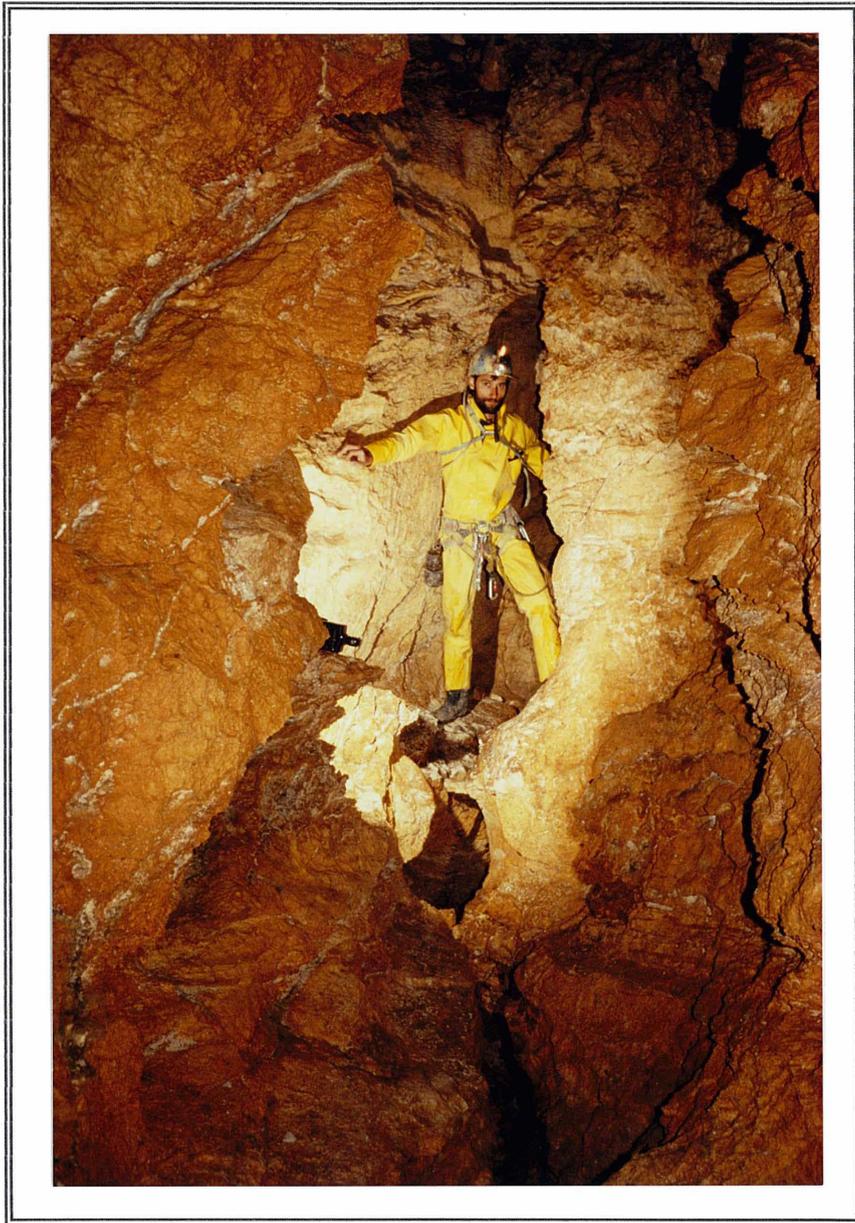


SLOVENIE

-
Août 1997



Expédition spéléologique des Furets jaunes de Seyssins

Sommaire

I - Résumé	2
I - Introduction	3
1 - Bilan des travaux passés	4
2 - Objectifs pour 1997	4
3 - Déroulement de l'expédition de 1997	4
4 - Participants à l'expédition de 1997	4
II - La Ljubljanska jama	5
1 - Localisation	6
2 - Spéléométrie	7
3 - Exploration	8
4 - Description de la branche de - 250 (<i>Glavni rov</i>)	9
5 - Observations sur la cavité	10
6 - Biospéléologie	11
7 - Bibliographie	11
III - Compte-rendu journalier	12
1 - Résumé journalier	13
2 - Compte-rendu détaillé	13
3 - Météorologie	19
IV - Conclusion	20
V - Références documentaires utilisées	22
VI - Publications FJS sur la Slovénie	24
VII - Adresses et contacts	35

Photographie de couverture : méandre dans la Ljubljanska jama, vers -130 (photo. J. Masson).

Synthèse des documents : Ph. Quincieu & Ph. Audra.

Résumé

Pays : Slovénie
Région : Alpes de Kamnik
Club : Les Furets jaunes de Seyssins
Responsable : Quincieu Philippe, 69 rue de la République, 38360 SASSENAGE
Participants : Philippe Audra, Jacques Masson, Philippe Quincieu
Dates : Août

Entre les bobos pour les uns et le pouponing pour les autres, l'édition "Slovénie 97" s'est faite à équipe réduite. Mais ce handicap ne nous a pas empêché d'atteindre notre objectif, reprendre la Ljubljanska jama, cavité ouverte par des spéléos slovènes de Kamnik et Ljubljana dans les années 70.

La Ljubljanska jama se situe sur le massif du Grintovec (30 km au nord de Ljubljana), sous le sommet du Kogel, avec l'entrée sur la face sud-sud-est à 1790 m d'altitude, dans les calcaires du Trias (position géographique : 14° 34.1', 46° 21.3'). Profonde de 260 m, sa situation proche du Brezno pod Koglom (trou FJS découvert en 96) et ses nombreux points d'interrogation (notamment au terminus) nous incitaient à la reprendre pour achever notre travail sur ce massif.

La cavité se divise en 2 branches : une dite fossile qui s'enfonce dans le massif et la seconde que nous avons explorée, qui se développe en suivant la faille présente à l'entrée. Tout le rééquipement du trou s'imposait ainsi que le curage des têtes de puits. Le terminus est une fissure impénétrable avec courant d'air. En confrontant nos résultats avec les informations de 2 spéléos du club de Kamnik, nous avons décidé d'abandonner le trou et donc cette zone sans même explorer l'autre branche. La description qui nous a été faite de cette dernière étant peu réjouissante, pour une faible chance de réussite.

Les 4 jours qui nous restaient ont été consacrés à la recherche d'une zone de prospection sur le massif du Kanin. Nous avons commencé à fouiller le pied des barres rocheuses situées à 500 m à l'est du Mali Babanski Skedenj à 1500 m d'altitude. Rien d'extraordinaire n'a été découvert, mais cette zone reste intéressante. La Mala Boka, émergence de trop-plein de la Boka, qui s'ouvre dans la vallée vers 400m d'altitude, offre un potentiel de plus de 1000 m.

Nous avons aussi rencontré les Italiens de Catane qui travaillent sur les zones alentours.

De retour en France, des ossements de chauves-souris issus de la Ljubljanska jama ont été transmis à un spécialiste pour analyse et étude de type.

Conclusion

Par l'exploration de la Ljubljanska jama, nous clôturons les travaux sur le massif du Grintovec. Une synthèse des 3 années sera sûrement publiée. Quant à l'avenir, nous avons mis un pied sur le Kanin et nous espérons y avoir plus de chance.

I - Introduction

I - Introduction

1 - Bilan des travaux passés

Il s'agit de la troisième expédition des Furets jaunes de Seyssins en Slovénie.

La première en 1995 avait pour but de reconnaître le pays à la recherche d'une zone de prospection favorable. A son issue, nous nous sommes arrêtés sur le secteur du Grintovec (Alpes de Kamnik), qui nous semblait intéressant pour les raisons suivantes : potentiel supérieur à 1000 m de dénivellation, secteur pratiquement vierge, présence de nombreuses entrées. En une semaine, 150 cavités étaient reconnues, mais ne dépassant malheureusement pas quelques dizaines de mètres de profondeur.

En 1996, la poursuite de la prospection nous donne rapidement accès au brezno pod Koglom, où nous atteignons la profondeur de 191 m. Le puissant courant d'air nous aiguille en direction de la Ljubljanska jama, située juste en-dessous. Une tentative de traçage dans cette cavité n'a pas donné de résultat.

2 - Objectifs pour 1997

Les prospections passées nous avaient laissé sur notre faim. En fait, la plupart des cavités sont colmatées par la neige ou les blocs, ou se terminent sur des fissures à faible profondeur. Les responsables principaux semblent être l'intense fracturation du secteur et les moraines qui colmatent trop souvent les orifices. La Ljubljanska jama, cavité explorée par les slovènes dans les années 70, semblait un objectif séduisant, à condition que nous puissions rapidement dépasser le terminus. Dans le cas contraire, il semblait acquis que rien ne nous retiendrait sur ce massif.

3 - Déroulement de l'expédition de 1997

Une dizaine de jours a été consacrée à l'exploration de la Ljubljanska jama. Pour limiter les trajets, nous avons installé un bivouac à l'entrée. La reprise de l'équipement nous a pris beaucoup de temps. Tous les amarrages étaient à installer comme en première, de plus la configuration inclinée du méandre consumma énormément de matériel, tant en cordes qu'en amarrages. Finalement, l'ancien terminus ne fut pas dépassé, car il s'agissait d'une fissure réellement impénétrable. Une discussion avec des spéléologues de Kamnik nous convainquit rapidement que le reste du réseau n'était guère plus encourageant. Nous avons finalement tout déséquipé, sans voir le réseau du point bas. Vu le peu de participants (3 personnes), les portages furent particulièrement lourds et fréquents. La zone fut donc abandonnée.

Une reconnaissance sur le mont Kanin effectuée l'année dernière nous avait laissé envisager la possibilité de repli sur ce massif. Nous avons mis à profit les jours restant pour améliorer notre connaissance du secteur : repérage des émergences (mala Boka et velika Boka), parcours du terrain dans le secteur du Belo Celó, prise de contact avec les explorateurs italiens et slovènes de ce secteur.

4 - Participants à l'expédition de 1997

Philippe AUDRA (Phil),
17 rue Saint-Jacques
83440 FAYENCE
04 94 84 14 10.

Jacques MASSON (Jacquot)
29 avenue du 8 mai 1945
38400 SAINT-MARTIN-D'HERES
04 76 24 30 81.

Philippe QUINCIEU (Quinquin)
69 rue de la République
38360 SASSENAGÉ
04 76 27 16 79.

II - La Ljubljanska jama

II - La Ljubljanska jama

I - Localisation

X = 466,36 - Y = 134,43 - Z = 1790 ; Kamnik.
(ou bien 14° 34,1' W - 46° 21,3' N).
Pointée sur la carte "Grintovci", 1/25 000.

La grotte se situe dans le massif du Grintovec (fig. 1, 2), Alpes de Kamnik, à 1790 m d'altitude, au pied d'une barre tombant du sommet du Kogel (2 100 m). Le porche est visible de la vallée.

De la source de Kamniska Bistrica, suivre la piste jusqu'au départ du monte-charge du refuge de Cojzova Koca. De là, un sentier en lacet bien tracé monte au veliki Podi, en passant par le mali Hudi. Arrivé au pied de la barre du Kogel, le sentier se poursuit dans les vires pour rejoindre le veliki Podi. Laisser le sentier et suivre les traces longeant le pied de la barre jusqu'au porche. L'entrée est située au sommet de la pente, à l'intérieur du vaste porche. Montée de 900 m de dénivelée, durée 1 h à vide, 1 h 45 avec une charge.

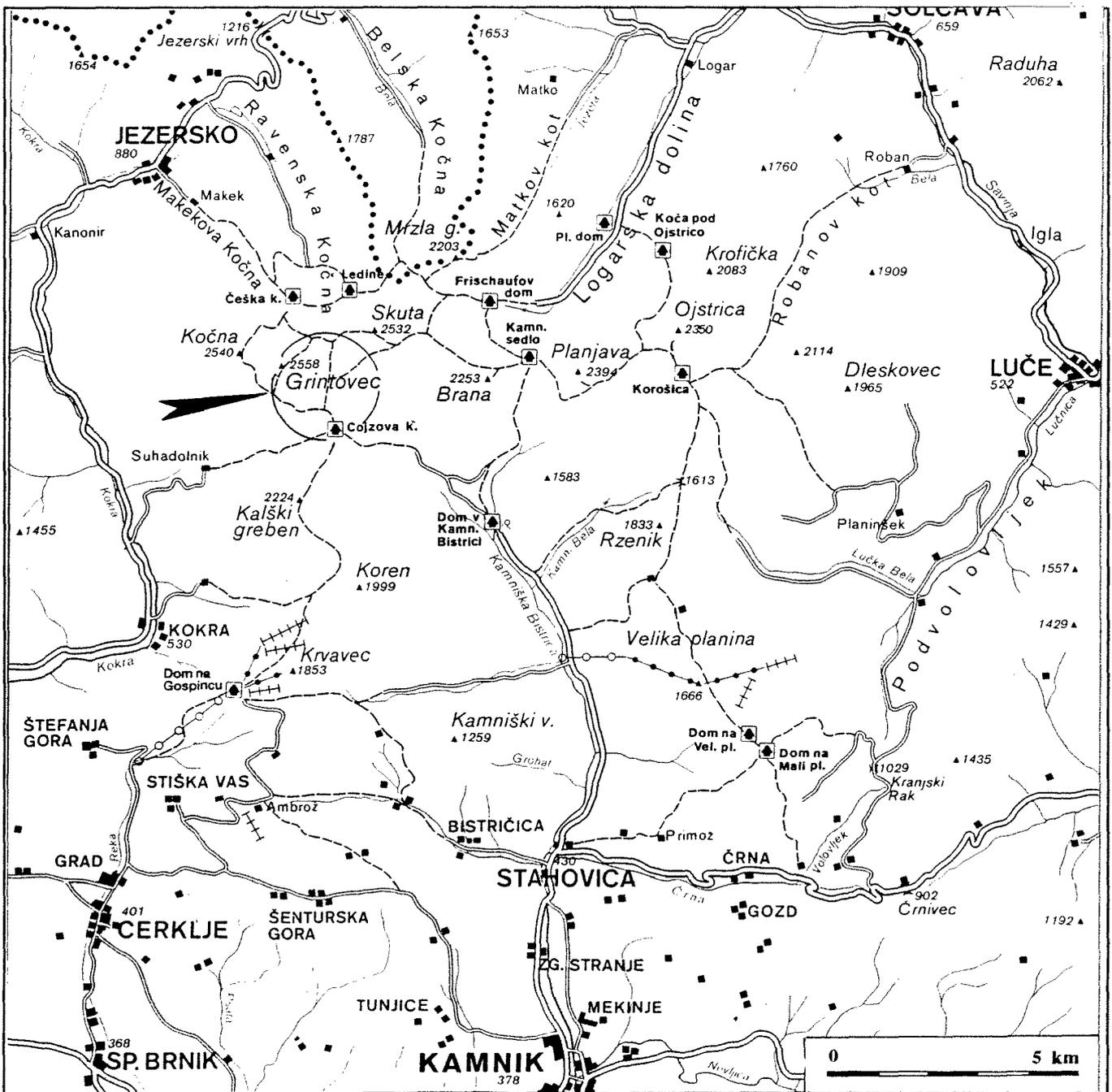


Figure 1 : localisation du massif du Grintovec, Alpes de Kamnik (carte au 1/25 000, "Grintovci").

2 - Spéléométrie

Profondeur: - 260 m (parfois cotée -310, mais avec une origine à l'extrémité de la galerie supérieure qui s'ouvre au sommet du porche !).
Développement : 1 120 m.

3 - Exploration

Découverte en 1967, la *Ljubljanska jama* (grotte de Ljubljana) est explorée de 1970 à 1972 par le *Drustvo za raziskovanje jam Ljubljana - DZRJI* (Société pour la recherche des grottes de Ljubljana). Cotée alors à 310 m de profondeur, c'était la dixième plus profonde cavité de Yougoslavie (KRIVIC 1972, 1973). Les techniques employées étaient l'amarrage unique sur piton en sommet de série de puits et la descente sur corde de chanvre de gros diamètre. Certains passages ont été élargis à l'explosif. Plusieurs visites par différents groupes (Anglais, club de Kamnik...) n'ont pas apporté d'éléments nouveaux.

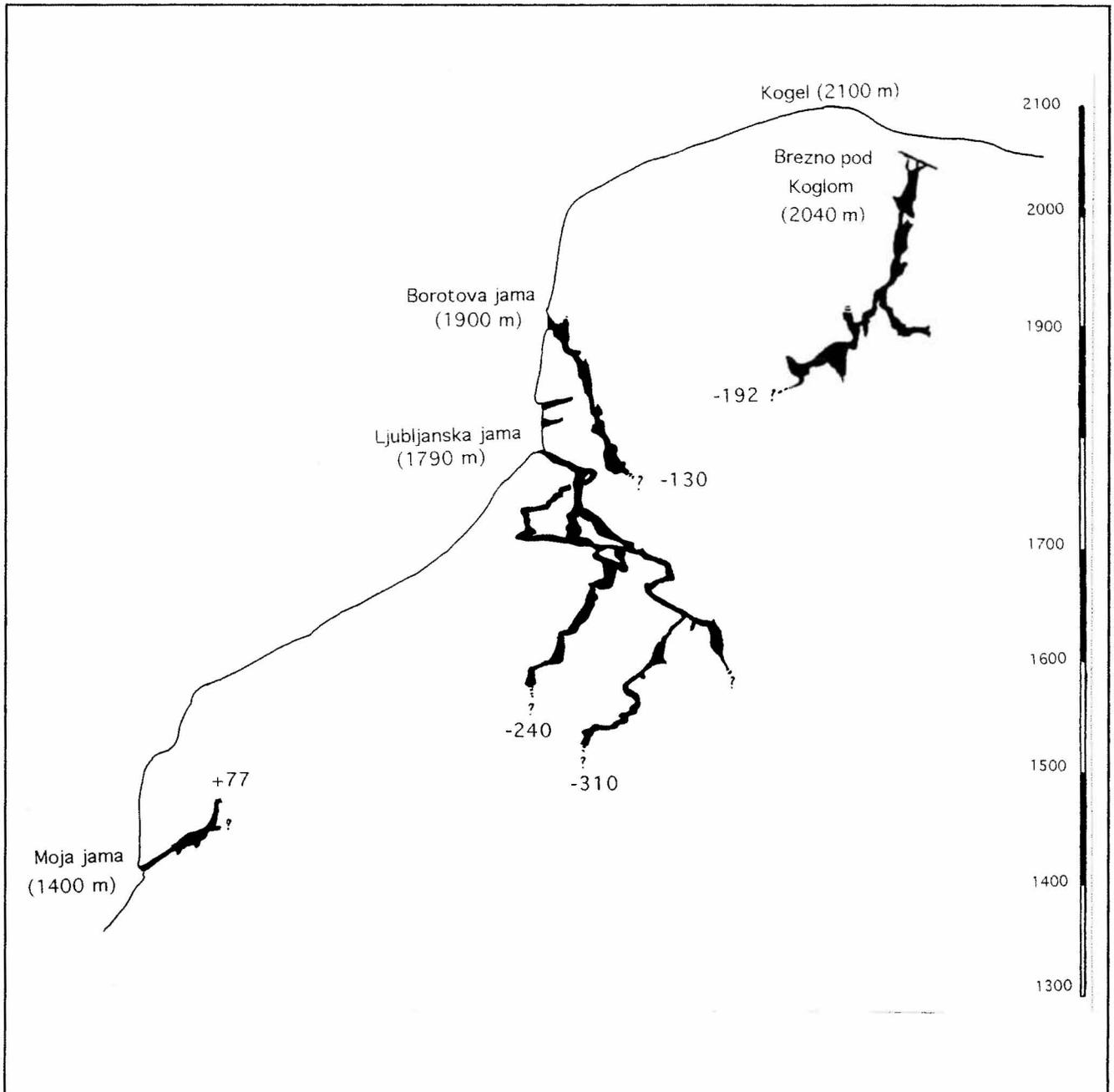


Figure 3 : report des différentes cavités du secteur du Kogel.

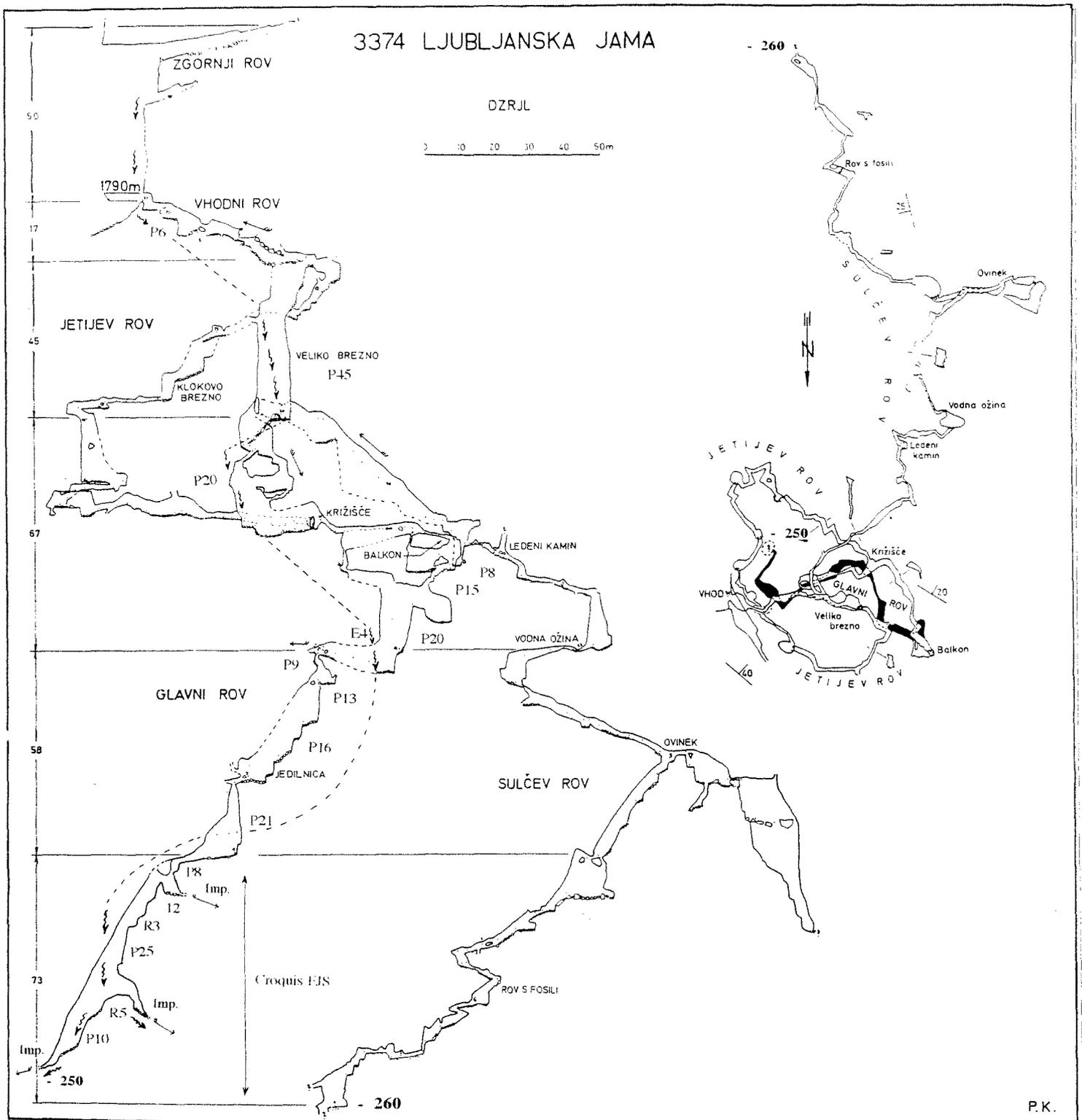


Figure 4 : topographie de la Ljubljanska jama (d'après KRIVIC 1973, complétée).

**4 - Description de la branche de -250
(Glavni rov)**

Le porche d'entrée se présente selon une salle triangulaire d'environ 2,5 x 4 m. Nous l'avons aménagé pour le bivouac, mais les gouttières nécessitent l'installation d'une bâche. Un point d'eau providentiel se trouve juste à côté. Malheureusement, cet endroit sert également de poubelle aux grimpeurs des voies du Kogel, et nous avons dû descendre plusieurs dizaines de kilos d'ordure pour être au propre.

La galerie d'entrée (Vhodni rov) débute par un P6 (voir figure 5 pour l'équipement). La suite est assez confortable, le cheminement s'effectue au plafond, au-dessus d'un surcreusement donnant directement dans le Grand Puits de 45 m (Veliko brezno). En face part la branche Jetij (Jetijev rov), méandre étroit entrecoupé de puits qui rejoint l'itinéraire 80 m plus bas.

Le P45 a été "nettoyé" des tas de blocs qui encombraient son départ, mais il en reste suffisamment pour justifier un passage des équipiers un à un. Une pente ébouluse mène à

la bifurcation principale. En hauteur à droite part la branche Sulc (*Sulcev rov*) accédant au point bas de la cavité.

La branche principale (*Glavni rov*), se poursuit en-dessous. La suite logique du méandre étant très étroite, il faut descendre dans le boyau sous la trémie (peu stable) pour accéder au P20. En bas, on débouche au Croisement (*Krizisce*), point d'arrivée de la branche Jetij. S'ensuit un tube de taille modérée qui après une dalle caractéristique se jette dans le puits du Balcon (*Balkon*). Il faut ensuite suivre la paroi en rive gauche et s'insinuer entre les blocs pour accéder au P15, immédiatement suivi du P20. La cavité prend de belles proportions, mises en valeur par une roche propre et sèche. Une petite escalade (E4) et un court méandre conduisent à la série de puits suivante, en marches d'escalier (P9, P13, P16).

A partir de là, les rétrécissements apparaissent. Le départ du P21 suivant est défendu par une étroiture verticale et il est suivi par un méandre étroit, long d'une vingtaine de mètres et garni de choux-fleurs. A l'extrémité, une étroiture verticale agrandie donne sur un P8, suivi par un P12 partant d'une lucarne à droite. Un nouveau méandre, court mais bien étroit, mène à un R3 suivi d'un P25. La base, arrosée, se termine sur un méandre impénétrable. La suite est sur le palier à 5 m du fond, d'où partent un R5 suivi par un P10, également arrosés. Juste après le virage, le méandre devient définitivement impénétrable, à - 250 m.

D'après nos renseignements, la branche du fond (- 260 m) serait également composée de méandres "très étroits", avec le passage d'un point bas rempli d'eau (*Vodni ozina*)...

Obstacle	Corde	Amarrages	Observations
Galerie d'entrée (<i>Vhodni rov</i>)			
P6	15 m	AN + 2 s	Facultatif
P45 (<i>Veliko brezno</i>)	60 m	2 p + 8 s	Chute de blocs
Branche principale (<i>Glavni rov</i>)			
P20	25 m	5 s	Chute de blocs
P8 (<i>Balkon</i>)	11 m	1 p + 2 s + 1 dev/AN	
P15	23 m	4 s	
P20	34 m	1 s + 1 p + 1 dev/s	
E4	8 m	2 s	Facultatif
P9	70 m	AN + 3 s	
P13		2 s	
P16		AN + 4 s + 1 dev/s	
P21	25 m	AN + 2 s	Etr. verticale
P8	11 m	AN + 1 s	Etr. verticale
P12	15 m	2 s	
R3 + P25	35 m	p + AN + 3 s	
R5 + P10	22 m	AN + 2 s + 1 dev/p	

Figure 5 : fiche d'équipement (s = spit ; AN = amarrage naturel ; p = piton ; dev = déviation).

5 - Observations sur la cavité

• Géologie

Le secteur est composé des calcaires du Trias supérieur (*Dachsteinkalk*), très épais. Certains niveaux sont massifs, d'autres en bancs décimétriques, avec parfois des lits de silex, comme à l'entrée.

Le pendage est généralement fort : à l'entrée 20 à 40 ° incliné vers le SO, dans la branche Sulc 25° incliné vers l'E (indiqué sur la topographie, fig. 4)

Du fait du contexte de nappes de charriage, la fracturation est très dense. La présence du versant en décompression les a fait rejouer en extension.

• Spéléogénèse et sédiments

Il s'agit d'une ancienne cavité éventrée par le recul de la paroi du Kogel. La galerie perchée au sommet du porche d'entrée (*Zgornji rov*) en constituait l'amont. Elle s'est développée en régime vadose (puits et méandres) en utilisant le dense réseau de fractures, en fonction d'un niveau de base situé bien en-dessous. Elle est donc postérieure aux systèmes horizontaux démantelés du veliki Podi qui pourraient dater quant à eux au plus tard du Miocène (AUDRA 1996).

La décompression généralisée du versant, qui peut avoir plusieurs origines (mouvements gravitaires éventuellement accentués par des retraits glaciaires ou des séismes), est responsable de l'assèchement de la grotte. Ces mouvements ont également provoqué des jeux en extension des différentes failles qu'emprunte la cavité. Le ruissellement et le courant d'air utilisent ces fractures ouvertes offrant des possibilités de cheminement direct.

Les sédiments sont des argiles rouges (départ de la branche Jetij) ou des graviers composés d'oxydes de fer et de quartz (tube après le Croisement). Ce sont des altérites remaniées, caractéristiques des réseaux anté-quaternaires. En effet, on ne trouve pas de dépôts glaciaires caractéristiques (varves carbonatées ou bourrages morainiques).

Par conséquent, la genèse de la cavité pourrait être rattachée à un contexte de verticalisation des écoulements post-miocène et antérieur au Pléistocène. Il pourrait s'agir de la période pliocène, caractérisée par une surrection importante, accompagnée d'un abaissement du niveau de base par creusement des vallées.

• Hydrologie

L'ancienneté de la cavité et la disparition du bassin d'alimentation font qu'elle est actuellement entièrement sèche. Néanmoins, la taille des tubes et des méandres sculptés de vagues d'érosion suggèrent des écoulements anciens abondants. Aujourd'hui, seul un ruissellement la parcourt. Il descend verticalement le long des failles, empruntant de temps à autres une partie de la cavité. Son origine est probablement la cascabelle qui arrose le porche d'entrée. On le retrouve dans le bas du P45, au bas du P20, au pied de l'E4 et dans le dernier puits. L'eau peut aussi bien rejoindre la source de Kamniska Bistrica située 1100 m plus bas, qu'alimenter les ruissellements jaillissant des strates dans le versant.

• Climatologie

En été, l'essentiel du courant d'air, très violent, provient de la branche Sulc (fig. 4). Une cheminée englacée (*Ledeni kamin*) prouve une communication assez directe avec la surface, peut-être par le biais de la Borotova jama (fig. 3). Ensuite le courant d'air remonte cette branche. Une petite partie remonte dans le Grand Puits en direction de la sortie, mais l'essentiel du courant d'air descend dans la branche principale (*Glavni rov*). Il se divise ensuite dans des départs impénétrables : boyau au départ du P9, méandres au pied du P25 et du dernier puits. Il n'est pas exclu que l'air se dirige ensuite vers Moja jama, située 200 m plus bas, qui est parcourue par un souffle violent.

6 - Biospéléologie

Des chauves-souris vivantes ont été aperçues plusieurs fois. Les squelettes abondants en tous points de la cavité prouvent son importante fréquentation, qui semble cependant limitée à la belle saison (M. Vrabec, communication orale). Une dizaine de crânes ont été récupérés dans le méandre fossile de la *Jetijev Rov*, juste après le P45. L'identification a été réalisée par Henri Menu, les espèces sont actuelles. Il s'agit de :

- grand murin (*myotis myotis*, 1 individu),
- vespertilion à moustache (*myotis mystacinus*, 5 individus),
- murin de Brandt (*myotis brandti*, 1 individu),
- vespertilion de Bechstein (*myotis bechstein*, 1 individu),
- oreillard septentrional (*Plecotus auritus*, 2 individus).

Un vespertilion à moustache avait été trouvé l'année dernière dans le brezno pod Koglom, situé 200 m au-dessus de la Ljubljanska jama et dont le terminus n'en est guère éloigné.

7 - Bibliographie

- **AUDRA PH. 1996** : "Formations quaternaires et anté-quaternaires du karst du Grintovec (Alpes de Kamnik, Slovénie)", *Etudes de géographie physique*, n° XXV, p. 25-29. URA 903 du CNRS - CAGEP, Aix-en-Provence.
- **KRIVIC P. 1972** : "Ljubljanska jama - topographie au 1/500", *Cadastre des cavités slovènes*, fiche n° 3374. Jamarska zveza Slovenije (Fédération slovène de spéléologie), Ljubljana.
- **KRIVIC P. 1973** : "Ljubljanska jama", *Nase jame*, n° 15, p. 57-64. Jamarska zveza Slovenije (Fédération slovène de spéléologie), Ljubljana.

III - Compte-rendu journalier

III - Compte-rendu journalier

1 - Résumé journalier

• 26 juillet au 4 août : Exploration de la "Ljubljanska jama"

- Samedi 26 juillet : voyage.
- Dimanche 27 juillet : portage.
- Lundi 28 juillet : courses, portage, installation du bivouac, équipement du "grand puits".
- Mardi 29 juillet : équipement jusqu'à -130, nuit bouffe et douche au refuge de "Kamniska Bistrica".
- Mercredi 30 juillet : rencontre des "scientifiques karstiques" à Planina, portage.
- Jeudi 31 juillet : équipement jusqu'à -220.
- Vendredi 1 août : équipement jusqu'à -230.
- Samedi 2 août : courses, farniente.
- Dimanche 3 août : portage, déséquipement.
- Lundi 4 août : portage bivouac.

Du 5 au 8 août : exploration sur le massif du "Kanin"

- Mardi 5 août : Bovec.
- Mercredi 6 août : montée au refuge "Planinski Dom Petraskalarja".
- Jeudi 7 août : descente, prospection.
- Vendredi 8 août : prospection, retour en France.

2 - Compte-rendu détaillé

• Samedi 26 juillet (Quinquin)

Les derniers préparatifs avant le "voyage" se sont fait un peu dans la panique pour partir absolument ce soir. Phil et Jacquot ont préparé le matériel collectif au club, et moi j'ai fini d'installer la banquette pour la troisième place dans l'Express.

Tous ces préparatifs faits *, les aux-revoirs à Vovonne expédiés, on peut prendre la route à 20 h. Le voyage s'est rapidement fait en 11 h, car il y avait très peu de monde sur la route **.

(Phil)

* (arrosage des fleurs, etc.)

** NB : possibilité d'acheter des cartes pour les péages autoroutiers (Viacard) au Fréjus, aux heures ouvrables.

Frontière slovène : tout est fermé en dehors des heures de bureau. Quelques km plus loin, poste essence et change ouvert 24 h / 24 h. Diesel ≈ 3,50 FF.

Change :

1 FF ≈ 250 LIT ; 1000 LIT ≈ 4 F

1 FF ≈ 25 SIT ; 100 SLT ≈ 4 F

• Dimanche 27 juillet (Quinquin)

Arrivé à Kamniska Bistrica à 7 h après une nuit blanche ou presque, on fait le plein d'eau à la source et direction le monte-charge du "Cojzova Koca". On a installé la tente 100 m après ce dernier. Après un petit repas, on s'est couché à 8 h 30 ou 9 h.

Réveillés à 12 h, on a remangé (tant qu'à faire), plié bagage et fait un premier portage jusqu'à la "Ljubljanska jama". En 2 h (portage du matos perso, 200 m de corde, la perfo, des amarrages...).

La grotte se situe au pied d'un décollement d'une plaque rocheuse de 20 m par 20 m, et au fond d'un porche de 3 m de haut et de 6 m² au sol. Un tas de détritiques gît par terre. On nettoie le coin et trace des plans pour le bivouac, puis descente à la voiture avec les premières poubelles. A l'arrivée, une première *pivo* à Kamniska Bistrica.

• Lundi 28 juillet (Phil)

Journée courses à Kamnik : bouffe, clous, ficelle, bâches, bassine pour l'eau, etc. Il y a une quincaillerie très bien fournie à la sortie aval de Kamnik.

Après portage (1 h 40). La fin de l'après-midi est passée à installer le bivouac : terrassement pour aménager une banquette plate, charpente en ficelle pour poser les bâches, construction d'une guitoune pour dormir, aménagement du coin bouffe....

Vers 21 h, Quinquin et moi partons équiper le "Grand Puits" (P45). Nous ne trouvons que quelques vieux pitons et spits datant de 25 ans, ainsi qu'une montagne de blocs suspendus, que nous purgeons longuement. Malgré tout, il en reste encore beaucoup, ce qui oblige impérativement à s'attendre de relais en relais.

Pendant que j'équipe, Quinquin fait une reco de l'aval fossile au sommet du P45 jusqu'à un puits. Cet itinéraire parallèle semble assez chiant.

Après le P45, nous trouvons un P20, dominé par un éboulis suspendu. En purgeant, Quinquin déstabilise l'éboulis qui se vide brutalement dans le puits. Encore 1 h de purge et d'aménagement pour descendre sans trop de risque. Nous trouvons ensuite un conduit en tube et méandre assez sympa, où arrive le fossile du P45. Arrêt sur P10 au niveau d'une strate décollée (le Balcon).

Nous repérons le départ du fossile du point bas, c'est un grand méandre spacieux surcreusé, démarrant au pied du P45. Un gros courant d'air en remonte, qui alimente pour une petite part la sortie de la grotte, mais l'essentiel redescend dans notre aval.

Arrivée au bivouac vers 2 h du mat, où Jacquot roupille. Bonne nuit, mais un peu fraîche sur le matin, car la "chambre" est ouverte d'un côté et le courant d'air froid s'y engouffre. Température du bivouac : 9 à 10° C. Durant la soirée, un bon orage pète sur le Kogel. TPST : 5 h

• **Mardi 29 juillet** (Phil)

Équipement à partir du Balcon (P10). Le méandre qui suit prend de belles proportions, coupées de crans verticaux (P15, P15). L'équipement du méandre en biais consomme énormément d'amarrages et de cordes. L'un des 2 accus rend l'âme après 5 goujons. Arrêt sur puits après une petite remontée et un bout de méandre. Je remonte avant les autres avec les accus et descends en courant dans la vallée.

TPST : 5 h

J'arrive à la source avec le début de l'orage. Je prends une chambre, mets les accus en charge, une bonne douche, puis remonte au monte charge récupérer les autres qui viennent de se prendre une rincée. Fin de soirée avec *Wienerschnitzel + pivo + slivoka*. Ca reconstitue !

(Nuit ≈ 75 F, bouffe + petit déj. ≈ 50 F)

• **Mercredi 30 juillet** (Phil)

Départ pour Postojna, pour voir les gens de l'Institut du Karst. Nous extrayons du cadastre la topo et des données sur la Ljubljanska jama.

Pizza à midi. Quelques courses l'après-midi à Kamnik (bâche, bouffe, etc.).

Nous récupérons le dernier accu qui terminait sa charge au refuge de la source et montons (1 h 40). Dans la montée, je croise un aspic qui me sifflait au bord du sentier. Arrivée avec le brouillard.

Grâce au dernier pan de bâche, la gaitoune est hermétique et nous passons une excellente nuit, chauffée par les bougies ecclésiastiques.

• **Judi 31 juillet** (Jacquot)

Départ pour une séance photos et l'équipement du fond. Quinquin part en premier pour poursuivre l'équipement. Phil et moi nous nous chargeons de la photo.

On retrouve Quinquin au pied du méandre qui précède la série de puits avant le P20 (terminus topo à -178). Poursuite de l'équipement et photos.

Arrivée en bas du P20 terminus topo, nous sommes ralentis par un méandre étroit d'une vingtaine de mètres de long truffé de choux-fleurs (pénible).

La suite est un peu moins étroite P8, P20, un autre méandre étroit fait suite avec une étroiture verticale sur un ressaut de 3 m pour déboucher sur un P25. Arrêt en bas du P25 par manque de matos.

Cette partie non topographiée a déjà été visitée (vestiges de vieilles cordes de chanvre abandonnées).

Phil est descendu dans la vallée pour la charge des accus.

TPST : 9 h

NB (Phil) : à la remontée, Quinquin doit redescendre 2 puits, car ce bourrin nous avait remonté la corde !

Dans la foulée, je redescends dans la vallée pour charger les accus. Repas avec du "Bambi goulasch", puis dodo. Dans la nuit, la foudre qui tombe pas loin grille le chargeur : le deuxième accu restera vide.

• **Vendredi 1 août** (Jacquot)

Retour de Phil au camp à 11 h 30 avec 1 accu chargé et 200 m de cordes. Préparation du matos et on repart pour une autre séance pour la suite.

Portage du matos jusqu'en bas du P25, arrêt de la veille. Un ressaut de 5 m et un P10 font suite. Équipement et descente du puits pour s'arrêter sur un méandre impénétrable au bout de quelques mètres.

Retour et déséquipement du réseau jusqu'en bas du P45.

TPST : 11 h

• **Samedi 2 août** (Phil)

La Burja (mistral local) chasse partiellement les nuages : il ne pleut plus, mais ça caille !

Nous rangeons les affaires et descendons au refuge. *Goulasch, pivo*. L'après-midi, courses de bouffe, puis nous rencontrons 2 spéléos du club de Kamnik.

Discussion sympa autour d'une bière, mais leurs infos nous minent le moral. L'autre réseau est (très) étroit et a été fait par des "bons spéléos". Autrement dit, il est fort probable que nous passions encore 2 jours à ré-équiper pour nous casser les dents sur l'ancien terminus.

Après une délibération houleuse de 3 secondes 2 dixièmes, nous décidons de partir sur le Kanin. Il ne reste plus qu'à tout redescendre dans la vallée, 2 portages en prévision.

• **Dimanche 3 août** (Phil)

Montée à la Ljubljanska en 1 h - 1 h 15 (à vide ...). Déséquipement du trou depuis le pied du P45 (6 charges).

TPST : 2 h

Démontage du bivouac et rangement, descente bien chargés. Beau temps.

• **Lundi 4 août** (Phil)

Montée au refuge de l'an dernier (Cojzova Koca). Quinquin file comme une balle pour retrouver la patronne qui nous accueille à bras ouverts.

Après quelques bières, la gnôle de circonstance et une soupe aux choux, nous montons au Kogel puis repiquons sur la Ljubljanska jama. Le chemin de descente est "un peu" aérien, avec des passages au travers des barres (2 h à vide depuis le refuge...).

Nous récupérons le bivouac et descendons encore bien chargés.

Après une ultime bière à Kamniska Bistrica, nous prenons la route pour Bovec, via le col de Vrsic (3 h 30 de trajet !).

Dodo à l'emplacement habituel à la Boka.

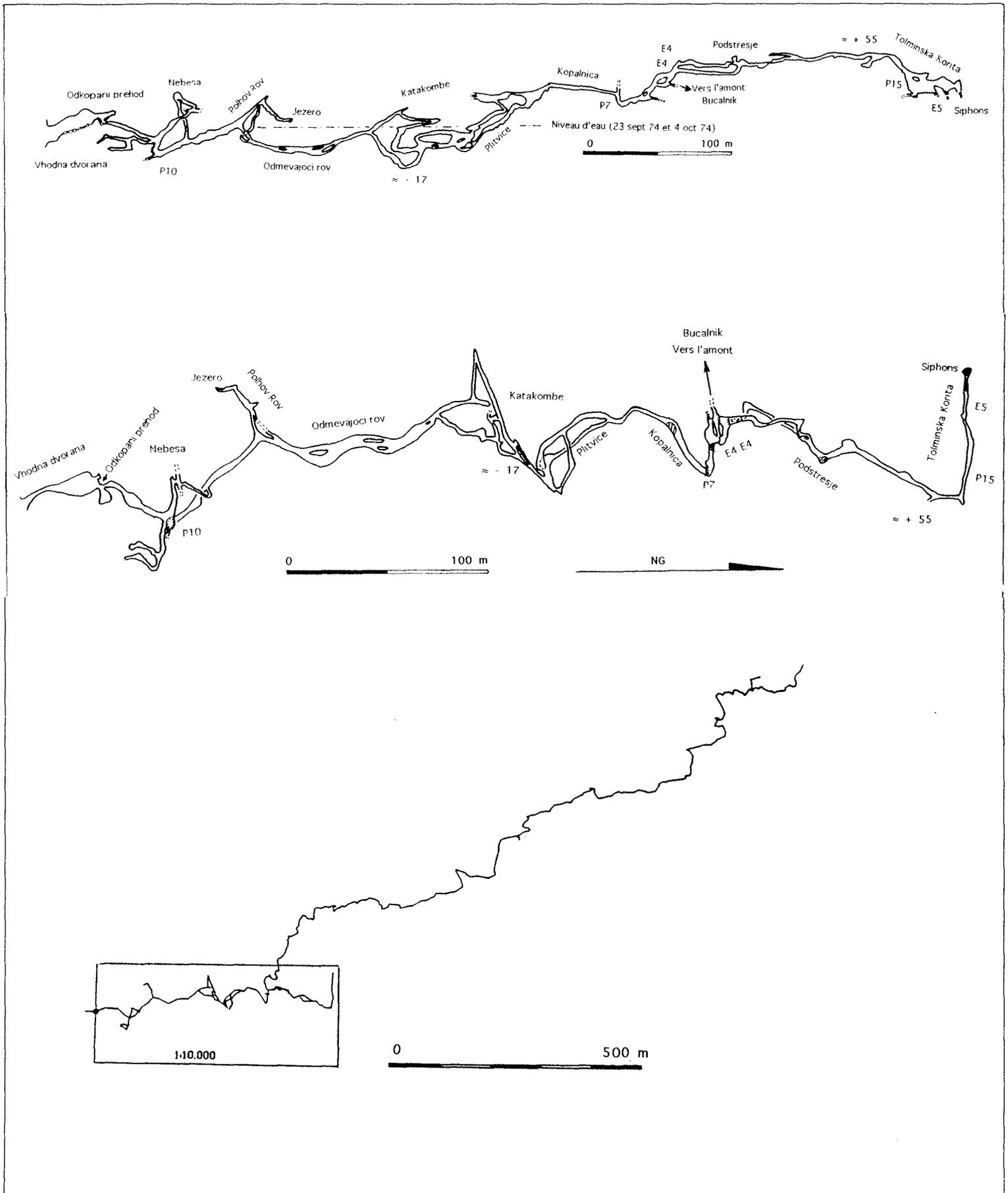


Figure 6 : topographie partielle de la mala Boka (d'après LEZIAK 1975).

• **Mardi 5 août** (Jacquot)

Réveil de bonne heure (7 h 30). Les 2 guenilles ont bien dormi : ils avaient mis leurs boules Quiès pour ne pas entendre les ronflements du père Masson. Bref !

Petit déj et ballade jusqu'à la cascade de la Boka (photo. 1, 2) et repérage de l'entrée de la mala Boka.

On prépare le matos pour monter sur la zone et on file à Bovec pour faire quelques courses et direction la gare du téléphérique pour monter.

Grosse déception !! Il ne fonctionne que du jeudi au dimanche. Donc changement de plan. On décide de monter à pince le lendemain et de faire une séance à la mala Boka dans l'après-midi.

Donc, pendant que Quinquin reste buller vers la voiture, avec Philippe on monte à la grotte pour une séance photo. La grotte est un trop-plein de la source de la Boka qui sort 150 m au-dessus par une cascade de 90 m environ. Elle se développe sur un réseau de failles avec un point bas vers -50 puis remonte encore jusqu'à +600, d'après les infos des spéléos slovènes (fig. 6).

TPST : 2 h env.

Retour à Bovec pour manger et monter au départ du sentier. Nuit à la bagnole, sous la bâche à cause de quelques "ondées passagères".

• **Mercredi 6 août** (Quinquin)

Réveil vers 9 h après une nuit un peu humide. Bon petit déj. et départ vers 10 h jusqu'à la ruine de Pfaninski Dom (1814 m), où 100 m plus loin on rencontre les spéléos italiens du "Centro Speleologico Etneo" (CSE).

Ils nous expliquent qu'il sont en train de prospecter sur la zone "Belo Celò", celle où nous pensions venir. Ils nous invitent à voir leur camp.

En chemin on rencontre (un étudiant en droit) le P600 "Vrtiglavica - Vertigo" qui se situe à 4 m d'un chemin militaire marqué sur la carte.

Arrivée à leur camp situé entre le "Veliki Babanski skedenj" et le "Mali Babanski skedenj" sur des vieux bunkers, nous trouvons un aménagement à faire rougir un Jeannot ou un Pierrot.

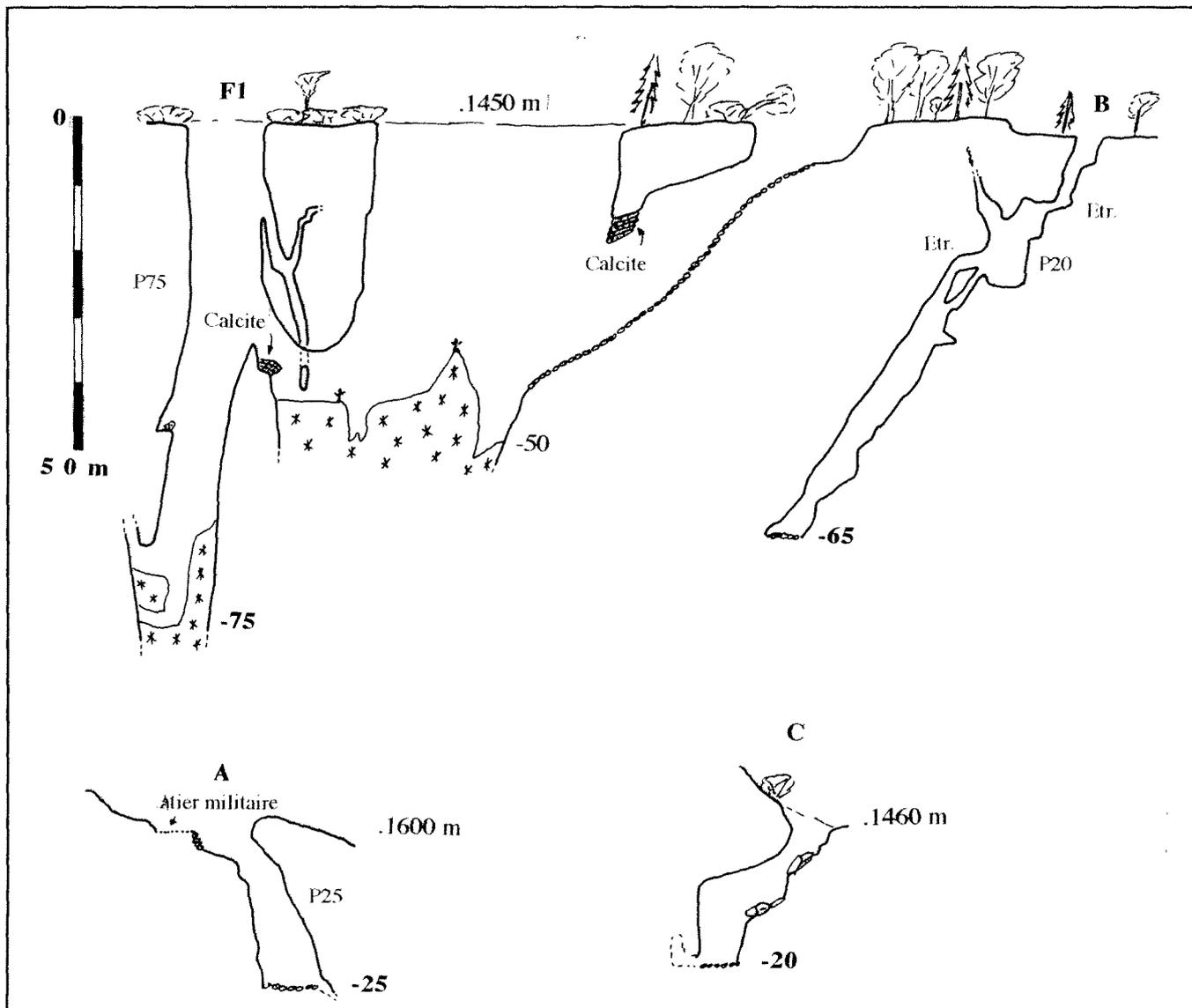


Figure 7 : croquis des cavités explorées sur le Kanin.

Après quelques discussions, ils nous expliquent qu'ils prospectent la zone du "Belo Celo" jusqu'à la forêt à l'est, mais en restant en-dessous du sentier. Par contre, ils sont très ouverts et nous invitent à bosser avec eux, soit nous laissent la zone à droite du "Mali Babanski Skedenj".

Après les échanges de cartes de visite, on repart pour le refuge "Planinski Dom Petraskalarja" (2260 m).

A l'arrivée, on tombe sur le refuge plein de mioches qui courent dans tous les sens en criant (merde, j'ai oublié la batte de *base-ball*), mais qui est fermé, car les jours d'ouverture sont les mêmes que ceux du téléphérique !

Après quelques échanges, on est accueillis pour le repas du soir et la nuit (après avoir choisi notre chambre). C'est très bien car il commence à pleuvoir à seau !

• **Jeudi 7 août** (Jacquot)

Réveil vers 8 h après une bonne nuit sans pluie et sans gouttières. Double petit déj avec schnaps offert par la patronne après avoir payé, puis liqueur de myrtille offerte par le patron avant notre départ.

On rejoint le camp des italiens pour récupérer notre matos qu'on avait laissé la veille.

On fait quelques photos de l'entrée du P640 "Vrtiglavica - Vertigo".

On suit l'ancien chemin militaire pour aboutir vers la zone que l'on s'était fixée. Sur le bord du chemin, on repère 3 trous dont un que Quinquin descend sur 25 m (A) à 1600 m d'altitude. On poursuit le chemin jusqu'à 1400 m. On bouffe et on monte dans un cirque où on découvre vers 1450 m un ensemble de gouffres avec un glacier que Quinquin descend jusqu'à -50.

Un grand puits (F1) que l'on estime à 90 m fait partie de cet ensemble. On projette de le descendre le lendemain.

A la même altitude à une distance de 50 m environ, Quinquin descend un gouffre plus étroit que Philippe avait repéré peu de temps avant (B). Arrêt -65 impénétrable. Avant de finir, Quinquin et Phil vont voir un trou (C) repéré en arrivant. Arrêt -20 colmaté.

On descend à Bovec au resto car nous avons une grosse faim. Après, dodo sous la tente à la mala Boka. Pluie toute la nuit.

• **Vendredi 8 août** (Phil)

Après la pluie de la nuit, le temps semble s'améliorer. Quelques courses à Bovec (pain, bière...) et on prend la piste. On retrouve des italiens (ceux du camp d'Ancona). Petit déjeuner vers 10 h et quelques, il fait une moiteur tropicale, on commence à connaître !

Montée au trou en 55', les crêtes commencent à se couvrir de nuages noirs.

Après avoir tourné autour du puits, que l'on estime selon les uns ou les autres entre 70 et 100 m, Quinquin enfille ses bretelles (si ! si !) et part équiper. Un spit à -5, un autre planté à -20 puis un "Y" plein pot vers -30. D'en haut, j'entends des expressions du genre : "Je me chie dessus", "putain waou waou", "c'est gazeux", "j'arrive pas à équiper" ; bref c'est l'ambiance (*).

Du palier de -5, je me mets en condition c'est-à-dire que la trouille m'envahit petit à petit. Dehors, Jacquot débroussaille, tandis que l'orage commence à péter.

Quand Quinquin m'annonce qu'il faut que je lui amène la C60, je pars : vue plongeante sur le glacier 70 m plus bas, dans des dimensions de 20 x 10 m. Arrivée au niveau de Quinquin, j'ai les genoux en "X" et un tremblement parkinsonien dans les jambes, à tel point que ma quincaille en ceinture cliquette incessamment, sans que je puisse contrôler. En plus Quinquin équipe un départ gazeux, tout ce qu'il faut pour mettre en condition. Il est à la fois mort de rire de ma trouille, et gagné par la peur, qui est facilement contagieuse.

On descend ! Enfin ! Je pars en second, et place une déviation à 10 du fond, juste à côté d'un piton en place !

Coup au moral, ce n'est même pas de la première. Quinquin qui a maté le fond m'annonce que ça queute. Nous remontons, déjà gagnés par le froid glacial.

D'en bas, on a une vue fabuleuse vers l'extérieur, du pied du glacier épais d'au moins 25 m.

En déséquipant, j'essaie de prendre pied au sommet du glacier pour vérifier qu'il n'y a pas de départ au bout. Je ne réussis qu'à prendre une bonne onglée.

Arrivée au sommet, retour dans la moiteur et la pluie qui repart. On plie en vitesse et on file.

Arrivée vers 16 h à la voiture, où l'on prend enfin notre repas de midi sous le soleil.

Descente à Bovec, une dernière *pivo*, puis nous partons alors qu'un orage arrive à toute vitesse (17 h). 5 mn après, on l'a dépassé, il fait grand beau. Passage de la frontière et *tutti quanti*...

NB (Quinquin) : la route a été torchée en 10 h de nuit, et pas un chat sur la route, sauf à Venezia, mais là c'est normal !

* (Quinquin). C'est vrai que j'aurais pu dire comme tout le monde "pûûûte, c'est velu".

3 - Météorologie

- Samedi 26 juillet : beau temps.
- Dimanche 27 juillet : beau temps bourgeonnant.
- Lundi 28 juillet : orage le soir.
- Mardi 29 juillet : brouillard toute la journée, orage le soir.
- Mercredi 30 juillet : beau temps en plaine, nuage au trou.
- Jeudi 31 juillet : beau la journée et orage dans la nuit.
- Vendredi 1 août : pluvieux et nuageux.
- Samedi 2 août : Burja.
- Dimanche 3 août : beau temps.
- Lundi 4 août : beau et sommets nuageux.
- Mardi 5 août : chaud et orageux.
- Mercredi 6 août : orageux.
- Jeudi 7 août : orageux.
- Vendredi 8 août : orageux.

IV - Conclusion

IV - Conclusion

Notre séjour s'achève sur un bilan mitigé.

L'exploration de la Ljubljanska jama nous a demandé beaucoup de temps et d'énergie. Compte-tenu de la beauté du site et de la qualité de la cavité, nous en gardons plutôt un bon souvenir. Néanmoins, elle n'a pas offert les possibilités de continuation que nous avons souhaité. Après 3 séjours sur le massif, nous avons maintenant suffisamment de recul pour constater que la zone n'est pas très favorable. Bien entendu, le potentiel est toujours aussi important, mais nous avons perdu la conviction de trouver dans des délais raisonnables une cavité intéressante. C'est certainement un massif qui nécessiterait un travail de longue haleine, peu envisageable à partir de la France. Aussi abandonnons-nous définitivement cette zone.

La prise de contact avec le Kanin nous donne une nouvelle motivation pour l'avenir. Le massif semble porteur d'espoirs, les résultats des spéléologues locaux sont là pour le prouver. Les contacts pris auprès des Italiens et des Slovènes, constructifs et amicaux, nous laissent bon espoir. Il nous reste jusqu'à l'année prochaine pour monter un projet, rassembler de la documentation, trouver des équipiers (!) et parfaire nos contacts avec nos collègues slovènes.

V - Références documentaires utilisées

V - Références documentaires utilisées

Bibliographie

Secteur du Grintovec

- **KRIVIC P. 1972** : "Ljubljanska jama - topographie au 1/500", *Cadastré des cavités slovènes*, fiche n° 3374. Jamarska zveza Slovenije (Fédération slovène de spéléologie), Ljubljana.
- **KRIVIC P. 1973** : "Ljubljanska jama", *Nase jame*, n° 15, p. 57-64. Jamarska zveza Slovenije (Fédération slovène de spéléologie), Ljubljana.

Secteur du Kanin

- **LEZIAK Z. 1975** : "Mala Boka - topographie au 1/500", *Cadastré des cavités slovènes*, fiche n° 3200. Jamarska zveza Slovenije (Fédération slovène de spéléologie), Ljubljana.
- **KUNAVER J. 1983** : "Geomorfoloski razvoj Kaninskega pogorja s posebnim ozirom na glaciokraske pjeve (Geomorphology of the Kanin mountains with special regard to the glaciokarst)". *Geografski zbornik*, t. XXII, 3-46 p + 2 cartes HT. Ljubljana.

Cartographie

Secteur du Grintovec

- "Ravne na Koroskem", *Carte géologique au 1/100 000*, n° L 33-54. Edition 1983, Osnovna geolska karta (Fondation pour la carte géologique), Belgrade.
- "Ljubljana", *Carte géologique au 1/100 000*, n° L 33-66. Edition 1982, Osnovna geolska karta (Fondation pour la carte géologique), Belgrade.
- "Grintovci", *Carte de randonnée au 1/25 000*. Edition 1994, Institut za geodezijo in fotogrametrijo (Institut de géodésie et de photogramétrie), Ljubljana.
- *Carte topographique NB au 1/10 000* (photocopie du secteur du Grintovec). Institut za geodezijo in fotogrametrijo (Institut de géodésie et de photogramétrie), Ljubljana.

Secteur du Kanin

- *Carte topographique NB au 1/10 000* (photocopie du secteur de la Boka - Bovec). Institut za geodezijo in fotogrametrijo (Institut de géodésie et de photogramétrie), Ljubljana.
- "Bovec", *Carte de randonnée au 1/25 000*. Edition 1994, Institut za geodezijo in fotogrametrijo (Institut de géodésie et de photogramétrie), Ljubljana.

VI - Publications FJS sur la Slovénie

VI - Publications FJS sur la Slovénie

- 1995 -

- **PONT A., AUDRA PH. & GAUCHON Ch.** : "Slovénie 1995", *Scialet*, n° 24, p. 128-138. Comité départemental de spéléologie de l'Isère, Grenoble.
- **PONT A., AUDRA PH. & GAUCHON Ch.** : *Slovénie 1995. Compte-rendu de prospection*, 39 p. Les Furets jaunes, Seyssins.

- 1996 -

- **AUDRA PH.** : "Formations quaternaires et anté-quaternaires du karst du Grintovec (Alpes de Kamnik, Slovénie)", *Etudes de géographie physique*, n° XXV, p. 25-29. URA 903 du CNRS - CAGEP, Aix-en-Provence. *
- **AUDRA PH.** : *Grintovec 1996. Expédition en Slovénie des Furets jaunes de Seyssins*, 39 p. Les Furets jaunes, Seyssins.
- **AUDRA PH.** : "Expédition en Slovénie des Furets jaunes de Seyssins (août 96)", *Spelunca*, p. 20. Fédération française de spéléologie, Paris.
- **A. A.** : "Brezno pod Koglom, un potentiel de plus de 1-400 m", *Spéleo*, n° 24, p. 6. Apt.

- 1997 -

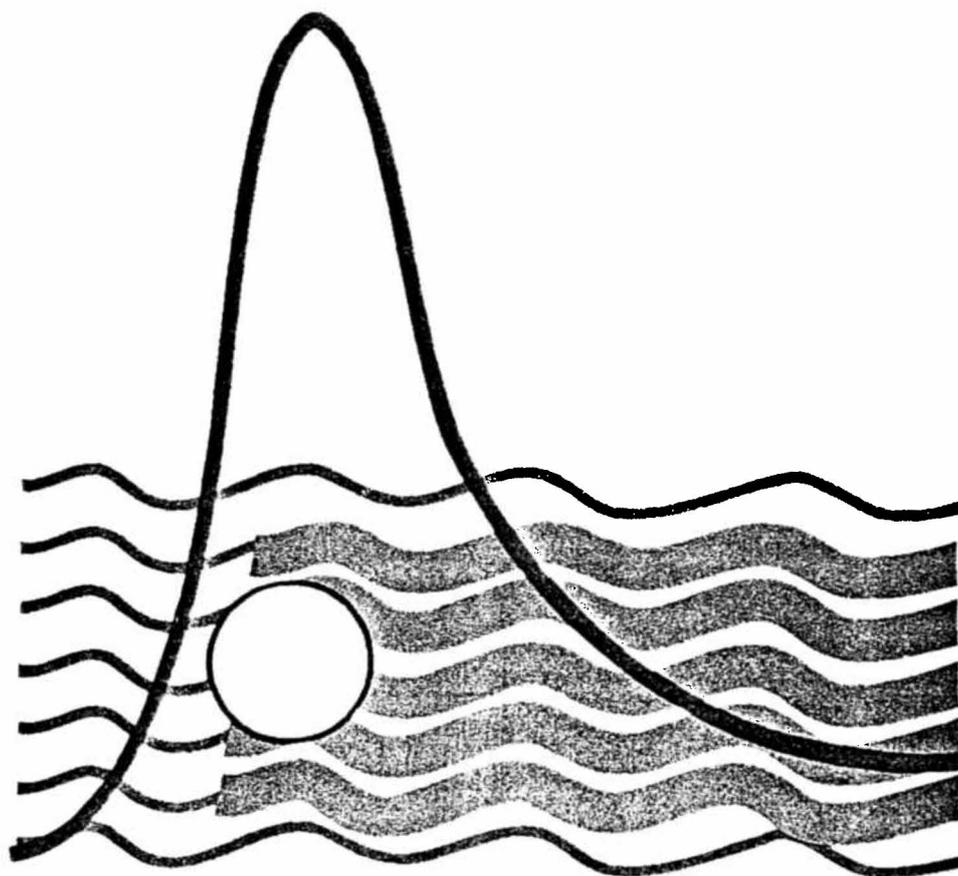
- **AUDRA PH.** : "A negative dye tracing in the Grintovec massif (Kamnik Alps)", *Tracer hydrology 97, Proceedings of the 7th. International Symposium on water tracing, Portoroz.* p. 203-204. International Association of hydrogeologist - karst commission, Kranjc ed., Postojna. *
- **AUDRA PH.** : "Réflexion sur les facteurs contrôlant la karstification dans l'Arc alpin", *12^e Congrès international de spéléologie, La-Chaux-de-Fond*, vol. 1, p. 337-340. Union internationale de spéléologie.
- **AUDRA PH.** : "Grintovec 1996", *Scialet*, n° 25. Comité départemental de spéléologie de l'Isère, Grenoble.
- **AUDRA PH.** : "Recherches spéléologiques françaises dans les Alpes centrales et orientales (Suisse, Autriche, Slovénie)", *Spelunca spécial Congrès UIS : "La spéléologie française"*, n° 66. Fédération française de spéléologie, Paris.
- **A. A.** : "Furets jaunes de Seyssins", *Info Seyssins*, n° 23, p. 13. Journal municipal, Seyssins.

* : voir articles ci-après.

TRACER HYDROLOGY

A. KRANJC

97



A negative dye tracing in the Grintovec massif (Kamnik Alps)

Philippe Audra

CAGEP-URA, Aix-en-Provence Groupe de Valorisation de l'Environnement (GVE) & URA D1476 du CNRS,
Université de Nice-Sophia-Antipolis, France

Abstract. A tracing with fluoresceine was undertaken in August 1996 in the Grintovec massif (Kamnik Alps, Slovenia). All the samples taken in the Kamniška Bistrica spring were negative. This unexpected result is analysed.

The Kamnik Alps constitute a crest line along the Austrian border, 30 km north of Ljubljana city. They culminate at the Grintovec (2558 m asl.). The studied area (Veliki Podi) is a glacio-karstic amphitheatre, which is located on the eastern slopes of the Grintovec, between 1900 and 2300 m asl. The rocks are triassic limestones (*Dachsteinkalk*) affected by a strong pendance (around 40°, but with important variations). Belonging to overthrust sheets inclined to the north, these layers are affected by an intense fracturation.

The discovery of a 200 m deep shaft, in a virgin speleological area, have incited us to make a dye tracing. According to the pendance, the large Kamniška Bistrica spring (1,5 m³/s at low waters, more than 5 m³/s during storms high waters), located 4 km away just at the foot of the clints (600 m asl.), seemed to drain this part of the massif.

The fluoresceine injection (1 kg dissolved in 2l alcohol) had been realized in this shaft (Brezno pod Koglom, 2040 m asl.) after a storm, the 8. August 1996.

The emergence had been watched over with an automatic sampler during one week, with a sampling frequency of 2 hours the two first days and 4 hours the following days. Moreover, a temporary emergence located upstream (690 m asl.), and probably acting as an overflow of the main spring, had also been sampled.

The analyses were made in France with a fluorimeter with a precision for dilution of 10⁻¹⁰ kg/l. None of the analysed samples (about 60) showed any trace of fluoresceine. This negative result suggests several hypothesis about the happening of the fluoresceine and the structure of the karstic aquifer :

- Taking into account the sampling frequency and the accuracy of the fluorimeter, it is highly improbable that the passage of the tracer could not have been detected. Moreover, knowing that we are dealing with a mountain karst characterised by a high altitude gradient where the

discharges are very rapid (more than 100 m/h), that the aquifer was saturated and that two storms happening after the injection should have expelled the tracer, it is also unlikely that the fluoresceine could have been stored in the aquifer, and that its restitution could have occurred after the watch period. We must recognise that the tracer had reappeared somewhere else, in one of the surrounding valleys.

- In the north, three valleys flank the massif. In the NE, the Logar valley, where the Savinja spring pours out (1300 m asl.), 3 km away. In the N, the Vellach valley, located in Austria. In the NW, the abrupt slopes of the Grintovec. A tracer restitution in one of these valleys is unlikely, according to the pendance sloping to the south and to the moderate altitudinal gradient.

- Finally, in the western part the Kokra river flows, at the foot of the Grintovec. A direct link with springs along the river would be improbable, according to the presence of an aquiclude. However, south of the Veliki Podi, the pendance slopes to the west. It is then possible to envisage an oblique flow under the Veliki Podi, in direction of the south beyond the Kokrsko Sedlo, which then could attain the area where the pendance slopes to the west and finally joins the Kokra valley. However, we do not know of any important spring in this place. Such an eventuality is of course highly hypothetical, but it could explain this negative dye tracing.

So, even if we could not finally settle for a negative dye tracing, it is nevertheless acceptable to admit that the Veliki Podi area does not belong to the Kamniška Bistrica catchment area. A hypothetical outlet in the Kokra valley would need to be taken into account. This could mean that this large valley edging the massif had known a complex evolution, allowing a conqueror drainage to be installed over the neighbouring karstic basins. Such a hypothesis would be interesting to check in the future.

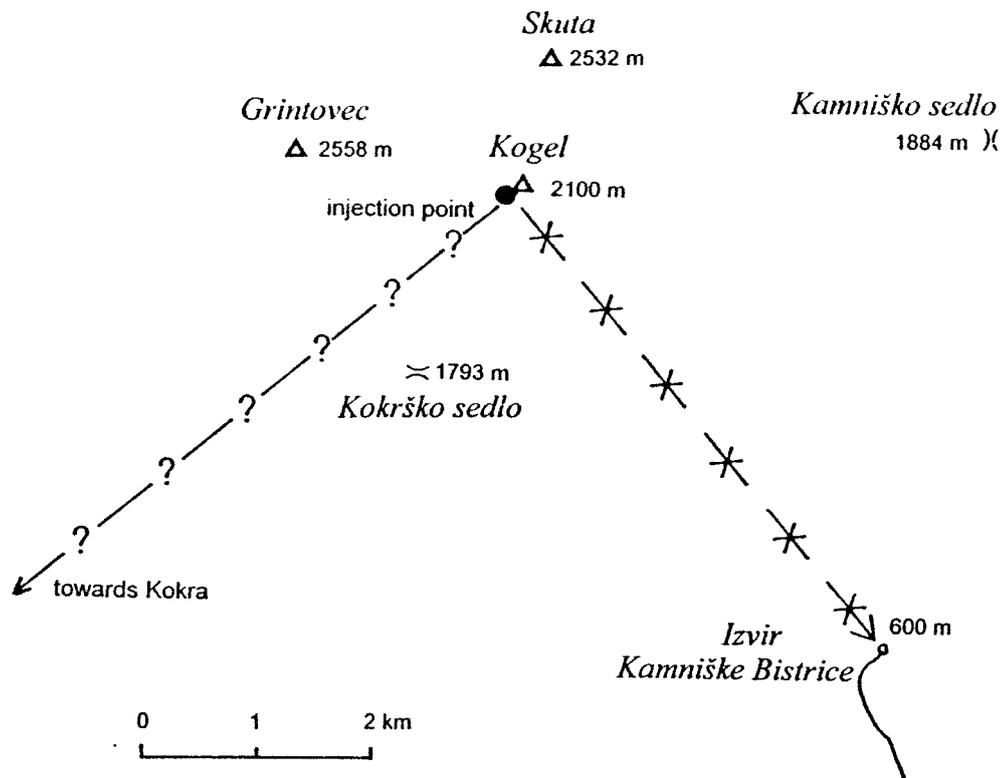


Figure 1: Sketch of the tracing under Kogel

This mission was supported by the Slovene Art and Sciences Academy (SAZU), in the frame of the collaboration with the French Centre national de la recherche scientifique (CNRS). I am gratefull to J. Biju-Duval for the analyses of the samples.

FORMATIONS QUATERNAIRES ET ANTÉ-QUATERNAIRES DU KARST DU GRINTOVEC (Alpes de Kamnik, Slovénie)

par Philippe AUDRA *

RÉSUMÉ : Le karst haut-alpin du Grintovec recèle des formations susceptibles de reconstituer les principales étapes de son histoire. Les glaciations ont laissé des traces omniprésentes, avec une morphologie glacio-karstique typique ainsi que des moraines tardiglaciaires. D'autres formations, comme des brèches de versant ou des dépôts endokarstiques exhumés (concrétions, paléocavités, sédiments détritiques indurés), se rapportent au Tertiaire. Les plus anciennes dénotent d'un environnement très différent de l'actuel, antérieur à la dernière phase de surrection.

MOTS CLÉS : Karst haut-alpin, glaciations, Tertiaire, dépôts endokarstiques, brèches de versant, Grintovec, Alpes de Kamnik, Slovénie.

ABSTRACT : The high-alpine Grintovec karst harbours formations allowing to reconstruct the main stages of its history. Glaciations had left ubiquitous traces, with a typical glacio-karstic morphology and tardiglacial moraines. Other vestiges, such as avalanche breccias or exhumed deep karst deposits (flowstones, paleocaves, clastic hardened sediments), are of tertiary age. The most ancient ones correspond to an environment very different to the present one, older as the last uplift phase.

KEY WORDS : High-alpine karst, glaciations, Tertiary, karst sediments, avalanche breccias, Grintovec, Kamnik Alps, Slovenia.

I - INTRODUCTION

Les Alpes de Kamnik forment une ligne de crête le long de la frontière autrichienne, à 30 km au nord de Ljubljana, la capitale slovène (cf. carte morphologique). Elles culminent à 2 558 m d'altitude, au Grintovec. Le secteur étudié (Veliki Podi) se localise sur le flanc oriental du sommet du Grintovec.

Le Veliki Podi se présente comme un amphithéâtre d'environ 1 km de diamètre, étagé entre 1 900 et 2 300 m d'altitude. Il est ouvert vers le sud-est sur la vallée de Kamniska Bistrica qui s'étend 1 500 m plus bas, alors que les autres côtés sont fermés par des escarpements de 50 à 200 m de hauteur. Cet amphithéâtre se compose d'une croupe centrale séparant deux vallons qui se raccordent à la vallée par des versants très raides, sillonnés de ravins où les écoulements sont temporaires.

Les roches sont des calcaires d'âge triasique (Dachsteinkalk) marqués d'un fort pendage (autour de 40°, mais avec des variations importantes). Elles appartiennent à l'unité de charriage de Krn-Savinja déversée vers le nord (P. HABIC, 1992). Elles sont de ce fait affectées par une fracturation intense.

Les conditions climatiques actuelles correspondent à

celles de la haute montagne alpine. Le total annuel des précipitations est compris entre 2 000 et 2 400 mm (S. BRINOVEC, 1995). Compte-tenu de la fraîcheur liée à l'altitude, une bonne partie des précipitations s'effectue sous forme neigeuse.

Comme le reste des Alpes de Kamnik, cet ensemble présente des formes karstiques de haute montagne typiques. À ces morphologies classiques s'ajoutent des témoignages hérités d'une histoire longue et complexe, dont l'origine est beaucoup plus ancienne (cf. carte morphologique, *in fine*).

II - FORMES ET FORMATIONS GLACIAIRES

Du fait de son altitude, ce massif alpin a été affecté par les glaciations quaternaires. Les marques du dernier épisode glaciaire sont particulièrement bien visibles.

1. Les formes glacio- et nivo-karstiques

Les deux vallons principaux ont une section en auge évasée, leur profil en long présente de nombreuses contre-pentes. Des verrous nettement marqués (Bivouac),

séparent des ombilics bien encaissés (30 m en amont du Bivouac, 40 m dans le vallon situé sous le Struca). Ces ombilics correspondent à des dépressions glaciokarstiques. Ils sont troués de puits à neige et encombrés d'éboulis cryoclastiques.

L'échine centrale est caractérisée par des dalles arrondies en roches moutonnées, sculptées de lapiaz. Du fait de l'intense fracturation, les dalles sont également percées d'un très grand nombre de puits à neige. Ces surfaces lapiazées sont acérées au-dessus de 2 100 m, par effet de la corrosion nivale très active. En-dessous, elles sont plus arrondies car elles ont évolué sous couverture pédologique durant les épisodes plus doux de l'Holocène.

2. Les formations morainiques

Les épendages morainiques occupent une vaste superficie. La fraîcheur de leur formes, peu ravinées, évoque un âge récent, vraisemblablement tardiglaciaire. On distingue :

- des moraines latérales bordant le vallon septentrional situé sous le Struca ;

- des moraines de fond (dans le vallon du Bivouac), dont la surface est défoncée par le soutirage des cailloutis dans le karst, formant des dolines de suffosion ;

- un beau vallum terminal, sur lequel le bivouac est établi, correspondant à une ultime poussée glaciaire.

Lorsque le ravinement démantèle localement les moraines, il exhume des polis glaciaires, protégés jusqu'alors de la dissolution par la couverture caillouteuse (D. C. FORD, 1992).

III- FORMATIONS ANTÉ-QUATERNAIRES

Si la morphologie glaciaire occupe l'essentiel de l'espace, des témoignages plus discrets viennent rappeler de loin en loin que la morphogenèse ne se limite pas au Quaternaire. On distingue les formations superficielles anciennes et les formations endokarstiques exhumées par l'érosion glaciaire.

1. Les brèches de versant

En-dessous du Bivouac, la bordure septentrionale du versant du vallon présente un escarpement ruiniforme d'une cinquantaine de mètres de hauteur, constitué de brèches extrêmement résistantes.

Ce sont des formations de versant, composées d'éléments hétérométriques anguleux (1 cm à plusieurs mètres de diamètre), cimentés par une calcite orangée à gros cristaux. Par endroits, le ciment est plus argileux, avec une teinte rougeâtre nettement marquée. L'essentiel

de la formation ne présente pas d'organisation ; néanmoins, la partie sommitale, composée d'éléments centimétriques assez homogènes, est disposée en lits s'abaissant en direction du fond du vallon.

Leur genèse peut être reconstituée comme suit (Fig. 1) :

- (1-2) : une grande fracture ouverte est remplie par des éboulis, lesquels se cimentent en brèche lors d'une phase climatique chaude à humidité contrastée. Cette formation bréchique devient beaucoup plus résistante que les calcaires environnants, intensément fracturés ;

- (3) : l'érosion glaciaire agit préférentiellement de part et d'autre des brèches, au dépens des calcaires fracturés, créant une inversion de relief ;

- (4) : depuis la dernière déglaciation, les brèches ont été karstifiées. En surface, des lapiaz aux formes vacuolaires présentent un aspect rugueux. Un gouffre d'une douzaine de mètres de profondeur (Fk20 bis) s'est formé en bordure de l'escarpement. L'encaissant étant exempt de fracturation, la section du puits est parfaitement circulaire et entièrement due à la dissolution. Les parois sont lissées au sommet par le ruissellement et à la base déchiquetées en "dentelles" par la dissolution différentielle des éléments bréchiques. Le fond du puits est occupé par un culot de neige résiduelle. A partir de là, le diamètre du puits diminue rapidement, pour devenir impénétrable. Cet aspect pourrait s'expliquer par une dissolution active, et donc une perte rapide de l'agressivité des eaux de ruissellement au contact de la formation bréchique légèrement poreuse.

Ces brèches de versant représentent d'importants jalons de l'évolution morphologique. Elles moulent parfois une topographie antérieure à leur formation, dans notre cas une amorce de vallon peut-être anté-quaternaire. En haute-montagne, la difficulté de leur interprétation réside souvent dans le manque d'éléments caractéristiques parmi les constituants et dans leur situation isolée du reste du contexte morphologique. De ce fait, l'attribution de leur âge n'est bien souvent que très approximative. Des exemples relativement similaires sont connus dans le massif du Dachstein en Autriche (observations de H. TRIMMEL), d'autres datés approximativement du Günz, dans les Dolomites de la Brenta (M. CHARDON, 1974, NICOD J. 1976). Dans le domaine méditerranéen, ces formations sont relativement fréquentes, comme celles du versant sud du Nanos, en Slovénie (M. AMBERT *et al.*, 1986), de Grèce ou de Crète (R. MAIRE, 1990).

Il arrive également que des dépôts de nature voisine, comme les conglomérats, soient affectés par la karstification. De tels phénomènes ont été mis en évidence en Slovénie dans d'anciennes terrasses de la Save (S. MORAWETZ, 1968), ainsi que dans les conglomérats pontiens du Montello, près de Trévise (Italie).

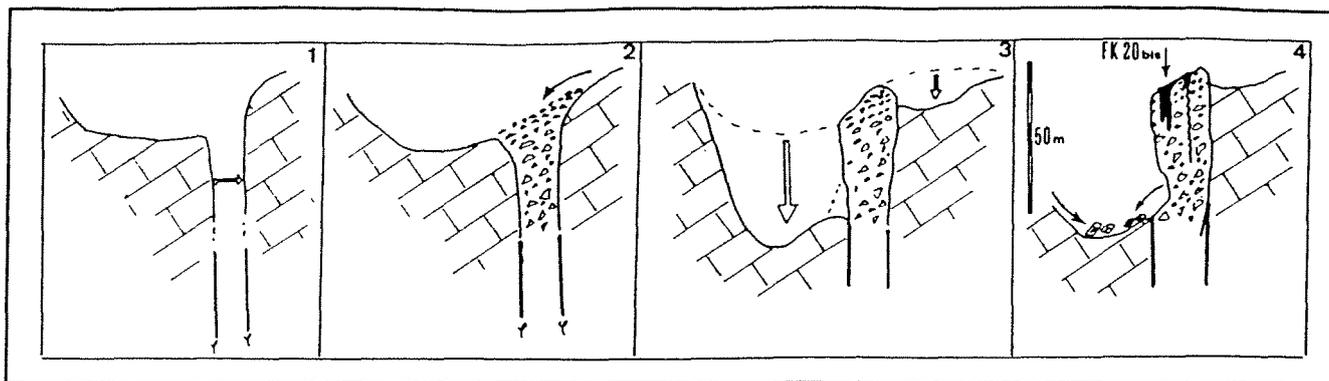


Figure 1- Formation et évolution des brèches de versant (détail de la légende : voir texte).

2. Les formations endokarstiques exhumées

En plus de multiples cavités liées aux processus glaciaires et nivaux, il existe des témoignages de karstifications anciennes, soit sous forme de paléocavités démantelées par l'érosion, soit sous forme de remplissages.

- Les paléocavités : ces cavernes se présentent sous la forme de courts tronçons de galeries très ébouleuses, de quelques mètres de diamètre (Fk8, Fk12, Fb 33...). Elles recèlent en quantité variable des sédiments anciens (infra).

- Le ciment-brique et les croûtes ferrugineuses : des fractures anciennes ont été remplies d'argiles rouges ultérieurement cimentées, formant un ciment-brique (R. MAIRE, 1990). Cette formation est parfois homogène, parfois litée. Par ailleurs, des fragments d'oxydes de fer, provenant de paléosols cuirassés, parsèment fréquemment les lapiaz. Ces fragments sont composés de pisolites ferrugineuses agglomérées par un ciment de même nature (N. GOURDON-PLATEL et J. DUBREUILH, 1992). Ces dépôts rouges ou bruns sont particulièrement fréquents autour du sommet du Grintovec, où ils ont été moins affectés par l'érosion glaciaire.

- Les argiles jaune clair : il s'agit d'éléments fins cimentés, colmatant des paléocavités partiellement démantelés.

- Les poudingues : ces remplissages karstiques sont composés d'éléments de nature différente, tels des grains de quartz et des pisolites de fer, liés par un ciment beige clair ou saumon. Ils proviennent d'altérites remaniées et piégées dans le karst (Ph. AUDRA, 1995).

- Les planchers stalagmitiques : des formations massives de calcite apparaissent, soit à l'intérieur des anciennes cavités (Fk12), soit en surface, où elles jalonnent le tracé d'anciennes galeries souterraines (Fk7). Il s'agit d'une calcite stratifiée à grands cristaux transparents, avec des lits teintés de brun.

L'ensemble de ces cavités et des formations endokarstiques associées est affecté par une fracturation postérieure à leur mise en place ("néotectonique"). Ce sont des

témoins de phases de karstification très anciennes, développées dans un contexte morphogénétique fort différent de l'actuel. Les éléments détritiques fins ayant colmaté les paléocavités ont été mis en place par des circulations noyées lentes, proches du niveau de base d'alors. L'occurrence de climats chauds est bien enregistrée par des dépôts caractéristiques (calcite transparente massive, ciment-brique, oxydes de fer...). Ainsi, ces témoignages dénotent d'un environnement d'âge incontestablement anté-quadernaire, avec un climat chaud et un relief peu vigoureux.

Des observations de même nature ont été réalisées sur les différents massifs slovènes (P. HABIC, 1992). Les parties sommitales présentent fréquemment des reliefs hérités, associés à des formations anciennes piégées dans le karst. Les pics massifs couronnant les sommets du Triglav sont interprétés comme étant des karsts à buttes ayant évolué sous couvertures d'altérites, comme en témoignent les poches d'argiles rouges à pisolites d'oxydes de fer ("sidérolithique"). Entre ces buttes des rivières de faible énergie inondaient de vastes secteurs et déposaient des nappes d'alluvions. Leur localisation à proximité du niveau de base a permis de façonner des aplanissements de nature fluvio-karstique (J. NICOD, 1992). Ces épanchages fluviaux sont de sables siliceux de couleur rouge, jaune ou verte, parfois grésifiés ainsi que des galets et des cailloutis à silice. L'altération de l'ensemble de ces dépôts évoque une pédogenèse de type tropicale humide. Leur situation actuellement perchée en altitude (entre 2 500 et 2 800 m pour le Triglav) leur confère un âge néogène, antérieur ou contemporain de la dernière grande surrection.

Ces cours d'eau, provenant des zones des flyschs, se dirigeaient alors vers le nord-est, en direction du Danube. La surrection des Alpes les a ensuite détournés et ils ont été capturés au profit du bassin adriatique. Ces observations morphologiques permettent ainsi de reconstituer des paléohydrographies et des paléoreliefs forts différents du contexte actuel, dont l'élaboration et l'évolution était en relation avec les conditions paléoclimatiques et géodynamiques anciennes.

IV - CONCLUSION

Nos observations mettent en évidence une morphogénèse complexe, combinant les processus glaciaires et karstiques dans des environnements très contrastés :

- les vestiges endokarstiques sont la marque de karstifications sous climat chaud, antérieurs à la dernière phase de surrection alpine (Miocène ou antérieur ?). Ils sont préférentiellement localisés sur les crêtes environnant le Veliki Podi (Grintovec, Kogel...), moins affectées par le creusement glaciaire ;

- les brèches de versant sont liées à une activité tectonique, toujours dans un contexte chaud. Elles sont néanmoins plus récentes que les cavités et les remplissages précédemment évoqués, car elles attestent de l'existence d'un relief plus semblable à l'actuel, avec des vallons déjà organisés en direction de la vallée de Kamnik ;

- le glacio-karst est particulièrement bien développé dans tout le Veliki Podi où le surcreusement quaternaire a été important, avec notamment de beaux témoins morainiques des ultimes phases glaciaires (J. KUNAVR, 1983) ;

- le pluvio- et nivo-karst actuel présente toutes les caractéristiques des karsts hauts-alpins.

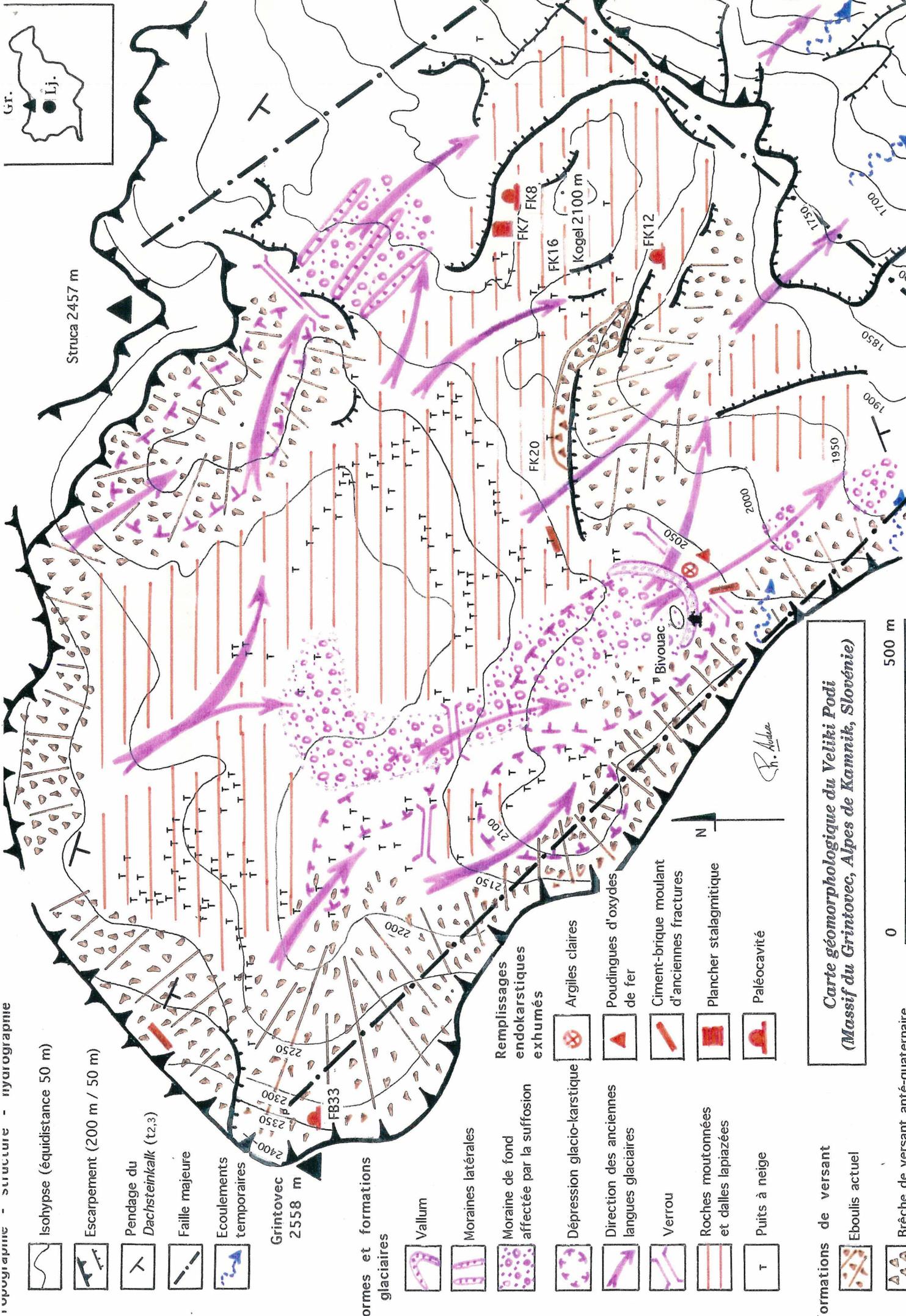
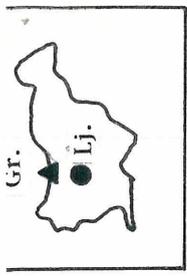
D'une manière plus générale, ce massif s'inscrit dans le modèle global de l'évolution des karsts alpins (Ph. AUDRA, 1994). Il s'agit dans un premier temps de fluvio-karsts qui s'élaborent au Tertiaire dans un contexte climatique de type tropical, auxquels correspondent plusieurs caractères typiques : évolution sous couverture d'altérites, régime hydrologique contrasté avec des mises en charges de poljés et de cavités, vastes réseaux souterrains subhorizontaux alimentés par les cours d'eau allogènes. Progressivement, la surrection alpine va porter en altitude ces karst, qui évoluent alors dans un contexte de haute montagne. Le refroidissement climatique quaternaire imprime ses marques dans la morphologie de ces karsts perchés : modelé superficiel glacio-karstique typique des hauts massifs calcaires qui s'emboîte dans les reliefs hérités des périodes précédentes, profonds gouffres recoupant d'anciens niveaux de conduits horizontaux déconnectés des écoulements actuels. En dehors de la Slovénie, les exemples abondent dans les Préalpes françaises du Nord (Ph. AUDRA *et al.*, 1994), en Suisse (P.-Y. JEANNIN, 1990), en Lombardie (A. BINI et A. UGGERI, 1992), ainsi qu'en Autriche (Ph. AUDRA, 1994).

Une étude plus détaillée des diverses formations du Grintovec apporterait sans doute d'intéressants compléments sur l'évolution de ce secteur, en regard du contexte régional slovène. La difficulté principale réside dans l'utilisation de méthodes de datation appropriées à des dépôts aussi anciens.

REMERCIEMENTS : Mes remerciements s'adressent à Cl. MARTIN et R. MAIRE pour la relecture de cette note, ainsi qu'à J. Nicod pour les indications bibliographiques concernant les brèches.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMBERT M., AMBERT P. et NICOD J. - 1986. Géomorphologie de la Slovénie et de la Croatie. *Revue de géographie de l'Est*, n° 1-2, p. 3-25.
- AUDRA Ph. - 1994. Karsts alpins. Genèse de grands réseaux souterrains. Exemples : le Tennengebirge (Autriche), l'Île de Crémieu, la Chartreuse et le Vercors (France). *Karstologia Mémoires*, n° 5, Thèse de l'Université J. Fourier - Grenoble I, 280 p.
- AUDRA Ph. - 1995. Signification des remplissages des karsts de montagne, *Karstologia*, n° 25, p. 13-20.
- AUDRA Ph., DELANNOY J.-J. et HOBLEA F. - 1994. Signification paléogéographique des réseaux perchés des Préalpes françaises du Nord. Exemples en Chartreuse et Vercors. *Études de géographie physique*, n° XXII, URA 903 - CAGEP, Aix-en-Provence, p. 3-18.
- BINI A. et UGGERI A. - 1992. Sédimentation en milieu périglaciaire : l'exemple de la grotte Shanghai (Monte Campo dei Fiori, Varese, Lombardie, Italie). *Journées Pierre Chevalier, Grenoble*, p. 118-137.
- BRINOVEC S. - 1994. *Atlas Slovenije za solo in dom*. Ljubljana, 126 p.
- CHARDON M. - 1974. *Les Préalpes lombardes*, Thèse, éd. Champion, 2 t.
- FORD D. C. - 1992. Karst et glaciations au Canada. In : *Karst et évolutions climatiques, hommage à J. Nicod*, Presses universitaires de Bordeaux, p. 249-266.
- GOURDON-PLATEL N. et DUBREUILH J. - 1992. Les ferruginisations et les argiles associées au paléokarst tertiaire du Périgord (Dordogne, France). In : *Karst et évolutions climatiques, hommage à J. Nicod*, Presses universitaires de Bordeaux, p. 449-460.
- HABIC P. - 1992. Les phénomènes paléokarstiques du karst alpin et dinarique en Slovénie. In : *Karst et évolutions climatiques, hommage à J. Nicod*, Presses universitaires de Bordeaux, p. 411-428.
- JEANNIN P.-Y. - 1990. Néotectonique dans le karst du nord du lac de Thoune (Suisse), *Karstologia*, n° 15, p. 41-54.
- KUNAVR J. - 1983. Geomorfoloski razvoj Kaninskega pogorja s posebnim ozirrom na glaciokraske pjave (Geomorphology of the Kanin mountains with special regard to the glacio-karst). *Geografski zbornik*, Ljubljana, t. XXII, 346 p + 2 cartes HT.
- MAIRE R. - 1990. *La haute montagne calcaire*. *Karstologia Mémoires*, n° 3, Thèse d'Etat, Nice, 731 p.
- MORAWETZ S. - 1968. Dolinen auf pleistozänen Schotterterrassen zwischen Nackla und Kamnja Gora an der Save. *Zeitschrift für Geomorphologie*, t. 12, n° 2, p. 224-230.
- NICOD J. - 1976. Les Dolomites de la Brenta, karst haut-alpin typique et le problème des cuvettes glacio-karstiques. *Zeitschrift für Geomorphologie*, suppl. t. 26, p. 35-57.
- NICOD J. - 1992. Formes d'aplanissement dans les roches carbonatées. *Proceedings of Karst Symposium, Blaubeuren 1989 - Tübinger Geographischen Studien*, n° 109.



- Isohyse (équidistance 50 m)
- Escarpement (200 m / 50 m)
- Pendage du Dachsteinkalk (tz.3)
- Faille majeure
- Ecoulements temporaires

Grintovec
2558 m

Formes et formations glaciaires

- Vallum
- Moraines latérales
- Moraine de fond affectée par la suffosion
- Dépression glacio-karstique
- Direction des anciennes langues glaciaires
- Verrou
- Roches moutonnées et dalles lapiazées
- Puits à neige

Remplissages endokarstiques exhumés

- Argiles claires
- Poudingues d'oxydes de fer
- Ciment-brique moultant d'anciennes fractures
- Plancher stalagmitique
- Paléocavité

Formations de versant

- Eboulis actuel
- Brèche de versant anté-quaternaire

Carte géomorphologique du Veliki Podi
(Massif du Grintovec, Alpes de Kamnik, Slovénie)

0 500 m

R. Andler

VII - Adresses et contacts

VII - Adresses et contacts

- Les contacts auprès des spéléologues doivent s'adresser prioritairement à la Fédération slovène de spéléologie. L'attribution d'une zone de recherche se fait en accord avec eux et avec les spéléologues explorant déjà le secteur.
- Les cartes topographiques au 1/25 000 sont disponibles partout. Les cartes géologiques et topographiques au 1/10 000 peuvent être consultées à l'IZRK, ainsi que les publications scientifiques.
- Le cadastre (fichier national des cavités) et la documentation spéléologique peuvent être consultés auprès de la fédération ou de l'IZRK.

Spéléologues slovènes

• **Jamarska zveza Slovenije** (Fédération slovène de spéléologie)
Lepi Pot 6, p. p. 44, SI — 61000 LJUBLJANA.
Responsable cadastre : Dorotea Versa, Tél : 061 12 333 45

• **Gregor PINTAR**
8 Solska, SI - 64220 SKOFJA LOKA
Tél. : (386) 064 624 428

• **Rok STOPAR** (avec les Italiens de Catane)
Nova Ulica 8, SI - 6000 KOPER
Tél. : 066 24 458
Email: LUKA.STOPAR@GUEST.ARNES.SI

• **Rajko SLAPNIK** (Jamarski Klub Kamnik)
Drnovs Kova 2, SI - MEKINJE
Tél. D : 061 8310 82 ; T : 061 1256 068 P. 3-48

• **Marko VRABEC** (Jamarski Klub Kamnik)
Ljvarska 7, SI - 1240 KAMNIK
Tél. : 061 815 239
Email: marko.vrabec@uni-lj.si

Karstologues slovènes

• **Institut za Raziskovanje Krasa - IZRK** (Institut de recherche du Karst)
Titov trg 2, SI - 66230 POSTOJNA
Tél. : (386) 067 24 781. ; Fax : (386) 67 23 965
E-mail : IZRK@zrc-sazu.si

• **Pr. Dr. Jurij KUNAVER** (spécialiste Kanin)
Od. za geografijo FF, Askerceva 2, SI - 61000 LJUBLJANA
Tél. : 061 17 69 240
Hubadova Ulica 16, SI - 61000 LJUBLJANA
Tél. : 3-46 830

Spéléologues italiens

• **Centro Speleologico Etno** (C.S.E.)
Via Cagliari 15, I - 95 128 CATANIA
Tél. et fax : (0039) 95 437018

• **GIUDICE Gaetano**
Via Scalazza 28, I - 95 026 ACTIFREZZA
Email : MAXARDI@MEDIAONLINE.IT

Autres contacts slovènes

• **Bogdan DEBEVC** (guide grotte de Postojna)
Postojnska jama, Turizem, p. o., Jamska c. 30,
SI - 66230 POSTOJNA

• **Eric FOURNIER**
Conseiller scientifique, Ambassade de France,
Robova 18 / VI, SI - 61000 Ljubljana
Tél. : 61 13 11 607
Fax : 61 30 29 51

• **Planinsko Društvo Kamnik** (refuge Grintovec)
Cojzova Koca, Sutna 42, SI - KAMNIK 61240.
Tél. : (00 386) 61 821 345
Mobitel 0609 611 367

• **Dom Petra Skalarja Kanin** (refuge du Kanin)
Mala vas 64, SI - 5230 BOVEC
Tél. : 065 86 139

• **Miran KLAVES-MLACA** (tenancier du refuge)
Gradisce 8, SI - 1000 LJUBLJANA
Tél. : 061 255 677

• **Office du tourisme de Bovec** (ouverture du téléphérique !)
Tél. : (386) 65 86 123
Fax : (386) 65 86 064

Fédération française de spéléologie (FFS)

Commission des relations et expéditions internationales (CREI)

• **Bernard LIPS** (directeur CREI)
4 avenue Salvador Allende, 69100 VILLEURBANNE
Tél. : 04 78 93 32 18
Fax : 04 78 89 78 02

• **Franck VASSEUR** (correspondant Slovénie)
34 rue du Mazet, 34190 LAROQUE
Tél. : 04 67 73 43 58

• **Philippe DROUIN** (rédacteur *Spelunca*)
Chavannes, 38390 BOUVESSE-QUIRIEU
Tél. : 04 74 83 40 78
Portable : 06 80 32 66 07