

Évaluation du développement de la karstification dans la région du Parc National Suisse (Grisons)



Eichenberger U., Blant D., Blant M., Bonardo C., Jeannin P.-Y.
Luetscher M., Rotzer S., Wenger R.

La Chaux-de-Fonds, le 28 avril 2003



ISSKA • SSKA

case postale 818

CH-2301 La Chaux-de-Fonds

Tél +41 (0)32 913 35 33

Fax +41 (0)32 913 35 55

Email : info@jsska.ch

INSTITUT SUISSE DE SPÉLÉOLOGIE ET DE KARSTOLOGIE
SCHWEIZERISCHES INSTITUT FÜR SPELÄOLOGIE UND KARSTFORSCHUNG
ISTITUTO SVIZZERO DI SPELEOLOGIA E CARSOLOGIA
SWISS INSTITUTE FOR SPELEOLOGY AND CAVE-STUDIES

Évaluation du développement de la karstification dans la région du Parc National Suisse (Grisons)

Table des matières

1. Résumé.....	1
1.1. Résultats visés.....	1
1.2. Description du projet.....	1
1.3. Résultats obtenus.....	1
2. Introduction.....	2
2.1. Pourquoi venir dans le Parc National.....	2
2.2. Objectifs de la semaine.....	2
2.3. Participants.....	2
3. Cadre.....	3
3.1. Situation géographique.....	3
3.2. Contexte climatique.....	3
3.3. Hydrologie.....	5
3.4. Situation géologique.....	5
4. Prospection.....	10
4.1. Contacts et demandes effectuées.....	10
4.2. Contraintes de prospection.....	10
4.3. Conditions de prospection.....	11
4.4. Zones parcourues.....	12
5. Résultats.....	15
5.1. Spéléologie.....	15
5.2. Géomorphologie.....	18
5.3. Hydrogéologie.....	21
5.4. Archéozoologie.....	24
6. Conclusion.....	27
7. Bibliographie.....	31
8. Annexes.....	I
8.1. Définitions.....	I
8.2. Contacts.....	I
8.3. Topographies.....	III
8.4. Photos.....	VIII
8.5. Observations détaillées.....	XXII

1. Résumé

1.1. Résultats visés

Les objectifs visés lors de cette étude préliminaire étaient d'évaluer le potentiel spéléologique et le développement de la karstification dans le Parc National Suisse.

1.2. Description du projet

Une semaine de camp fut organisée au mois de septembre 2002 avec pour buts de dépouiller les documents existants dans les archives du parc et d'effectuer des reconnaissances sur le terrain du parc ainsi qu'à proximité immédiate.

1.3. Résultats obtenus

Une semaine de camp sous la neige à sept participants en moyenne a permis de trouver quelques sources karstiques inconnues, 5 petites cavités (peu ou pas karstiques) et quelques zones lapiazées. Celles-ci nous permettent de penser qu'il existe des régions du parc présentant une karstification développée. À revoir sans neige !

2. Introduction

2.1. Pourquoi venir dans le Parc National

Les collaborateurs de l'ISSKA sont tous des spéléologues, mais ils se rencontrent et collaborent essentiellement dans le cadre des activités de l'ISSKA, c'est-à-dire dans des bureaux.

Dans l'esprit de mieux nous connaître et de maintenir « l'esprit spéléo », nous avons décidé d'organiser une semaine de travail sur le terrain à laquelle chaque collaborateur direct de l'ISSKA était tenu de participer.

L'ISSKA n'étant pas un club de spéléologie, le but n'était pas forcément de s'implanter dans un secteur pour les 20 prochaines années. De plus, nous ne voulions pas interférer avec les activités des spéléologues de la Société Suisse de Spéléologie qui couvrent déjà une grande partie du territoire national. Nous avons donc recherché un endroit avec un potentiel spéléologique, mais où les spéléologues n'ont pas de projets fixés. Le Parc National, en raison des réglementations en vigueur n'a pratiquement jamais été visité par des spéléologues à la recherche de grottes et, après consultation, il s'est avéré qu'aucun club n'y envisage des recherches à moyen terme. Par ailleurs, il est constitué essentiellement de roches carbonatées. En effet, sur la carte des zones karstiques de Suisse (Wildberger et Preiswerk 1997) le territoire du Parc représente une des plus grandes surfaces karstifiables des Alpes suisses. Seules deux petites grottes y étaient recensées, représentant une densité de cavités environ cent fois plus faible que les autres régions karstiques de Suisse.

Enfin, Urs Eichenberger, collaborateur à l'ISSKA est un fin connaisseur de la géologie des grisons, puisqu'il a réalisé son travail de diplôme et sa thèse de doctorat dans la région.

2.2. Objectifs de la semaine

Les objectifs de la semaine étaient donc d'évaluer prioritairement le potentiel spéléologique du territoire du parc en parcourant ses diverses régions ainsi que les zones voisines et en y relevant la présence de grottes, en les explorant et les topographiant. Un accent particulier a été porté sur les relations entre les grottes et la faune (hypogée ou extérieure). Une évaluation du développement de la karstification en général (sources karstiques, dolines, lapiés, etc.) était un objectif majeur. Par ailleurs, les mines et les tunnels se développant dans le sous-sol du parc ont aussi retenu notre attention. Enfin, diverses observations géologiques, géomorphologiques et hydrogéologiques ont été faites.

2.3. Participants

Les collaborateurs suivants ont participé à cette semaine d'étude :

Denis Blant, Hydrogéologue ;
Dr Michel Blant, Biologiste ;
Constanze Bonardo, spéléologue ;
Dr Urs Eichenberger, Géologue ;
Dr Pierre-Yves Jeannin, Géologue ;
Marc Luetscher, Géologue ;
Sébastien Rotzer, spéléologue ;
Rémy Wenger, Photographe - dessinateur.

3. Cadre

3.1. Situation géographique

Le territoire du Parc National se trouve à l'extrémité est de la Suisse, en basse Engadine (canton des Grisons). Il couvre un territoire de 170 km², au sud de l'Inn, entre S-chanf et Scuol (figure 1). Il est formé schématiquement de trois régions : au SW le massif du Piz Quaternals, au NE la chaîne des Piz Laschadurella - Piz Pizoc et au centre la région de l'Ofenpass. L'altitude moyenne du parc se situe aux alentours de 2400 m, avec un point bas à 1580 m, près de Zernez, et un maximum de 3174 m au Piz Pisoc. La zone boisée se limite à la vallée centrale (Spöl et Ofenpass) et dans une moindre mesure à quelques vallées pas trop élevées en altitude (Val Mingèr, Val Trupschun, Val Cluozza). La limite supérieure de la forêt se situe vers 2200 m.

Les zones élevées sont formées de massifs abrupts, très rocheux, où de grandes falaises sont recoupées par des couloirs étroits et pentus (*Laviner* en romanche). Le Munt La Schera, dans la zone de l'Ofenpass, présente une morphologie différente avec un plateau à son sommet.

Un seul petit glacier est visible au nord du Piz Quaternals, alors que plusieurs glaciers rocheux ont été reconnus (p. ex. au Val Sassa).



Limite supérieure de la forêt dans le Val Bösch, photo R. Wenger.

3.2. Contexte climatique

Le Parc National Suisse, bénéficie d'un climat de type continental, froid et sec, propre à cette région. Isolée de part et d'autre par d'importants massifs rocheux, l'Engadine reste protégée des influences de la côte atlantique. Conditionné par le régime climatique de la zone méditerranéenne, l'ensoleillement dans cette région est relativement abondant et représente en moyenne quelque 1900 heures annuelles avec un maximum aux mois de juillet et août.

La pluviométrie dans les limites du parc se situe aux alentours de 1150 mm/an représentant en moyenne quelques 117 jours de pluie. Inégalement réparties, ces précipitations présentent des valeurs moyennes annuelles maximales dans le Val Stabelchod (1270 mm/an) alors que le Val Cluozza représente la partie la

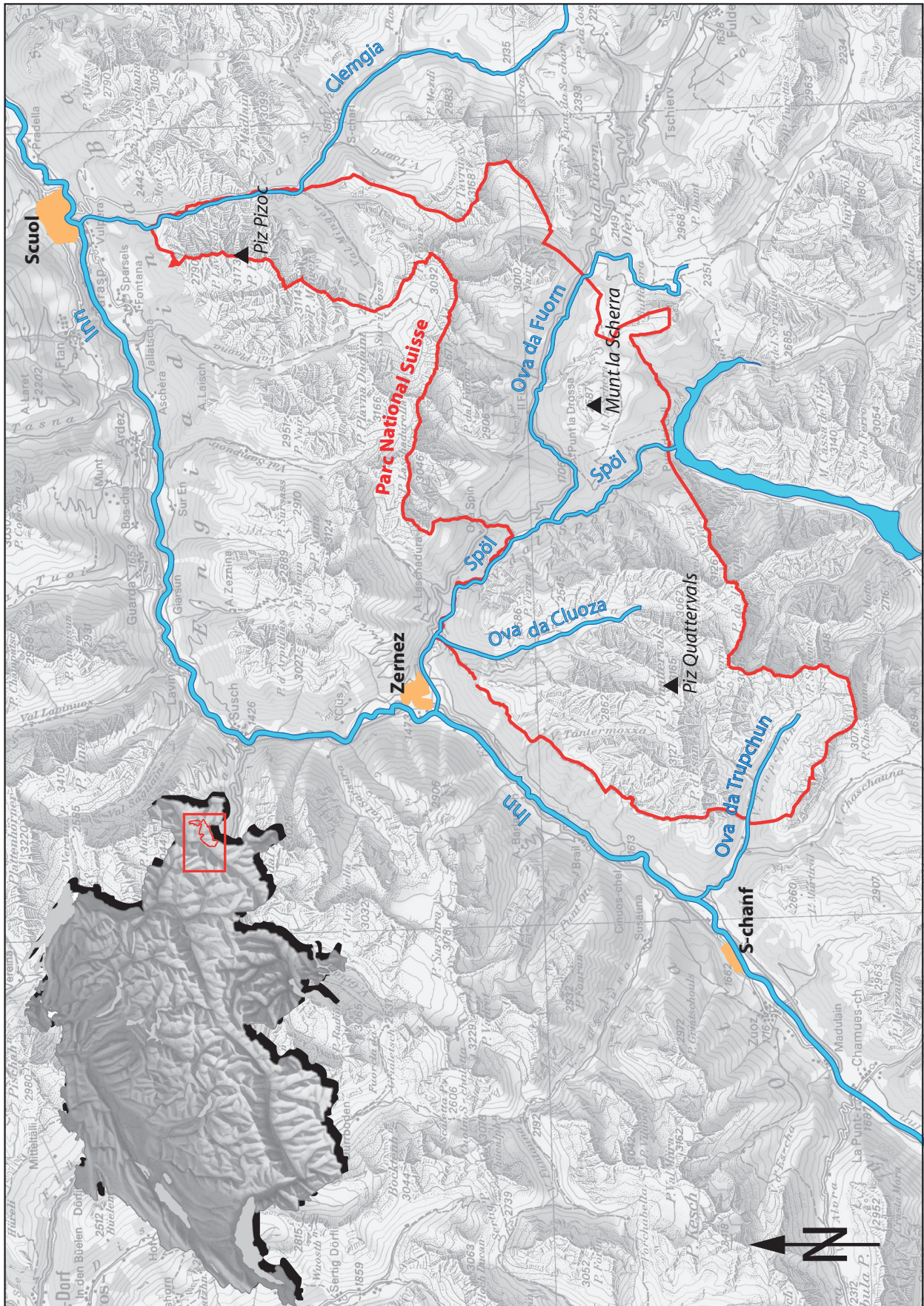


Fig. 1: Situation et délimitation du Parc National Suisse.

plus aride du Parc (930 mm/an). Les précipitations se concentrent essentiellement sur la période estivale (juillet et août) tandis que les mois de janvier et février présentent la plus faible pluviométrie. L'enneigement n'y est par conséquent pas extrême et présente des moyennes variant entre 80 et 130 cm en fonction de l'altitude et de l'exposition. L'absence de végétation importante (seul 1/3 du Parc est recouvert de forêt) implique une évapotranspiration faible. Celle-ci peut être estimée à quelque 20 % des précipitations totales (G. Stettler 1996). De manière générale, l'air ambiant est relativement sec et peut atteindre des valeurs de ~10% d'humidité relative.

La moyenne annuelle de la température dans le Parc s'élève à quelque -0.2°C (station météorologique de Buffalora, altitude 1970 m). Les variations saisonnières sont de l'ordre d'une vingtaine de degrés alors que les écarts entre les minimas et maximas peuvent atteindre les 60°C (T° min. -34°C ; T° max. 26°C). La période hivernale constitue approximativement la moitié du cycle annuel.

La limite des neiges permanentes se situe dans cette région aux alentours de 3000-3100 m alors que moins de 1% de la surface du Parc est recouvert par des glaciers.

3.3. Hydrologie

La totalité du Parc National appartient au bassin versant de l'Inn. Le Spöl, la Clemgia, l'Ova da Cluozza, l'Ova da Trupchun et l'Ova da Fuorn constituent l'essentiels des cours d'eau présents dans le Parc. Leur débit est fortement tributaire des précipitations pluvieuses et de la fonte des neiges, bien que quelques sources karstiques alimentent certaines de ces rivières. Le bassin de compensation de l'usine électrique du Spöl se trouve quant à lui essentiellement alimenté par les cours d'eau présents dans la vallée de Livigno (Italie). Son bassin d'alimentation représente quelque 295 km².

Les observations effectuées sur la rivière issue des Val Minger et Val Foraz semblent indiquer un débit plus faible qu'attendu. Celle-ci ne semblant pas captée, l'origine du plus faible débit doit à priori en être attribuée à la présence d'éventuelles pertes plus en amont.

3.4. Situation géologique

3.4.1. Introduction

La région du Parc National Suisse fait partie des nappes austroalpines. Avant la collision alpine, ces roches étaient situées à la marge sud de la Thétys (la mer qui couvrait la partie sud de l'Europe) sur une protubérance du socle africain. Il y a 100 millions d'années l'Afrique entrain en collision avec l'Europe et la zone des Grisons était portée hors de l'eau. Sous la force de la collision, le socle et sa couverture de sédiments furent découpés en diverses nappes qui sont actuellement superposées comme des tuiles. Les éléments les plus hauts se trouvent à l'est, les profondes à l'ouest (fig. 2).

En partant du Val Trupchun vers l'est, on trouve du bas vers le haut les nappes de l'Ortler (cristallin - Crétacé supérieur), du Quattervals et de Terza (Trias moyen - Trias supérieur), la nappe du S-charl Oberbau (Trias moyen - Crétacé moyen) et du S-charl Unterbau (cristallin - Trias supérieur) et quelques écailles supérieures sous la nappe d'Oetzal (cristallin avec du Paléozoïque et de la Permo-Trias dans l'Autriche). Au nord, ces unités sont limitées par une grande faille sub-verticale : la ligne de l'Engadine.

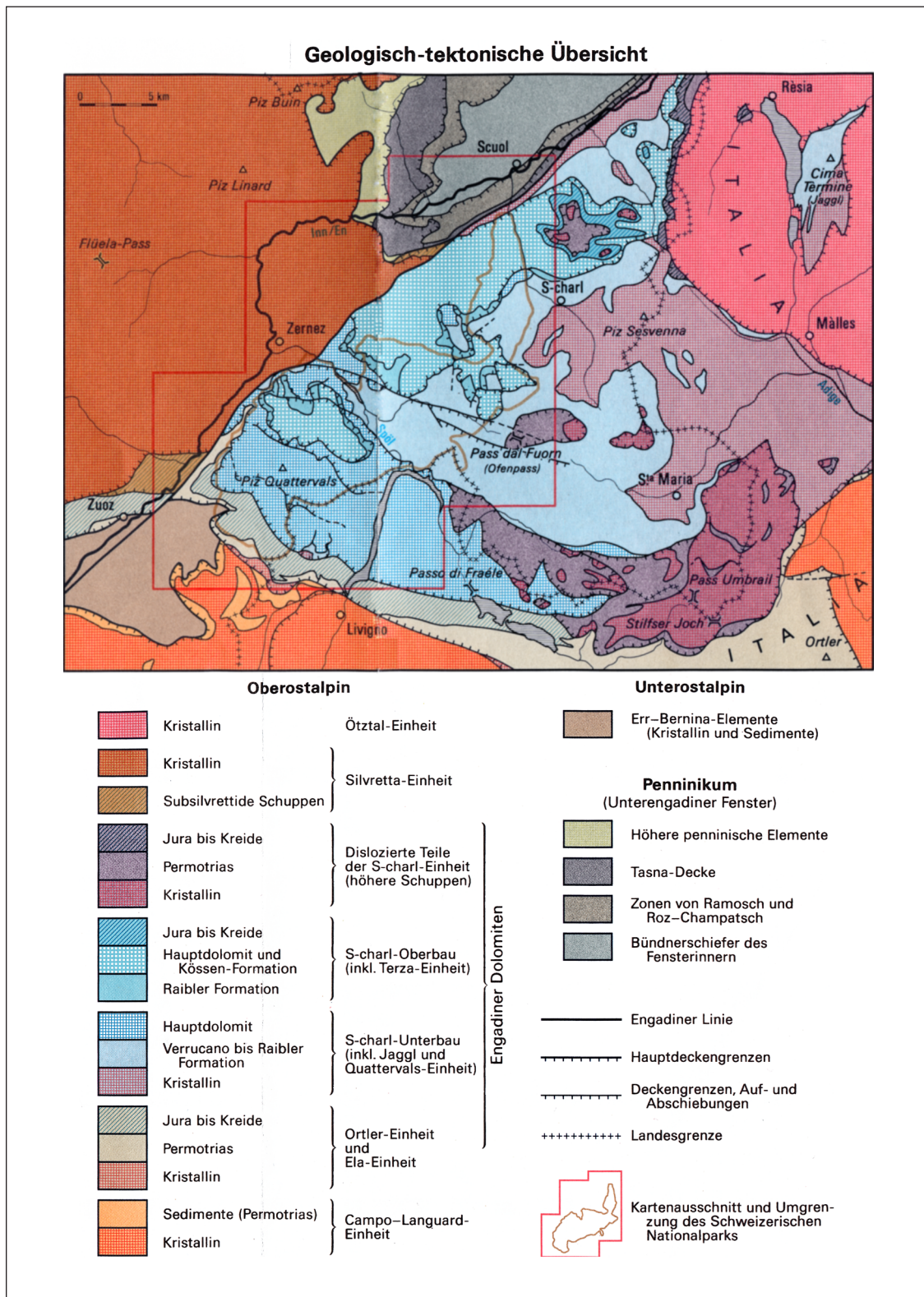


Fig. 2: Carte géologique du parc, tiré de Dösseger R. 1987.

3.4.2. Les lithologies au travers des âges

Diverses roches affleurent dans le Parc National. Elles sont brièvement décrites selon un ordre stratigraphique (des plus vieilles aux plus jeunes, fig. 3).

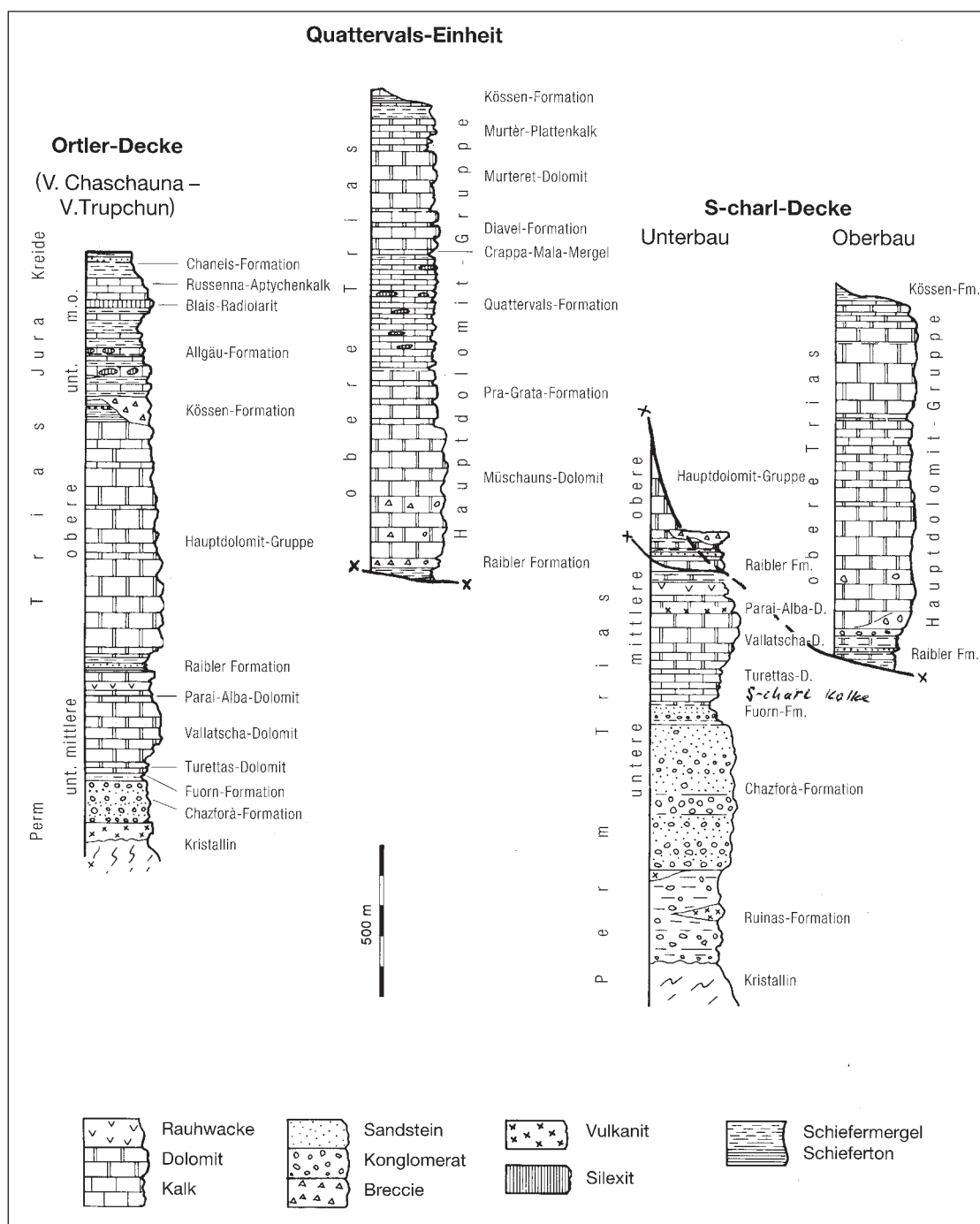


Fig. 3: Échelle stratigraphique dans le Parc National Suisse tiré de Trümpy et all., 1997

Paléozoïque : (dans les nappes de S-charl Unterbau et Ortler)

Les roches cristallines du socle sont constituées de paragneiss (avec des Zircons qui datent de 1,4 mia d'années), de schistes à mica et d'amphibolites qui ont subi la déformation varisque, il y a 340 à 310 mio d'années.

Permien : (S-charl Unterbau et Ortler)

Il s'agit de porphyres et de sables verts avec des grands cristaux de quartz. Ces roches se sont accumulées dans des grabens continentaux pendant un climat aride au Permien et se trouvent actuellement à la base des séries sédimentaires.

Trias : (S-charl Unterbau, Oberbau , Ortler et Quattervals)

Les sables rouges (formation de Fuorn) sont surmontés par des strates très variées mais peu épaisses du groupe de Buffalora (S-charl Unterbau) qui contiennent des schistes, des dolomies et des calcaires.

Les calcaires de S-charl (S-charl Unterbau) forment des falaises de 40 à 50 m, leur couleur d'altération est rose, gris clair ou jaunâtre. Ils sont surmontés de dolomies grises à gris foncé des formations de Turettas et Vallatscha. Ces dolomies grises du Trias moyen sont en général très similaires à celles du groupe Hauptdolomit du Trias supérieur

Les gypses, schistes argileux (sables) et dolomies jaunes en bancs fins des couches de Mingèr et Fanez (groupe de Raibel) ne sont que peu résistants à l'érosion. Souvent à l'origine des horizons de chevauchement tectonique, ces roches favorisent en outre le développement de pâturages. Le dédoublement de la nappe de S-charl, par exemple, en Unterbau et Oberbau se fait au niveau de la formation de Mingèr. La surface de détachement de la nappe de l'Ortler suit sur une bonne distance ces mêmes couches de Mingèr.

Le Hauptdolomit forme les grandes masses de roche carbonatée des montagnes du Parc : les dolomies uniformes de la Münschauns (S-charl Oberbau) sont surmontées par des couches intercalées avec des calcaires sombres comme les Pra-Gata (bancs massifs) et les Quattervals (bancs fins), les Crappa-Mala (calcaires bitumineux) ainsi que les calcaires du Val dal Diavel. Au sommet, le Hauptdolomit (dolomies pures de Murteret) est surmonté par le Plattenkalk (dans les nappes de Quattervals et Terza) et les couches calcaires et marneuses de la formation de Kössen qui représentent les derniers sédiments du Trias.

Jurassique et Crétacé : (Ortler et S-charl Oberbau)

Les couches calcaires et marneuses d'Allgäu (Ortler) se sont formées dans un bassin marin profond. Sa profondeur maximale est documentée par les radiolarites du jurassique moyen à supérieur. Les calcaires à aptyches surmontant la série datent du Jurassique Supérieur et du Crétacé inférieur et les schistes mésozoïques les plus jeunes (formation de Chanel) datent du milieu du Crétacé moyen.



Superposition des strates du Hauptdolomit dans la falaise de Pra Grata au nord du lac de Livigno, photo U. Eichenberger.

3.4.3. La déformation

À partir du milieu du Crétacé, les nappes ont été métamorphosées, chevauchées et déformées du sud vers le nord. Les derniers mouvements de la phase principale de la formation des Alpes ont poussé l'ensemble des nappes vers l'ouest. Le S-charl Unterbau a subi un plissement complexe qui déforme les strates de Fuorn à Raibel alors que l'Oberbau est structuré par des failles d'extension qui compartimentent le Hauptdolomit en grands blocs (extension NW-SE). La séparation des deux se trouve dans les couches de Mingèr.

La déformation dans la nappe d'Ortler montre bien que les premiers mouvements dans l'Austroalpin (phase de Trupchun) se sont produits pendant le Crétacé. La séparation entre la nappe de Quattervals et les nappes de S-charl se fait le long du Val dal Spöl. Les traces des chevauchements ne sont toutefois pas visibles en surface.

3.4.4. Les zones karstifiables

Les zones karstifiables sont constituées principalement des sédiments calcaires et de gypses, éventuellement de dolomies.

Les calcaires se trouvent à divers niveaux stratigraphiques, notamment dans les formations de S-charl (calcaires), Raibel (gypse), dans les intercalations calcaires du groupe du Hauptdolomit qui s'appellent Pra-Gata, Quattervals, Grappa Mala et Plattenkalk et dans la formation de Kössen. Les intercalations calcaires dans la série de base de Buffalora ont moins d'importance.

Ces calcaires sont d'origine lagunaires et les strates sont en général fines. On ne trouve pas de récifs ni de séries épaisses de bancs massifs très purs. Les calcaires de S-charl et les séries situées au-dessus du Hauptdolomit sont les plus prometteurs pour une karstification.

Les couches aquifères se trouvent dans deux niveaux principaux :

Le premier aquifère est localisé principalement à la base des sédiments dans la zone altérée du cristallin et dans les formations clastiques sus-jacentes.

Le deuxième aquifère se développe dans le Hauptdolomit et la partie supérieure des couches de Raibel. Sa base est formée par les argiles et gypses de la formation de Mingèr (formation de Raibel), qui représente un horizon de sources.

Les nombreuses failles et décrochements servent localement de drains. La carte géologique ne montre cependant guère d'avantage de détails.

4. Prospection

4.1. Contacts et demandes effectuées

En juin 2002, les premiers contacts ont été établis avec la direction du parc national et les responsables des recherches dans le Parc National. Une proposition plus concrète ainsi qu'une information sur les activités de l'ISSKA, ont été envoyées à MM. M. Filli, F. Filli et H. Lozza en juillet.

Suite à cette demande, nous avons été orientés vers la commission de recherche du Parc National à Berne, à qui nous devons soumettre notre projet. Sans son consentement, la direction à Zernez ne pouvait pas accepter notre demande de visite.

Notre demande d'août a été bien reçue par cette commission et MM. Ch. Schlüchter et Th. Scheurer ont communiqué l'utilité de nos investigations auprès de la direction du parc à Zernez.

C'est M. F. Filli qui nous a mis en contact avec M. R. Haller, l'administrateur du système SIG du parc, pour obtenir les données les plus à jour nécessaires à la préparation de nos investigations.

En parallèle, nous avons commencé à chercher du matériel sur les grottes, le karst, les sources, les mines, tunnels et conduites d'eau dans la région du parc.

Nos idées se sont concrétisées après des discussions avec plusieurs partenaires, particulièrement avec les géologues qui ont travaillé dans la zone (Dr. H. Furrer, Dr. W. Müller, Dr. S. Frank), avec l'université de Zürich (Prof. Dr. H. Graf), avec le musée d'histoire naturelle à Coire (Dr. J. Müller), avec l'association pour la protection des mines dans la région (E. Rehm, O. Hirzel, M. Filli), avec les spéléologues actifs dans la région (Th. Arbenz) et avec les ingénieurs d'Energia Engadina (P. Molinari, H. Gross).

M. R. Haller de l'équipe du Parc National nous a envoyé un CD avec les données du système SIG.

M. Graf nous a informé sur les travaux morphologiques dans le parc et nous a fourni un travail de diplôme d'un de ses étudiants.

M. Filli nous a accueilli à la maison du parc, nous a présenté la bibliothèque et a été à disposition pour d'autres renseignements pratiques. L'Energia Engadina était particulièrement accueillante et a mis à notre disposition des fichiers des captages d'eau de tous les ouvrages de la région.

Plusieurs adresses utiles sont données en annexe.

4.2. Contraintes de prospection

Idéalement, une prospection spéléologique nécessite, d'une part, de disposer d'informations relatives au contexte géologique, géomorphologique et hydrogéologique et, d'autre part, d'avoir libre accès aux zones jugées prometteuses.

Dans le cas de la prospection que nous avons effectuée dans le parc national, la documentation à disposition était volumineuse et bien détaillée. Par contre, les conditions d'accès étaient très contraignantes même si les responsables du parc nous ont donné l'autorisation de quitter les sentiers pédestres balisés en certains endroits bien précis.

En plus du réseau de sentiers habituellement accessibles aux visiteurs du parc, nous avons eu accès aux régions suivantes :

Val Müschauns - Val Sassa :

Autorisation de quitter le chemin jusqu'à une distance maximale de 200 m dans le Val Müschauns et jusqu'au pied des falaises dans le Val Sassa.

Val Cluozza :

Autorisation de quitter le chemin qui fait une boucle entre Bellavista, le pt 2579 de la CNS et les ravins de Murtaröl. Autorisation valable pour une distance de 200 m maximum à partir du chemin.

Val Naira :

Autorisation d'accès à ce ravin qui descend du Piz Nair vers la route de l'Ofenpass (1 km à l'est du Val Stabelchod).

Val S-charl :

Autorisation d'accéder au ravin de Muntrot ainsi qu'au lit de la rivière Clemgia et à la partie inférieure des falaises qui la dominent.

4.3. Conditions de prospection

La campagne de prospections effectuée du 23 au 27 septembre 2002 s'est faite dans des conditions climatiques particulièrement défavorables. Dès le 23 au soir, la neige est tombée jusqu'à une altitude de 1700 m environ et, durant toute la semaine, un froid persistant l'a empêchée de fondre. Vers 2700 m, la couche de neige a atteint 20 à 30 cm.

La neige a non seulement réduit l'accessibilité aux zones situées au-dessus de 2000 m (Val Sassa, Munt la Schera, Piz Murter...) mais, avec les nuages, a également réduit parfois la visibilité qui était indispensable pour prospecter aux jumelles.

En plus des limitations d'accès à la plupart des sites potentiellement intéressants et aux mauvaises conditions climatiques, nous nous sommes parfois rabattus sur les zones situées immédiatement autour du parc où nous avons dû parfois nous accommoder de la présence de chasseurs pas forcément très compréhensifs face à nos recherches.



Conditions de prospection difficiles dans la région de Muot Tavrü, photo U. Eichenberger.

4.4. Zones parcourues

4.4.1. Massif du Piz Quattervals - Piz de l'Acqua

La figure 4 présente les secteurs parcourus. Le détail des observations est donné à l'annexe 8.5.

Zernez - Sur Röven (hors PNS)

Randonnée depuis Zernez jusque dans la forêt de Sur Röven (CB, UE).

Objectif: observation de dolines et d'un niveau à sources.

Bellavista - ravins de Murtaröl

Montée depuis Zernez par Bellavista, jusqu'à l'altitude de 2420 m, puis descente par le versant de Murtaröl, mais sans quitter le chemin en raison des risques de glissades dues à la neige (DB, SR, RW).

Objectifs: observation des niveaux géologiques de la crête de Bellavista et observation (aux jumelles) du lapiaz signalé à Murter.

Val dal Spöl

Aller et retour de Punt la Drossa au Spöl par le sentier balisé (DB).

Objectif: repérage de sources.

Val dal Spöl (hors PNS)

Descente jusqu'au Spöl depuis l'usine hydroélectrique (UE, MB, SR, RW).

Objectif: repérage de porches dans le Vallin dal Uors, exploration de porches dans un ravin situé en rive droite du Spöl et observations dans la grotte de Ils Cuvels proche à Ova Spin (cavité préhistorique).

Lago di Livigno (hors PNS, Parc del Stelvio, Italie)

Montée depuis le lac jusqu'à l'altitude de 2200 m dans le Val del Dardaglino (UE, RW).

Objectif: atteindre quelques porches repérés depuis le bas et observation des niveaux géologiques.

Lago di Livigno (hors PNS, Parc del Stelvio, Italie)

Montée depuis le poste frontière italien jusqu'à la forêt de Murtarous (UE, RW).

Objectif: trouver de la karstification dans les niveaux calcaires de la formation de Quattervals (Hauptdolomit).

4.4.2. Région de l'Ofenpass

Val dal Botsch – Val da Stabelchod

Montée par le Val dal Botsch jusqu'au col du même nom, puis descente par le Val da Stabelchod (CB, ML, RW).

Objectif: repérage de porches.

Val Naira

Montée depuis la route en direction du ravin (DB, ML, SR).

Objective: exploration d'une «cavité» signalée dans la littérature.

Buffalora (hors PNS)

Excursion depuis le restaurant de Buffalora (DB).

Objectifs: repérage et mesures de sources.

Punt la Drossa

Observations depuis la route (DB, ML, SR).

Objectif: repérages de sources.

Tschierv (hors PNS)

Observations à proximité de la route (hors PNS), (DB, ML, SR).

Objectif: mesures de la Rombach Quelle.

Sud-est du Piz Vallatscha (hors PNS)

Montée de l'Alp da Munt jusqu'à F. Funt. de S-Charl (CB, ML, RW).

Objectif: observation et mesures de la Funtana da S-Charl.

Murtaröl (hors PNS)

Excursion depuis l'Ofenpass en direction du Piz Daint jusqu'à l'altitude de 2600 m (ML, PYJ).

Objectifs: exploration de deux cavités et repérage d'une zone de lapiaz.

4.4.3. Région du Val S-Charl

Clemgia (limite du PNS)

Randonnées le long du lit de la Clemgia depuis les ruines des mines jusqu'au Plan da Funtanas (DB, PYJ, SR, RW).

Objectifs: repérages de porches et de sources.

Clemgia

Montée à partir du lit de la Clemgia (PYJ, ML, RW).

Objectifs: exploration de trois petites cavités dont la Cuvel Pisoc (cavité déjà inventoriée).

Mot Tavrü (limite du PNS)

Montée de S-Charl au sommet du Mot Tavrü (MB, UE).

Objectif: Observations (aux jumelles) des falaises sud du val Tavrü, nord-ouest du Val Foraz et dans le Mot Tavrü, repérage d'une zone de lapiaz.

Excursion au-dessus de Tarasp (DB, PYJ, ML).

Objectif: repérage de sources.

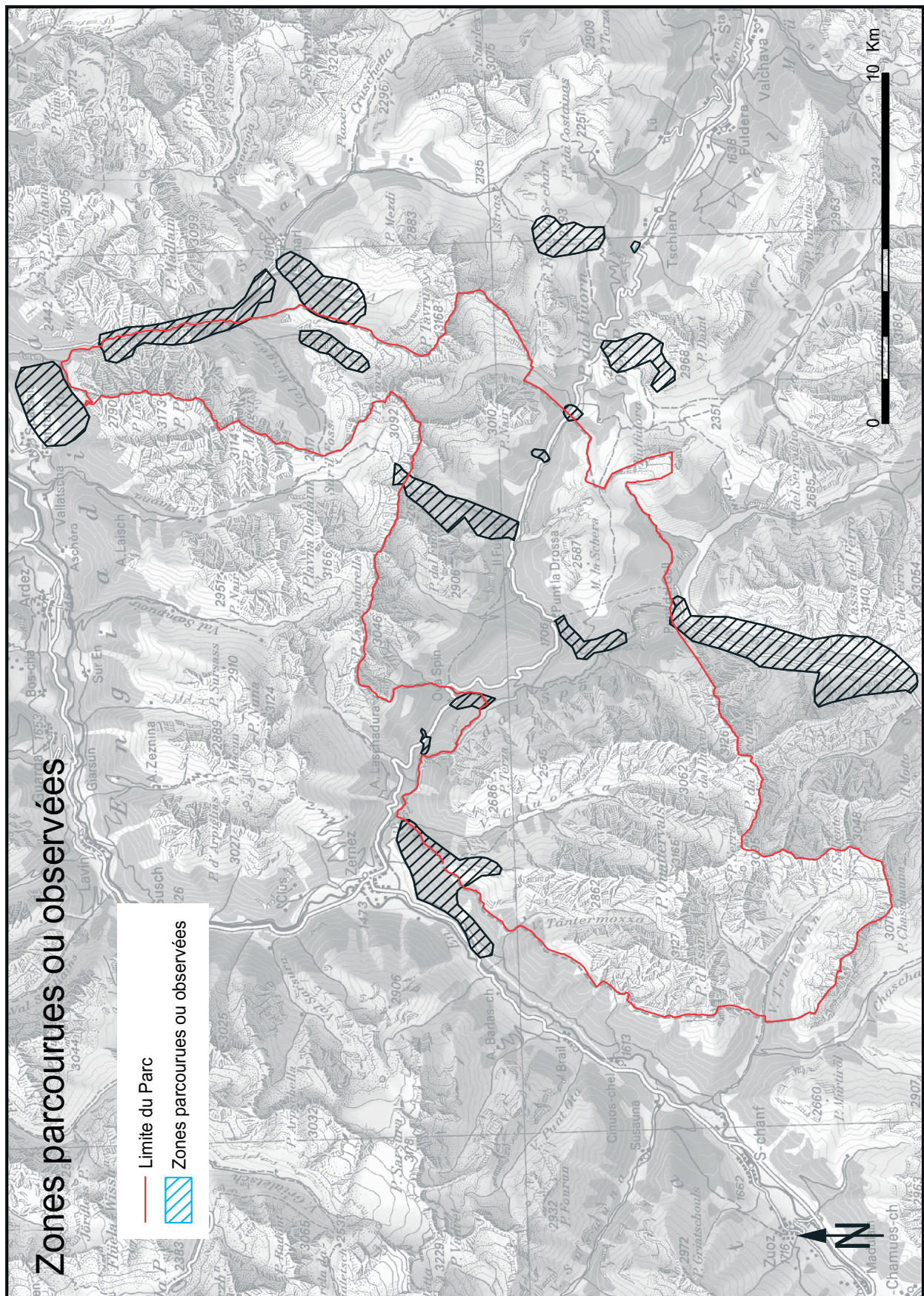


Fig. 4: Cartes des zones parcourues et/ou observées

5. Résultats

5.1. Spéléologie

D'un point de vue purement spéléologique les résultats obtenus sont très limités. Cinq cavités ont été topographié et décrites (annexe 8.3). Aucune vraie grotte n'a été trouvée. Les deux cavités déjà connues dans le parc s'avèrent être des porches dont l'origine n'est pas la dissolution (voir § 5.2.6). De nombreux porches ont été repérés et plusieurs d'entre eux visités. Aucun ne s'est avéré être l'entrée d'une vraie grotte. Les porches repérés, mais non atteints dans le Val Foraz (point d'observation n° 82) représentent toutefois encore un espoir évident de trouver des entrées de grottes (ces porches se trouvent dans une série calcaire, alors que presque partout ailleurs les porches sont situés dans les dolomies et les couches de Raibler).

La cavité explorée au nord du Piz Daint (Cuvel Murtaröl) est la seule cavité verticale explorée dans le secteur. Il ne s'agit pas d'un gouffre karstique, mais d'une fissure ouverte sans trace réelle de dissolution. La fissure est parallèle à la falaise voisine qui glisse lentement en ouvrant la faille que nous avons explorée.

Les figures 5 et 5a ci-jointes présentent la situation des porches repérés et des porches et cavités visités.



Entrée de la Cuvel Pizoc, dans le Val S-charl, photo R. Wenger.

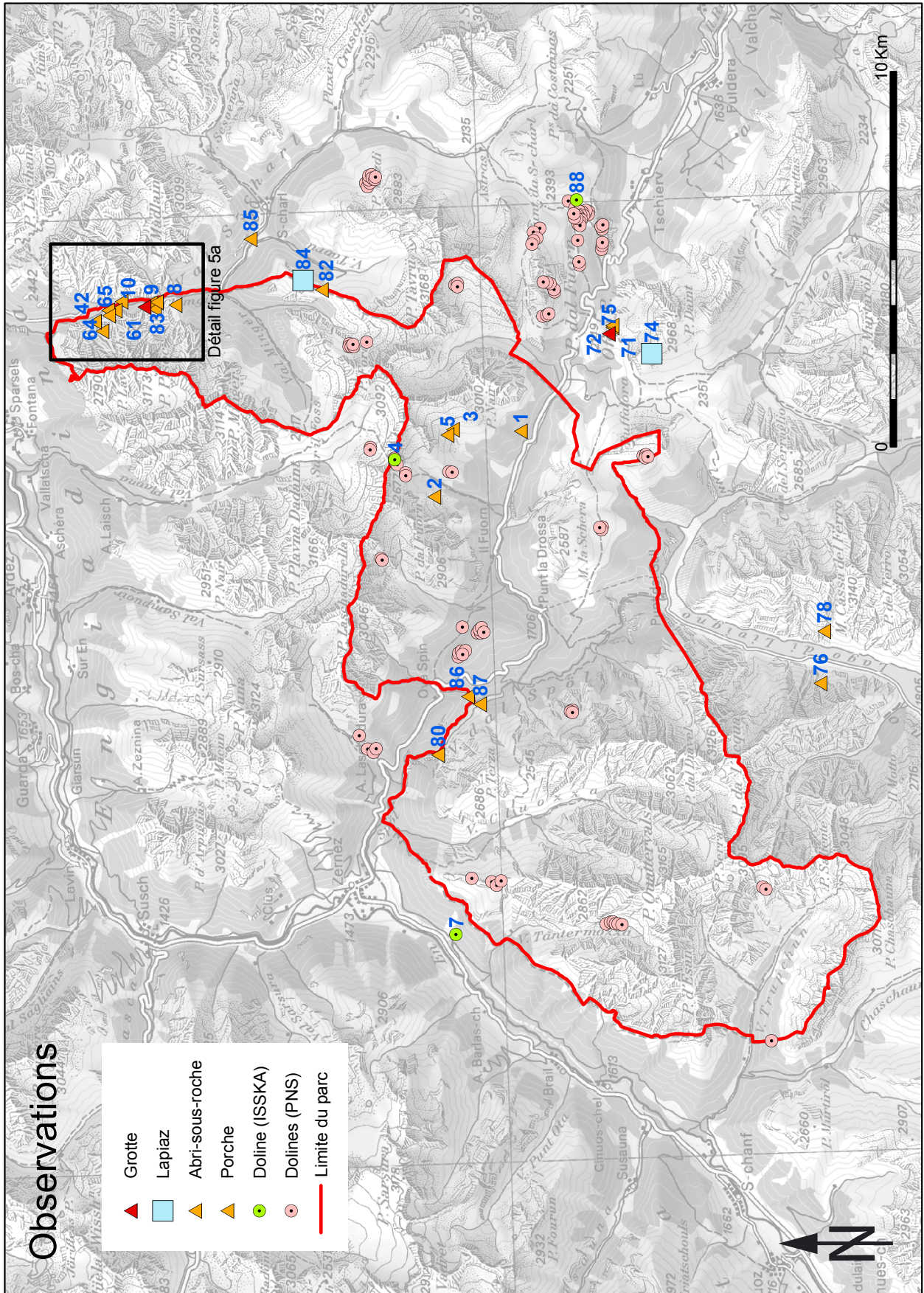


Fig. 5: Cartes des observations

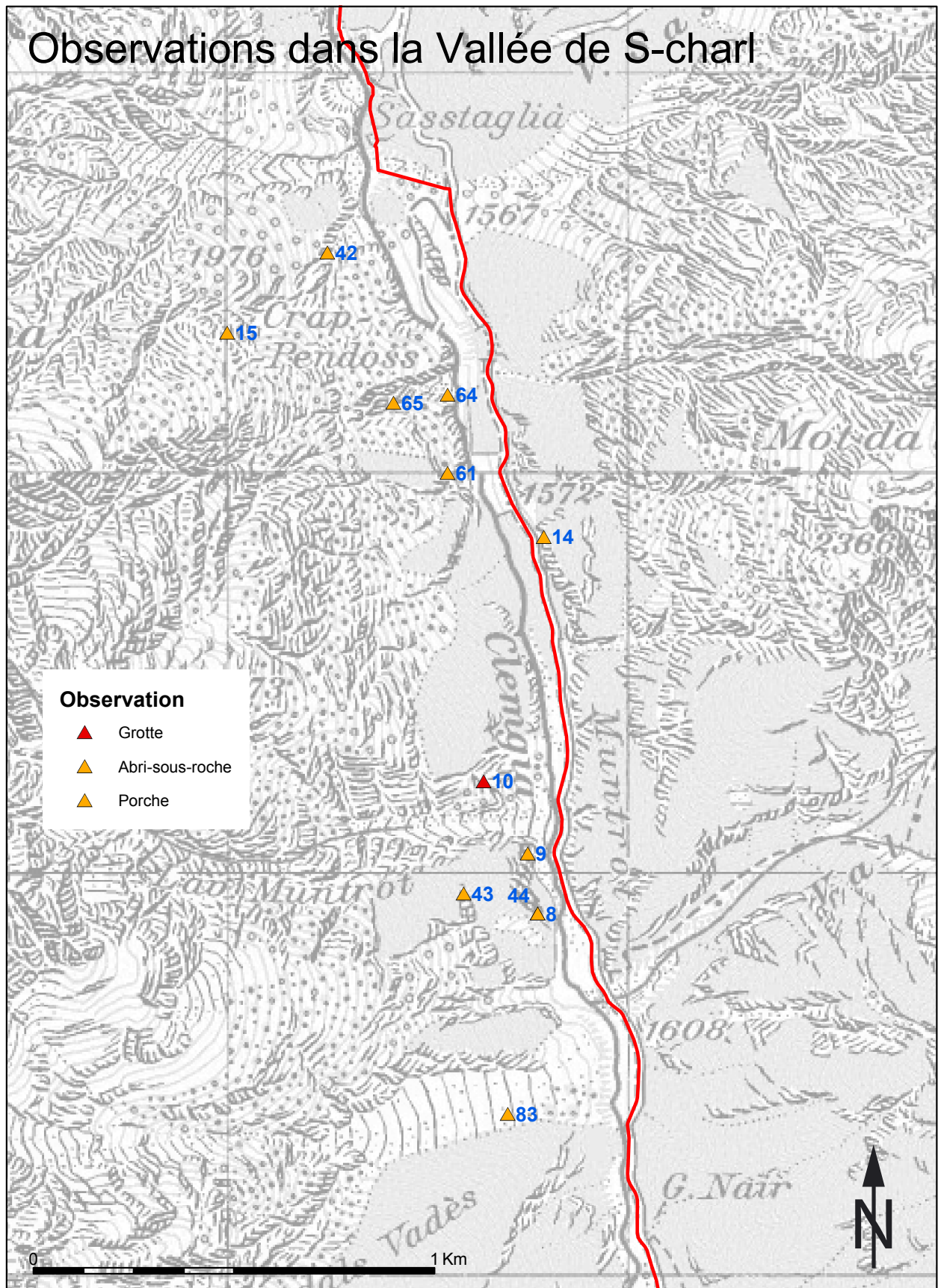


Fig. 5a: Cartes des observations, détails de la Vallée de S-charl.

5.2. Géomorphologie

À côté des cavités (§ 5.1), plusieurs autres éléments de la morphologie karstique ont été observés, décrits et situés. Les figures 5 et 5a présentent la situation de ces éléments.

On distingue principalement les dolines et les lapiés.

5.2.1. Dolines

La figure 5 distingue les dolines que nous avons observées de celles qui furent observées précédemment par d'autres auteurs.



Dolines dans le gypse à Alp da Munt, Ofenpass, photo R. Wenger.

Les dolines les plus spectaculaires se forment sur les couches gypseuses de la formation de Raibler. Quelques autres dolines sont visibles dans les séries carbonatées, principalement dans les formations les plus calcaires des dolomies de Vallatscha (zone de l'Ofenpass) et de la formation de Quattervals.



Doline dans la formation de Raibler, Val Raschitsch, photo U. Eichenberger.

5.2.2. Lapiés

Pendant notre séjour, peu de lapiés ont pu être observés en raison de la neige et de l'impossibilité de sortir des chemins pour accéder aux zones de lapiaz signalées dans la littérature. Par contre, nous avons constaté que les cartes existantes omettaient parfois de signaler certaines zones de lapiés. Deux petites surfaces de lapiés ont été observées au Mot Tavrü et au pied du Piz Daint. Aucun des secteurs signalés dans le SIG du parc n'a pu être atteint. Nous en déduisons que certains horizons lithologiques des dolomies de Vallatscha sont nettement karstifiables.



Petite zone lapiazée dans les Vallatscha Dolomite, Murtaröl, photo P.-Y. Jeannin.

5.2.3. Reliefs ruiniformes

Ces reliefs assez spectaculaires se voient surtout dans la région de l'Ofenpass. Aucun inventaire systématique n'a été entrepris. Ils semblent se développer surtout dans les couches de base de la Hauptdolomit.



Relief ruiniforme dans le Hauptdolomit, Il Jalet, Ofenpass, photo P.-Y. Jeannin.

5.2.4. Pertes

Un petit lac karstique avec une perte souterraine est signalé dans la bibliographie (Dolder 1977). Etant donné la neige tombée pendant notre séjour, ce point n'a pas pu être atteint. D'autres pertes de ruisseaux sont signalées dans les travaux antérieurs, en particulier dans le Val Tantermozza (Reithebuch 1990), mais il semble s'agir principalement d'infiltration sous les éboulis abondants au fond de certaines vallées. Le même phénomène se retrouve de façon spectaculaire dans le Val Plavna, juste à côté du parc au sud de Tarasp.

5.2.5. Dissolution de la formation de Raibler

La formation de Raibler est un mélange de roches très diverses. Des éléments de gypse, très solubles, englobent des éléments de dolomie et d'argiles, moins solubles. Dans des zones fracturées on y trouve même des blocs et cailloux de roches cristallines. Cette couche est facilement dissoute, conduisant à des formes diverses que l'on peut rattacher à de la karstification. Toutefois, la stabilité mécanique de ces roches est insuffisante pour un développement important de grottes, ou même d'un système d'écoulement karstique à l'échelle régionale. À l'affleurement, cette roche apparaît comme très rugueuse en raison des fortes différences de solubilité des matériaux qu'elle contient.

5.2.6. Processus à l'origine des porches

La plupart des porches observés ne sont pas d'origine karstique, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas de l'entrée d'une grotte qui se prolonge dans le massif, mais d'un phénomène local. En fait, tous les porches se trouvent sur des fractures subverticales. À l'intérieur, des traces d'arrivées d'eau temporaires, sont visibles au plafond dans le plan de la fracture. Les parois ne présentent généralement aucune forme claire de dissolution. Le sol est généralement incliné vers l'extérieur et formé d'un mélange de blocs et de limon jaune.

À nos yeux, le processus principal à l'origine de ces porches est la gélifraction. À proximité de la surface, la fracture se détend, laissant un peu d'eau s'infiltrer depuis la surface située au-dessus. L'eau gèle dans la fracture et éclate la roche. Cette zone représente alors un point de drainage qui s'agrandit toujours au même endroit par gélifraction et dégage peu à peu un porche.

5.2.7. Processus d'érosion de la dolomie

La morphologie superficielle dans le parc est dominée par les éboulis. Ceux-ci résultent de la gélifraction des roches, principalement dolomitiques. La dolomie est plus poreuse et moins soluble que le calcaire. Si pour la plupart des calcaires le mécanisme dominant est clairement la dissolution, il n'est pas de même pour les dolomies. Dans le parc, la rareté des formes de dissolution sur les dolomies et l'omniprésence des éboulis indiquent assez clairement que le processus de gélifraction domine celui de la dissolution. Cette dernière joue par contre probablement un rôle assez important dans les éboulis où l'eau circule et dissout les blocs.

5.3. Hydrogéologie

5.3.1. Généralités

Lors de nos différentes investigations, des sources et des cours d'eau ont été recherchés puis mesurés. La conductivité électrique et la température ont notamment été mesurées lorsque cela était possible. Les débits ont été estimés à l'œil. Sept échantillons d'eau ont été prélevés pour y mesurer la radioactivité et le taux de Radon. Pratiquement toutes les mesures ont été faites dans la zone Pisoc et la zone S-charl - Ofenpass.

Des travaux de diplôme (Frei, 1992, Nold et Schmassmann, 1955, Vetter, 1992) ont été réalisés sur des zones de sources, notamment dans les gorges du Spöl, la Drossa et Buffalora. Nous sommes allés voir les zones sourcières décrites dans ces travaux, qui sont soit à l'intérieur du Parc (Spöl et La Drossa), soit à la limite (Buffalora).

D'autres sources ou zones de sources ont été visitées à la limite ou hors du Parc (voir fig. 6 et 6a)

Une vingtaine de points d'eau ont été mesurés dans le val S-charl, entre Pradatsch et Sasstaglia.

Les sources Funtana de S-charl et Rombachquelle (Tschier, val Müstair).

La partie inférieure du val Plavna a été inspectée, sans découverte de source.

Le texte qui suit présente les principaux résultats alors que le détail (situation du point d'observation et observations brutes) est donné sur les figures 6 et 6a et dans l'annexe 8.5.

5.3.1.1. Zone Quattervals

Dans les pentes au sud de l'Inn, les sédiments se superposent au socle cristalin de l'Oberostalpin. Ce contact est incliné vers le sud. Dans la région de l'embouchure de la Val Tantermozze, ce contact fonctionne comme horizon de sources (point d'observation n° 7).

Pas de source observée sur le parcours Prasūra - Bellavista - Plattuns - Ruinas. Une petite fontaine débite un peu à Ruinas (env. 0.1 l/min).

Les sources recoupées par les conduites hydrauliques sont reportées de manière approximative sur les figures 6 et 6a.

5.3.1.2. Zone Pisoc

Le lit de la Clemgia (rivière du val S-charl) a été inspecté sur plus de 3 km en aval de la prise d'eau de Pradatsch. Le but était de vérifier si d'importants débits d'eau résurgeaient de la formation du Hauptdolomit dans la profonde entaille de la Clemgia.

22 points d'eau (sources et cours d'eau se déversant dans la Clemgia) ont été mesurés entre Pradatsch et Sasstaglia, 8 en rive gauche (=Parc National) et 14 en rive droite. Tous les points d'eau mesurés sont des cours d'eau ou des sources provenant des alluvions ou des cônes d'éboulis, à part 3 sources en rive gauche, qui proviennent directement du massif rocheux. Les débits cumulés en rive gauche atteignent environ 100 l/s alors que nous observons un total de 140 l/s environ en rive droite. Des venues d'eau importantes doivent par contre être cachées dans le lit de la rivière, car dans la zone de la plus importante source (30 à 50 l/s en rive gauche, env. 300 m en amont de la conduite forcée passant sous la vallée), le débit de la Clemgia double sur quelques dizaines de mètres, passant de grosso modo de 1 à 2 m³/s. Cette observation laisse présager de l'existence d'une importante source karstique à cet endroit. Elle pourrait drainer le massif situé à l'ouest (Pisoc) et avoir un bassin d'alimentation important (au moins plusieurs km²).

Les conductivités électriques mesurées sont très variables, entre 190 et 1010 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (référéncées à 25°C). Sur le premier kilomètre depuis la prise d'eau, les conductivités sont supérieures à 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tout comme l'eau de la Clemgia. Sur le kilomètre suivant, les venues d'eau sont soit autour de 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, soit 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sur le dernier kilomètre inspecté, les conductivités sont comprises entre 600 et 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la source importante en rive gauche ayant 840 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Sur une très courte distance, les sources peuvent donc avoir des caractéristiques fondamentalement différentes. Cela est attribué au passage de certains écoulements à travers des formations de gypse, ce qui se marque par une conductivité élevée (dissolution de sulfates). Ces conductivités très différentes montrent en tout cas que les écoulements souterrains doivent être très différenciés.

Les sources recoupées par les conduites hydrauliques sont reportées de manière approximative sur les figures 6 et 6a.

5.3.1.3. Zone S-charl - Ofenpass

À l'ouest de la zone, quelques venues d'eau ont été mesurées entre Charbunera et Punt Periv, dans la vallée du Spöl (5 sources et 2 ruisseaux). Les conductivités mesurées sont comprises entre 350 et 450 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les débits sont faibles (10 l/s en tout). Trois sources ont été mesurées à La Drossa (conductivités d'environ 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et débits faibles (0.1 l/s chacune).

Au centre, une zone sourcière décrite par Frei (1992) a été visitée à la limite du Parc (Buffalora), en rive droite de l'Ova dal Fuorn. Les conductivités électriques mesurées sont en accord avec celles mesurées par Frei, autour de 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour un débit total d'environ 3.7 l/s. Un ruisselet mesuré en rive gauche donne une conductivité plus élevée (385 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

À l'est de la zone, la Funtana da S-charl (300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 0.1 l/s) et la Rombachquelle (1116 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 60l/s) ont été échantillonnées. Cette dernière source est certainement influencée par les couches de gypse.

Après consultation des archives des entreprises hydro-électriques, des levés détaillés des galeries ont été obtenus. A côté des indications géologiques très précises, des indications sur les arrivées d'eau dans les tunnels nous ont permis de localiser une série de « sources souterraines ». Elles sont reportées sur les figures 6 et 6a.

5.3.2. Radioactivité et Radon

Des « hot spot » de radioactivité sont connus aux abords du Parc, dans le secteur S-charl - Ofenpass (Montagne de Minschuns, proche de la Funtana da S-charl, au nord de Tschierv). Dès lors, et vu que nous allions faire de nombreuses mesures dans le Parc et aux abords, il était intéressant de prélever des échantillons pour mesurer l'éventuelle présence de radioactivité.

Sept échantillons d'eau ont été récoltés. Les mesures en laboratoire du taux de radon ont été effectuées gracieusement par le Centre d'hydrogéologie de l'Université de Neuchâtel.

Résultats (radon)

Lieu d'observation	N° d'observation	Rn [Bq/l]	+/- [Bq/l]
Funtana da S-charl	6	117.7	1.8
sources en rive gauche de la Clemgia (S-charl)	57	36.3	3
sources en rive gauche de la Clemgia (S-charl)	62	9.4	1.5
source à Alp Tavrü (S-charl)	90	17.7	1.9
source Ravitschana (S-charl)	12	50.7	4.1
source à La Drossa (Ova dal Fuorn)	33	5.8	1.2
Ruinas (Zernez)	89	1.5	0.4
Rombachquelle (Tschierv)	30	29	2

Des concentrations en radon plus élevées que normal ont été observées à la source Ravitschana (> 50 Bq/l), une des sources de la Clemgia (36 Bq/l) et à la Rombachquelle (29 Bq/l). Les concentrations les plus fortes sont situés à l'est du parc dans la région de S-charf.



Échantillonnage de la source Ravitschana, photo R. Wenger.

5.3.3. Conclusion

Pour peu que l'on cherche, on remarque que les sources sont fort nombreuses dans la région du Parc National. La plupart sont d'un débit faible à insignifiant, en tout cas en période d'étiage (septembre). Notre inspection du lit de la Clemgia (val S-charl) montre toutefois que des exutoires importants existent dans les zones basses. Ceux-ci peuvent être cachés dans le lit même des cours d'eau.

Les caractéristiques chimiques peuvent être très variables, et ceci sur de courtes distances. La signature du passage au travers de couches de gypse se remarque facilement au moyen de la conductivité électrique (800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou plus).

5.4. Archéozoologie

L'examen de quelques anfractuosités a révélé leur utilisation permanente comme abri et reposoirs par les ongulés (chamois). Un crâne de chevreuil a été trouvé dans une d'entre elles, près d'Ova Spin.

Quelques ouvertures repérées et examinées aux jumelles, en particulier dans le Val Foraz, pourraient fort bien être des sites d'hibernation d'ours brun. Le porche plus large que haut, en pied de falaise (n° d'observation 84), paraît dans tous les cas propice. Il y aurait donc lieu de vérifier si une salle suffisante succède à l'entrée. De tels sites encore inconnus existent certainement dans le Parc National, selon l'avis du Dr Jürg-Paul Müller avec qui nous avons eu une discussion le 25.09.02.

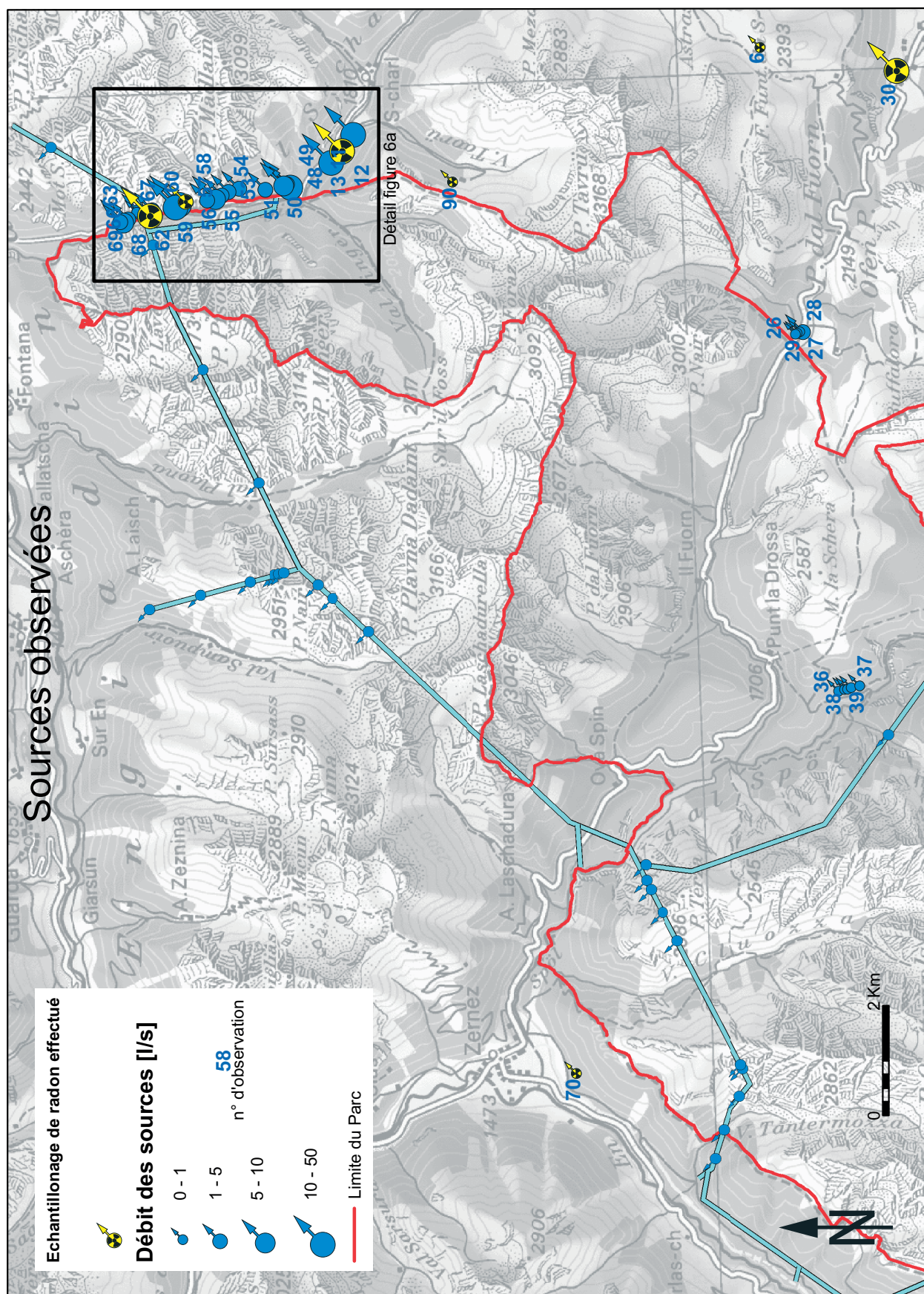


Fig. 6 : Carte des sources observées.

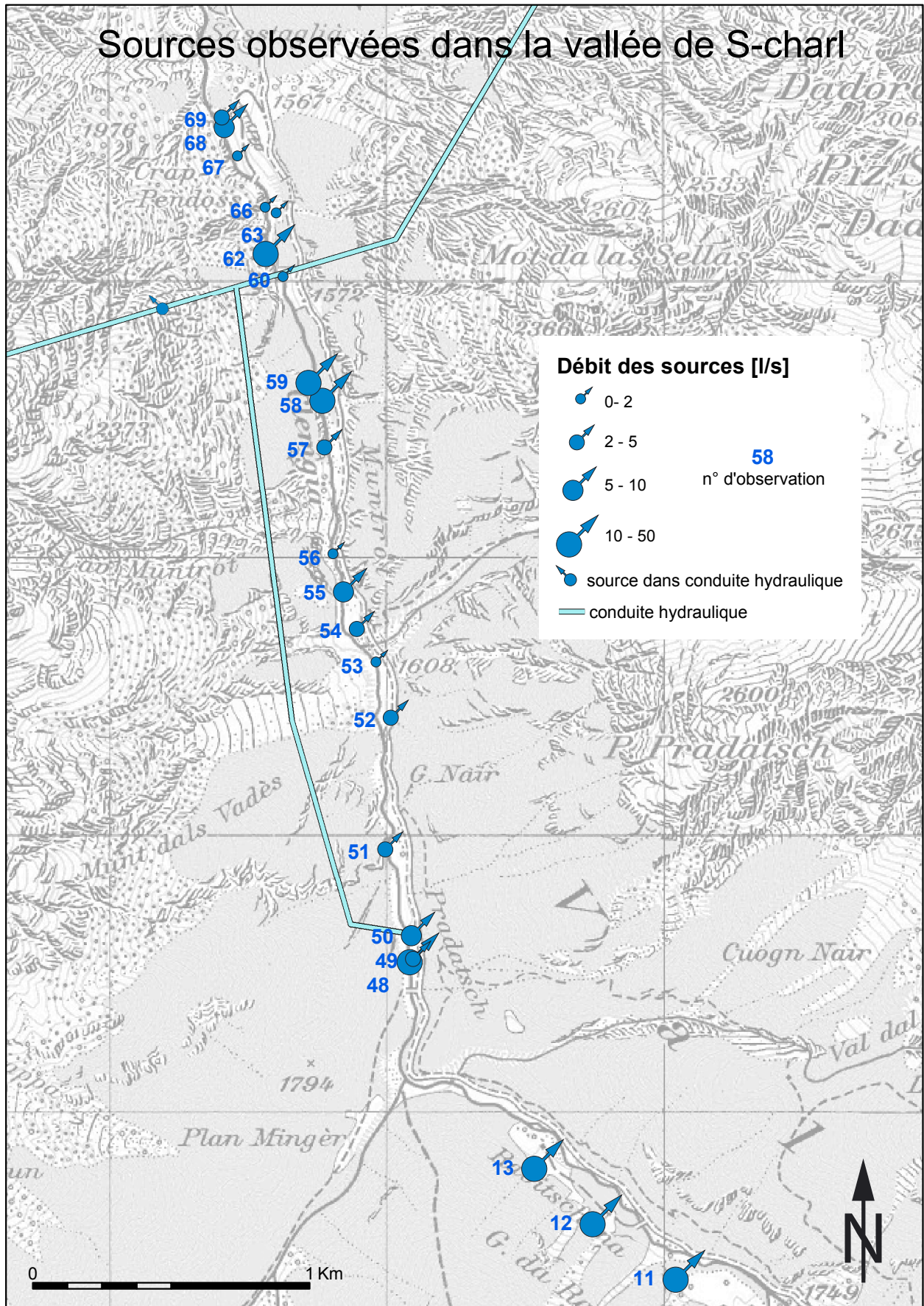


Fig. 6a: Détail des sources observées dans la Vallée de S-charl.

6. Conclusion

Il est actuellement impossible de tirer une conclusion définitive sur l'intensité de la karstification dans la région Parc National Suisse sur la base de notre seule visite de l'automne 2002. Trop peu de grottes sont actuellement connues dans le Parc National et les conditions météorologiques de septembre 2002 nous ont interdit toute prospection en altitude.

Ces conclusions ne sont donc basées que sur les observations réalisées dans les zones auxquelles nous avons accès (Fig. 4) et n'incluent ainsi pas toute la partie du Parc situé au sud-ouest du Spöl. Cette partie apparaît comme l'une des plus intéressantes de par la présence d'un important banc de calcaire dans le groupe du Hauptdolomit et dans la formation de Kössen.

6.1.1. Zones intéressantes, cartes

Les zones de karst avérées et potentielles sont les suivantes (Fig. 7):

I Foraz-Val dal Botsch, Munt la Schera

La zone d'affleurement des calcaires de S-charl présente les phénomènes karstiques les plus prononcés avec des lapiaz, des porches et failles élargies et l'absence d'un système de drainage de surface. On y observe par ailleurs un accroissement de l'épaisseur de ces couches d'ouest en est, ce qui rend plus important les affleurements dans le Val Foraz.

II Val Mingèr, Forcla Val dal Botsch, Stabelchod

Les gypses de la formation de Minger forment de spectaculaires phénomènes de karstification de surface. Les niveaux à argiles fonctionnent localement comme des drains pour les eaux souterraines.. Ainsi trouve-t-on des sources à la base du groupe de Raibler et au contact avec le Hauptdolomit. Les grands bouleversements tectoniques sont concentrés dans ce niveau. La déformation quasi ductile des couches de Raibel limite le développement en profondeur des nombreuses failles et diaclases présentes dans le Hauptdolomit susjacent. D'importants écoulements d'eaux souterraines se situent dans les plans de failles au niveau de la base du Hauptdolomit.

III Calcaires du Hauptdolomit et de la formation de Kössen

L'observation de strates analogues hors du Parc National, la découverte de citations dans la littérature existante et l'analyse des données du SIG du Parc National, semblent indiquer que ces niveaux sont profondément karstifiés. Aucune visite n'a été possible.

6.1.2. Perspectives

Plusieurs zones spécifiques signalées à la commission du Parc (porches, lapiaz, grotte) n'ont malheureusement pas pu être visités pour des raisons météorologiques ou par manque d'autorisation. Il est nécessaire de visiter ces lieux pour réaliser une évaluation complète.

Les changements récents du climat de la planète pourraient être étudiés à l'aide de l'analyse des archives sédimentaires contenues dans les grottes.

Les relations entre les grandes structures géologiques, tel qu'elles se présentent dans le Parc National et l'écoulement des eaux karstiques profondes n'ont jamais été analysées dans cette région. Une analyse de la position des arrivées d'eau dans les tunnels des EKW AG par rapport aux failles décrochantes et extensives du massif de roches carbonatées, complétée par des essais de traçages des eaux à l'échelle régionale, seraient fort intéressante, mais n'ont, jusqu'ici, jamais été réalisées.

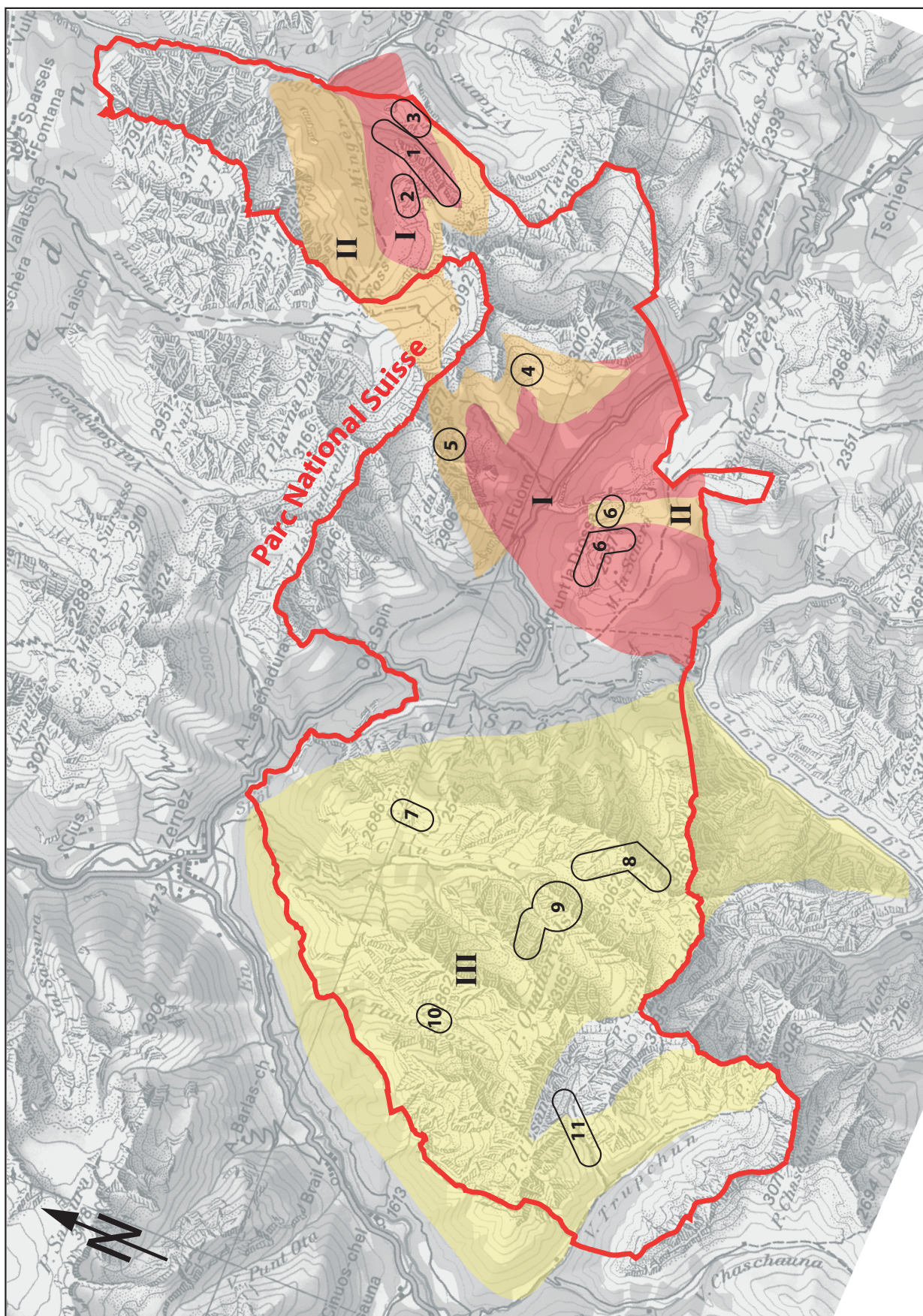


Fig. 7: Cartes des zones de karst avérées et potentielles.

Il est surprenant que la région du PN qui a été le sujet d'aussi nombreuses études scientifiques ne soit pas mieux documentée au plan des écoulements souterrains et des sources.

Étapes à envisager pour le futur :

- Campagne de terrain, investigation des zones de première importance (Fig. 7):
 - 1 Val Foraz flanc ouest ;
 - 2 Muot Foraz flanc nord ;
 - 3 Terminaison ouest du Mot Tavrü ;
 - 4 Stabelchod flanc est ;
 - 5 Val dal Botsch flanc ouest ;
 - 6 Munt la Schera flancs est et nord ;
 - 7 Murtersattel jusqu'au Piz Terza ;
 - 8 Val dal Diavel, Piz dal Diavel ;
 - 9 Flancs est et ouest de l'entrée du Val Sassa ;
 - 10 Tantermozza fond de la vallée 2347m ;
 - 11 Val Münschauns.
- Analyse des données ;
- Planification d'une campagne de traçage et mesures des sources ;
- Conclusions sur le schéma de fonctionnement hydrologique et hydrogéologique dans le PN.

6.1.3. Conditions de concrétisation

Un accès aux sites karstifiés est indispensable pour progresser dans les recherches.

Si l'accès à l'un ou plusieurs des sites mentionnés ci dessus peut être garanti, l'ISSKA pourrait envisager la poursuite des investigations.

Aspect financier

Pour que le projet puisse continuer, il serait souhaitable que l'ISSKA obtienne un modeste financement pour couvrir ses frais.

La poursuite des travaux peut s'envisager par l'élaboration d'un projet de recherche indépendant, ou sous la forme de collaborations avec l'Université de Berne ou de Zürich, par exemple en relation avec des projets de « changing earth », de géomorphologie, d'hydrogéologie ou autres.

6.1.4. Camp ISSKA 2003 (réflexion interne)

Pour la campagne de terrain en 2003, les sites de premier intérêt ont été communiqués à la FoKo (Scheurer) et à la commission du Parc National (M. Filli), avec la remarque que la recherche ne peut pas continuer sans visite de terrain. En raison de l'enneigement, les mois de préférence sont juillet et août, mais nous avons laissé à la commission du Parc National le choix de définir les dates les plus favorables pour ces prospections.

Financement:

Comme dédommagement pour les travaux effectués durant l'année 2002 et à effectuer en 2003, il serait souhaitable d'obtenir une somme de 5000.- de la FoKo du Parc National.

Des montants un peu plus importants devraient être trouvés pour réaliser des projets plus ambitieux (analyse hydrogéologiques, traçages, etc.).

Des petits projets aux thématiques spécifiques pourraient aussi être envisagés.

Par exemple :

- Les demeures de l'ours brun dans le PN (avec contribution du musée d'histoire naturelle de Coire);
- Analyse de spéléothèmes dans les grottes d'Engadin;
- Type de karstification des calcaires de S-charl dans la vallée de Foraz.

7. *Bibliographie*

- Baum Felix, 1998:** Dynamische Exokarstsysteme in der Schweiz: Bödmeren, Ofenpassgebiet, Polje von La Brévine. Ein Beitrag zum Geotopschutz. Diplomarbeit. Geographischen Institut der Universität Zürich 1998.
- Boesch Hans, 1937:** Geologie der zentralen Unterengadiner Dolomiten zwischen Ofenpass und V. Laschadura (Graubünden). PhD Thesis, Geol. Insitut Uni ZH, 110 S.
- Boesch Hans, 1936:** Der Bergbau am Ofenpass nördlich der Passhöhe. Jb. Natf. Ges. Graub. [N.F.] 74, 109-122.
- Conti Paolo, 1997:** La Falda austroalpina dell'Ortles e l'evoluzione tettonica delle Dolomiti dell'Engadina (Svizzera-Italia). Mem. Descr. Carta Geol. D'Italia, LIII (1997), 5-102.
- Dösseger R. 1987:** Geologische Karte des schweizerischen Nationalparks, 1:50'000. Geologische Spezialkarte Nr 122, Landes- Hydrologie und Geologie.
- Dösseger R., Müller W.H. 1976:** Die Sedimentserien der Engadiner Dolomiten und ihre Lithostratigraphische Gliederung. Eclogae geol. Helv. 69/1, 229-238.
- Dösseger R., Trümpy R. 1976:** Bericht über di Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in den Nationalpark und ins Münstertal vom 5-8 Okt. 1975 und Führer zu drei Exkursionen. Eclogae geol. Helv. 69/1, 211-228.
- Dösseger R., Furrer H., Müller W.H. 1982:** Die Sedimentserien der Engadiner Dolomiten und ihre Lithostratigraphische Gliederung (Teil 2). Eclogae geol. Helv. 75/2, 303-330.
- Dolder Willi. 1977:** Le Parc national suisse. Editions Silva, Zürich, 169 p.
- Frank S.M. 1986:** Die Raibl-Gruppe und ihr Liegendes im Oberostalpin Graubündens : Die Entwicklung einer evaporitischen Karbonatplattform unter wechselnden Klimabedingungen; transgressive „events“ und frühcarnischer Vulkanismus. Mitt. Geol. Inst ETH u. Univ. Zürich [N.F.] 269.
- Frei Jakob, 1992:** Quartär-, Aktuo- und Hydrogeologie am Pass dal Fuorn – Piz Daint. Diplomarbeit am Geologischen Institut ETH- Zürich, 65 p. (Carte grand format non copiée).
- Furrer Heinz, 1985:** Field Workshop on Triassic and Jurassic sediments in the Eastern Alps of Switzerland, guide book. Mitt. Geol. Inst ETH u. Univ. Zürich [N.F.] 248, 1-82.
- Furrer Heinz, 1993:** Stratigraphie und Facies der Trias/Jura-Grenzsichten in den oberostalpinen Decken Graubündens. PhD thesis, Phil fak. Uni ZH, 112 S.
- Gensler Gian A. 1967:** Temperatur, Gletscherveränderung und Firnbildung im Engadin. Wasser- und Energiewirtschaft 59. Jahrgang, Nr. 6/7, 207-213.
- Gensler Gian Alfred, 1978:** Das Kilma von Graubünden, ein Beitrag zur Kilomatologie der Schweiz. Habilitationsschrift an der philosophischen Fakultät II der Universität ZH, Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt, 117 S.
- Graf Kurt, 1996 :** Des formes karstiques au Parc National Suisse. Forschungsbericht 8/1996. Geogr. Inst. Univ. Freiburg.
- Gilliéron F. & Labhart T., 1985:** Radioaktivitätsmessungen, radiometrische Anomalien und Uranvorkommen in den Schweizeralpen, Uebersichtskarte 1:500'000. Zur Geologie der Uranmineralisation in den Schweizer Alpen, Lieferung 77.
- Haller Reto, 2002:** Geomorphologische Karte der Schweizerischen Nationapark. CD-SIG, non Publié.

Hess Walter, 1953 : Beiträge zur Geologie der südöstlichen Engadiner Dolomiten zwischen dem oberen Münstertal und der Valle di Fraéle (Graubünden). Eclogae geol. Helv, 46/1, 39-142.

Ingenieur Gemeinschaft der Engiadiner Kraftwerke, 1971: Die Werkanlagen. In A.A.: Die Engiadiner Karsftwerke, 19-29.

Karagounis Kimon, 1962: Zur Geologie der Berge zwischen Ofenpass, Spöltal und Val del Galla im schweizerischen Nationalpark (Graubünden). Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks, Nr 48, Band VII (neue Folge), 377-452.

Keller Felix 1988 : Permafrostverbreitung im Nationalpark. Diplomarbeit, Geogr. Inst. Uni ZH. 71 S.

Nold Hans und Schmassmann Hansjörg, 1955: Chemische Untersuchungen in der Ova da val Ftur in schweizerischen Nationalpark. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks, Nr 31, Band IV (neue Folge), 299-315.

Reithebuch Jakob 1990: Geomorphologische Kartierung im westlichen Teil des schweizerischen Nationalparks. Diplomarbeit, Geogr. Inst. Uni ZH. 90 S.

Reusser Stefan, 1990: Geomorphologische Kartierung im Massstab 1:25'000 im schweizerischen Nationalpark, GMK „Il Fuorn“. Diplomarbeit, Geogr. Inst. Uni ZH. 107 S.

Schlaepfer Daniel, 1960: Der Bergbau am Ofenpass. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks, Nr 43, Band VII (neue Folge), 1-159.

Somm Alex, 1965: zur Geologie der westlichen Quattervals-Gruppe im schweizerischen Nationalpark (Graubünden). Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks, Nr 52, Band X (neue Folge), 1-167.

Spitz Albrecht und Dyhrenfurth Günter, 1915: Monographie der Engadiner Dolomiten zwischen Schuls, Scansf, und dem Stifserjoch. Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz, NF XLIV. Lieferung, 235 p.

Stetter Gideon, 1996: Geomorphologische Kartierung im schweizerischen Nationalpark, GMK „Val Cluozza“. Diplomarbeit, Geogr. Inst. Uni ZH. 70 S + Anhänge.

Thomas Colin A., 1994: An exercise in geomorphological mapping, Swiss national park, Graubünden, Switzerland. Erasmus dissertation at Geogr. Inst. Uni ZH. 20 p and annexes.

Trümpy R., Schmid S. M., Conti P. & Froitzheim N., 1997: Erläuterungen zur geologischen Karte 1: 50'000 des schweizerischen Nationalparks. Landeshydrologie und –Geologie, Bern, 40 p.

Vetter Heinz, 1992: Quartär, aktuo- und hydrogeologie im Val dal Spöl (Schweizerischer Nationalpark). Diplomarbeit am Geologischen Institut ETH- Zürich, 86 p und Anhänge.

Walser Emil, 1967: Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Engadin. Wasser- und Energiewirtschaft 59. Jahrgang, Nr. 6/7, 201-207.

Weber E. Und Streiff P. 1971 : Die Geologie und die unterengiadiner Heilquellen. In: **A.A.** : Die Engiadiner Karsftwerke, 11-18.

Wildberger A., Preiswerk P., 1997 : Karst et grottes de Suisse. Speleo-Projects.

8. Annexes

8.1. Définitions

Porche: Ouverture sombre dans, ou au pied, d'un banc rocheux. On distingue les porches de grottes des porches de gélifraction.

Porche de gélifraction: Ouverture sombre dans, ou au pied d'un banc rocheux, dont l'origine est principalement liée à la gélifraction (voir § 5.2.6). Ces porches ne présentent pas de potentiel spéléologique.

Porche de grottes: Ouverture sombre dans, ou au pied d'un banc rocheux, dont l'origine est clairement une galerie souterraine naturelle (cavité karstique).

8.2. Contacts

Nationalpark Schweizerischer

Direktion, Sekretariat

Tel. : (0)81 856 12 82

Ornithologe Dr. Flurin Filli (responsable recherche)

Géologue Dr. Hans Lozza

Forschungskommission des Schweizerischen Nationalparks

Daniel Cherix Président

Christian Schlüchter. Vice-Présidence

Thomas Scheurer. Coordination

Geschäftsstelle ICAS / ISCAR

Dr. Thomas Scheurer

Tel. : (0)31 381 97 77

E-mail : ICAS@SANW.unibe.ch

URL : <http://www.alpinestudies.unibe.ch>

Leiter Prozess Bodendaten

Dr. Rudolf Dössegger

Bereich Klima, Prozess Bodendaten

Tel. : (0)1 256 94 23

E-mail : Rudolf.doessegger@meteoschweiz.ch

URL : <http://www.meteoschweiz.ch>

Engadiner Kraftwerke:

Secrétariat Zerne

Tel. : (0)81 851 43 11

Peter Molinari Direktor

Heinz Gross Bereich National Park

Tel. : (0)81 851 43 43

Bergbau Graubünden :

Elsbeth Rehm (Celerina) Präsidentin «Dachverband»

Tel. : (0)81 833 45 82

Hirzel Otto u. Santina (-Manara)

Tel. : (0)81 413 76 03 Fax : (0)81 413 77 54

Società Miniers da S-charl (Partnerverein)

Matias Filli, Präsident, Chasa Viola Trü Sura, 7550 Scuol

Tel. : (0)81 864 98 44

Peder Rauch, Aktuar, Vi 357 A, 7550 Scuol

Tel. : (0)81 864 05 20

Oscar Stupan, Kassier, Prà da Bügl, 7550 Scuol

Tel. : (0)81 864 88 14

Constant Gritti, Beisitzer, Survi, 7550 Scuol

Tel. : (0)81 864 13 83

Beat Hofmann, Beisitzer, Bagnera 173, 7550 Scuol

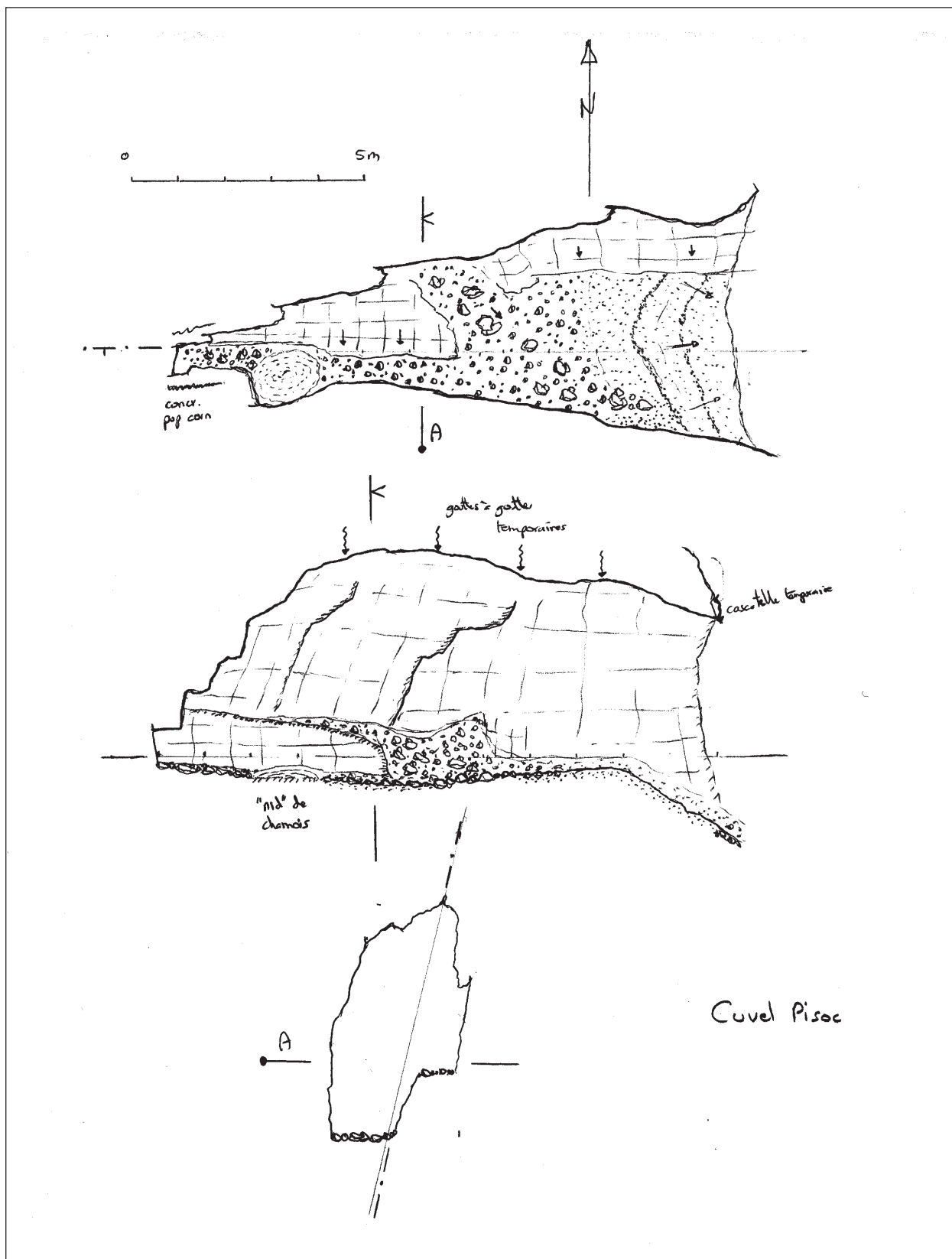
Tel. : (0)81 864 03 29

Ingenieur, Geologie de la région de Zernez

Buchli Chasper (-Blaser)

Tel. : (0)81 856 16 40 ; Fax : (0)81 856 19 53

8.3. Topographies

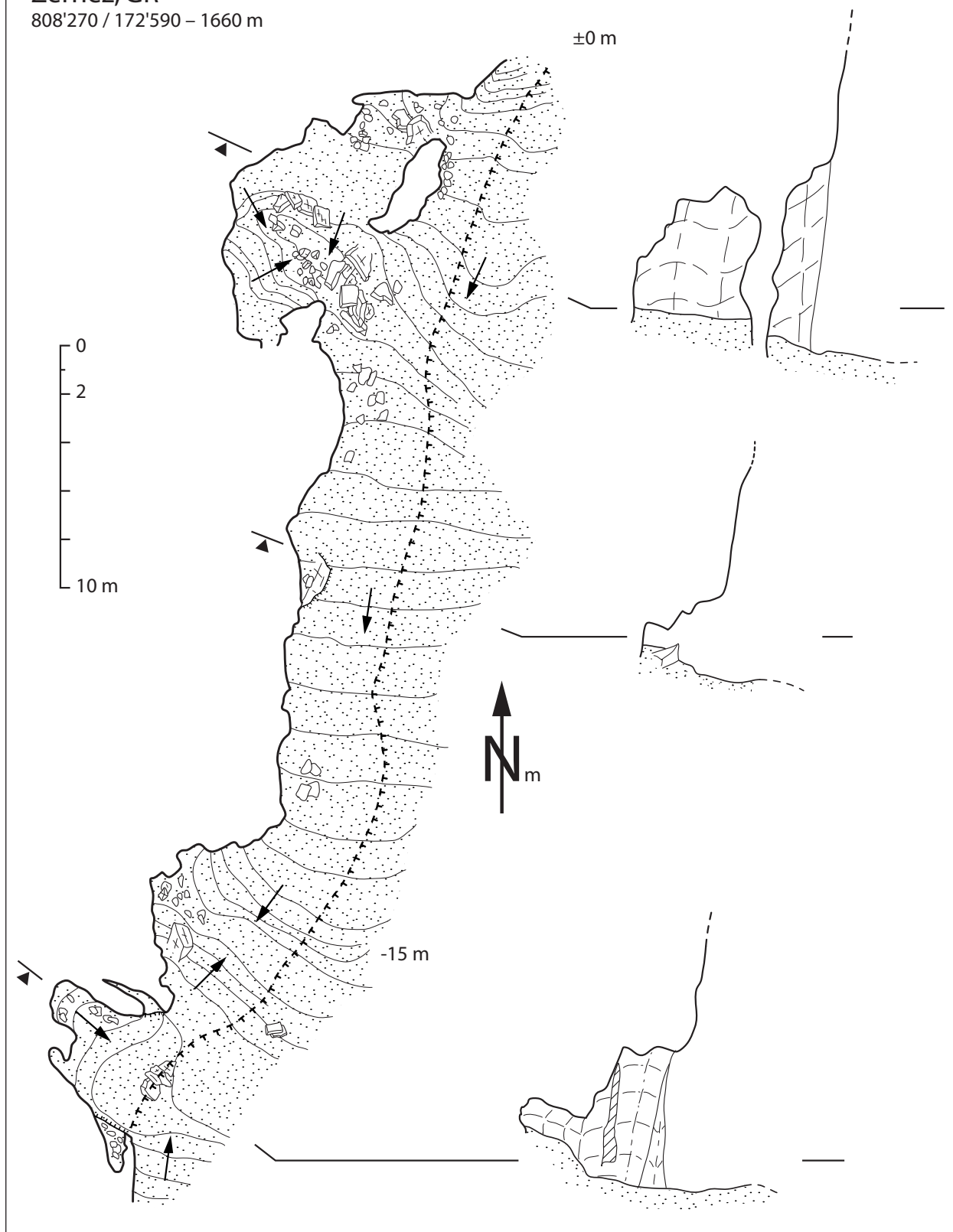


Cuvel Pisoc, point d'observation n° 44

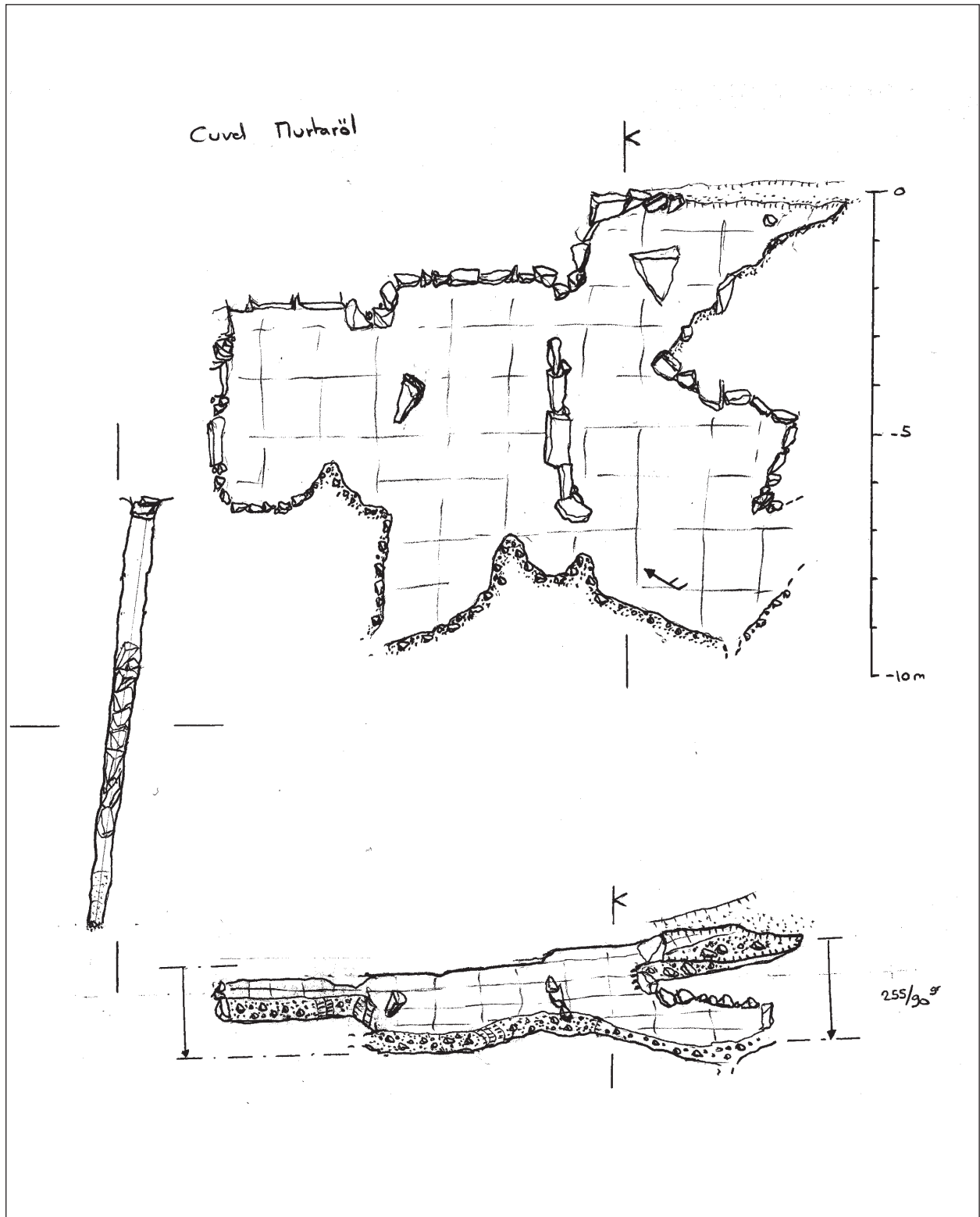
Ils Cuvels bei Ova Spin

Zernez, GR

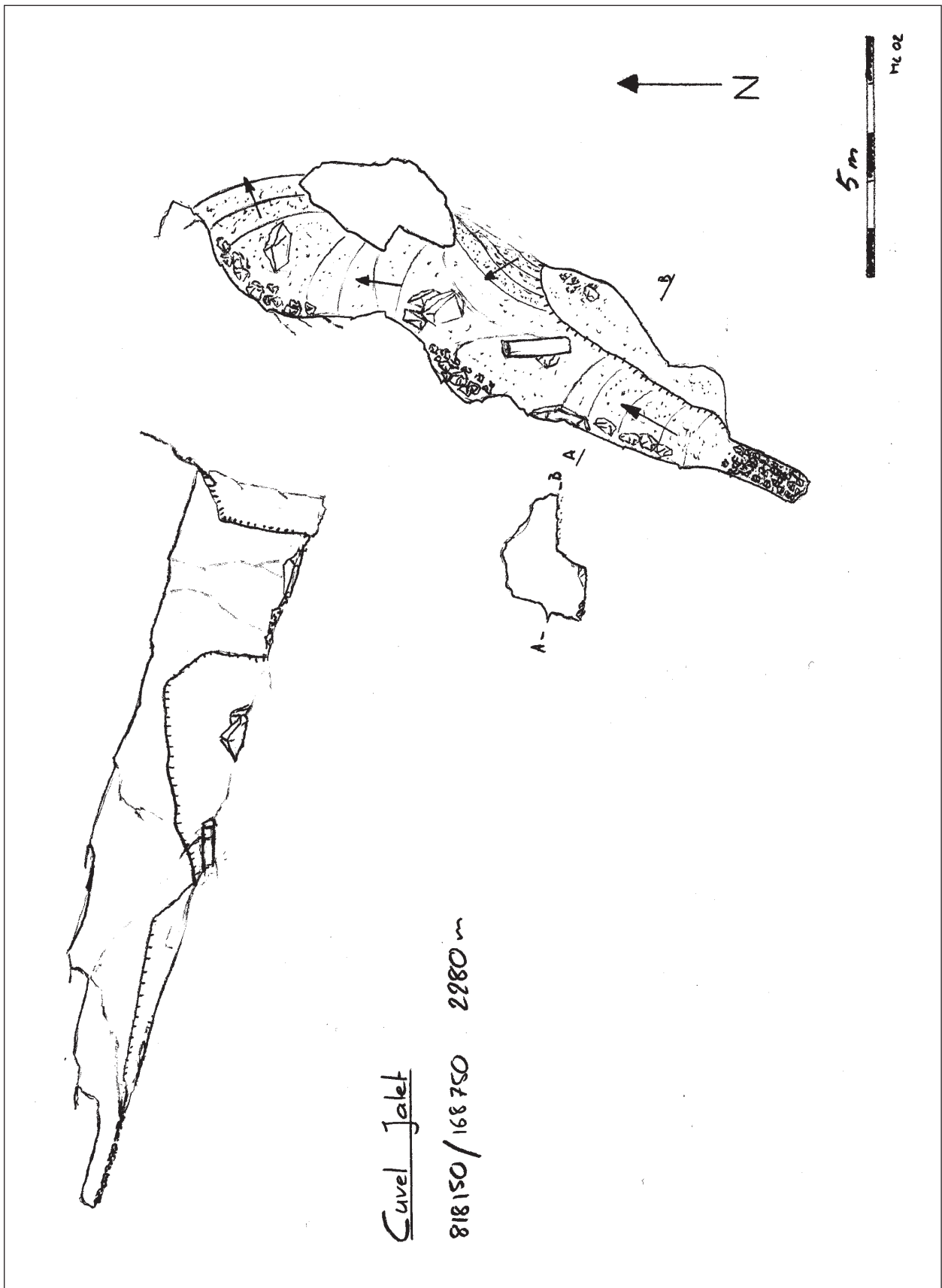
808'270 / 172'590 – 1660 m



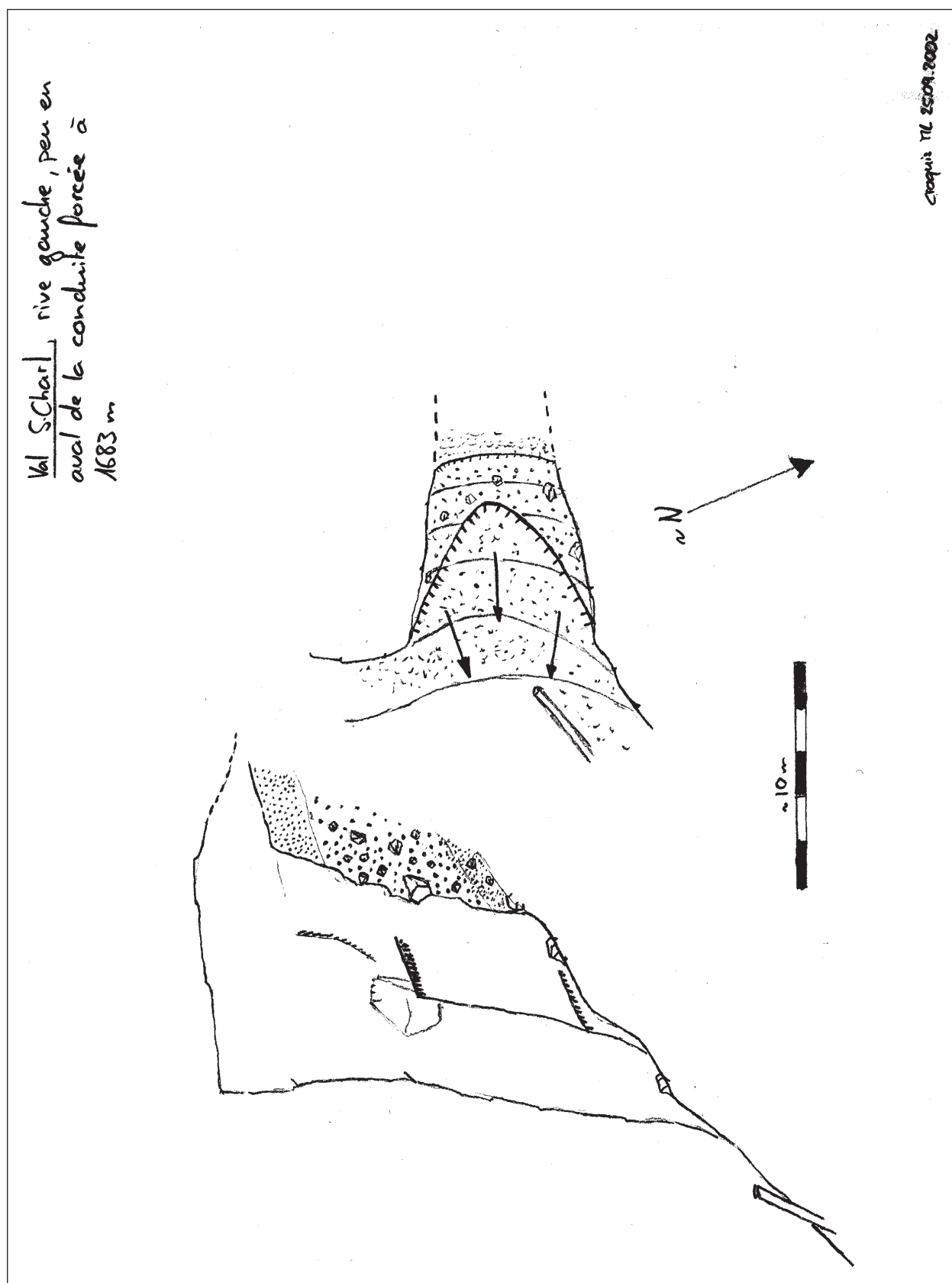
Ils Cuvels bei Ova Spin, point d'observation n° 86



Cavel Murtaröl, point d'observation n° 73




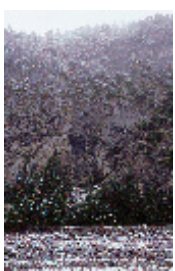

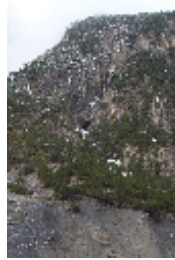


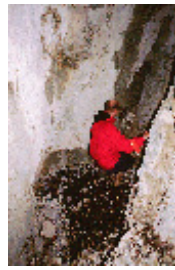
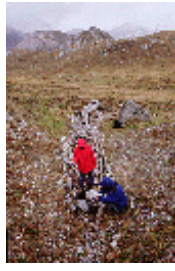


Cuvel Jalet, point d'observation n° 72


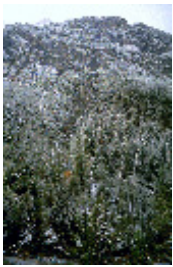

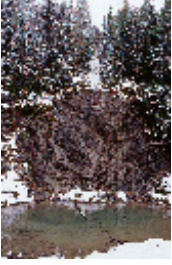






Grotte dans le Val S-charl, point d'observation n° 42











8.4. Photos





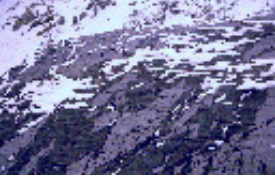







<p>observation n° 2</p>  <p>Orifice observé depuis le chemin du Val Bösch.</p>	<p>observation n° 6</p>  <p>Le lit asséché du ruisseau dans le Val da Stabelchod.</p>	<p>observation n° 7</p>  <p>Doline dans la MingèrFm. entre cristallin et Hauptdolomit.</p>
<p>observation n° 2</p>  <p>Val Bösh, Margunet.</p>	<p>observation n° 7</p>  <p>Doline dans la MingèrFm. entre cristallin et Hauptdolomit.</p>	<p>observation n° 7</p>  <p>Accumulation de moraine et sédiments fluviatils, coupé de failles normaux.</p>
<p>observation n° 2</p>  <p>Val Bösh, Margunet.</p>	<p>observation n° 7</p>  <p>Doline dans la MingèrFm. entre cristallin et Hauptdolomit.</p>	<p>observation n° 7</p>  <p>Accumulation de moraine et sédiments fluviatils, coupé de failles normaux.</p>
<p>observation n° 3</p>  <p>Partie supérieure du Val Plavna, flanc ouest du Piz Foraz (hors PNS).</p>	<p>observation n° 7</p>  <p>Doline dans la MingèrFm. entre cristallin et Hauptdolomit.</p>	<p>observation n° 7</p>  <p>Accumulation de moraine et sédiments fluviatils, coupé de failles normaux.</p>



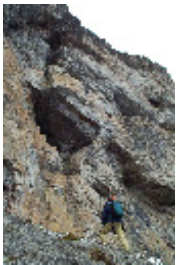





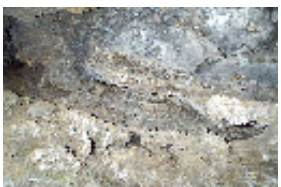


<p>observation n° 7</p>  <p>Accumulation de moraine et sédiments fluviaux, coupé de failles normaux.</p>	<p>observation n° 10</p>  <p>Orifice dans le Val S-charl.</p>	<p>observation n° 10</p>  <p>Faille et entrée du Cuvel Pisoc (Val S-charl).</p>
<p>observation n° 7</p>  <p>Horizon de sources au contact cristallin/sédiments.</p>	<p>observation n° 10</p>  <p>Lavin Muntrot (Val S-charl), à droite du ravin s'ouvre la Cuvel Pisoc.</p>	<p>observation n° 10</p>  <p>Faille et entrée du Cuvel Pisoc (Val S-charl).</p>
<p>observation n° 7</p>  <p>Le Spöl à Zernez.</p>	<p>observation n° 10</p>  <p>Lavin Muntrot (Val S-charl), Cuvel Pisoc, au premier plan, on voit des crottes de chamois et/ou de bouquetins.</p>	<p>observation n° 12</p>  <p>Lavin Muntrot (Val S-charl), Cuvel Pisoc, au premier plan, on voit des crottes de chamois et/ou de bouquetins.</p>
<p>observation n° 8</p>  <p>Funtana da S-charl au-dessus de Tschiers (hors PNS).</p>	<p>observation n° 10</p>  <p>Lavin Muntrot (Val S-charl), orifice de la Cuvel Pisoc.</p>	<p>observation n° 12</p>  <p>Source de Ravitschana, Val S-charl.</p>





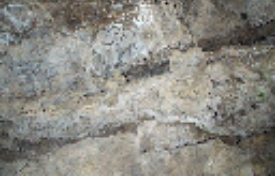


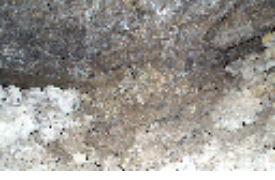




<p>observation n° 12</p>  <p>Source de Ravitschana, Val S-charl.</p>	<p>observation n° 15</p>  <p>Val S-charl, porches en falaise dans le parc</p>	<p>observation n° 15</p>  <p>Val S-charl, Crap. Pendoss. Orifices observés depuis la route.</p>
<p>observation n° 12</p>  <p>Source de Ravitschana, Val S-charl.</p>	<p>observation n° 15</p>  <p>Val S-charl, porches en falaise dans le parc</p>	<p>observation n° 42</p>  <p>Val S-charl, grand porche rempli de sédiment.</p>
<p>observation n° 13</p>  <p>Source de Ravitschana, Val S-charl.</p>	<p>observation n° 15</p>  <p>Val S-charl, Crap. Pendoss. Orifices observés depuis la route.</p>	<p>observation n° 42</p>  <p>Val S-charl, grand porche rempli de sédiment.</p>
<p>observation n° 13</p>  <p>Source de Ravitschana, Val S-charl.</p>	<p>observation n° 15</p>  <p>Val S-charl, Crap. Pendoss. Orifices observés depuis la route.</p>	<p>observation n° 42</p>  <p>Val S-charl, grand porche rempli de sédiment.</p>













<p>observation n° 43</p>  <p>Val S-charl, vue du porche.</p>	<p>observation n° 44</p>  <p>Val S-charl, Cuvel Pisoc entrée de la grotte.</p>	<p>observation n° 72</p>  <p>Ofenpas, Piz Daint, Murtaröl, Cuvel Jalet, intérieur de la cavité.</p>
<p>observation n° 43</p>  <p>Val S-charl, vue depuis l'intérieur du porche.</p>	<p>observation n° 44</p>  <p>Val S-charl, Cuvel Pisoc, entrée de la grotte.</p>	<p>observation n° 72</p>  <p>Ofenpas, Piz Daint, Murtaröl, Cuvel Jalet, intérieur de la cavité.</p>
<p>observation n° 43</p>  <p>Val S-charl, porche visible au pied de la falaise.</p>	<p>observation n° 44</p>  <p>Val S-charl, Cuvel Pisoc, crottes d'ongulés au fond de la galerie.</p>	<p>observation n° 72</p>  <p>Ofenpas, Piz Daint, Murtaröl, Cuvel Jalet, intérieur de la cavité.</p>
<p>observation n° 43</p>  <p>Val S-charl, porche visible au pied de la falaise.</p>	<p>observation n° 45</p>  <p>Prise hydraulique dans la Clemgia (Val S-charl)</p>	<p>observation n° 72</p>  <p>Ofenpas, Piz Daint, Murtaröl, Cuvel Jalet, intérieur de la cavité.</p>









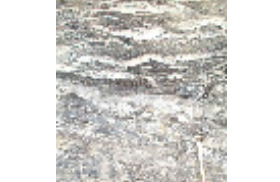
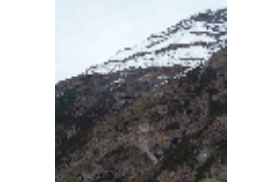

<p>observation n° 72</p>  <p>Ofenpas, Piz Daint, Murtaröl, les deux entrées et l'intérieur de la cavité "Cuvel Jalet"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, effondrement le long de la faille ouverte de la "Cuvel Murtaröl"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, petite zone de lapiaz.</p>
<p>observation n° 72</p>  <p>Ofenpas, Piz Daint, Murtaröl, les deux entrées de la cavité "Cuvel Jalet"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, entrée de la cavité "Cuvel Murtaröl"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, petite zone de lapiaz.</p>
<p>observation n° 72</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, entrée de la cavité "Cuvel Jalet"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, entrée de la cavité "Cuvel Murtaröl"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, petite zone de lapiaz.</p>
<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, effondrement le long de la faille ouverte de la "Cuvel Murtaröl"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, entrée de la cavité "Cuvel Murtaröl"</p>	<p>observation n° 73</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl, petite zone de lapiaz.</p>



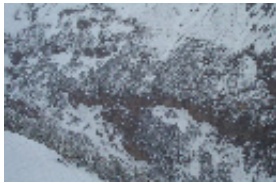









<p>observation n° 74</p>  <p>Calcaires lapiazés.</p>	<p>observation n° 74</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, calcaires lapiazés.</p>	<p>observation n° 75</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Il Jalet, arche dans le Hauptdolomit.</p>
<p>observation n° 74</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, doline dans lapiaz.</p>	<p>observation n° 74</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, calcaires lapiazés avec de surprenante ondulations horizontales.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Val di Livigno, Val del Dardaglino. Orifice instable situé en pied de falaise (Hauptdolomit).</p>
<p>observation n° 74</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, doline dans lapiaz.</p>	<p>observation n° 74</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, petit effondrement dans la zone de calcaires lapiazés.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Val di Livigno, Val del Dardaglino. Orifice instable situé en pied de falaise (Hauptdolomit).</p>
<p>observation n° 74</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Lapiaz.</p>	<p>observation n° 75</p>  <p>Ofenpass, Piz Daint, Il Jalet, arche dans le Hauptdolomit.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Val di Livigno, Val del Dardaglino. Orifices situés en pied de falaise (Hauptdolomit).</p>













<p>observation n° 76</p>  <p>Echantillon de brèche tectonique (cornieul) dans la Fm. Münschauns du Hauptdolomit</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Falaise avec petites porches dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Münschauns et Pra Grata au nord du lac Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Porches dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Falaise avec petites porches dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>

<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Falaise avec petites porches de gélifraction dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Falaise avec petites porches de gélifraction dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Niveau tectonisé calcaire dans la porche qui favorise la gélifraction.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Porches dans la dolomie de Münschauns et Pra Grata, côté nord du lac de Livigno.</p>


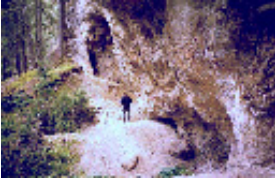









<p>observation n° 76</p>  <p>Faïlle récente dans les dolomies de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Brèche mésozoïque dans les dolomies de Münschauns, niveau de déplacement alpin et zone de porches.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Brèche mésozoïque dans les dolomies de Münschauns, niveau de déplacement alpin et zone de porches.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Faïlle récente dans les dolomies de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Kakirite et diaclases alpin dans un niveau de brèches anciennes.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Brèche mésozoïque dans les dolomies de Münschauns, niveau de déplacement alpin et zone de porches.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Falaise de Pra Grata au nord du lac Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Brèche mésozoïque dans les dolomies de Münschauns, niveau de déplacement alpin et zone de porches.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Dolomie de Münschauns cassée, précipitation de MgCl et CaCO3 à la surface.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Falaise de Pra Grata au nord du lac Livigno.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Kakirite et diaclases alpin dans un niveau de brèches anciennes.</p>	<p>observation n° 76</p>  <p>Porches dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>

<p>observation n° 76</p>  <p>Porche dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 77</p>  <p>Exploration dans les calcaires de Quattervals 200m au nord de la douane italienne.</p>	<p>observation n° 78</p>  <p>Porches dans la dolomie de Münschauns, côté nord du lac de Livigno.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Brèche mésozoïque dans les dolomies de Münschauns, niveau de déplacement alpin et zone de porches</p>	<p>observation n° 78</p>  <p>Porches dans la dolomie de Münschauns, côté sud du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 78</p>  <p>Cône d'éboulis de dolomies de Münschauns, côté sud du lac de Livigno.</p>
<p>observation n° 76</p>  <p>Série de Pra Grata et Quattervals au nord du lac Livigno</p>	<p>observation n° 78</p>  <p>Porches dans la dolomie de Münschauns, côté sud du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 79</p>  <p>Barrage de Punt dal Gal (lago Livigno)</p>
<p>observation n° 77</p>  <p>Calcaires de Pra Grata/Quattervals à la douane italienne.</p>	<p>observation n° 78</p>  <p>Porches dans la dolomie de Münschauns, côté sud du lac de Livigno.</p>	<p>observation n° 79</p>  <p>Calcaires de Pra Grata/Quattervals à la douane italienne.</p>

<p>observation n° 80</p>  <p>Sortie de la prise d'eau de l'Inn à Scanf</p>	<p>observation n° 81</p>  <p>Val dal Spöl, Falcun-Dadoura. Falaise situées quelques mètres au-dessus de la rivière et présentant des formes de karstification.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl côté ouest de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>
<p>observation n° 80</p>  <p>Gorge du Spöl à Ova Spin</p>	<p>observation n° 81</p>  <p>Aval de la gorge du Spöl.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl côté ouest de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>
<p>observation n° 80</p>  <p>Sortie de la prise d'eau de l'Inn à Scanf</p>	<p>observation n° 81</p>  <p>Gravier quaternaire calcaire karstifié.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl côté sud-ouest de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>
<p>observation n° 80</p>  <p>Faïlle // val dal Spöl avec petites porches.</p>	<p>observation n° 81</p>  <p>Aval de la gorge du Spöl.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl côté ouest de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>

<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl côté sud-ouest de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Fm.S-charl côté ouest du Muot Tavrü.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Source à 200m au sud du point de vue Muot Tavrü.</p>
<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl partie sud de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Fm.S-charl qui traverse le Muot Tavrü.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Val Sesvenna vue du Muot Tavrü</p>
<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl partie sud de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Moraine et éboulis dans la Val Tavrü (matériel provenant du sud de S-charl).</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl partie sud de la Val Tavrü de l'Alp Tavrü.</p>
<p>observation n° 82</p>  <p>Michel Blant le 27.09.2002.</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Moraine et éboulis dans la Val Tavrü (matériel provenant du sud de S-charl).</p>	<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl partie sud de la Val Tavrü de l'Alp Tavrü.</p>

<p>observation n° 82</p>  <p>Calcaires de S-charl partie sud de la Val Tavrü de l'Alp Tavrü.</p>	<p>observation n° 83</p>  <p>Petite porche de faille côté ouest de la Clemgia.</p>	<p>observation n° 84</p>  <p>Lapiés Fm.S-charl sur le Mout Tavrü.</p>
<p>observation n° 83</p>  <p>Plan de la situation Muot Tavrü Val Foraz.</p>	<p>observation n° 83</p>  <p>Lichen dans le porche au nord du musée à S-charl (Calcaires de s-charl).</p>	<p>observation n° 84</p>  <p>Lapiés Fm.S-charl sur le Mout Tavrü.</p>
<p>observation n° 83</p>  <p>Faille avec petites porches côté ouest de la Clemgia.</p>	<p>observation n° 84</p>  <p>Calcaires de S-charl côté sud-ouest de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>	<p>observation n° 84</p>  <p>Lapiés Fm.S-charl sur le Mout Tavrü.</p>
<p>observation n° 83</p>  <p>Faille avec petites porches côté ouest de la Clemgia.</p>	<p>observation n° 84</p>  <p>Calcaires de S-charl partie sud de la Val Foraz du point de vue Muot Tavrü.</p>	<p>observation n° 85</p>  <p>Lichen dans le porche au nord du musée à S-charl (Calcaires de s-charl).</p>

<p>observation n° 85</p>  <p>Lichen dans le porche au nord du musée à S-charl (Calcaires de s-charl).</p>	<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>	<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>
<p>observation n° 85</p>  <p>Lichen dans le porche au nord du musée à S-charl (Calcaires de s-charl).</p>	<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>	<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>
<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>	<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>	<p>observation n° 87</p>  <p>Beau porche, 20 m au-dessus du lac de barrage de Ova Spin.</p>
<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>	<p>observation n° 86</p>  <p>Ils Cuvels bei Ova Spin.</p>	

8.5. Observations détaillées

1 Val Nair

Coordonnées: 815332 / 171192 / 2020 m **Lithologie:** Vallatscha Dolomite

Date: 24.09.2002

Observateur: Marc Lütscher

Observations: Cavité mentionnée dans S. Reusser (1990), p. 52.
Il s'agit en réalité d'un petit abri sous-roche de quelque 2 m de profondeur pour une hauteur estimée de ~2 m. Quelques petites infiltrations d'eau temporaires. Formé probablement par érosion fluviale. Le gravat au sol est supposé être du gélifract. Pas de traces de karstification majeure dans la falaise dolomitique.

Photo(s): Non

2 Val dal Botsch

Coordonnées: 813580 / 173500 / 2340 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 23.09.2002

Observateur: Marc Lütscher

Observations: Grosse entrée visible dans un petit éperon rocheux. Semble à priori être une galerie ascendante. Nous n'avons pas pu atteindre ce porche.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

3 Stablechod

Coordonnées: 815375 / 173000 / 2340 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 23.09.2002

Observateur: Marc Lütscher

Observations: Entrée circulaire visible en pied de paroi. Nous n'avons pas pu atteindre ce porche.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

4 Forcla Val dal Botsch

Coordonnées: 814575 / 174550 / 2650 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 23.09.2002

Observateur: Marc Lütscher

Observations: Trois dolines de dimensions moyennes (diam. ~2 m ; prof. 1,5 m) dans pente d'éboulis. Semblent résulter d'un soutirage lié à la dissolution du ciment calcitique des cornieules sous-jacente ou des gypse de la Raibler Formation (visibles au col).

Photo(s): Non

5 Stablechod

Coordonnées: 815230 / 173150 / 2320? m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 23.09.2002

Observateur: Marc Lütscher

Observations: Porche visible en pied de paroi. Semble être lié à une faille.

Photo(s): Non

6 Funtana da S-charl

Coordonnées: 821550 / 170900 / 2380 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 23.09.2002

Observateur: Marc Luetscher, Constanze Bonardo, Rémy Wenger

Observations: Petite source (Q : 6 l/min) sortant dans un petit ravin. Teau : 4,8 °C, K : 300 microS/cm.
Un prélèvement pour le Radon a été effectué.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

7 **Val Raschitsch**

Coordonnées: 801916 / 172916 / 1710 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Urs Eichenberger, Constanze Bonardo

Observations: Plusieurs (6) petites dolines de 3 à 6 m de diamètre et de 1 m de profondeur, alignées le long du chevauchement (SO-NE) des sédiments (couches de Raibel et HD avec Diavel Mb) sur le cristallin (Languard? Mu-gneiss et amphibolites).

Photo(s): Oui, voir annexe photo

8 **Val S-charl**

Coordonnées: 818775 / 180900 / 1640 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Beau porche environ 50 m au dessus de la route (en face). Escalade à faire par beau temps.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

9 **Val S-charl**

Coordonnées: 818750 / 181050 / 1580 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Porche de 2 m de profondeur sans trace de dissolution. Il s'agit de l'effondrement d'un bloc de la falaise.

Photo(s): Non

10 **Val S-charl, Cuvel Pisoc**

Coordonnées: 818640 / 181230 / 1680 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Grotte de 12 mètres de longueur. Il s'agit d'une fracture élargie par le gel et par les modestes infiltrations d'eau dans le plan de la fracture. Aucune trace nette de dissolution n'est visible. Présence de très nombreuses crottes de chamois et de cerf. Trace d'un ancien feu (bois brûlé), plus ou moins recouverts de cailloux. Aucun os n'est visible à la surface du sédiment.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

11 **Val S-charl**

Coordonnées: 820050 / 178400 / 1730 m **Lithologie:** S-charl-Kalk

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Groupe de sources avec Q total de 20 à 40 l/s immédiatement à côté d'un pointement calcaire. Il s'agit probablement d'une arrivée d'eau karstique qui remonte à travers les alluvions.

Photo(s): Non

12 **Val S-charl**

Coordonnées: 819750 / 178600 / 1620 m **Lithologie:** S-charl-Kalk

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Source ponctuelle d'un débit de 20 à 50 l/s, sortant à priori d'un éboulis/moraine, mais étant probablement une source karstique. La source était captée par le passé (chambre en béton, aujourd'hui désaffectée situé env. 100 m en aval de la source). Eau légèrement encroûtante. Echantillon d'eau pris pour H. Surbeck. Conductivité électrique de l'eau : 483 uS/cm.
Photos RW

Photo(s) : Oui, voir annexe photo

13 **Val S-charl**

Coordonnées: 819540 / 178800 / 1715 m **Lithologie:** S-charl-Kalk

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Groupe de sources avec un débit total d'environ 50 l/s. La situation est très semblable au groupe du pt n°1 situé 200 m au SE, mais ici un pointement calcaire est visible et une partie de l'eau sort directement du rocher. Un ravin temporairement actif remonte juste au dessus du pointement rocheux et pourrait être le li de sources temporaires en crue.

Photo(s) : Oui, voir annexe photo

14 **Val S-charl**

Coordonnées: 818790 / 181840 / 1580 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Quatre abris-sous-roche sont situés le long d'un plan de glissement orienté N165/40 gr. L'abri du bas fait 4 m de large, par 2.5 m de haut, par 4.5 m de profond. Les trois abris inférieurs ont été utilisés par des chasseurs / ouvriers pour s'abriter. Des caisses en bois, un foyer et quelques poubelles sont présentes. L'abri du haut, plus petit est utilisé principalement par les chamois. Aucune trace évidente de karstification n'est présente.

Photo(s) : Non

15 **Val S-charl**

Coordonnées: 818000 / 182350 / 1900 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** PY Jeannin

Observations: Quatre gros porches sont visibles dans les falaises du Parc national. Leur dimension est de l'ordre de 5 à : m de diamètre. L'accès est difficile.

Photo(s) : Oui, voir annexe photo

17 **Val Naira**

Coordonnées: 815300 / 171150 / 2000 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Ruisseau, conductivité 164 microS/cm, T = 1.6°C

Photo(s) : Non

19 **Val Naira**

Coordonnées: 815140 / 170870 / 1932 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002

Observateur: Denis Blant

Observations: Ruisseau, conductivité 160 microS/cm, T = 0.9°C

Photo(s) : Non

20 **Buffalora**

Coordonnées: 816420 / 170240 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002

Observateur: Denis Blant

Observations: Sortie d'un tuyau sous la route, conductivité 108 microS/cm, T = 6.4°C

Photo(s) : Non

21 **Buffalora**

Coordonnées: 816400 / 170240 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002

Observateur: Denis Blant

Observations: Station d'épuration, conductivité 973 microS/cm, T = 11.7°C

Photo(s) : Non

22 **Buffalora**

Coordonnées: 816430 / 170130 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002

Observateur: Denis Blant

Observations: Rivière, conductivité 220 microS/cm, T = 4.0°C

Photo(s) : Non

23 **Buffalora**

Coordonnées: 816400 / 170110 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002

Observateur: Denis Blant

Observations: Rivière, branche médiane, conductivité 320 microS/cm, T = 6.2°C

Photo(s) : Non

24 **Buffalora**

Coordonnées: 816390 / 170095 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002

Observateur: Denis Blant

Observations: Rivière, branche sud, conductivité 330 microS/cm, T = 6.2°C

Photo(s) : Non

25 **Buffalora**

Coordonnées: 816375 / 170085 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Petite source en rive gauche, conductivité 385 microS/cm, T = 3.3°C

Photo(s): Non

26 **Buffalora**

Coordonnées: 816400 / 170150 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Source en rive droite, conductivité 208 microS/cm, T = 6.2°C, Q = 2 à 3 l/s

Photo(s): Non

27 **Buffalora**

Coordonnées: 816375 / 170175 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Source en rive droite, conductivité 247 microS/cm, T = 5.9°C, Q = 1 l/s

Photo(s): Non

28 **Buffalora**

Coordonnées: 816350 / 170225 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Source en rive droite, conductivité 195 microS/cm, T = 7.1°C, Q = 0.5 l/s

Photo(s): Non

29 **Buffalora**

Coordonnées: 816330 / 170255 / 1960 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Source en rive droite, conductivité 191 microS/cm, T = 7.6°C, Q = 0.1 l/s

Photo(s): Non

30 **Rombachquelle (Tschier)**

Coordonnées: 821215 / 168505 / 1730 m **Lithologie:**

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Source, conductivité 1116 microS/cm (1.116 mS), T = 4.9°C, Q = 20 l/s

Photo(s): Non

31 **La Drossa**

Coordonnées: 810865 / 172220 / 1830 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Rivière, conductivité 183 microS/cm, T = 3.6°C

Photo(s): Non

32 **La Drossa**

Coordonnées: 810860 / 172220 / 1830 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Petite source, conductivité 186 microS/cm, T = 4.3°C

Photo(s): Non

33 **La Drossa**

Coordonnées: 811030 / 171925 / 1790 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Petite source, pourrait correspondre à Source 1 du travail de Schmassmann (1955), conductivité 215 microS/cm, T = 6.3°C (0.1 l/s). Juste à côté : 222 microS/cm, T = 6.6°C
Rivière = 184 microS/cm, T = 4.0°C
Un prélèvement pour le Radon a été effectué.

Photo(s): Non

34 **La Drossa**

Coordonnées: 811140 / 171750 / 1780 m **Lithologie:** Vallatscha - Dolomit

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Petite source, conductivité 192 microS/cm, T = 7.4°C (0.1 l/s).
Rivière = 184 microS/cm, T = 4.5°C

Photo(s): Non

35 **God la Schera**

Coordonnées: 809835 / 169469 / 1760 m **Lithologie:** Fuorn - Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Petite source, conductivité 354 microS/cm, T = 5.7°C (2 l/min).

Photo(s): Non

36 **God la Schera**

Coordonnées: 809865 / 169360 / 1740 m **Lithologie:** Fuorn - Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Petite source, conductivité 367 microS/cm, T = 6.4°C (0.2 l/s).

Photo(s): Non

37 **God la Schera**

Coordonnées: 809870 / 169305 / 1735 m **Lithologie:** Fuorn - Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Fontaine, conductivité 383 microS/cm, T = 6.1°C (0.2 l/sec).

Photo(s): Non

38 **God la Schera**

Coordonnées: 809900 / 169240 / 1710 m **Lithologie:** Fuorn - Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Source, conductivité 367 microS/cm, T = 7.2°C (2 l/min).

Photo(s): Non

39 **God la Schera**

Coordonnées: 809930 / 169085 / 1710 m **Lithologie:** Fuorn - Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Torrent, conductivité 449 microS/cm, T = 7.0°C (3 à 4 l/s).
Source, conductivité 453 microS/cm, T = 7.4°C (0.5 l/s).

Photo(s): Non

40 **God la Schera**

Coordonnées: 810030 / 168845 / 1670 m **Lithologie:** Fuorn - Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Torrent, conductivité 415 microS/cm; T = 5.8°C (5 l/s).

Photo(s): Non

41 **God la Schera**

Coordonnées: 809990 / 168825 / 1650 m **Lithologie:** Fuorn - Formation

Date: 24.09.2002 **Observateur:** Denis Blant

Observations: Spöl à Punt Periv, conductivité 267 microS/cm ; T = 7.8°C

Photo(s): Non

42 **Val S-charl**

Coordonnées: 818250 / 182550 / 1683 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 25.09.2002 **Observateur:** Marc Lütscher, Pierre-Yves Jeannin

Observations: Porche de 8 m de large sur 20 m de haut, remplis de sédiments (probablement morainiques). Trois niveau sont facilement repérables (1: séd. fin avec éléments jaunâtre, limoneux; 2: séd. grossier à élément dm>m peu émoussés, ess. dolomitique; 3: séd. plus fin grisâtre et sableux).

Photo(s): Oui, voir annexe photo

43 **Val S-charl**

Coordonnées: 818590 / 180950 / 1760 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Marc Lüscher, Pierre-Yves Jeannin

Observations: Porche s'ouvrant le long d'un petit plan de glissement (200/85 G), légèrement bréchifié. Pas de traces de karstification. Genèse probable par gélifraction liée à quelques faibles infiltrations ponctuelles. Quelques petits porches du même type se trouvent une vingtaine de mètres plus bas, au pied de la falaise

Photo(s): Oui, voir annexe photo

44 **Val S-charl**

Coordonnées: 818775 / 180900 / 1660 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Marc Lüscher, Pierre-Yves Jeannin

Observations: Cuvel Pisoc. Porche bien visible s'ouvrant dans une petit falaise atteignable par une vire. 5 m de développement pour 2.5 m de hauteur et 4 m de largeur. Genèse par gélifraction, très faibles infiltrations d'eau le long du plan de fracturation principal (300/60 g). Sert de refuge aux chamois.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

45 **Val S-charl**

Coordonnées: 819090 / 179450 / 1640 m **Lithologie:** alluvions

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: Rivière Clemgia, après la prise d'eau. Conductivité 810 microS/cm, T=5.0°C

Photo(s): Oui, voir annexe photo

46 **Val S-charl**

Coordonnées: 819100 / 179460 / 1640 m **Lithologie:** Raibler - Formation

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 1^{er} canal en rive droite de la Clemgia, conductivité 850 microS/cm, T = 5.8°C, Q = 30 l/s

Photo(s): Non

47 **Val S-charl**

Coordonnées: 819100 / 179470 / 1640 m **Lithologie:** Raibler - Formation

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 2^e canal en rive droite de la Clemgia, conductivité 890 microS/cm, T = 5.5°C, Q = 30 l/s

Photo(s): Non

48 **Val S-charl**

Coordonnées: 819090 / 179545 / 1640 m **Lithologie:** Raibler - Formation

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 3^e écoulement en rive droite de la Clemgia, conductivité 992 microS/cm, T = 5.2°C, Q = 20 l/s

Photo(s): Non

49 **Val S-charl**

Coordonnées: 819090 / 179545 / 1640 m **Lithologie:** Raibler - Formation

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 4° écoulement en rive droite de la Clemgia, conductivité 1013 microS/cm, T = 5.8°C, Q = 4 l/s

Photo(s): Non

50 **Val S-charl**

Coordonnées: 819090 / 179635 / 1640 m **Lithologie:** Raibler - Formation

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 5° écoulement en rive droite de la Clemgia, conductivité 969 microS/cm, T = 5.2°C, Q = 10 l/s

Photo(s): Non

51 **Val S-charl**

Coordonnées: 818990 / 179940 / 1620 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 6° écoulement le long de la Clemgia, rive gauche, conductivité 951 microS/cm, T = 6.1°C, Q = 5 l/s

Photo(s): Non

52 **Val S-charl**

Coordonnées: 819010 / 180415 / 1610 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 7° écoulement le long de la Clemgia, rive droite, conductivité 210 microS/cm, T = 4.5°C, Q = 5 l/s

Photo(s): Non

53 **Val S-charl**

Coordonnées: 818950 / 180610 / 1610 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 8° écoulement le long de la Clemgia, rive gauche, conductivité 190 microS/cm, T = 4.3°C, Q = 2 l/s (rivière 908 microS/cm / 5.6°C)

Photo(s): Non

54 **Val S-charl**

Coordonnées: 818887 / 180735 / 1600 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 9° écoulement le long de la Clemgia, rive droite, conductivité 893 microS/cm, T = 6.1°C, Q = 3 l/s

Photo(s): Non

55 **Val S-charl**

Coordonnées: 818845 / 180875 / 1600 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 10° écoulement le long de la Clemgia, rive droite, conductivité 221 microS/cm, T = 5.5°C, Q = 6 l/s

Photo(s): Non

56 **Val S-charl**

Coordonnées: 818795 / 181000 / 1600 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 11° écoulement le long de la Clemgia, rive gauche, conductivité 810 microS/cm, T = 5.5°C, Q = 2 l/s (probablement sous-écoulement de la rivière (820 microS/cm / 5.5°C))

Photo(s): Non

57 **Val S-charl**

Coordonnées: 818770 / 181390 / 1570 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 12° source le long de la Clemgia, rive gauche. Source sortant du rocher. Conductivité 495 microS/cm, T = 5.0°C, Q = 5 l/s. Se mélange avec un sous-écoulement d'un bras de la Calemgia, à 15 l/s, conductivité 79 microS/cm, T = 4.9°C. La somme de ces venues d'eau vaut 20 l/s. Prélèvement pour mesure de Radon.

Photo(s): Non

58 **Val S-charl**

Coordonnées: 818775 / 181570 / 1570 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 13° source le long de la Clemgia, rive droite. Source sortant des alluvions. Présence de bulles. Conductivité 662 microS/cm, T = 5.5°C, Q = 15 l/s. Dépôts d'algues vertes et brunes.

Photo(s): Non

59 **Val S-charl**

Coordonnées: 818725 / 181635 / 1560 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 14° source le long de la Clemgia, rive gauche. Source sortant pratiquement dans le lit de la rivière. Grand débit. Conductivité 840 microS/cm, T = 5.8°C, Q = 30 à 50 l/s. Le débit de la Clemgia double quasiment dans le secteur (de 1 à 2 m³/s). D'autres sources doivent être invisibles.

Photo(s): Non

60 **Val S-charl**

Coordonnées: 818615 / 182000 / 1560 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 15° écoulement le long de la Clemgia, rive droite. Conductivité 615 microS/cm, T = 6.7°C, Q = 2.5 l/s.
Autre source inaccessible en rive gauche (2 l/s).

Photo(s): Non

61 **Val S-charl**

Coordonnées: 818550 / 182000 / 1600 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: Porche visible dans le vallon direction ouest, à 100 m de la rivière, env. 40 m plus haut.

Photo(s): Non

62 **Val S-charl**

Coordonnées: 818570 / 182100 / 1540 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 16° source le long de la Clemgia, rive gauche. Conductivité 832 microS/cm, T = 5.8°C, Q = 20 l/s environ.
Sort sur un rocher dans une espèce de marmite avec un fort courant.
Un prélèvement pour le Radon a été effectué.

Photo(s): Non

63 **Val S-charl**

Coordonnées: 818590 / 182230 / 1530 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 17° source le long de la Clemgia, rive droite. Conductivité 626 microS/cm, T = 6.3°C, Q = 2 l/s (rivière Clemgia = 822 microS/cm / 6.0°C).

Photo(s): Non

64 **Val S-charl**

Coordonnées: 818550 / 182195 / 1540 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: Petit porche en rive gauche, s'ouvrant au sud. Visible en descendant la rivière. Pas de continuation.

Photo(s): Non

65 **Val S-charl**

Coordonnées: 818415 / 182175 / 1600 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: Porche en rive gauche, au pied d'un cirque rocheux. Pas de continuation.

Photo(s): Non

66 **Val S-charl**

Coordonnées: 818550 / 182250 / 1530 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 18° source le long de la Clemgia, rive gauche, Q = 1 l/s. Inaccessible

Photo(s): Non

67 **Val S-charl**

Coordonnées: 818450 / 182435 / 1510 m **Lithologie:** Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 19° source le long de la Clemgia, rive droite. Conductivité 413 microS/cm, T = 5.3°C, Q = 2 l/s.

Photo(s): Non

68 **Val S-charl**

Coordonnées: 818415 / 182550 / 1480 m **Lithologie:** Moraine

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 20° source le long de la Clemgia, rive droite. Q = 5-7 l/s. Sort de la moraine.

Photo(s): Non

69 **Val S-charl**

Coordonnées: 818400 / 182580 / 1480 m **Lithologie:** Hauptdolomit, Münschauns Dolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer

Observations: 21° source le long de la Clemgia, rive droite. Conductivité 212 microS/cm, T= 5.3°C, Q = 5 l/s.

Photo(s): Non

70 **Ruinas (Zernez)**

Coordonnées: 802875 / 174245 / 1550 m **Lithologie:** Limite gneiss amphibolite - Raibler

Date: 26.09.2002

Observateur: Denis Blant, Sébastien Rotzer, Rémy Wenger

Observations: Prélèvement dans une petite fontaine proche de la piste Vita. Débit insignifiant (0.1 l/min ?). Conductivité 354 microS/cm. Aucune autre source n'a été vue dans le secteur Bellavista - Murtaröl - Plattuns - Ruinas. Un prélèvement pour le Radon a été effectué.

Photo(s): Non

71 **Ofenpass, piz Daint**

Coordonnées: 818100 / 168750 / 2270 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 26.09.2002

Observateur: Marc Lütscher, Pierre-Yves Jeannin

Observations: Quelques porches situés à proximité du chemin ne présentent pas d'intérêt majeur (prof. 2 à 3 m). Une faible dissolution des cornieules a permis leur genèse. Pas d'observations d'ossements particuliers, mais crottes de chamois.

Photo(s): Non

72 **Ofenpass, piz Daint**

Coordonnées: 818150 / 168750 / 2280 m **Lithologie:** Raibler Rauhacke + Gips

Date: 26.09.2002

Observateur: Marc Lüscher, Pierre-Yves Jeannin

Observations: Cuvel Jalet. Un grand porche (dév. 15 m) présente 2 entrées et permet de constater que cet abri est utilisé par les chamois et les chasseurs... Deux anciens foyers sont visibles. L'un est récent, l'autre pourrait être ancien car les charbons se trouvaient sous 5 cm de cailloux et le plafond à l'aplomb n'est noir plus que dans les petites anfractuosités.

Le sol de la cavité est formé de cailloux et de limon sur une épaisseur d'au moins 50 cm.

Petites traces de dissolution dans le ciment calcitique et relativement forte gélifraction permettant la genèse de la cavité. Un pli (antiforme) est visible au plafond de la grotte.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

73 **Ofenpass, Piz Daint, Murtaröl**

Coordonnées: 818480 / 168400 / 2400 m **Lithologie:** Vallatscha Dolomite

Date: 26.09.2002

Observateur: PY Jeannin, M. Lüscher

Observations: Cuvel Murtaröl. Fracture ouverte de 0.3 à 0.7 m de largeur. On peut s'insinuer à divers niveaux le long de la fracture et descendre jusqu'au fond à -9.5 m. La fracture est bien visible en surface sur environ 100 m et présente diverses dépressions et petites ouvertures. La cavité topographiée est la seule vraiment pénétrable.

Une karstification est visible en surface, mais la cavité est essentiellement liée à l'ouverture récente de la fracture. Il s'agit probablement d'une faille de décollement liée à la falaise distante de 50 m environ.

Une zone lapiazée de quelques dizaines de m² est visible sur la crête voisine.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

74 **Ofenpass, Piz Daint**

Coordonnées: 817400 / 167700 / 2500 m **Lithologie:** Vallatscha Dolomit

Date: 26.09.2002

Observateur: PY Jeannin, M. Lüscher

Observations: Zone d'environ 1/2 de km² qui présente à certains endroits des lapiés et des cavités pas très développées, mais bien visibles. Il s'agit en fait d'une sorte de Schicht-Treppen Karst avec les dos de couches, et parfois les dalles qui sont lapiasées. Les creux entre les couches présentent plusieurs dolines, pertes et fissures.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

75 **Ofenpass, Piz Daint, Il Jalet**

Coordonnées: 817930 / 168850 / 2350 m **Lithologie:** Hauptdolomit, Münschauns

Date: 26.09.2002

Observateur: P.-Y. Jeannin, M. Lüscher

Observations: Arche dans les falaises formant un pont d'environ 5 m de long. La longueur de la "grotte" couverte est environ 3 à 5 m.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

76 **Lago de Livigno**

Coordonnées: 808610 / 163200 / 2180 m **Lithologie:** Münschauns Dolomite, Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Rémi Wenger

Observations: Plusieurs porches dans les falaises au dessus du lac, liées à des bases de bancs épais et à des intersections avec des failles normales.

Aucune dissolution observée, la gélifraction semble le processus dominant pour la formation des porches. Mesurent de 1-3m, profondeur deux fois le diamètre de l'entrée.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

77 Punt dal Gal, rive italienne

Coordonnées: 810500 / 167500 / 1960 m **Lithologie:** Quattervals, Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Rémy Wenger

Observations: Calcaires gris foncés avec nodules de silex noirs.
Bivalves imprimés de quartz, légers indices de karstification à la surface des bancs exposé depuis longtemps (petite ravine). Pas de dolines, pas de lapiés.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

78 Ferro Gruppe

Coordonnées: 810000 / 163100 / 2050 m **Lithologie:** Münschauns, Pra-Gata, Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Rémy Wenger

Observations: Porches sur l'autre rive du Lac Livigno, concentrés dans des zones tectonisées ou à la base des bancs les plus épais.
Autre porches: 810000/1622007/2200

Photo(s): Oui, voir annexe photo

79 Douane italienne, Lac de Livigno

Coordonnées: 810550 / 167400 / 1820 m **Lithologie:** Pra-Gata, Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Rémy Wenger

Observations: Au bord de la route: calcaires gris foncés bien stratifiés (bancs de 10 cm) et bancs plus massifs (1,5 m), avec une composition en partie dolomitique, en position horizontale. Les affleurements récents ne montrer aucune karstification.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

80 Centrale électrique, Ova Spin

Coordonnées: 806700 / 173400 / 1620 m **Lithologie:** Münschauns Dolomit, Hauptdolomit

Date: 25.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Rémy Wenger

Observations: Porches allongés le long d'une faille verticale qui coupe les dolomies massives.
Apparence phréatique de loin, ces porches ont une surface pas du tout lisse, créée par la gélifraction de petites failles qui décomposent le rocher en petits cubes de 2x2 cm.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

81 Falcun Dadora, Val dal Spöl

Coordonnées: 805450 / 174600 / 1560 m **Lithologie:** Quaternaire

Date: 25.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Rémy Wenger

Observations: Dans les terrasses d'éboulis bien cimentés avec des falaises verticales: deux failles élargies par des ruissellement locaux. Formes rondes de dissolution observées de la route à 400 m. Karstification plus jeu à la base de la falaise qui à été couverte par les sédiments de la rivière.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

82 **Muot Tavrü**

Coordonnées: 819100 / 176500 / 2315 m **Lithologie:** Punt la Drossa

Date: 26.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Michel Blant

Observations: Vue dans le Val Foraz:
34 porches de diverses tailles observés dans les calcaires de S-charl qui forment les falaises de la rive gauche de la vallée.
La vue sur la rive droite est très limitée, seuls deux entrées ont été repérées dans les falaises sous le Muo Tavrü (818050/177000/2300)

Photo(s): Oui, voir annexe photo

83 **Clemgia, Muntrot**

Coordonnées: 818700 / 180400 / 1620 m **Lithologie:** Hauptdolomit, Münschauns

Date: 26.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Michel Blant

Observations: Deux porches dans la falaise au bord de la Clemgia: 2x1x2 m à la base de la falaise: traces de chevreuils; renard?
A 20 m au dessus de la Clemgia: petit porche 1x0.6x1,8 m dans une faille de 30 cm de largeur (brèche cimentée). Cristallisation blanche, localement jaune (sulfur).

Photo(s): Oui, voir annexe photo

84 **Muot Tavrü**

Coordonnées: 819350 / 177000 / 2420 m **Lithologie:** S-charl-Kalk

Date: 26.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Michel Blant

Observations: Lapié de 200 m² en surface des bancs orientés (300°/40°).
Les rigoles ne sont pas très profondes (2-10 mm) et leur longueur est limitée par les fréquentes membranes d'argile qui forment des stylolites légèrement ondulées (anastomosing clay drapes).

Photo(s): Oui, voir annexe photo

85 **Tiatscha, Val S-charl**

Coordonnées: 820450 / 178400 / 1760 m **Lithologie:** S-charl-Kalk

Date: 26.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Michel Blant

Observations: Porche de 5 m long, 3 m haut et 1,5 m profond), abris de gibier.
Formé initialement autour de la niche d'érosion d'un banc de tuff en position verticale, ce porche aurait pu être élargi par l'érosion de la rivière.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

86 **Ova Spin**

Coordonnées: 808260 / 172600 / 1660 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 27.09.2002

Observateur: Michel Blant, Sébastien Rotzer

Observations: Abri sous-roche. Il se développe sur 50 m au pied d'une petite falaise dans les formations de Raibler. La profondeur varie de 2 à 15 m. Voir aussi archives SSS.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

87 **Ova Spin**

Coordonnées: 808050 / 172280 / 1650 m **Lithologie:** ?

Date: 27.09.2002

Observateur: Michel Blant, Sébastien Rotzer

Observations: Beau porche circulaire dans un petit banc rocheux, 20 m au-dessus du Lac de barrage de Ova Spin. Env. x 5 m, traces d'écoulement au bas du porche. Accessible par le lac ou par l'amont depuis le pont de Plan Praspöl.

Photo(s): Oui, voir annexe photo

88 **Minschuns**

Coordonnées: 821500 / 169700 / 2300 m **Lithologie:** Raibler Formation

Date: 23.09.2002

Observateur: Marc Luetscher, Constanze Bonardo, Rémy Wenger

Observations: Grosse dolines (~5 m de profondeur) dans le gypse.

Photo(s): Non

90 **Alp Tavrü**

Coordonnées: 819100 / 176500 / 2315 m **Lithologie:** Punt la Drossa Schichten

Date: 26.09.2002

Observateur: Urs Eichenberger, Michel Blant

Observations: Fontaine capté au contact de la Fuorn.

Photo(s): Non