

Extrémité de la galerie
actuellement colmatée
par le couloir d'éboulis



***Novembre 2007 :
la grotte des Chamois
dans son contexte géologique***



Hiver 2007-2008 : les explorations continuent



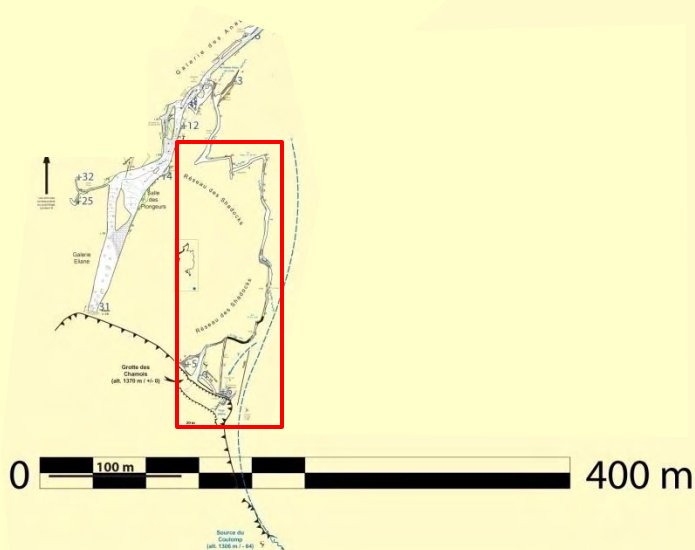
Hiver 2007-2008 : les explorations continuent



Hiver 2007-2008 : les explorations continuent



Hiver 2007-2008 : le réseau atteint 1700 m de développement



Hiver 2007-2008 : améliorations en réponse aux difficultés matérielles



Hiver 2007-2008 : améliorations en réponse aux difficultés matérielles



Été 2008 : découverte d'un puits débouchant sur une grande salle



Été 2008 : découverte d'un puits débouchant sur une grande salle



28 septembre 2008 : découverte du réseau des Hormones



28 septembre 2008 : actif des Hormones



28 septembre 2008 : actif des Hormones



28 septembre 2008 : aval fossile des Hormones



28 septembre 2008 : aval fossile des Hormones



28 septembre 2008 : aval fossile des Hormones



28 septembre 2008 : galerie amont des Hormones



28 septembre 2008 : galerie amont des Hormones



28 septembre 2008 : galerie amont des Hormones



28 septembre 2008 : galerie amont des Hormones



**28 septembre 2008 : 1 km 300 découverts
en une seule journée**

Le réseau dépasse 3 km de développement

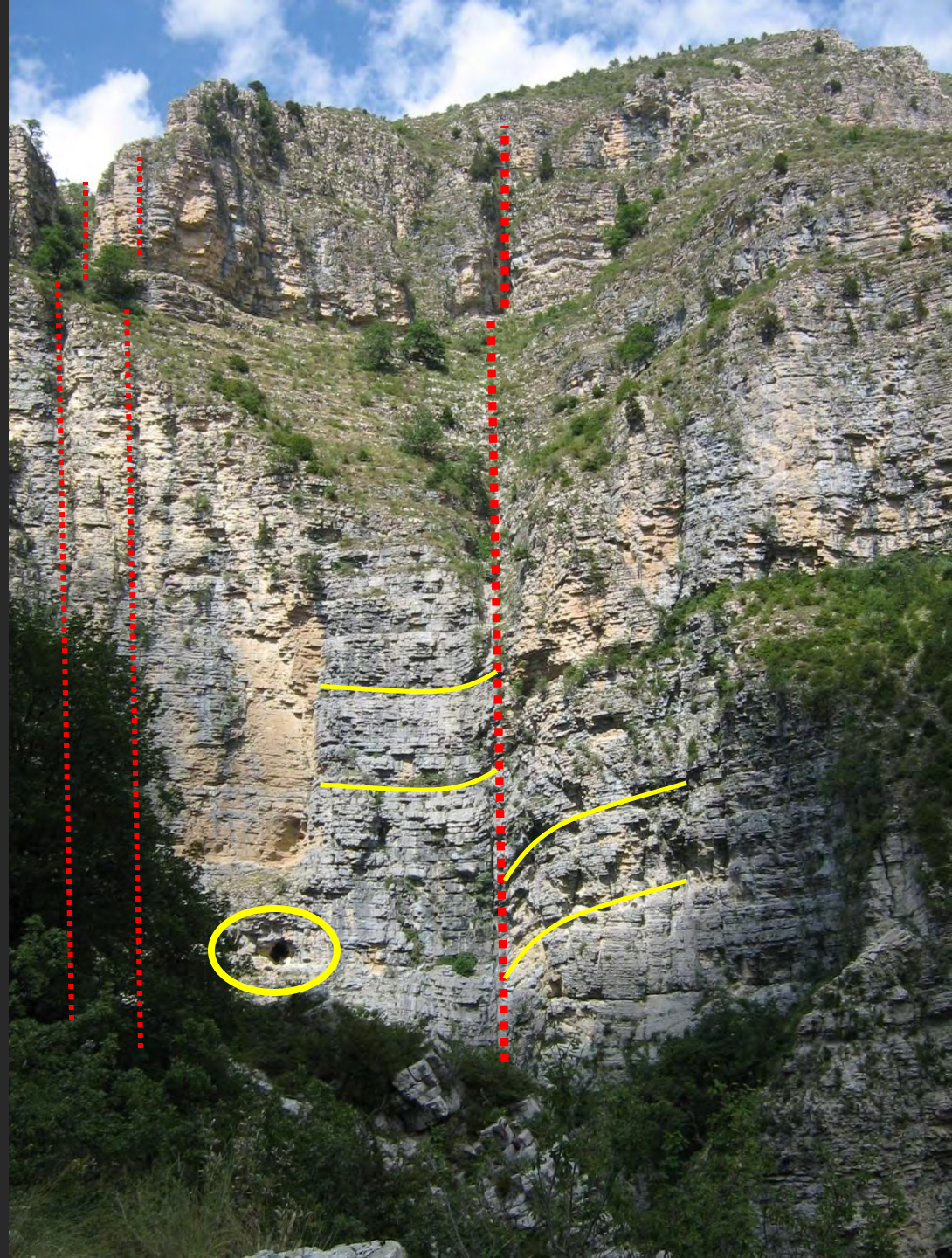
La grotte des Chamois devient

la plus grande grotte

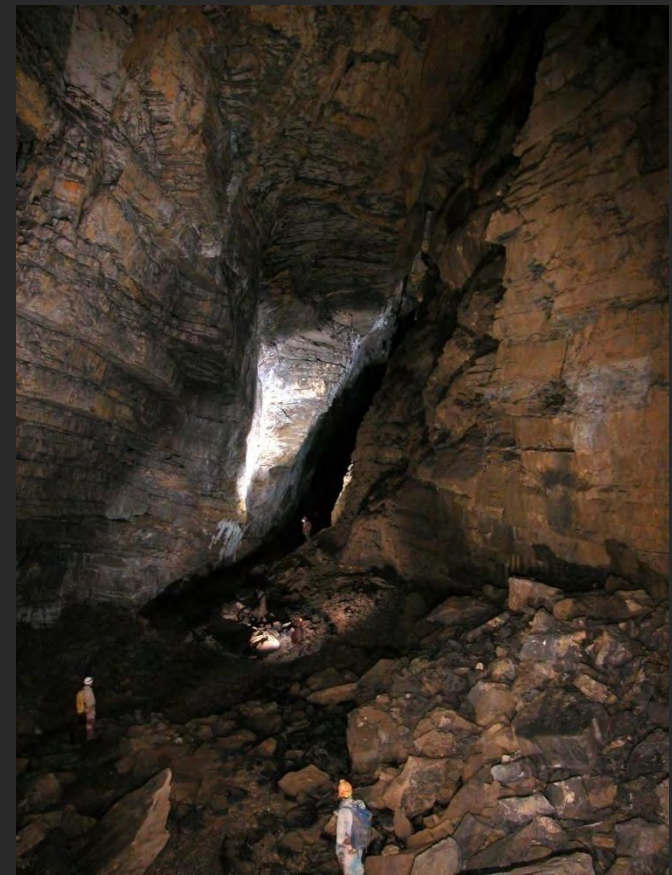
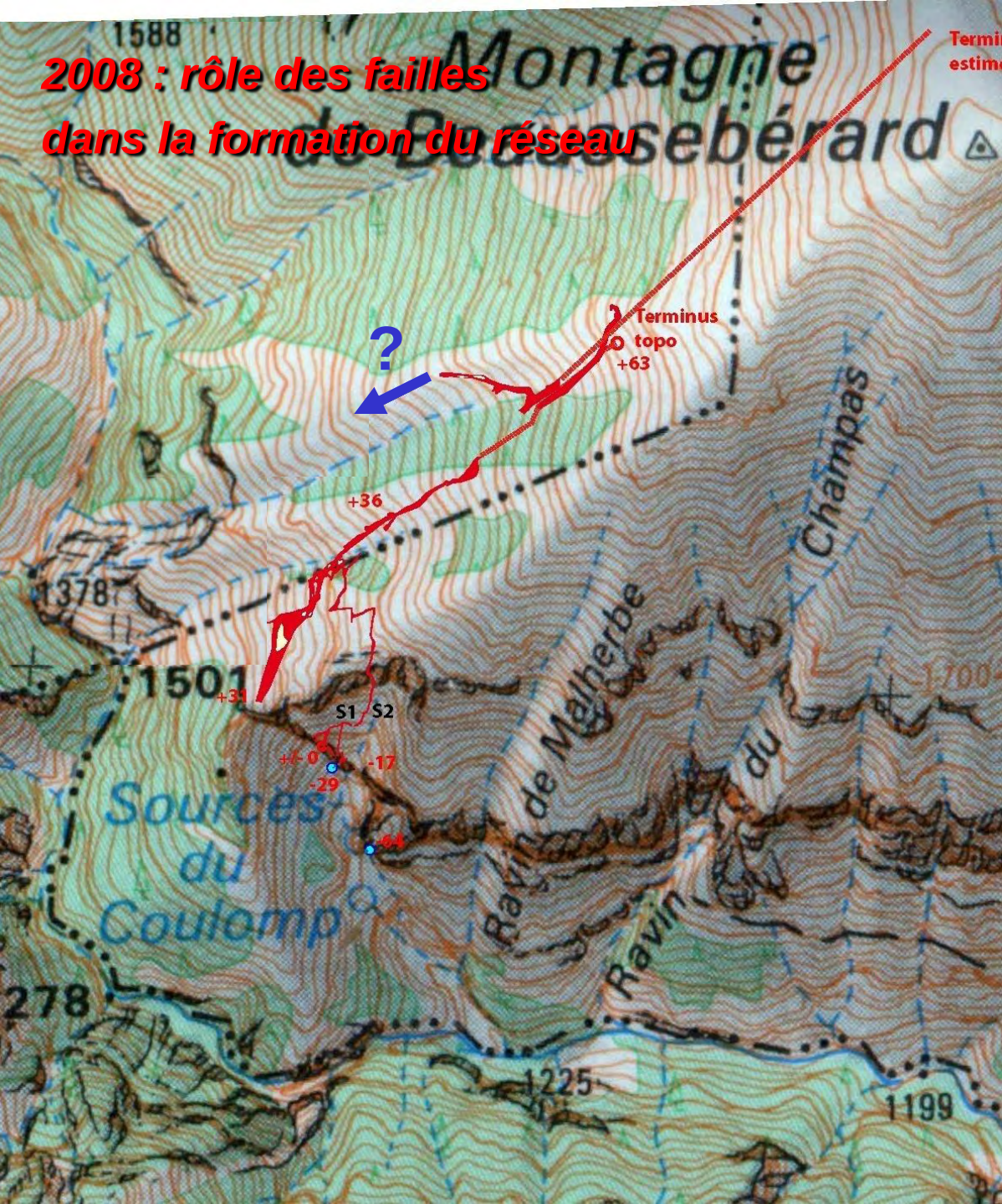
des Alpes-de-Haute-Provence



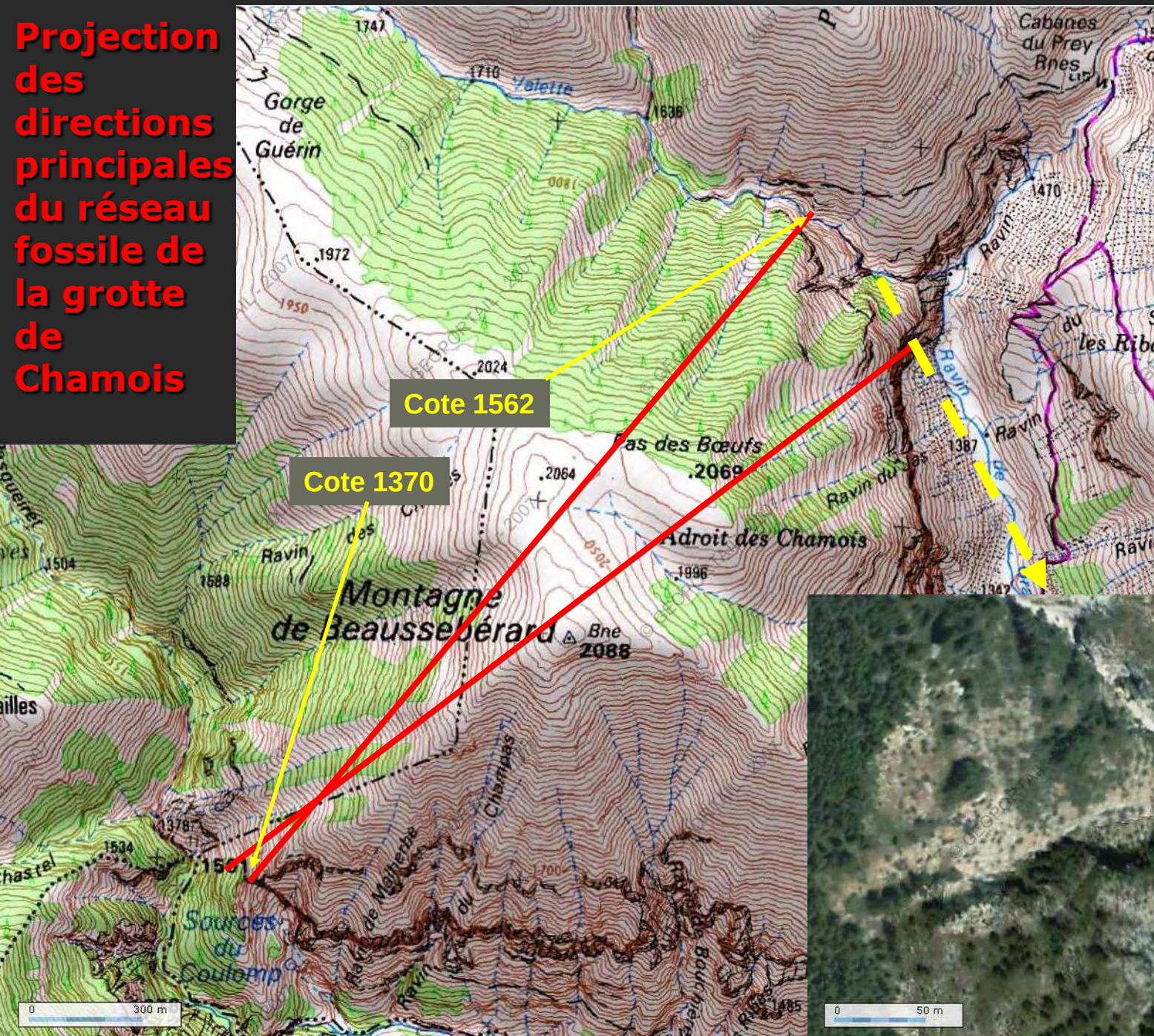
***2008 : rôle des failles
dans la formation du réseau***



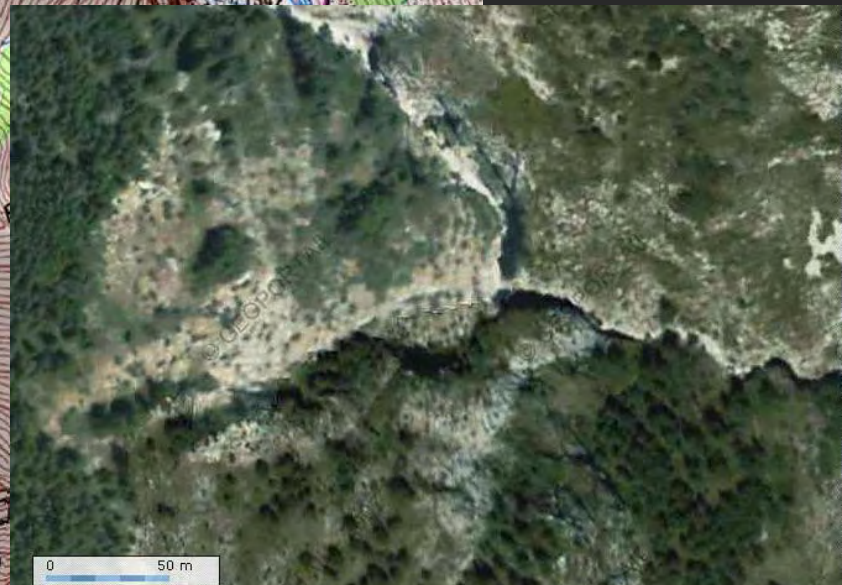
2008 : rôle des failles dans la formation du réseau



Projection des directions principales du réseau fossile de la grotte de Chamois



En fonction de la distance linéaire et du gradient global de la partie explorée d'une part, du gradient de la salle des plongeurs au terminus explo d'autre part, le conduit devrait recouper le vallon de la Valette entre les cotes 1562 et 1491 : c'est la fourchette d'altitude s de la zone aval du ravin de la Valette.



2008 : des perspectives dans le secteur de la Valette aval



2008 : des perspectives dans le secteur de la Valette aval



Hiver 2008 – 2009 : accès particulièrement difficile



Mars 2009 : les conséquences d'un hiver rigoureux



PROJET 2009 : Peu de temps, donc plus d'efficacité :
rassembler des équiépiers spécialisés



Techniciens logistique



Spéléologues d'exploration et techniciens d'équipement



Géologues, hydrologues



Géographes, topographes

Camp d'exploration 2009 : séances de travail planifiées et intensives du 13 au 23 août 2009

Allemagne

Autriche

Hongrie

Italie

France

Maurice

Slovénie

Suède

Topographes

Photographes

Techniciens parcs nationaux

Ingénieurs réseaux eaux

Géologues

Biologistes

Géographes

Assistante médicale

Spécialiste radio-transmissions



Du 13 au 23 août 2009 : 82 journées de travail sur le terrain

Name	M11	M12	J13	V14	S15	D16	L17	M18	M19	J20	V21	S22	D23
AGRELL Erik		T	T	S1	S2	x	S8	x	T				
AUDRA Philippe			T	S1	x	T	S10	x	S14	x	S17	x	T
BES Christophe						T	x	S12	x	x	F9		
BIERMAYR Peter			T	S1	F1	F2	F4	F5	F6	F8	T		
BIGOT Jean-Yves					T	F3	S11	x	S15	x	T		
CABRAS Salvatore			T	S1	S3	x	x	x	T				
DE LUCA Riccardo			T	S1	S3	x	x	x	T				
DE WAELE Jo			T	S1	S3	x	x	x	T				
DELAMETTE Michel			T	S1	F1	F2							
ECHEVIN Mathias			T	S1	x	S6	x	S12		S16	S17	T	T
FURLAN Sylvain			T	S1	F1	x	S9						
GILLI Eric					T	F3	S10	x	F7				
GUYOT Vincent												T	S18
CAVALIER Jean	SA	SB	T										
KOEPPEN Bernhard			T	S1	x	S6	x	S13	S14	x	x	T	
LE FALHER Benoit					T	F3	S11	x	F7	x			
LECHNER Christoph			T	S1	x	S7	S9	x	x	S16	x	x	T
NOBECOURT Jean-Claude			T		S5	?						T	S18
NOBECOURT Rose-Marie					?	?						T	x
PINTAR Gregor			T	S1	S4	x	T						
PINTAR Marina			T	S1	S4	x	T						
PREM Evelynne			T	S1	F1	F2	F4?	F5	S15	x	T		
RIVAUD Florence	SA	SB	T			T	S9	x	S14	x	F9	T	
SCHIRA Francis (Chouca)					radio								
TORDJMAN Patrice									T	S16	T?		
WIELANDER Barbara			T	S1	S2	x	S8	x	S15	x	S17	x	T
HAJNAL Agnes				T	S5	S7	x	S13	T				
ZENTAY Peter				T	S5	S7	x	S13	T				
Total CAVING DAYS :	2	2		15	10	5	9	5	6	3	3		2 62

S = Speleo / T = Travel / F = Field work / x = Rest

Du 13 au 23 août 2009 : 82 journées de travail sur le terrain



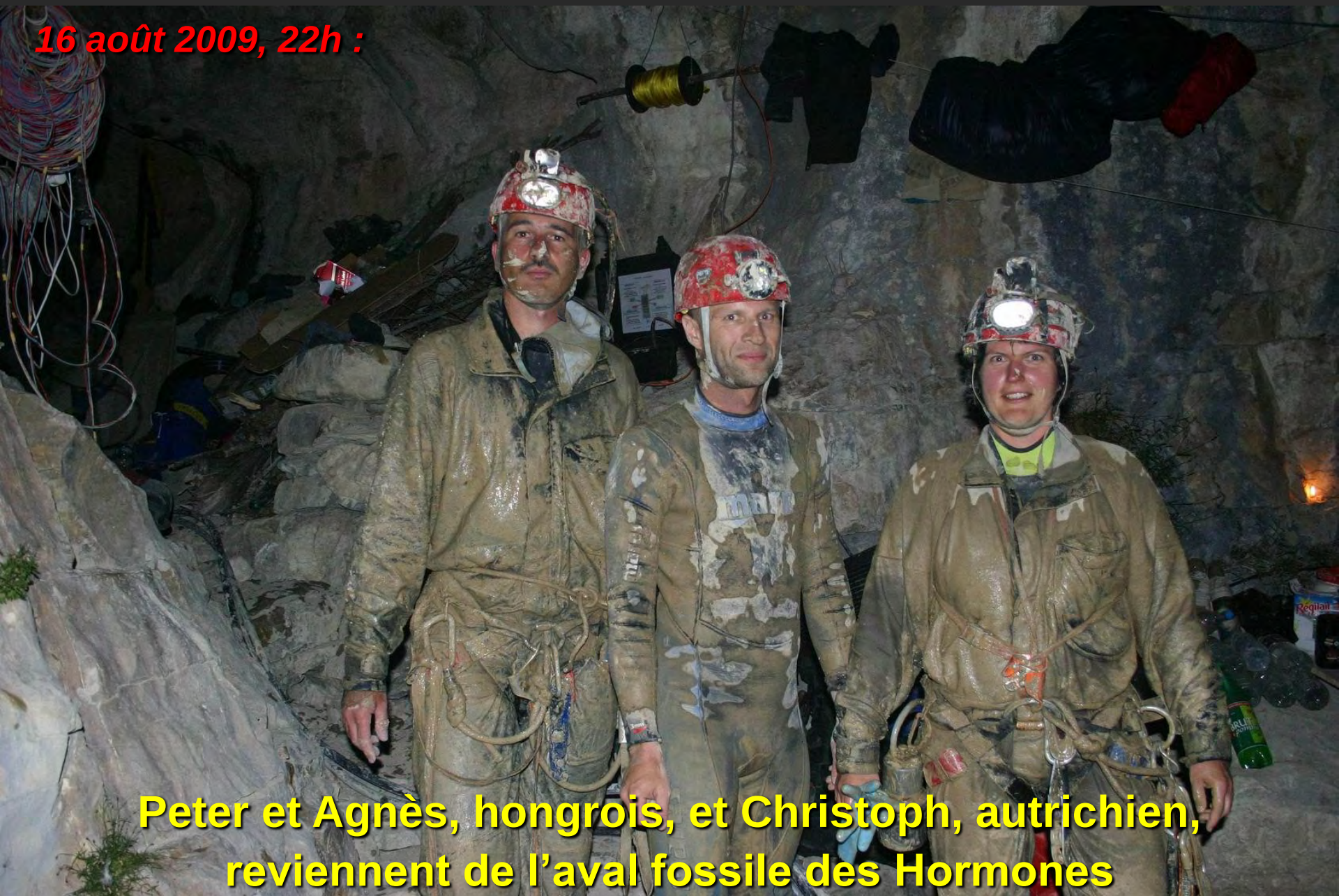
Du 13 au 23 août 2009 :



62 journées de travail sous terre



16 août 2009, 22h :



Peter et Agnès, hongrois, et Christoph, autrichien,
reviennent de l'aval fossile des Hormones

16 août 2009

Puits K&K

« *Kaiserlich und Königlich* »



16 août 2009



16 août 2009



Le siphon aval



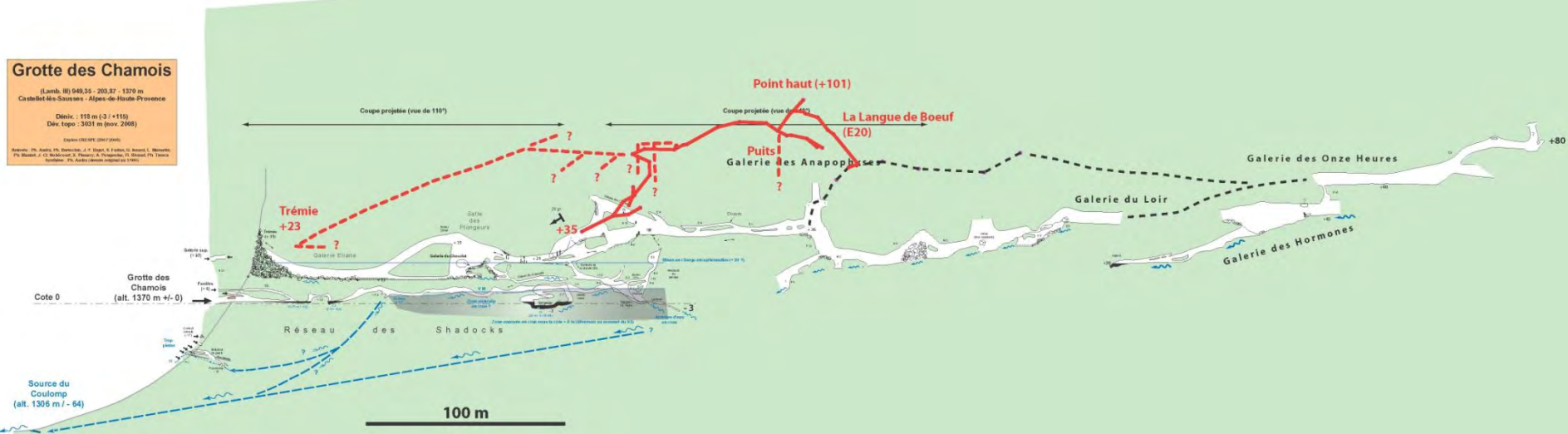
Vers l'amont, la rivière continue...



... Continue...



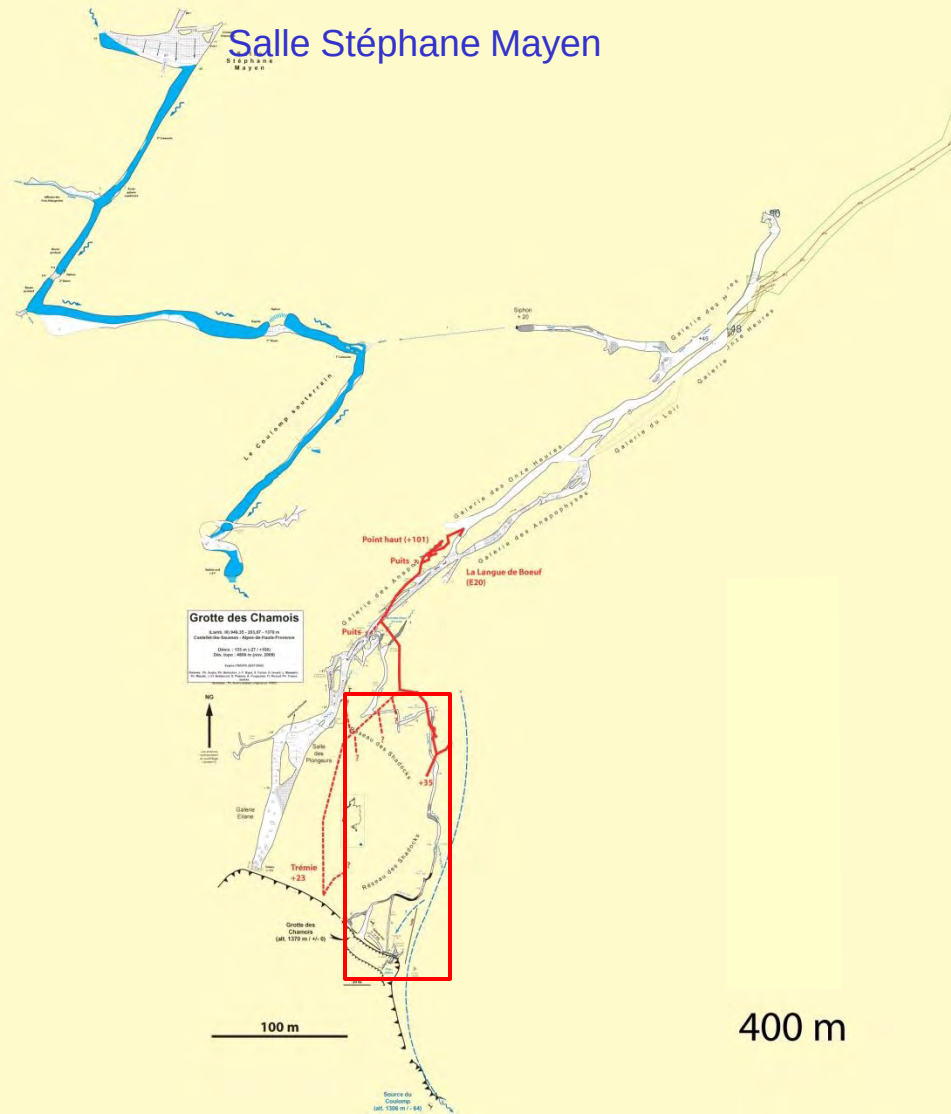
Réseau du Champagne



Saison 2009 : Le Coulomp souterrain est découvert

800 m de rivière souterraine sont explorés

Le réseau dépasse 5 km de développement



Déontologie d'exploration

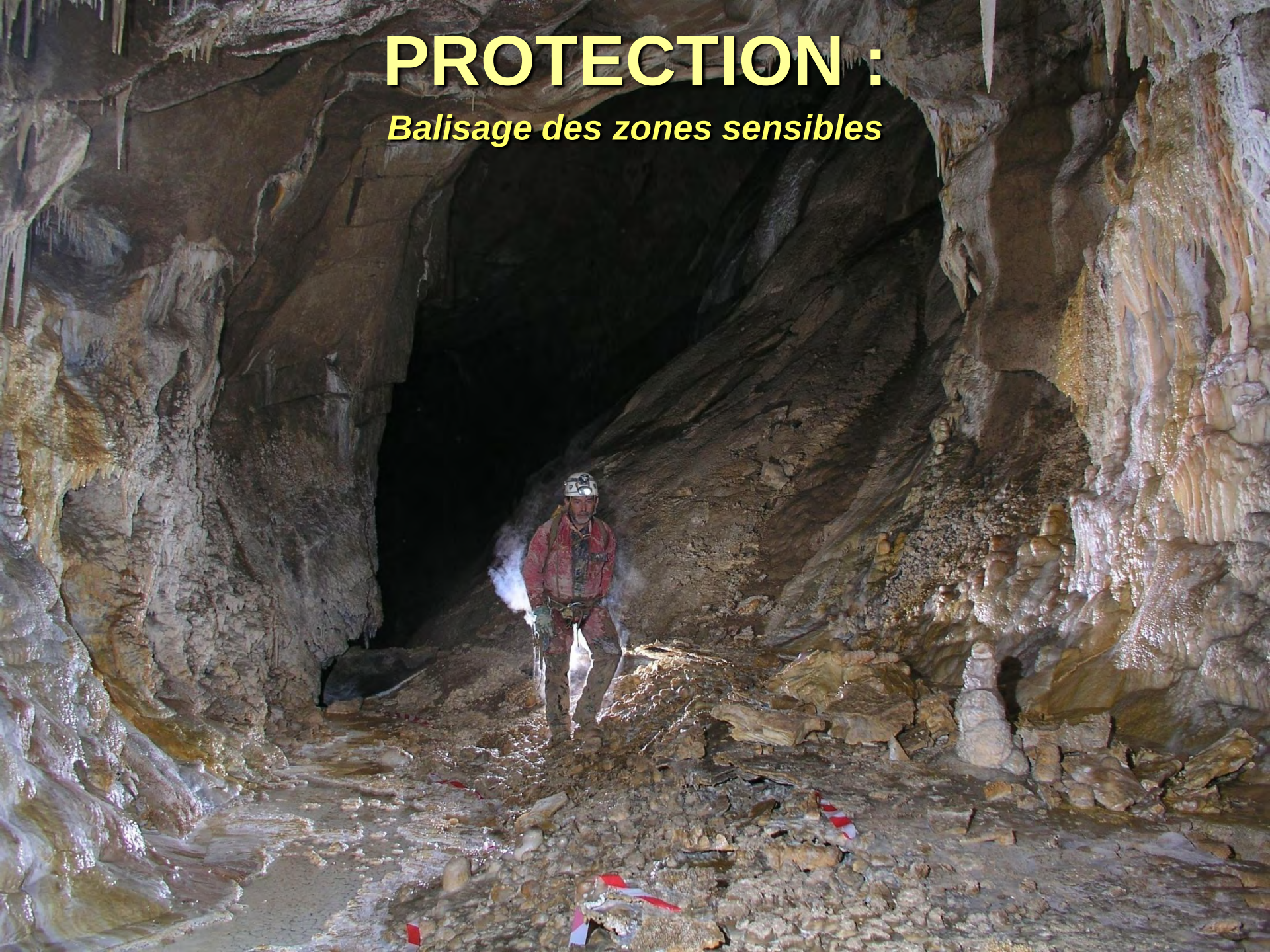
PROTECTION :

Zones sensibles



PROTECTION :

Balisage des zones sensibles



PROTECTION :

Eclairage classique à acétylène



Pratiques respectueuses du site

Nouveaux éclairages à LED



SÉCURISATION :

16 mars 2008

côte d'azur

■ alpes-de-haute-provence

Le spéléo niçois est ressorti vivant de la grotte du Chamois

Les douze coups de minuit auront été ceux de la libération pour Philippe Audra, spéléologue, directeur de recherche en hydrologie à l'université de Nice-Sophia Antipolis, coincé depuis dimanche soir, dans une grotte, après avoir été blessé.

soir sur le chemin du retour, un bloc se détache et tombe sur Philippe Audra.

Les secours gênés par le mauvais temps

Immédiatement une partie du groupe a décidé de regagner la sortie pour donner l'alerte. Mais l'entrée de la grotte du Chamois est à plus de deux heures de marche de carrossable. Le spéléologue du

se sont mobilisés et un hélicoptère a décollé dans la nuit pour tenter de déposer des hommes et du matériel non loin de l'entrée de la grotte. Malheureusement, la nuit, le vent violent et les bourrasques de neige ont empêché l'appareil de se poser. C'est donc à pied, depuis le col du Fâ, que les secours se sont rendus sur place. Au milieu de la nuit vers 3h30, la victime a pu être approchée par les secouristes. Souffrant de traumatismes au bassin et à

spéléologue ⁽²⁾ qui était bloqué après le passage du troisième siphon. C'est donc qu'après plusieurs heures d'effort, Philippe Audra a pu finalement être extrait de la grotte dans la nuit de hier.

A. M.

1. Depuis plusieurs années la grotte du Chamois est étudiée par ce groupe de chercheurs qui a déjà publié un livret sur ce site géologique.
2. Les sapeurs-pompiers du groupe montagne sous les ordres du capitaine Denis de Castellane, étaient à pied d'œuvre aidés par le groupe de



SÉCURISATION :



SÉCURISATION :



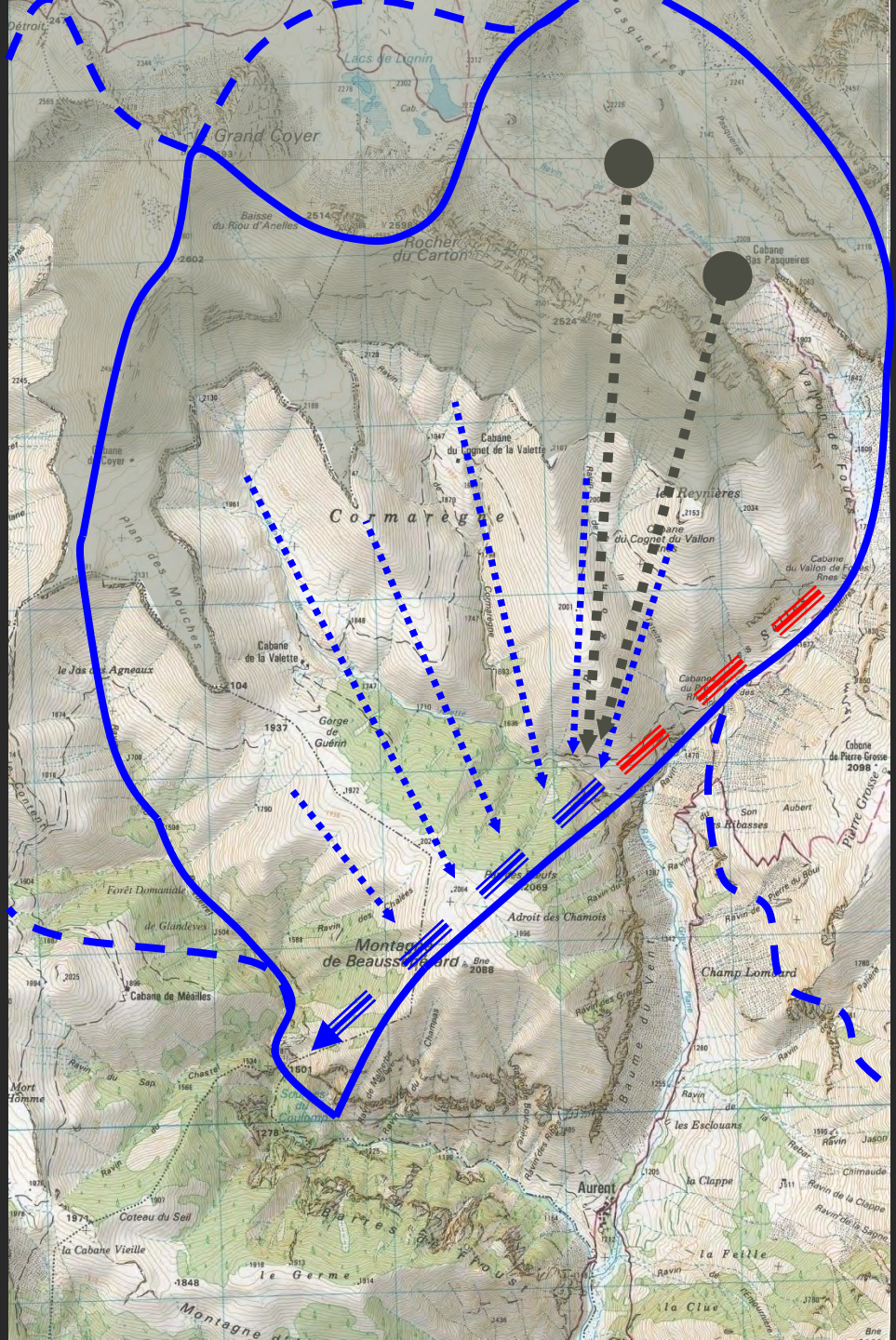
SÉCURISATION :



Les avancées scientifiques

Ce que l'on pensait en 2008 :

L'infiltration des pluies fournit
 $\approx 30 \text{ L/s par km}^2$
 $\Rightarrow$ bassin d'alimentation
 $\approx 35 \text{ km}^2$

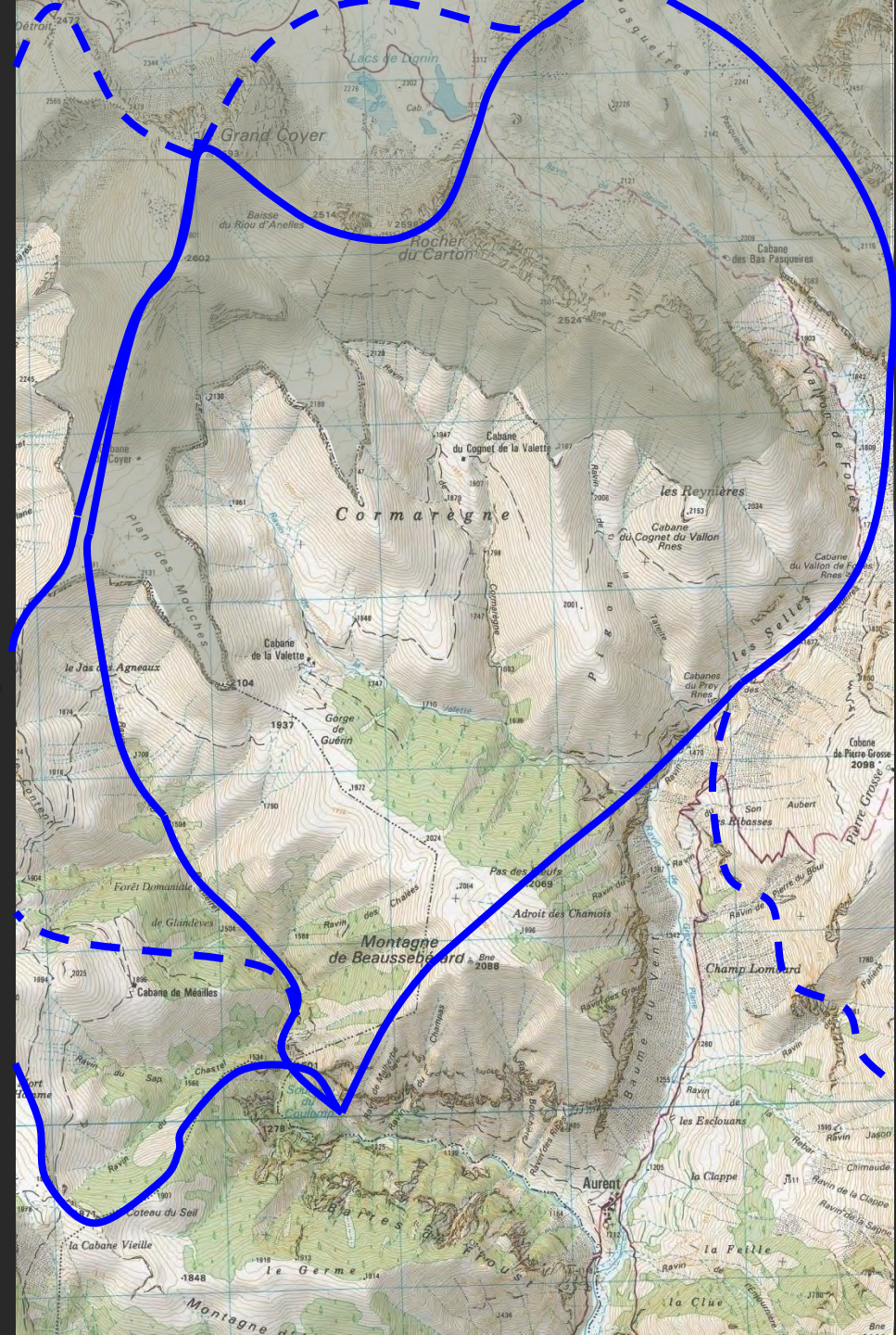


2009 : le Coulomp souterrain est là où on ne l'attendait pas



2009 :
le Coulomp souterrain
est là
où on ne l'attendait pas

Ce qu'on peut penser
aujourd'hui :



***LE SUIVI DES TEMPÉRATURES
DE LA SOURCE DU COULOMP :***

RÉSULTATS ET APPORTS



Station météo

- *Mesure de la pression [mbar] + température [°C] + pluviométrie [mm]*
- *Résolution 100^e*
- *Paramétrée pour une mesure toutes les 30 mn*



Sonde Micro Diver (Schlumberger)® couplée à une sonde Baro

- Mesure de la pression [mbar] + température [°C]
- Résolution 100°
- Capacité mémoire 48 000 mesures
- Paramétrée pour une mesure toutes les 30 mn

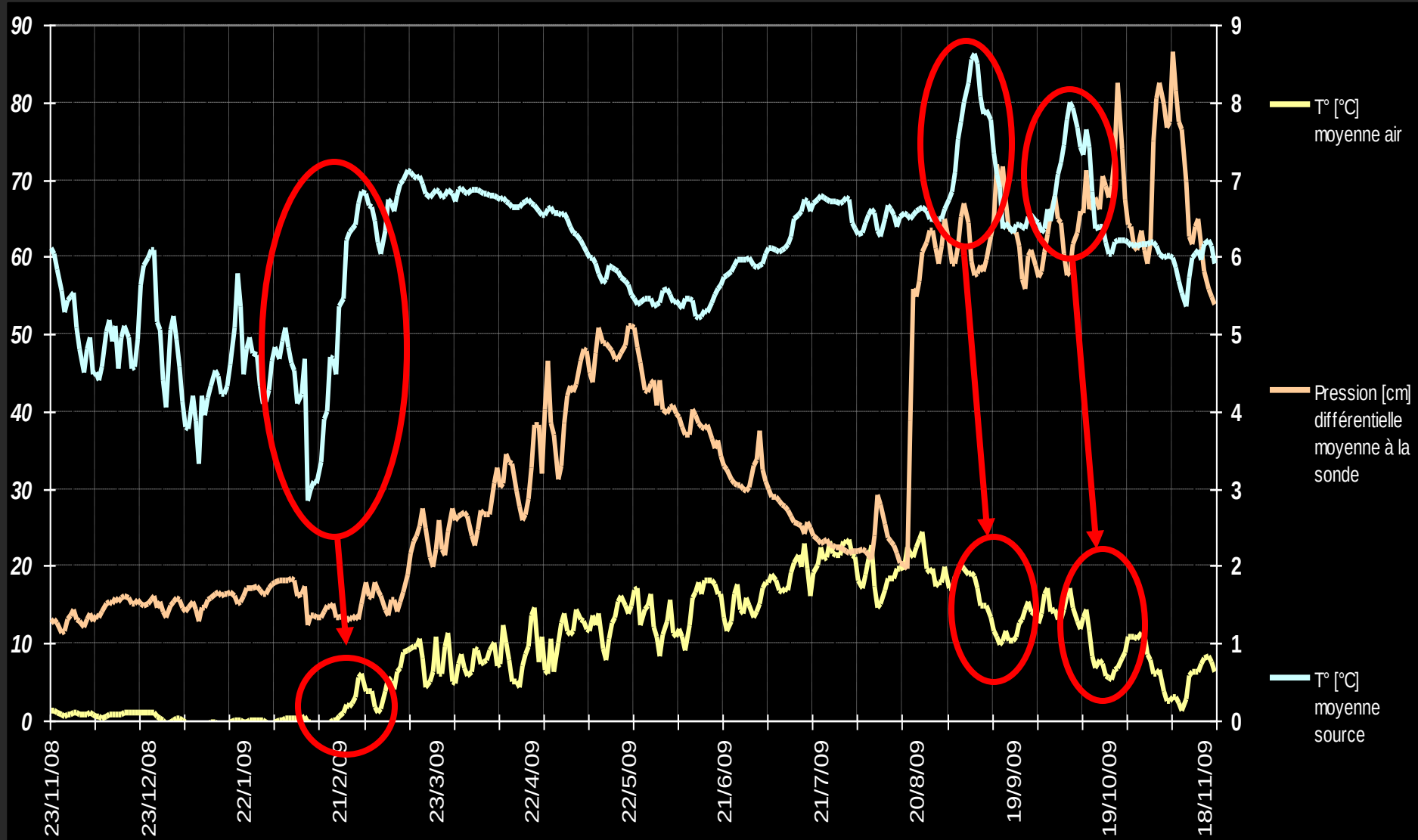


Températures de la source sans traitement statistique

Température[°C] source

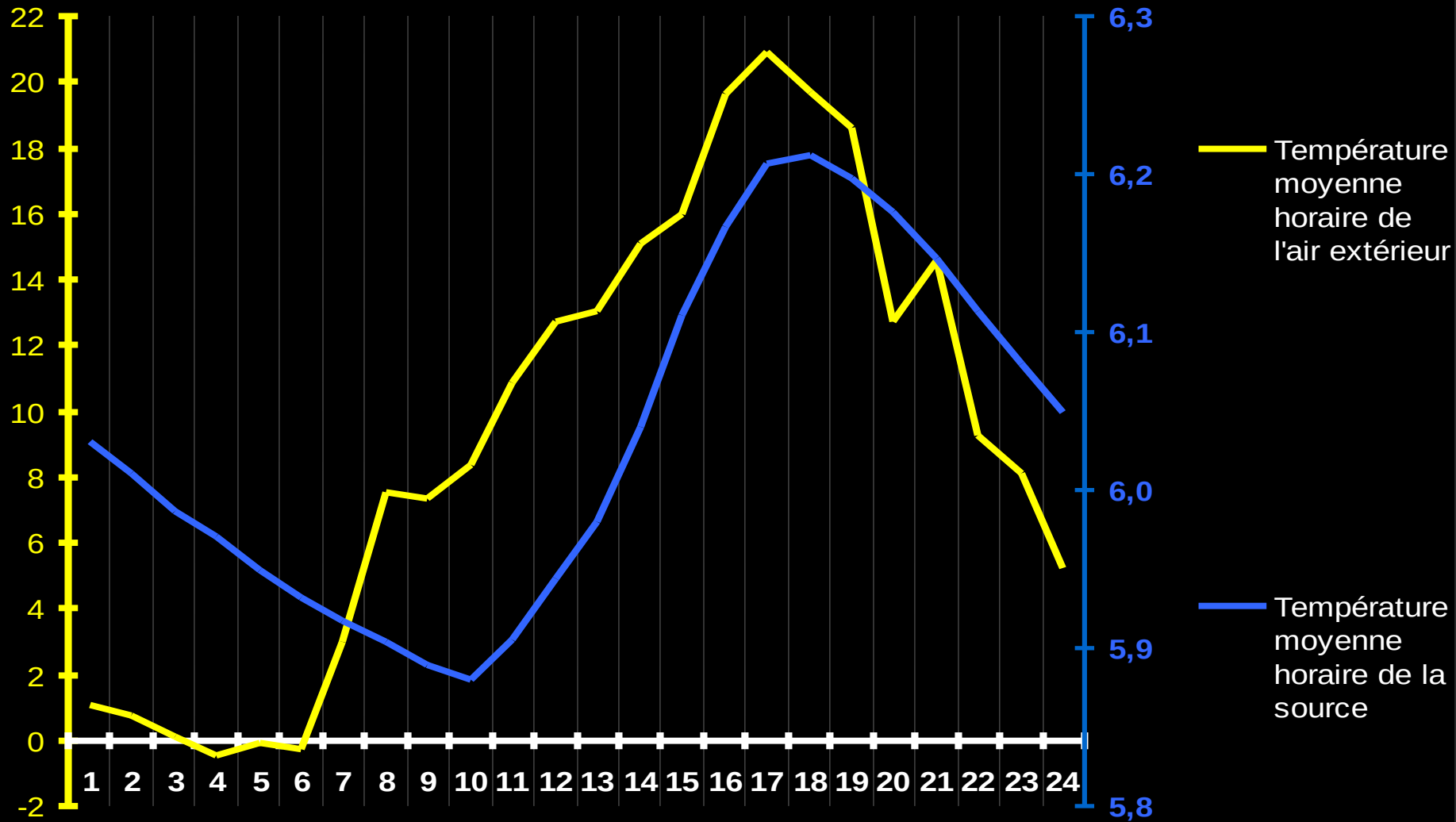


La température de la source n'est pas en relation directe avec le débit...



... Mais est liée au facteur météo-pluviométrique.

Températures de la source moyennées par tranches horaires sur un an

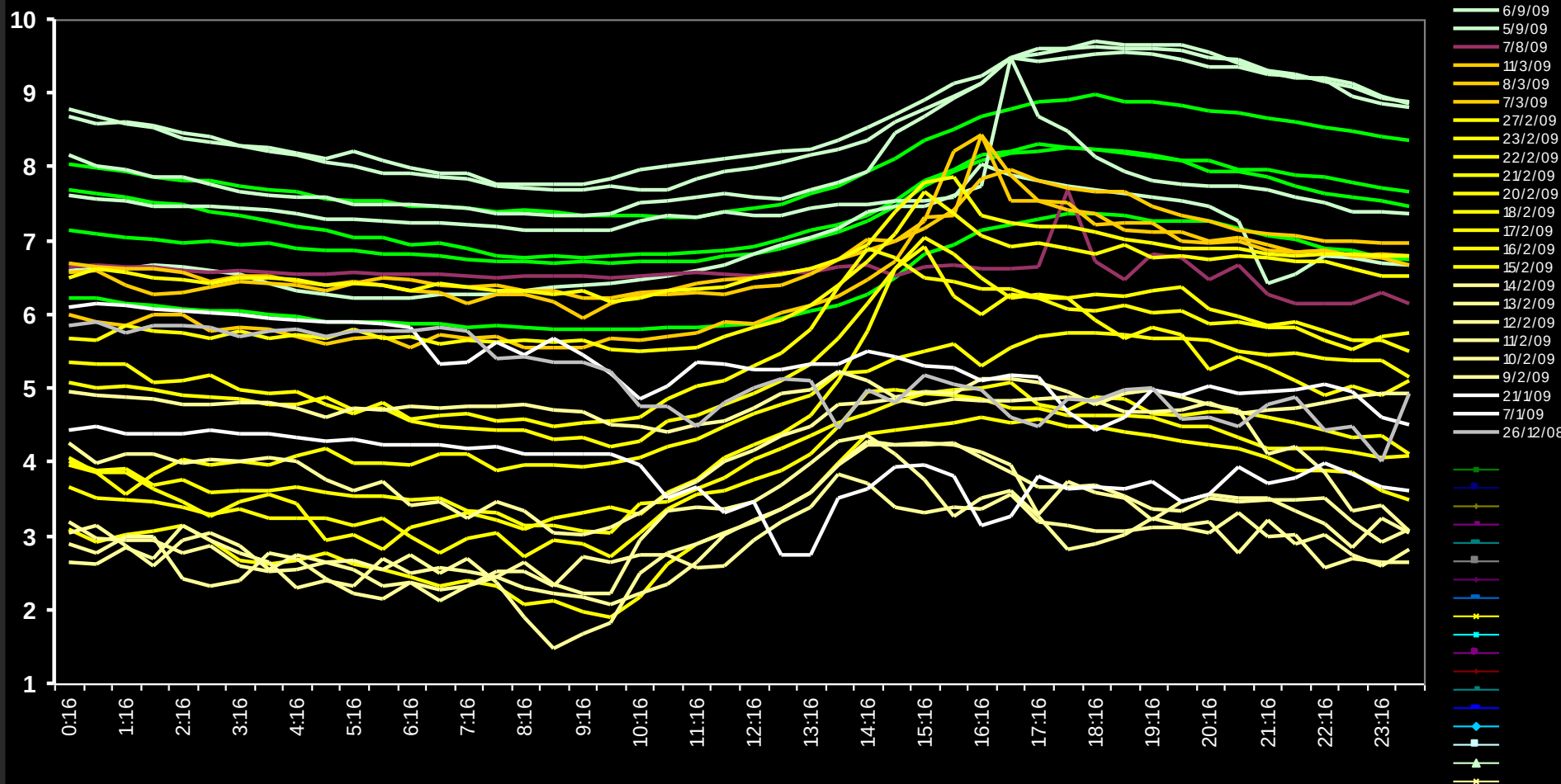


Variations thermiques sur des cycles de 24 h en relation avec l'ensoleillement

***VARIATIONS THERMIQUES
SUR LES CYCLES DE 24 HEURES***

Amplitudes quotidiennes anormales de la température de la source

Anomalies thermiques >1,5°C



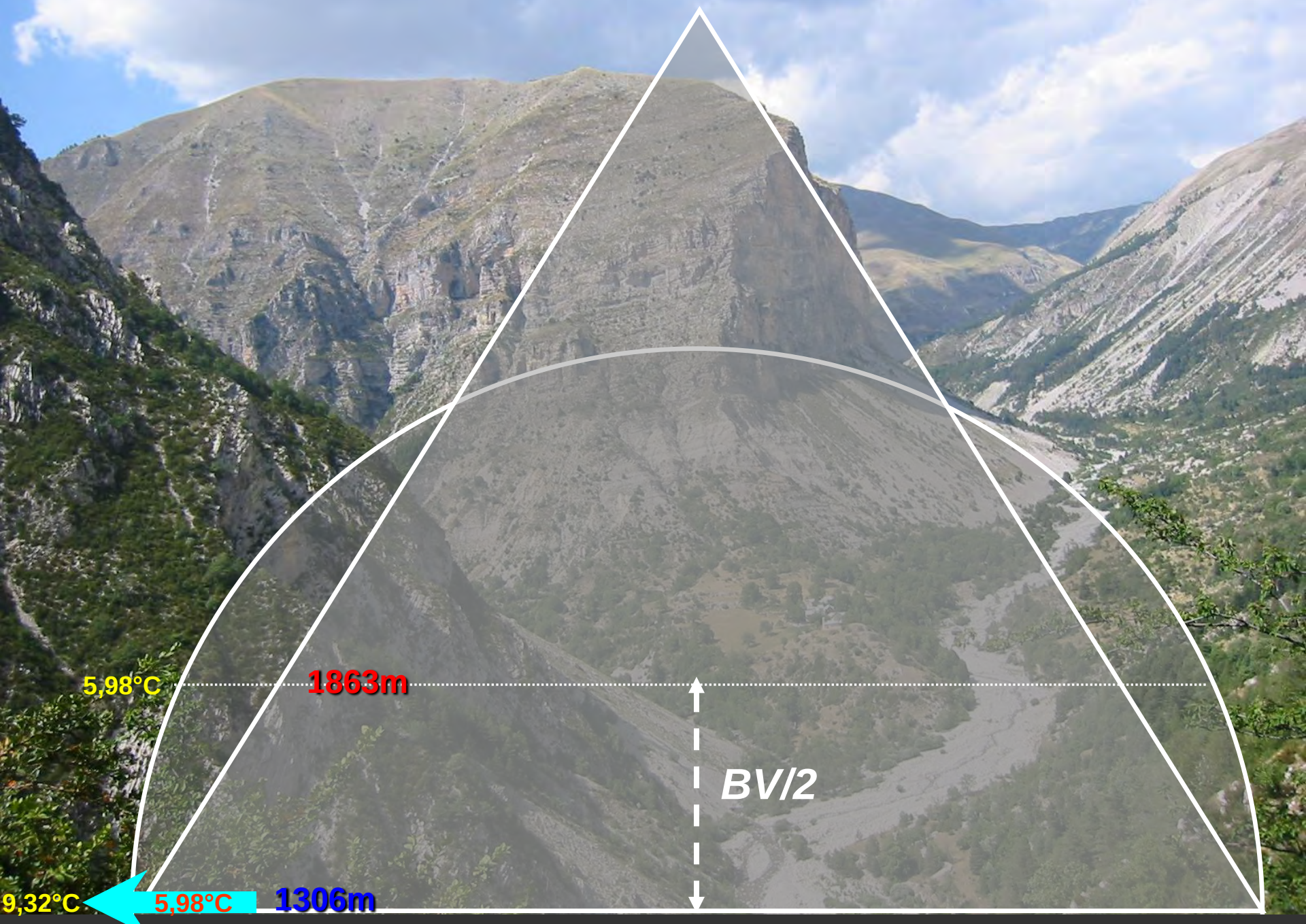
Deux périodes bien déterminées :

- Février

- Septembre-Octobre

***EXTRAPOLATION
DE LA TRANCHE D'ALTITUDES
DU BASSIN D'ALIMENTATION***

EXTRAPOLATION DE LA TRANCHE ALTITUDINALE DU BASSIN D'ALIMENTATION



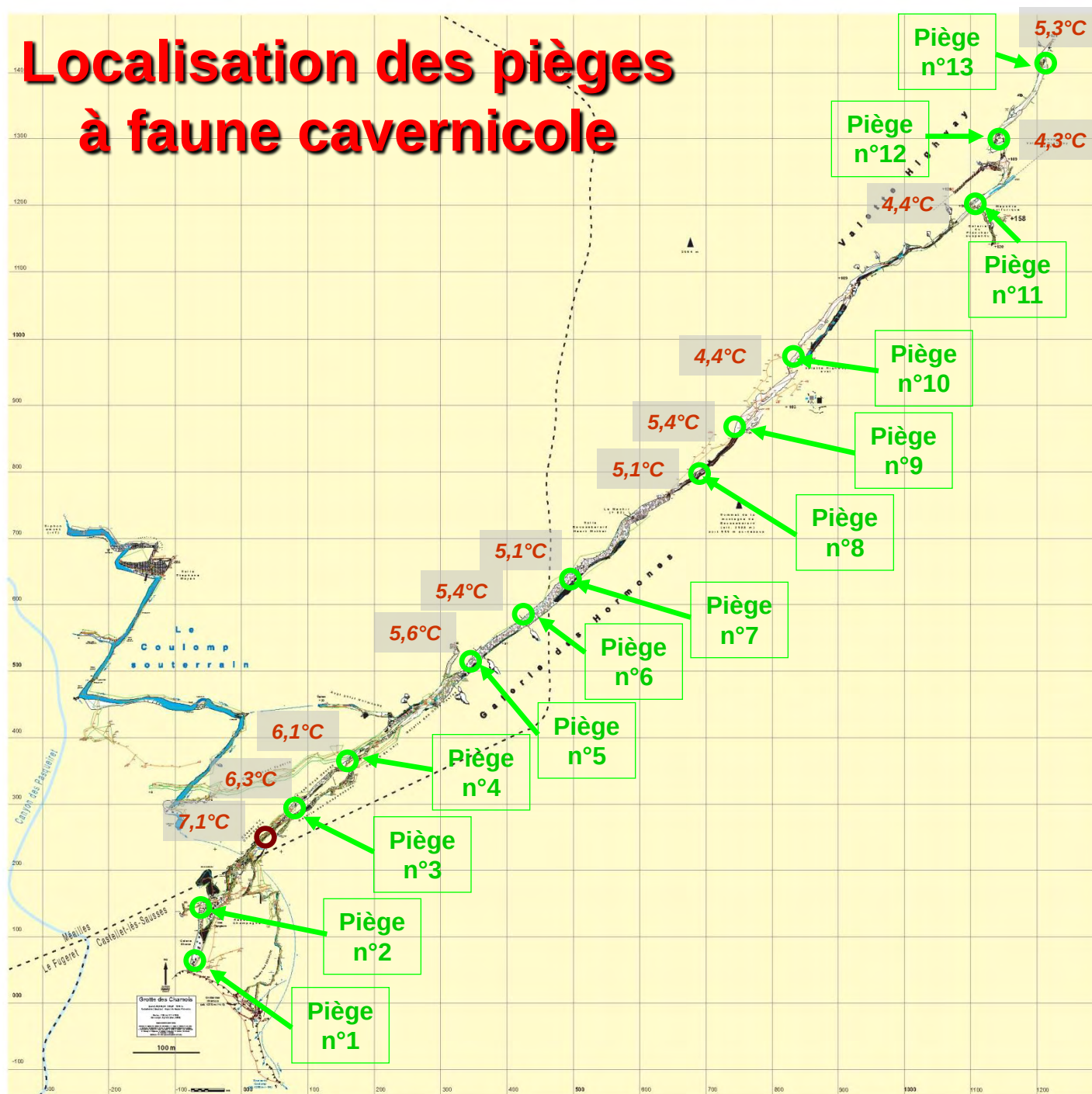
Conclusion :

***l'altitude de la zone supérieure
du bassin d'alimentation de la source
se situe entre 2094 et 3207m***

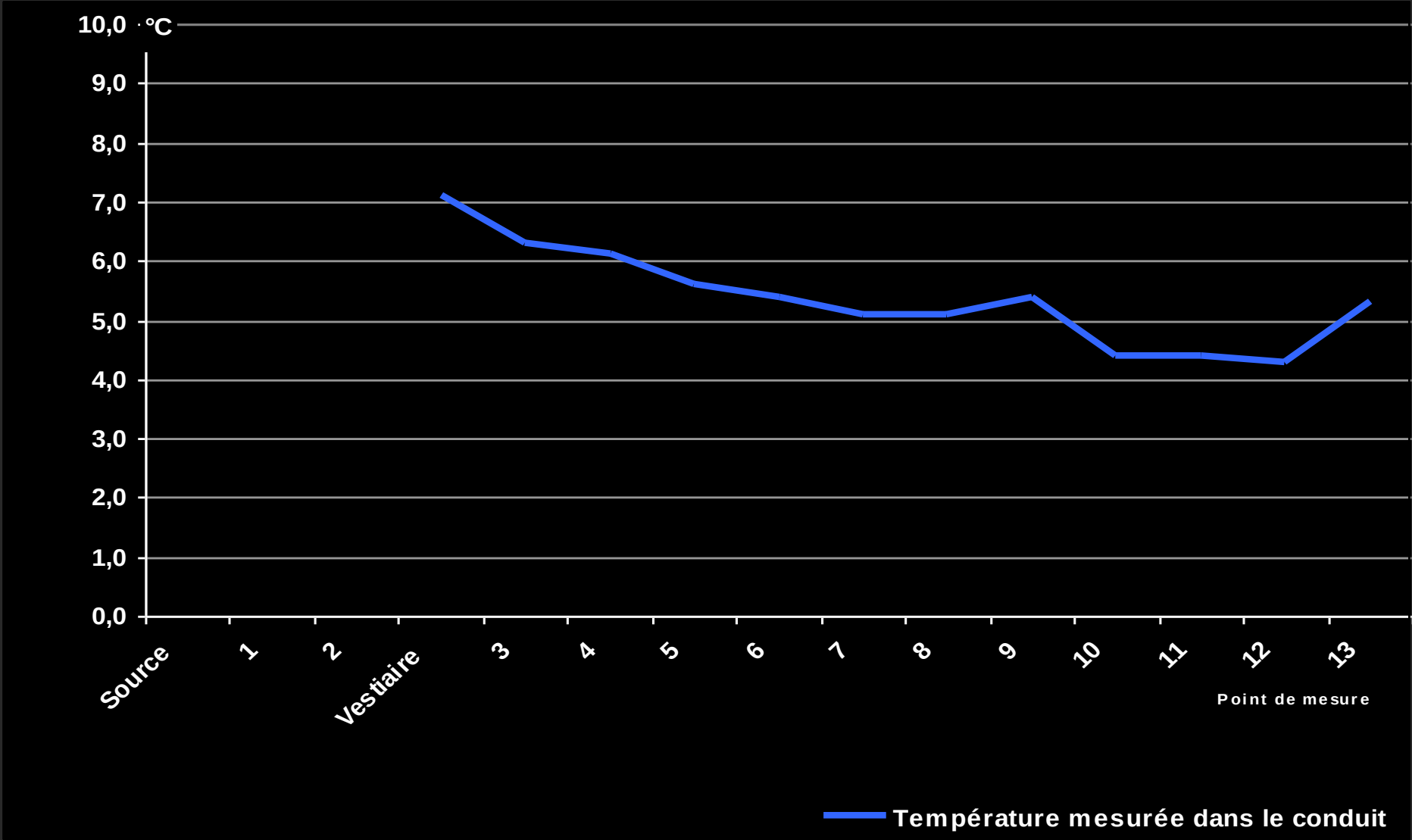
(Sommet du Grand Coyer : 2693m)

LES TEMPÉRATURES DANS LE RESEAU FOSSILE

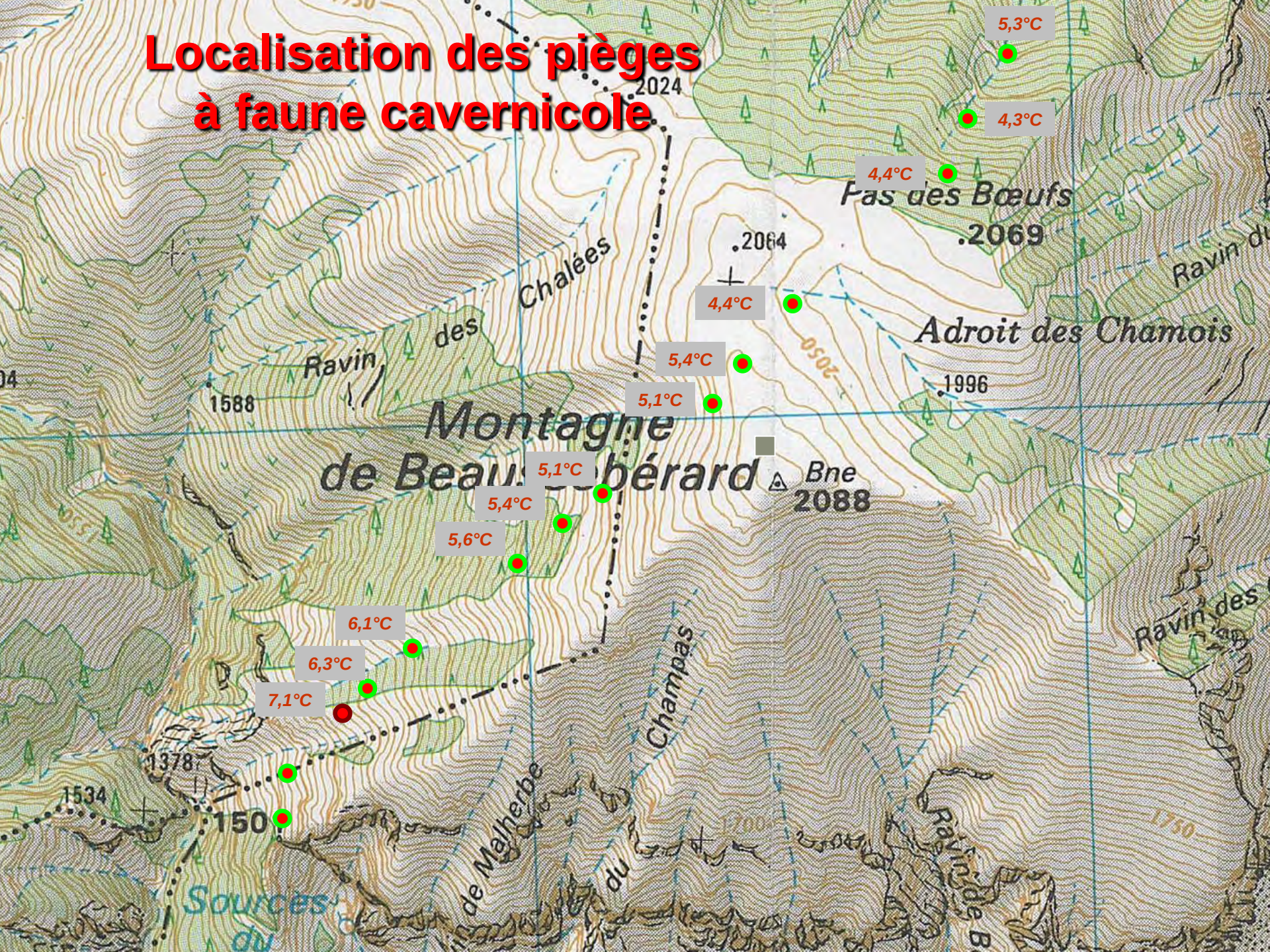
Localisation des pièges à faune cavernicole



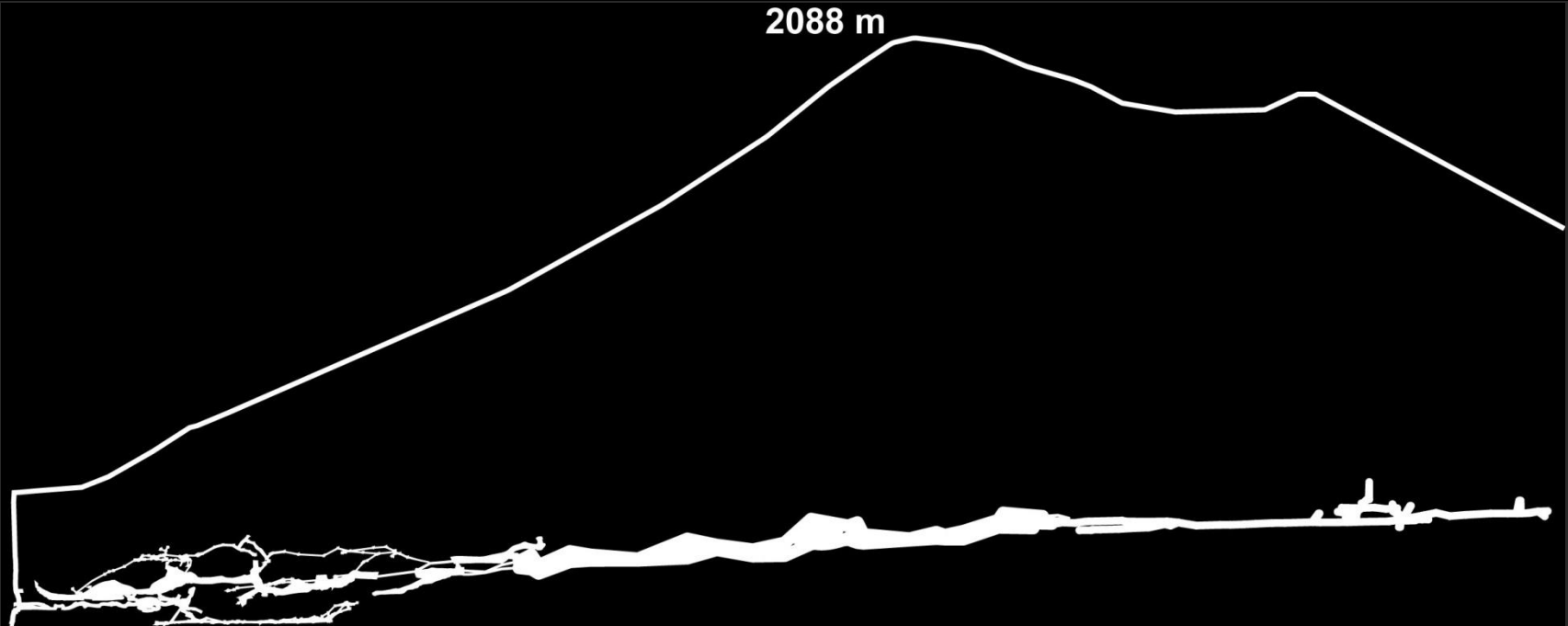
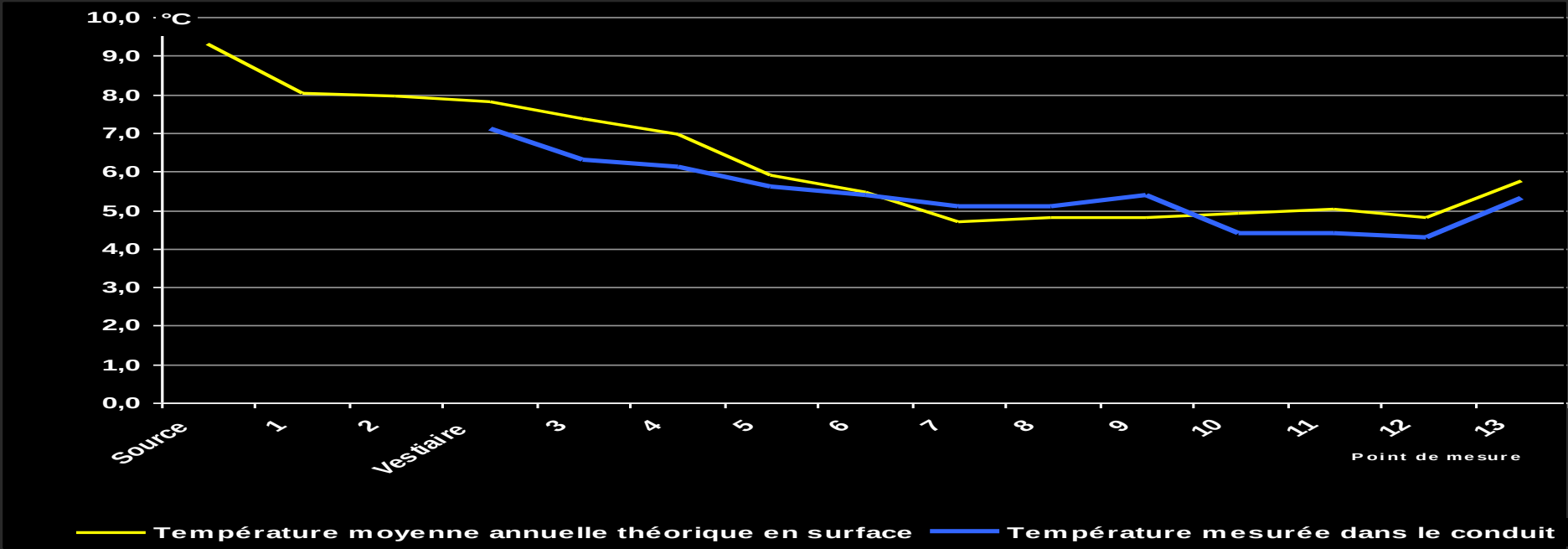
La température de l'air n'est pas constante au long de la galerie fossile



Localisation des pièges à faune cavernicole



La température de l'air dans le réseau fossile est liée à la topographie de surface



LES MISES EN CHARGE À L'INTÉRIEUR DU RESEAU

Emplacement du point de mesure



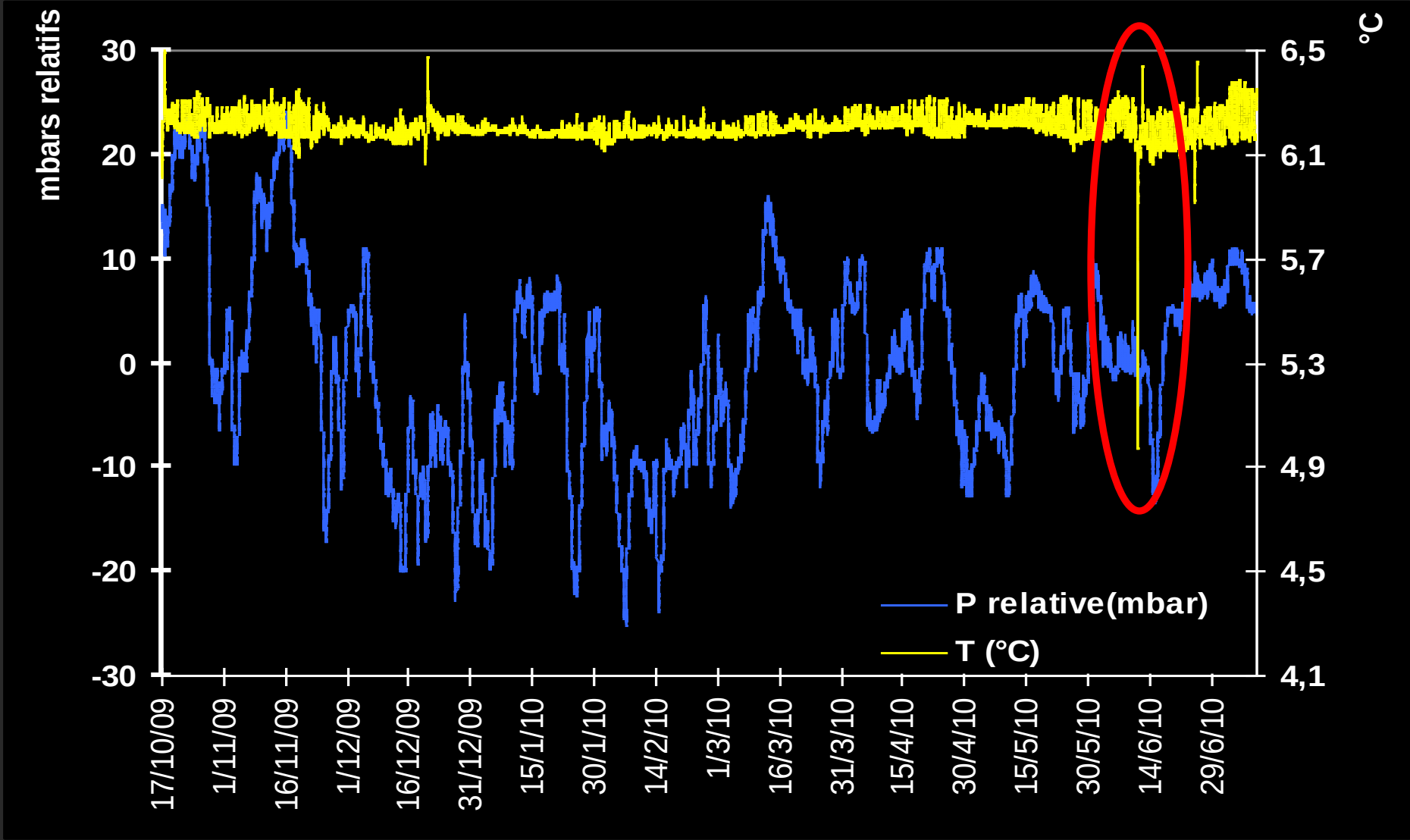
Sonde Reefnet®

*Mesure de la pression [mbar] +
température [°C]*

- *Résolution 100^e*
- *Capacité mémoire 500 000
mesures*
- *Paramétrée pour une mesure
toutes les 1 mn*

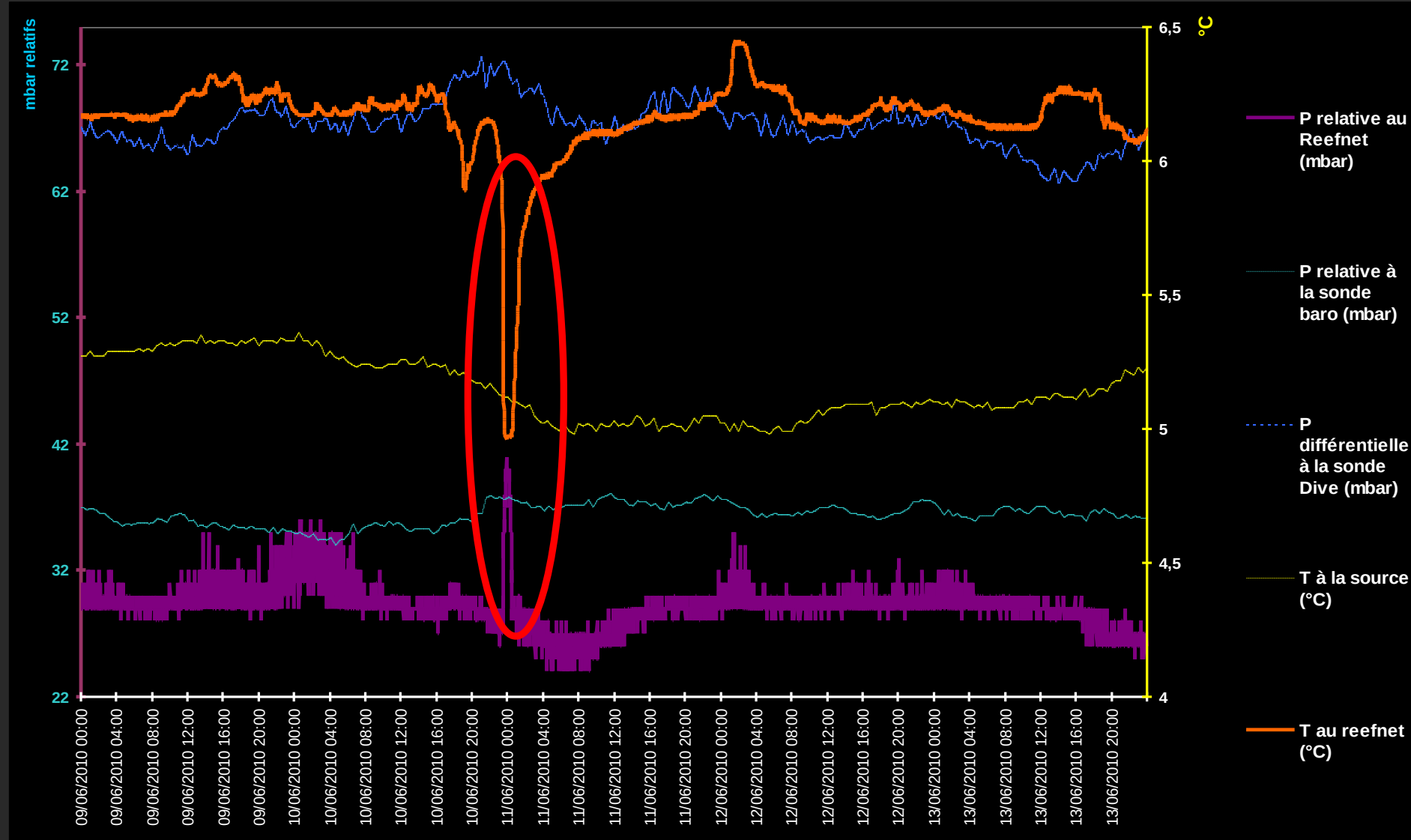


La température de l'air en un point donné dans le réseau fossile est constante...

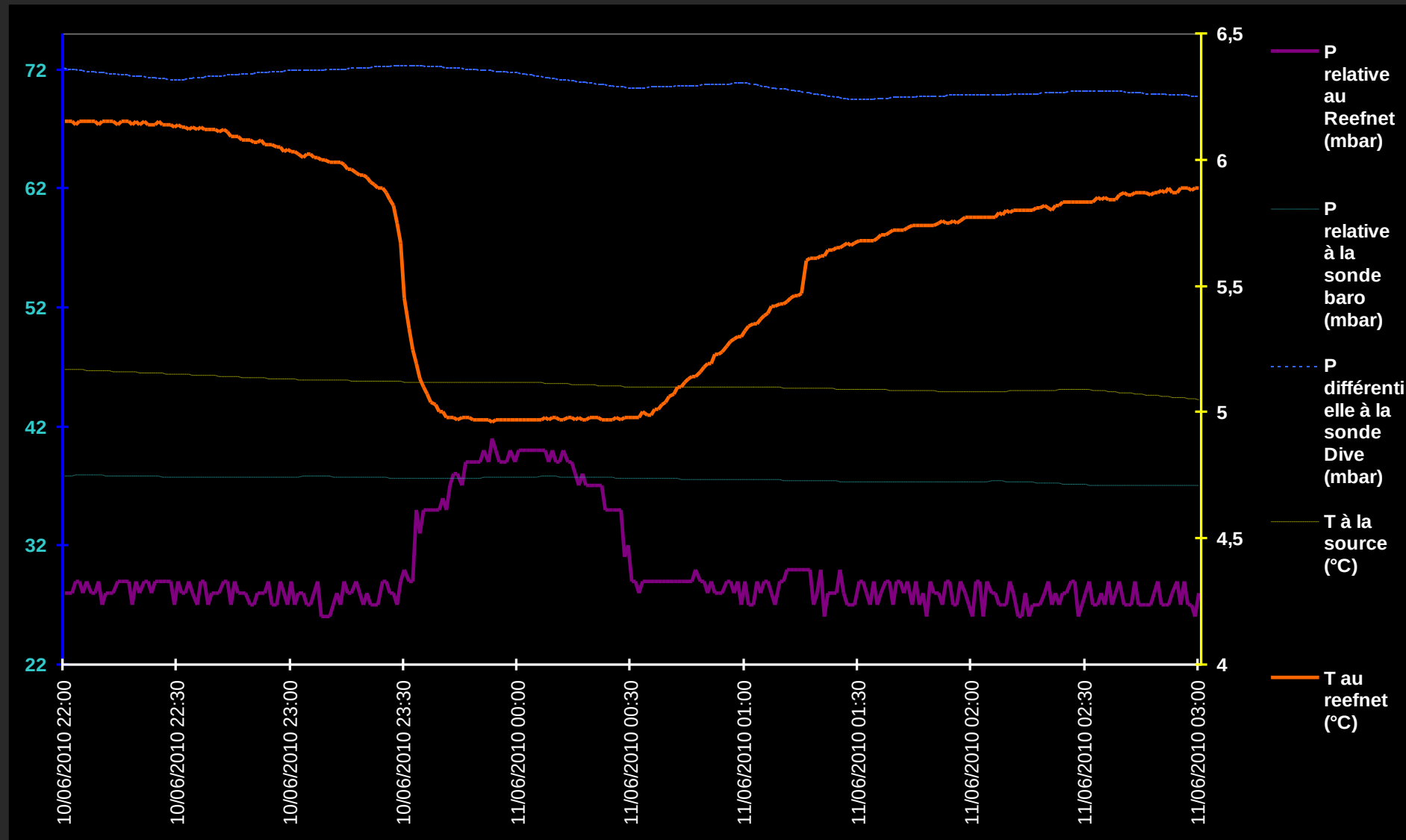


... Sauf exceptions brèves dans le temps.

L'évènement de la nuit du 10 au 11 juin 2010



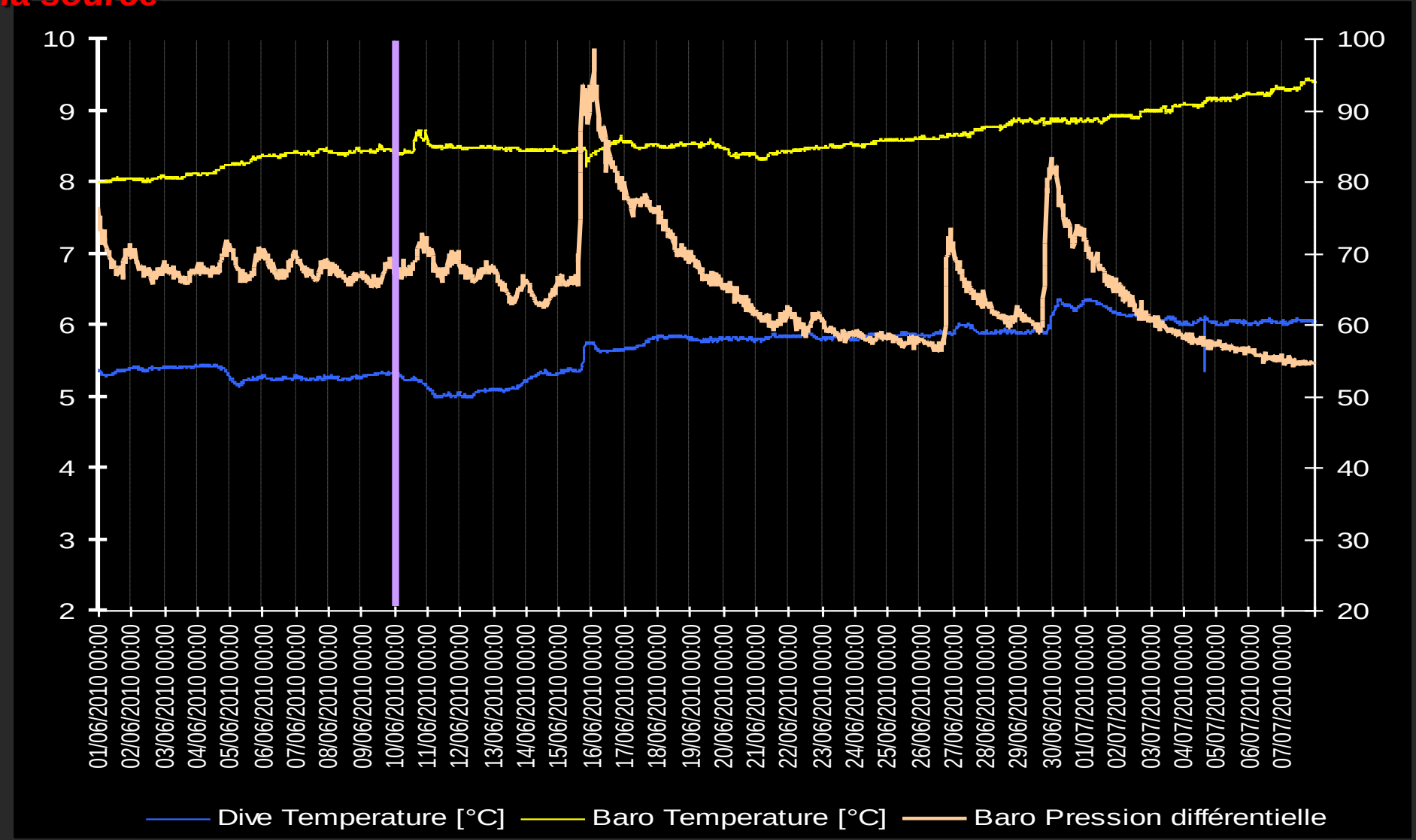
L'événement de la nuit du 10 au 11 juin 2010



Début : 10/06/2010 23:29 ; fin : 11/06/2010 00:30 ; durée : 1:01 ; amplitude : 13 mbars soient environ 13 cm d'eau

=> Mise en charge brève de 20 m !!!

La mise en charge dans le puits K&K ne correspond pas à une crue maximale à la source

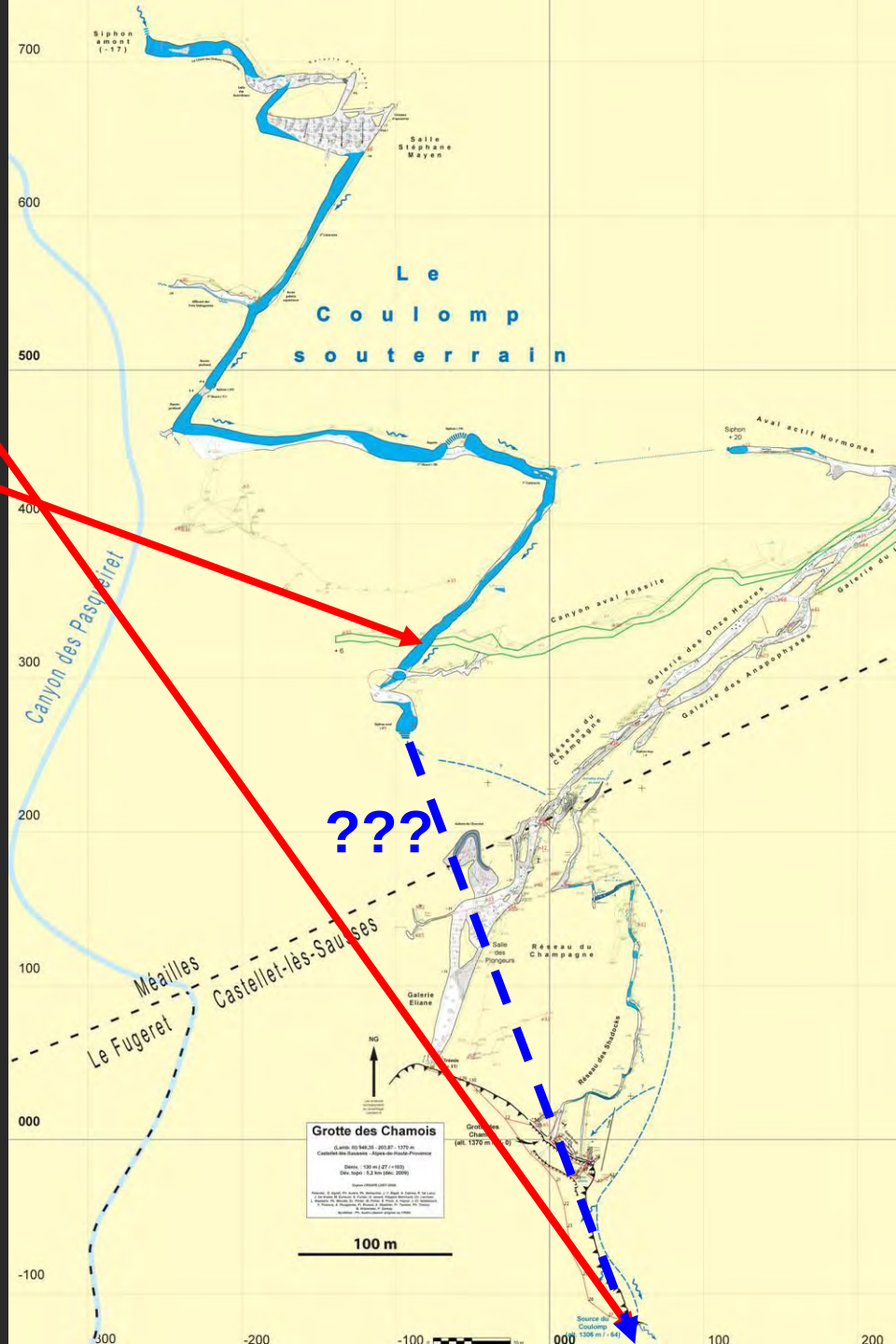


Un indice sur la structure de drainage

Crue ici...

Mais pas de mise en charge là !

**Il existe entre le siphon aval
de la rivière souterraine
et la source
un ou plusieurs affluents
dont le bassin d'alimentation
est indépendant de celui
de la rivière souterraine**



Les projets scientifiques

2010-2011 : des perspectives scientifiques diversifiées

Des traçages ?



2010-2011 : des perspectives scientifiques diversifiées

De nouveaux capteurs ?

- Mesures de débit**
- Turbidité ...**
- Pluviométrie ...**



2010-2011 : des perspectives scientifiques diversifiées

Étude biospéléologique



Duvalius cailloli magnus Giordan & Raffaldi (Carabidae Trechinae)
1989, aven de la Croix, Sospel

2010-2011 : des perspectives scientifiques diversifiées

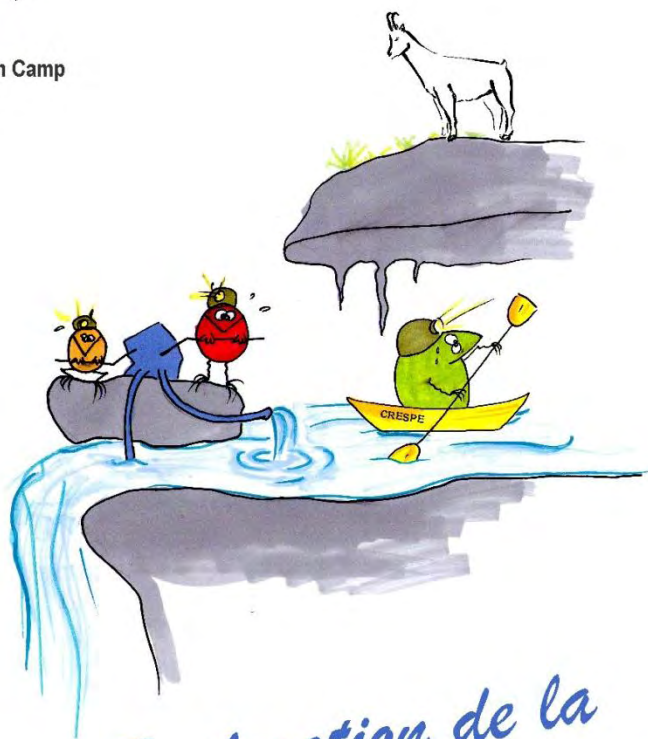
Étude biospéléologique





Camp d'exploration 2010





*Exploration de la
grotte des Chamois*

Camp d'exploration 2010 : séances de travail intensives du 13 au 23 juillet

Allemagne
Autriche
France
Maurice
Slovénie

Topographes
Photographe
Caméraman
Ingénieurs réseaux eaux
Géologues
Biologistes
Géographes
Assistante médicale
Spécialistes
radio-localisation



Castellet-lès-Sausses



annot



Fédération Française
de Spéléologie



Comité départemental
de spéléologie
Alpes-Maritimes



Comité de
spéléologie régional
Côte d'Azur



EXPLOEO



asse-verdon.com



CRÉDIT AGRICOLE
Asse-Verdon



COZZI

Entrevaux
Elec



SOCIÉTÉ
MONÉGASQUE
DES EAUX

SCT
Saint-Cézaire
Technique



BEAL

Scurion™



AVENTURES VERDUN



CEK

Camp d'exploration 2010

Nom	Pays	S10	D11	L12	M13	M14	J15
KOEPPEN Bernhard	Allemagne						
WIELANDER Barbara	Autriche						
FISCHER Ernst	Autriche						
ARFIB Bruno	France						
ARNOULT Ambroise	France						
AUDRA Philippe	France						
BERTOCHIO Philippe	France						
BIGOT Jean-Yves	France						
CHAILLOUX Daniel	France						
FRISON Cathy	France						
GUILLOT Vincent	France						
LEROY José	France						
MADELAINE Eric	France						
MASSELIN Laurent	France						
MAUZET Philippe	France						
NOBECOURT Jean-Claude	France						
RIVAUD Florence	France						
STAEBLER Alain	France						
TESSIER Franck	France						
ECHEVIN Mathias	Mauritius						
PERNE Matija	Slovénie						



21 participants

48 journées exploration spéléo + recherche surface

⇒ 3 km topographie

⇒ 1 km de première



Le rapide est franchi...

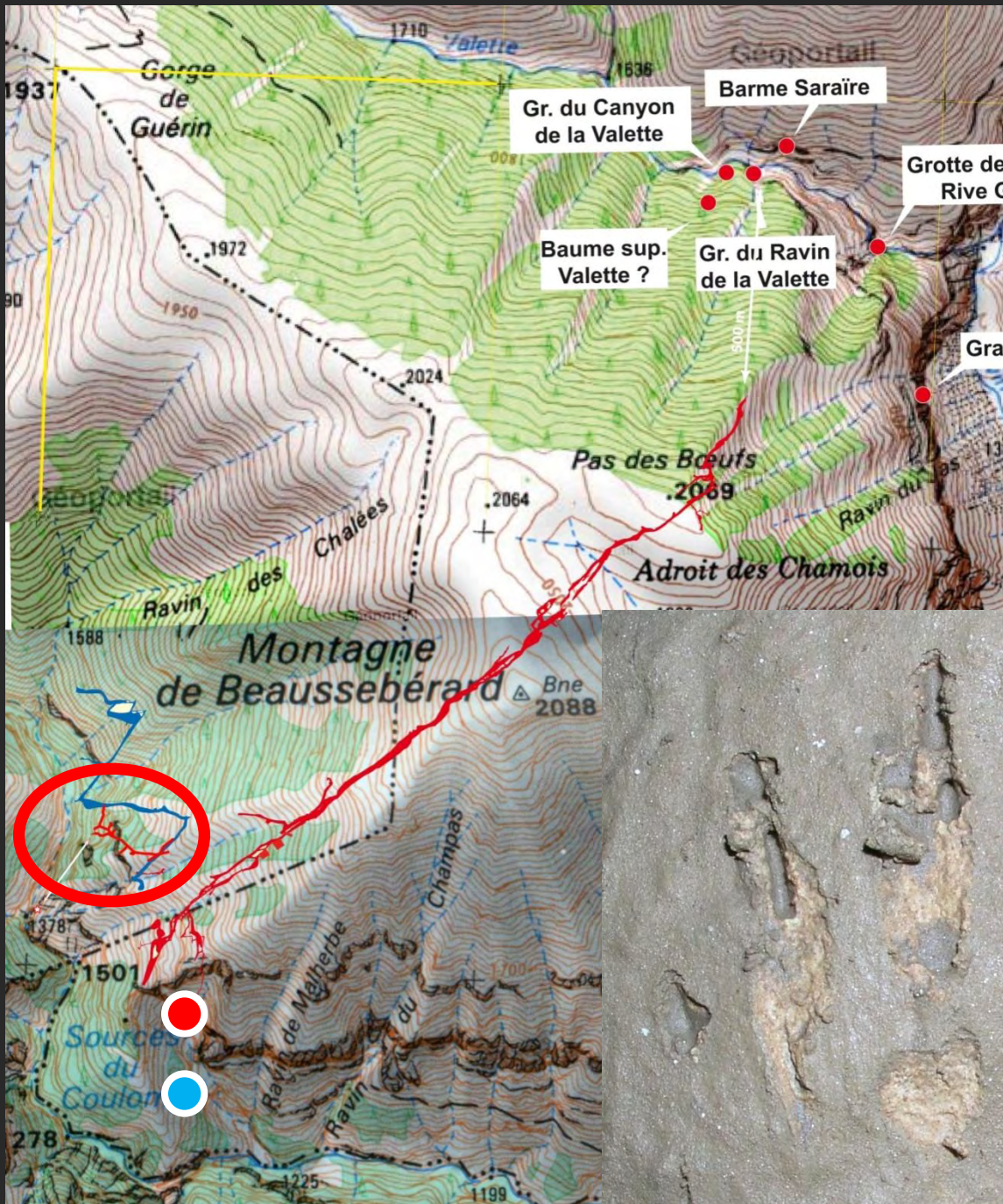








Secteur Pingouins- Pasqueirets



Secteur Pingouins-



Repérage radio

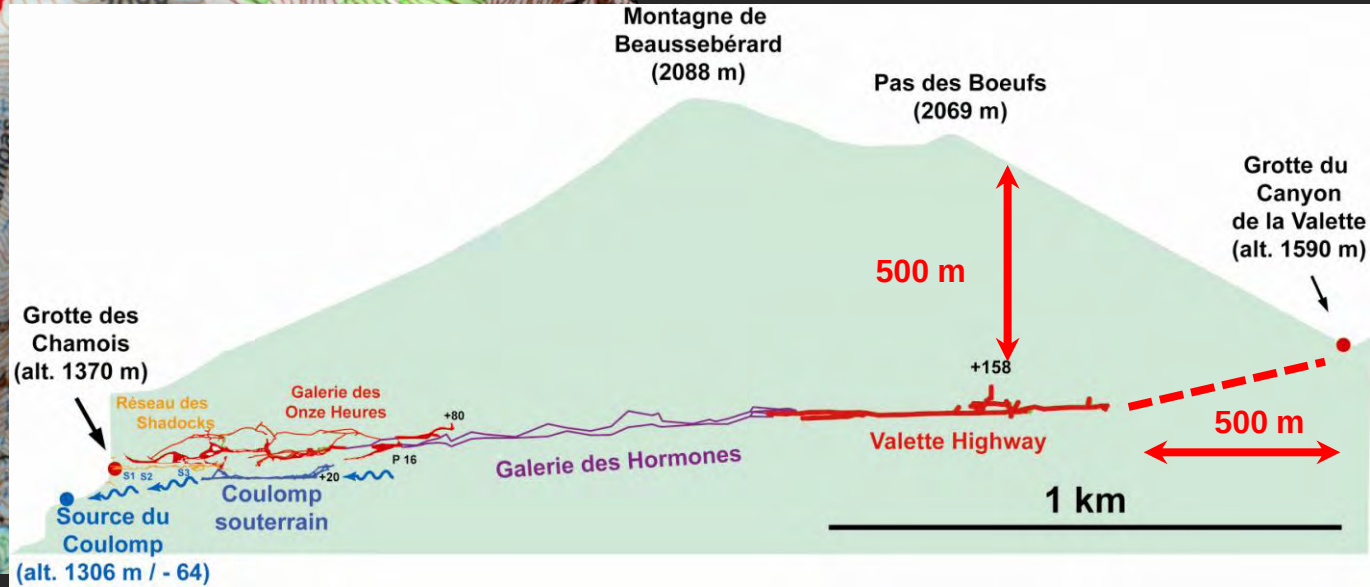


Repérage radio



**Le verrou amont de la galerie des Hormones
est franchi**





**En juillet 2010
la grotte des Chamois
dépasse 8 km !**



RÉSULTATS :

- 8 km de réseau
- La grotte la plus longue des Alpes-de-Haute-Provence
- Des volumes souterrains exceptionnels en PACA
- Une des plus importantes et des plus belles rivières souterraines de France ;
- Plusieurs réseaux dont l'exploration reste à poursuivre
- Le début des études scientifiques ;

L'AVENTURE CONTINUE !

PARTENAIRES



*Municipalité et habitants
de Castellet-lès-Sausses*



S.A. Cozzi – SCREG du sud-est



Crédit Agricole Asse-Verdon



*Fédération Européenne
de Spéléologie*



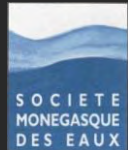
*Fédération Française
de Spéléologie*



*Comité Régional
de Spéléologie*



*Comité Départemental
de Spéléologie des
Alpes-Maritimes*



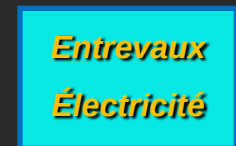
*Société Monégasque
des Eaux*



*Municipalité
d'Annot*



*Municipalité
d'Entrevaux*



*Béal, cordes
techniques*



*Aventure Verticale,
matériel montagne*



*Saint-Cézaire
Technique SARL*



*Sport Ev sports de
montagne, Nice*

Merci de votre attention !



**Jean-Claude
d'ANTONI-NOBÉCOURT**

**Philippe
AUDRA**



