

« Under the ice »

Expédition Spéléo glaciaire

*Cette nouvelle expédition de l'association **Regard sur l'Aventure** change de latitude et rejoint le 42ème parallèle Nord. C'est donc dans les montagnes du Tian shan (les monts célestes) que l'équipe a posé ses sacs à dos. L'objectif du projet est de lever le mystère qui existe autour du lac Merzbacher...*



Regard sur l'Aventure

Sommaire

Sur l'immense glacier Inylchek, pendant 10 jours, perchés en face nord au dessus de 3 400 m d'altitude, les membres du projet *Under the ice* ont exploré les profondeurs de ce vertigineux glacier, encerclé par des montagnes culminant entre 4 000 m et 7 000 m d'altitude.

Ce projet international, partagé par **23 explorateurs** venus d'Asie du Sud Est, d'Amérique du Nord, d'Asie centrale ou d'Europe, est une nouvelle expérience pour l'équipe. Cette expédition nous a plongés dans des **conditions et des situations insolites et inconfortables**. Cela a renforcé notre cohésion, notre volonté de partager et notre motivation à explorer la planète. Les moulins découverts et explorés ne nous ont pas permis d'atteindre les hypothétiques drains. Cependant, nous avons pu documenter le terrain d'étude, amorcer les recherches souterraines, évaluer les problématiques, révélant de fait la difficulté à atteindre ces galeries intra glaciaires en hiver et mettant en lumière des orientations pour les futures explorations.

Les recherches exploratoires réalisées sur une partie du glacier permettent de poser des bases et des hypothèses pour un nouveau projet qui devrait se réaliser prochainement afin de continuer le travail de recherche et d'exploration autour de ce **phénomène de vidange du lac glaciaire Merzbacher**.

D'ores et déjà nous ouvrons les portes à la communauté scientifique qui souhaite s'inscrire dans une démarche de terrain et d'exploration afin d'être au cœur du phénomène.

Le contexte de l'expédition	Page 2
La logistique	Page 6
Le bilan de l'expédition	Page 14
Conclusion	Page 26
Annexes	Page 27



1/ Le contexte de l'expédition

Le Kirghizistan

Le glacier Inylchek

Le lac Merzbacher

L'équipe



Le Kirghizistan en bref :

Langues parlées : Kirghize, Russe
 Capitale : Bichkek
 Superficie : 198 500 km²

Ancienne république de l'URSS –
 Indépendance en 1991

Point culminant : Pic Podeby 7 439m
 Lac Yssik Koul : 1 600m d'altitude.
 Ce lac est légèrement salé et ne gèle pas
 en hiver (alimenté par des sources
 chaudes).

Climat continental à polaire selon la zone
 et l'altitude. Entre -20° et 40°C



Le glacier Inylchek

Le glacier Inylchek est l'un des plus longs glaciers non polaires au monde. Il a une longueur de 60,5 km et à certains endroits une largeur de plus de 3 km. Il présente des épaisseurs allant jusqu'à 300 m. Il avance de 120 m en moyenne par an mais son front recule du fait du réchauffement climatique.



Le lac Merzbacher

Tous les ans, au cœur de l'été kirghiz, le lac Merzbacher, situé à 3 350 m d'altitude, se vide en 48h de ses quelques 250 à 300 millions de m³ d'eau. Disparus, avalés par le glacier Inylchek, les flots gelés ressurgissent dans la vallée du même nom, une vingtaine de kilomètres en aval. Et ainsi de suite, année après année, sans que l'on sache de mémoire d'homme ni pourquoi ni comment.

Le phénomène n'est pas unique. Il existe dans le monde d'autres lacs glaciaires subissant des ruptures comparables. Le lac Merzbacher se distingue cependant par son volume impressionnant et une régularité quasi métronomique dans son mécanisme de crue.

L'existence même du lac Merzbacher est la conséquence d'un phénomène assez exceptionnel. Le glacier Inylchek est constitué de deux branches majeures qui naissent sur les deux faces du pic Khan Tengri (7 010 m) avant de se rejoindre, 20 km plus bas. Et là, au lieu de se fondre dans un flux glaciaire qui, comme partout ailleurs, irait de haut en bas, la branche sud remonte vers le nord provoquant, à l'échelle des temps géologiques, une collision aussi lente que monumentale. Avec le cycle naturel du réchauffement, l'Inylchek nord s'est ensuite rétracté, laissant sur le lieu du choc une gigantesque dépression, tandis que la branche sud a continué à déverser ses montagnes de glace.

L'explorateur, cartographe et alpiniste allemand Gottfried Merzbacher (1843-1926) a accidentellement découvert le lac inférieur lors d'une expédition en 1903. Bien que la cause de la libération soudaine de l'eau du lac inférieur ne soit pas encore entièrement comprise, on pense qu'elle commence lorsque son niveau est suffisamment haut pour élever le (barrage du) glacier d'Inylchek sud par équilibre hydrostatique (ou poussée d'Archimède). Cela ouvre un système de canaux glaciaires dans le glacier créant ainsi une vanne de décharge du lac.

Mais à l'heure actuelle, le raccordement entre le lac et la sortie du glacier n'a pas été trouvé, et il est maintenant intéressant d'aller explorer la zone pour valider ces hypothèses, et améliorer la compréhension du mécanisme.



L'hiver, le vêlage de glace laisse des icebergs de plusieurs dizaines de mètres de hauteur, posés comme des statues sur le fond topographique du lac. Les modes d'approvisionnement du lac associés à des vidanges soudaines (**Glacier Outburst Lake Flood - GLOF**) sont présentés comme un danger pour les populations situées à l'aval du glacier. Le débit lors d'un GLOF peut être de l'ordre de 800 à 2 000 m³/s. La compréhension de ce phénomène est donc un enjeu majeur pour minimiser les risques d'inondations dans les vallées et les villages en contrebas.

Diverses hypothèses ont été émises sur le parcours du flot des eaux du lac vers l'aval du glacier. Notamment il pourrait y avoir un ou plusieurs drains intraglaciers qui collectent les eaux de vidange du lac. Ou bien un ou plusieurs drains situés entre le socle primaire et le glacier. Notre visite à la jonction de l'extrémité aval du lac et de la branche sud nous laisse toutefois sceptiques. Devant nous les icebergs occupent le fond du lac aujourd'hui vide et les crevasses du glacier ne laissent guère d'espoir de trouver un drain sous glaciaire. Mais une exploration de cette zone peut toutefois se révéler intéressante. Enfin, notons que le retrait du glacier et le GLOF sont étroitement liés dans cette zone. Le réchauffement climatique et la disparition progressive des glaciers ne vont qu'accroître les volumes d'eau de ce lac.

Les conditions climatiques évoluent de manière évidente en relation avec des faits naturels et anthropiques. Cela entraîne des processus naturels comme la formation des lacs glaciaires et des crues soudaines. La limite supérieure des eaux quand le lac est plein nous montre le volume important qui s'évacue lors d'un GLOF. Ce sont quelques centaines de millions de mètres cubes qui s'échappent du lac, entraînant les icebergs jusqu'au front de la branche sud.

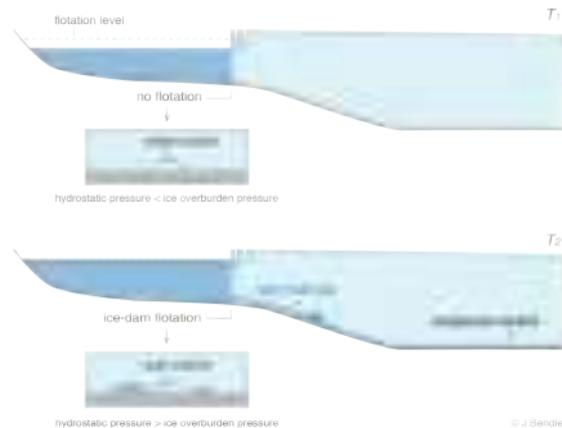
Voici ce que dit Mr Merzbacher en 1905 : *“Even so late as the end of August in the year 1902, and at a distance of two miles from the glacier, I came upon several blocks of ice as big as a house in the boulder-strewn Inylchek valley, exposed though it is to such extreme insolation.”* Pour résumer, il discerne des blocs grands comme des maisons parsemés dans la vallée, à plus de trois kilomètres du glacier !

Enfin, d'après Emmer et Cochachin, les lacs glaciaires à écoulement souterrain comme le lac Merzbacher, sont susceptibles de subir un blocage des tunnels d'écoulement par les sédiments introduits dans le lac, par ses affluents, par les mouvements des pentes (par exemple le glissement sur les pentes intérieures des barrages morainiques) et par le gel des canaux d'écoulement (phénomène uniquement possible pour les lacs de moraine ou de glace). Si le ou les tunnels d'écoulements souterrains sont bloqués, le niveau du lac commence à augmenter, ce qui peut, en suivant, entraîner une rupture de barrage déclenchée par une pression hydrostatique accrue (voir schéma du GLOF).

Hypothèse de GLOF

Comme le suggère Jacob Bendle, sédimentologue et glaciologue, sous l'effet de la pression de l'eau, le lac amorce sa vidange du fait du rehaussement du glacier en aval. Le barrage est lié au volume de la branche sud qui bloque l'évacuation de l'eau de fonte. Ces inondations par débordement ont également un impact géomorphologique. L'érosion des berges, l'évolution du lit de la rivière, la formation des terrasses alluvionnaires, sont autant de manifestations de la violence des flux et de leurs conséquences sur le modelé des vallées.

Il faut savoir que dans certaines régions du monde, la libération soudaine de milliers voire de millions de mètres cubes d'eau douce et froide dans l'océan a entraîné dans le passé des modifications dans les courants marins et certainement influencé le climat mondial



L'avancement du glacier

Il va de soi que lorsqu'on vous annonce que le glacier, sur certaines parties, avance en moyenne de 120 m par an, on peut imaginer ce qu'il peut se passer dans ses entrailles !

Chacune des parties du glacier possède une vitesse d'avancement distincte :

- La majeure partie de la branche nord du glacier Inylchek reste stagnante (sauf la partie amont qui avance).
- La majeure partie de la branche sud a des vitesses élevées (de l'ordre de 20 à 40 cm par jour).
- Le front du glacier (zone aval) a des vitesses lentes.



Historique des études

1903 : Gottfried Merzbacher découvre le lac par hasard au cours de son expédition au Khan- Tengri. (Merzbacher-1905).

1912 : Etude géodésique et topographique de l'armée russe dans le Tian Shan central (sans atteindre la vallée d'Inylchek).

1928-1938 : Des expéditions annuelles ont mis en évidence l'existence de la vidange du lac le long de la rivière Inylchek. (Demchenko, 1934, Gusev 1949, Pogrebetskij 1935, Rhyzof 1959, Zhavzharov 1935).

1943 : Topographie de la zone et reconnaissance aérienne de la région. Découverte du Pic Pobeda et évaluation de sa hauteur à 7 439 m. La carte de la partie supérieure de la vallée est largement améliorée.

1955 : Première mesure glaciologique près du lac.

1975 : Explication du processus d'explosion (vidange) du lac (Ajrapet'yants et Bakov 1971).

1976 : Simulation de crue hydrographique.

1984 : Premier mapping du lac en utilisant les photos aériennes (Kuzmichenok 1984).

1971-1990 : Essai de prédiction de la durée de vidange du lac (Sokolov, Leonova 1981, Kononov 1990).

1990 : Mesures géophysiques de la profondeur du glacier aux environs du lac (Marcheret *et al.* 1993).

1995-1999 : Etude sur la géométrie du lac partie basse, les grottes glacées, le régime de la branche nord du glacier (Mavlyudov 1995-1999).

2005 : Etude de l'aire du lac en utilisant le GPS et d'autres méthodes de mesure par des scientifiques allemands, autrichiens et kirghizes en 2005 (Helm *et al.* 2008, Mayer *et al.* 2008) et 2009 (Hausler *et al.* 2010).

2019 : Exploration souterraine du glacier par une équipe internationale (Français, Italiens, Canadien, Malaysien, Russe, Kirghize).

C'est ce phénomène qui a suscité la curiosité et l'intérêt des membres de l'association RSLA, toujours en quête d'exploration et curieux des manifestations extraordinaires de la nature.

La fondation du géologue Alexei Dudashvili proposait l'organisation d'une expédition sur le glacier, une première au mois de novembre, qui avait pour objectifs :

- la recherche des principaux drains et leur référencement,
- l'exploration des galeries sous glaciaires,
- la réalisation des relevés topographiques et le report en surface,
- la transmission des données aux partenaires locaux.

Participer à la collecte de données afin d'aider les scientifiques à comprendre ce phénomène singulier a été le moteur de notre motivation au cours de ce séjour. Nos compétences de techniciens (es) de la corde étaient attendues pour tenter de pénétrer au plus profond du glacier Inylchek et tenter de lever le voile sur le mystère du lac Merzbacher.

L'équipe au complet



Bruno
FROMENTO



Didier
GIGNOUX



Henri PYKA



Anthony
GENEAU



Manon ROCHE



Pierrick
CORDIER



Pauline
CHAUVET



Vincent
ROUYER



Barnabé
FOURGOUX



Thierry AUBE



Yann
AUFFRET



Yannick BAUX



Gaël AMIARD



Mathieu
VERMEIL



Vanessa KYSEL



Bulat
MAVLUDOV



Lionel REVIL



Lee KIAN LIE



Yohann
SUBERVOLLE



Marie
GRAMOND



Sylvain CHAUX



Alessio
ROMEO



Thomaz
KOCHANOWICS



Michele
PAZZINI

2/La logistique de l'expédition

La préparation

Le matériel

Budget et sponsors

Les camps de base

La sécurité et les risques liés au froid

La stratégie d'exploration

Une préparation au préalable

Avant le départ, deux réunions de préparation ont été nécessaires à l'organisation générale du projet. Une fois le projet initié par Bruno et les grandes lignes exposées, nous nous sommes réunis une première fois le week-end des 13-14 avril 2019, au QG de RSLA, chez Didier.

Au cours de cette première réunion, les grandes lignes ont été abordées. Bruno nous informe que, pour la logistique, la majeure partie sera prise en charge par Alexeï. En gros, après avoir pris notre billet d'avion, il ne nous reste simplement qu'à gérer nos affaires personnelles et le matos technique collectif, et accessoirement donner quelques dollars à Alexeï pour le reste. Nous sommes censés apporter un appui technique pour les recherches scientifiques d'Alexeï. A ce stade, il reste pas mal de questions en suspens, que Bruno se chargera de transmettre à Alexeï via des mails. Mais la barrière de la langue et les interprétations que l'on peut faire, sont une première difficulté.

Comment sera-t-on logés sur place, y aura-t-il de l'électricité au camp de base, des porteurs...de la vodka ?

Un mois avant le départ, nous nous retrouvons à nouveau chez Didier. Les choses commencent à être un peu plus claires. Nous

apprenons notamment qu'un hélicoptère a été organisé au cours de l'été et qu'une partie des vivres se trouve déjà au camp supérieur au bord du glacier. Deux jours de transfert sont nécessaires pour se rendre sur le front du glacier. Les nuits à l'hôtel sont gérées à l'aller comme au retour. Une fois sur le front du glacier l'hébergement se fera sous tentes. Les moyens de communications vont également être gérés par Alexeï. Nous aurons une cuisinière au camp supérieur où l'on aura accès à l'électricité. Enfin, des porteurs nous aideront à monter l'ensemble du matériel depuis le camp inférieur jusqu'au camp supérieur.

Et sur place ...

Le billet est dans la poche pour tout le monde pour environ 450 euros par personne aller/retour, avec escale à Istanbul. Pour la majorité nous avons décidé d'arriver un jour avant, ce qui nous a permis de nous reposer du voyage et de faire une première visite de la capitale. De même après les trois semaines d'expé, la plupart ont opté pour rester plusieurs jours pour profiter du pays.

Matériel individuel

Pour ce qui est du matériel individuel, Vincent nous a proposé une liste de ses affaires que nous avons été nombreux à suivre pour la confection de nos sacs. Elle s'est révélée être suffisante et adaptée au poids admissible par la compagnie aérienne, à savoir 30 kg par personne en soute et 8 kg en cabine.

Matériel collectif

Compte tenu, du poids du matériel collectif, il a été décidé de prendre un bagage supplémentaire par groupe de départ. Ce sac d'accessoire d'alpinisme coûte 90 euros par trajet et peut peser jusqu'à 32 kg. Même s'il est préférable d'avertir la compagnie au moins 24 heures à l'avance, le bagage est enregistré le jour du départ à l'embarquement. Aucun problème n'est rencontré pour la logistique du voyage.

- cordes (500 m de 8 mm, 350 m de 5/6 mm)

- ancrages (100 broches, et environ 60 mousquetons)

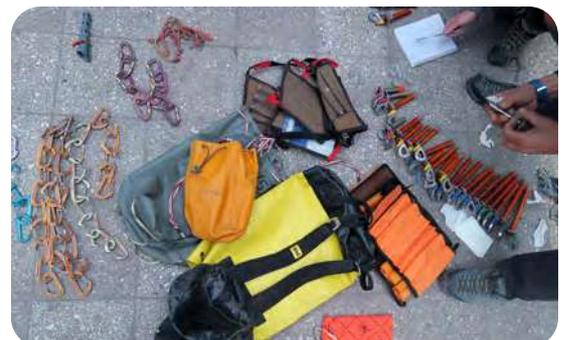
- pharmacies, points chauds

- kits, mini-kits, sacs étanches, bidons

- matériel de bivouac pour camp avancé (tentes, réchauds, popotes)

- combinaisons étanches et chaussures canyon

- rallonges électriques, jeux...



Budget

Bilan financier Expé Kirghizistan 2019
Pour 19 personnes

	Dépenses		Recettes
Transport aérien	8 320,00 €	Participants	102 754,00 €
Logistique expé	16 663,00 €	Sponsors privés	5 818,00 €
Logistique pré et post expé	3 453,00 €	RSLA	6 594,00 €
Matériel technique collectif	23 073,00 €	Equipe cinéma	14 000,00 €
Matériel technique personnel	63 631,00 €	Photographes Institutions fédérales	5 000,00 €
Matériel photo	5 000,00 €		500,00 €
Matériel cinéma	14 000,00 €		
Divers	526,00 €		
Total	134 666,00 €		134 666,00 €

Soit 1 250 € + 4 158 € de matériel par personne



Nos Partenaires

AVENTURE VERTICALE

PETZL

SCURION

CUMULUS

HORIZON VERTICAL

FOCUS

ESPACE GARD DÉCOUVERTE

ULULE

CREI / FFS

CDSC 31

COMITÉ SPÉLÉO RÉGIONAL OCCITANIE

COMMISSION SCIENTIFIQUE DE LA FFS

UIS

FONDATION POUR LA PRÉSERVATION ET L'EXPLORATION DES GROTTES DU KIRGHIZISTAN

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE TIAN SHAN

ASIA MOUNTAINS AGENCE

HOTEL ASIA MOUNTAINS



Les camps de base

Le premier camp de base est situé sur le front du glacier. Lorsque nous arrivons, les porteurs ont déjà commencé à s'affairer pour monter leurs tentes, la tente commune ainsi qu'une tente toilette. Nous montons les petites tentes igloo pour pouvoir dormir dedans. Les porteurs, eux, ont des tentes vertes plus hautes et grandes. Ces dernières sont plus adaptées car la toile ne touche pas le dormeur. Elles permettent d'y dormir à quatre sans problème. De notre côté, nous serons deux par tente.

Le matin, les parois intérieures des tentes sont recouvertes de givre. Dans une tente igloo, c'est un vrai challenge de sortir de son duvet et de s'habiller sans toucher les parois ! On se retrouve vite sous une averse de givre. La tente commune pour la prise des repas est un tunnel. Les tabourets pour s'asseoir sont des tout petits modèles très fragiles. Nous montons également une tente supplémentaire pour entreposer le matériel technique.

Il est prévu que nous restions deux jours et trois nuits à ce camp de base, pour « **s'acclimater** » et surtout explorer le front du glacier.

Le problème est que les porteurs sont censés monter le matériel collectif durant ces deux jours. Mais sans matériel pas d'exploration possible et nous ne pouvons pas leur donner nos affaires personnelles nécessaires au bivouac. Ils monteront finalement une partie des cordes et de la nourriture. Du coup rationnement au camp de base.

On s'est vite rendu compte qu'il y avait certes un problème de compréhension à cause de la barrière de la langue, mais qui plus est, entre Alexei et Dimitri (le gestionnaire de la logistique hébergement/restauration/porteurs), il semblait que tout n'était pas clair.

Le camp supérieur est atteint après une journée complète de marche. Nous avons croisé à plusieurs reprises des porteurs qui faisaient des allers retours. Leur organisation était un peu floue. Certains montaient tout d'une traite, d'autres s'arrêtaient au milieu et redescendaient après avoir déposé leur charge et d'autres faisaient les norias entre le milieu et le camp supérieur. Ils ne semblaient pas très expérimentés et certains faisaient de nombreuses pauses croulant sous leur charge disproportionnée.

Nous n'avions que des suppositions sur les équipements en place au niveau du camp supérieur. Ce fut donc la découverte une fois arrivés là-haut.

Point positif, les tentes de couchage étaient bien plus spacieuses qu'au camp de base. Des matelas en mousse étaient à disposition et posés sur des palettes en bois. En revanche pour la tente commune c'était le même modèle qu'en bas. Seuls les tables et les tabourets étaient un peu plus costauds.

La cuisine, elle, était en dur dans un algeco. Mais était réservée à Natasha la cuisinière. Bien que la cuisine soit à un autre endroit, il n'y avait pas assez de place pour que tout le monde puisse prendre son repas autour de la table. Il y avait également quatre petits algeco supplémentaires. Un fut réservé pour l'équipe ciné et son matériel de film, un autre pour Bulat et du matériel entreposé, un plein de matériel de bivouac et un dernier pour deux d'entre nous.

Pour les explorations estivales, le camp supérieur est parfaitement placé, compte tenu de la morphologie et de l'étendue du terrain. Cependant, en ce mois de novembre, il était à l'ombre 24H/24. **Aucun endroit chauffé n'était disponible**. Ceci était problématique notamment pour recharger les accus dont nous avions besoin (appareils photos, caméras, lampes et téléphones pour le GPS), mais également pour faire sécher des affaires qui en auraient eu besoin.



Sécurité

Durant ces 10 jours sur le terrain, l'expédition Inylchek – Under the Ice a vécu un engagement important en termes d'éloignement de beaucoup de choses et notamment de tout lieu de soin. Situé à un jour de marche plus un jour de véhicule terrestre roulant de la première grande ville (Karakol), le camp de base, par son peu de confort, n'aurait toléré aucun accident grave.

Présente dans les esprits à tout instant sans que cela ne soit un frein au quotidien, la gestion de la sécurité a été optimisée par les habitudes de l'équipe à agir dans des lieux isolés.

Dans ce milieu, en plus d'un isolement conséquent, le froid demande une attention particulière, et augmente la difficulté de la gestion de l'attente en cas de problème.

Afin de limiter les problèmes liés à la sécurité, quelques principes avaient été mis en place comme :

Sur le terrain :

- Un fonctionnement par petits groupes. L'idée est que personne ne se retrouve seul sur le glacier pour éviter les inquiétudes et bien sûr les « pertes » humaines !
- Chaque groupe était muni d'une radio qui le reliait aux autres groupes. Les radios étaient allumées constamment (sauf quand la totalité du groupe était sous glace).
- Chaque groupe possédait un point chaud collectif (type point chaud Résurgence).
- Chaque équipier avait dans son sac une grosse doudoune et une paire de moufles ou de gants en sécurité (perte de gants, gants mouillés, coup de froid, arrivée de la nuit, attente, accidents...)
- Chaque groupe partait avec une pharmacie pouvant traiter les maux les plus fréquents (coupures, coups de crampons, maux de tête,...)

Au camps de base :

- Une pharmacie plus conséquente que la précédente, traitant la plupart des maux imaginables, y est stockée.
- Deux téléphones satellites utilisables en cas de besoin urgent sont en permanence disponibles au camp de base.
- La possibilité d'une évacuation hélicoptérée existe en cas de besoin.

Un bémol est à apporter sur deux points :

- Les radios :
Le nombre de radios fonctionnelles n'était pas assez important et le lot de radios en mauvais état (problèmes d'émission et de réception pour certaines, mauvaises tenues des batteries). La connexion était parfois mauvaise voire inexistante en fonction des distances entre les postes et du relief.
- Contrairement à ce qui était prévu, aucune zone collective chauffée n'était présente sur le camp de base. En cas d'accident grave, la seule zone chauffée était l'algéco cuisine.

Problématiques liées au froid

Les températures sur le camp de base ont varié de -6° à -18°C sur le séjour. Vu que la glace se mettait à nous ruisseler dessus dans les moulins en milieu de journée on peut imaginer que la température s'élevait légèrement mais le ressenti restait tout de même froid !

Les (petits) désagréments liés à ce froid constant peuvent être classés en plusieurs catégories :

Les vêtements :

- Multicouche :

En fonction des périodes d'activité ou d'inactivité et en fonction du type d'activité (prospection, descente dans les moulins), la gestion de l'habillement est primordiale. La tenue vestimentaire se compose de plusieurs couches que l'on met et enlève continuellement. L'idée est d'éviter de transpirer pour ne pas avoir à utiliser trop d'énergie à réchauffer les vêtements humides qui ne demandent qu'à geler. La couche de base (collant et tee-shirt techniques) est restée collée aux explorateurs pendant la durée du séjour. On y rajoute un pantalon et sur pantalon en fonction des besoins, ainsi qu'une polaire, une doudoune plus ou moins grosse (voire les 2), parfois un gilet sans manches et une membrane coupe-vent. Sans oublier bonnet et gants plus ou moins chauds (avec sous gants si nécessaire).

- Déshabillage :

Changer de vêtements quand on est mouillé est quelque chose de peu agréable à faire car on va passer d'une atmosphère chaude et humide à une atmosphère très rafraichissante ! (par le dénudement et par l'enfilage de vêtements froids). Si les vêtements sont peu humides (et pas encore trop odorants), on peut tenter de les sécher à même la bête. Ça peut fonctionner. Ou pas !

- Chaussures :

Vu les températures nocturnes et la constance des chaussures à être au minimum humides (par la transpiration) voire mouillées (si on a malencontreusement mis les pieds dans l'eau !), ces dernières sont gelées le matin. Et donc difficiles à mettre et bien sûr... froides ! Ce qui entraîne un refroidissement rapide de tout le corps à la mise des chaussures.

La seule solution trouvée pour éviter ces désagréments a été de ranger les chaussures dans la cuisine la nuit (seul lieu chauffé en journée et qui n'a pas le temps de geler la nuit). Cette solution n'était utilisée qu'en cas de vraie nécessité (chaussures trempées) car la cuisine ne permettait pas de ranger 22 paires de chaussures !

Les seules autres solutions pour remettre ses chaussures gelées le matin auraient été de dormir avec les chaussures au fond du duvet ou de les imbiber d'eau chaude avant de les remettre. Ces 2 solutions n'ont jamais été utilisées.

Prévoir une paire de bottes types « valanki » (bottes en caoutchouc locales fourrées au feutre) pour le bivouac pour éviter de garder ses grosses chaussures de randonnée à longueur de journée serait peut être un confort appréciable.

Bivouac

- Savon liquide, crème solaire, miel, eau bien sûr... tout gèle ! Il faut tout réchauffer avant utilisation, ce qui prend du temps. A part pour le miel où la technique du bain marie sera utilisée, pour tout le reste, les seuls moyens de déglacer des choses vont être de les mettre dans le duvet pendant la nuit ou de les garder sur soi en journée. Du coup, tout le monde est gros !

- **Gestion de l'eau :**

Très utilisée quotidiennement (cuisson, hydratation, bouillottes, vaisselle, nettoyages divers), l'eau à l'état solide demande un peu d'attention afin de sortir de cet état et de ne pas y retourner trop vite. Une corvée de glace (environ 150 m de marche pour aller chercher, à coup de piolets, quelques kilos de glace ramenés dans des sherpas) a été faite environ tous les 2 jours (une dizaine de portages à chaque fois). Stockée dans des grands sacs de riz à proximité de la cuisine, elle était fondue à la demande. Pour la conserver de manière à ce qu'elle ne gèle pas, plusieurs solutions : la laisser bouillir jusqu'à ce que la bouilloire soit vide, la mettre en thermos, ou en bouteille plastique conservée sur soi ou dans son duvet.

- **Tente commune :**

Au camp d'acclimatation, la tente commune est aussi le lieu où les repas sont préparés. Il y fait donc parfois froid (et la paroi intérieure se couvre alors de givre plus ou moins épais), et parfois moins froid (lorsque les repas y sont préparés, qu'on y fait chauffer de l'eau, etc). Le givre qui s'est accumulé sur les parois se met donc à fondre et ce n'est plus le froid mais la pluie qui enveloppe l'équipe !

- **Couchage :**

Les intérieurs de tentes, sur lesquels se dépose la condensation de la respiration, gèlent. Lorsque l'on touche les parois (ou que le vent agite les toiles !), le sol et les affaires qui y sont entreposées se recouvrent de givre. Le mieux est de le balayer avant de s'y coucher dessus et de tout faire fondre !

Le sac de couchage gèle en surface (en cas de transpiration) et au niveau du tour de cou (du fait de l'humidification due à la respiration). Pas grand-chose à faire si ce n'est secouer un grand coup son sac de couchage le matin pour en extraire un maximum de glace.

Lorsqu'on se couche tout est froid. On a donc tendance à se coucher habillé. Mais si on ne se déshabille pas un tant soit peu avant de s'endormir on peut se réveiller dans une étuve !

Afin de ne pas avoir à enfiler de vêtements trop froids le matin, la technique consiste à les enlever mais à les laisser dans son duvet. Ce qui limite la place à l'intérieur de celui-ci (surtout qu'il n'y a pas que les vêtements !) et le rend moins confortable.

- **Espace-temps :**

Le froid rallonge l'espace-temps ! Tout est long. Sortir de son duvet (il faut se motiver, retrouver ses 2 chaussettes perdues au fond du duvet, les enfiler dans un espace confiné, retrouver sa polaire dans le duvet, sortir le haut du corps du duvet pour la mettre, faire de même avec le pantalon, trouver son bonnet), mettre ses chaussures (elles sont gelées et donc difficiles à enfiler), faire les lacets (avec les gants c'est long, sans les gants il faut le temps de mettre, d'enlever et de remettre les gants), trouver le zip de la tente et l'ouvrir (avec les gants c'est plus difficile), bref, tout est long !

- **Hygiène :**

A contrario de ce qui avait été prévu, aucune « salle de bain », ou du moins aucun lieu pour se laver, et encore moins chauffé, n'existe sur le camp. L'hygiène s'en trouve donc limitée à quelques toilettes de chat, effectuées la plupart du temps avec des lingettes que l'on aura pris le soin de dégeler avant. Pour le brossage des dents, penser à dégeler sa brosse à dent avant le premier coup de brosse !

- **Petites envies de nuit :**

Pas de salle de bain chauffée, pas de toilettes chauffées non plus. Pour éviter de sortir de la tente la nuit, certain(e)s utiliseront des bouteilles pipi. Le tout est de bien viser !

Explorations :

- **Eau liquide :**

Bien que nous ayons pris quelques combinaisons étanches pour faire des ronds dans l'eau, cette dernière sera évitée autant que possible. En effet, un (ou des !) pied mouillé est gage de peu de confort pour les jours à venir (impossibilité de remettre ses chaussures dès le lendemain, risque de gelures des pieds). Les explos se sont donc parfois trouvées limitées par des vasques trop profondes. Si les plans d'eau n'étaient pas trop longs, il a parfois été équipé des mains courantes pour les éviter. Les combinaisons étanches ont été utilisées une fois par deux d'entre nous, avec impossibilité de réutiliser facilement le matériel gelé en suivant (combinaisons, chaussures, boudriers), et risque de l'endommager en le manipulant (risque de casse dû au gel).

- **Gants :**

Le port des gants allait de soi sous terre (comme au-dessus d'ailleurs). Pour limiter l'impact du froid ils pouvaient être un peu épais (voire comporter une paire de sous gants et une paire de gants). Plus les gants sont gros plus les manipulations sont difficiles. Notamment pour tout ce qui touche à l'équipement (matelotage, dématelotage, tricotage). Quand les manipulations étaient courtes ou avec des besoins de précision, les équipiers n'ont pas hésité à enlever leurs gants.



Ce qu'il faut retenir ...

Dans les petits désagréments liés au froid qui pouvaient se manifester à tout moment :

- **Santé :**
Plusieurs personnes ont développé des gelures plus ou moins importantes, notamment au niveau des orteils et des fesses. Quelques crevasses aux extrémités ou ongles qui se décollent ont aussi fait souffrir les vaillants explorateurs. Une mauvaise coagulation a été signalée à au moins 2 reprises sur des plaies bénignes. Les extrémités non protégées (nez, lèvres) ont souffert du froid et ont dû être badigeonnées de gras plusieurs fois par jour. Et bien sûr quelques ongles ont fait ressentir aux explorateurs que non, ils n'avaient pas encore perdu leurs doigts ! L'air étant très sec, un besoin d'hydratation intense s'est manifesté. Beaucoup de thé et d'eau chaude ont été consommés.
- **Gants :**
Avez-vous déjà essayé de jouer aux cartes avec des moufles ? Pas si simple. Ou de faire vos lacets avec des gants de ski ? De jouer aux échecs ? De lire un livre ? De tenir une cuillère ? Vous faire une tartine ? Appuyer sur des touches de disto X ? Bref, les manipulations de la vie quotidienne avec des moufles ou des gants, ça n'est pas si simple !
- **Activité :**
Dès que l'activité est réduite, le froid fait son effet. Cela a pour résultat, sur le terrain, de motiver les troupes à l'action (prospection, descente de moulins, suivi de bédrières, etc.), et au camp de base de limiter les temps conviviaux au repas du soir.
- **Sécurité :**
La grosse doudoune et les moufles ne sont jamais bien loin. Sur le dos et dans les poches au camp de base, elles suivront l'équipe en fond de sac sur le terrain, en cas de crise de froid.

La sécurité via un système de communication

Pour nous préserver des aléas du terrain et de la météo, Tomazs avait un système de communication qui nous permettait :

- D'avoir des informations sur la météorologie.
- De faire de la messagerie texte bidirectionnelle.
- De déclencher un SOS.

Ce système est conçu par Garmin et se caractérise par un appareil miniature : Le inReach mini.

Nous avons pu ainsi suivre l'évolution météo sur 3 jours, nous permettant d'ajuster notre planning d'exploration. Ce profil de communication via GPS reste intéressant dans une région où la communication reste le téléphone satellite, la marche à pied, les signaux des bras.....

L'autre utilisation de cet appareil, dans une moindre mesure, c'est de pouvoir envoyer et recevoir des messages, pour rassurer la famille, avertir d'un oubli à l'équipe arrière.... fonctionnant via le réseau satellite Iridium, il offre une couverture mondiale.

Enfin, pour la sécurité, il est possible grâce à ce système, d'envoyer un SOS au centre de surveillance GEOS, leader mondial en solution et coordination d'intervention en cas d'urgence pour superviser les secours. (Attention au tarif tout de même!)

- **Batteries :**
Les batteries souffrent du froid. Quand elles sont trop froides elles ne prennent pas la charge. Il faut donc les réchauffer en les mettant dans ses poches pendant la charge (ce qui implique de rester un certain temps immobile près de la source d'électricité). Elles se vident aussi plus vite si elles sont stockées au froid. Pour les ménager au maximum elles nous suivent donc au plus près : dans le duvet la nuit, dans les poches le jour. Peu confortable mais efficace.

Avantages :

Quelques avantages tout de même à ce grand froid !

- **Sursac :**
Aucune nécessité de posséder un sursac à mettre sur son sac de couchage la nuit : l'humidité provenant du corps gèle en sortant du sac. Et aucune humidité ne provient de l'extérieur (seul un peu de givre, qui n'humidifie pas le duvet, tombe dessus au cours de la nuit).
- **Pluie :**
Aucune précipitation liquide sur le séjour, ce qui n'est pas sans réjouir les troupes ! Donc pas de doudoune en plume mouillée, pas de tente qui prend l'eau, pas de vêtements trempés, ...
- **Odeurs :**
Pas ou peu d'odeurs ...



Stratégie d'exploration

Lors de notre expédition sur le glacier Inylchek, nous avons exploré deux parties du glacier.

La première sur le front du glacier, pendant nos quelques jours d'acclimatation au camp de base pour découvrir la zone.

Rapidement, face à cette étendue de glace, nous avons vite compris qu'il serait plus efficace de se séparer en plusieurs petites équipes pour rentabiliser au mieux notre exploration et couvrir la plus grande zone possible. Nous avons l'avantage d'être nombreux (23), ce qui nous a permis de nous diviser en quatre voire cinq équipes suivant les jours. Avant notre départ, nous avons étudié le glacier pour comprendre son fonctionnement et ciblé les zones intéressantes. C'est pour cela que dès notre arrivée, nous nous sommes rendus à la résurgence (voir photo) dans l'espoir qu'elle soit pénétrable et ainsi arpenter le drain principal du glacier. Malheureusement, celle-ci était effondrée et complètement bouchée. Nous avons donc exploré en plusieurs équipes les alentours dans l'espoir de trouver un autre accès, en vain. Bulat, le scientifique russe, en a profité pour nous donner de précieuses informations sur le glacier.

C'était notre premier jour de prospection, nous étions tous surexcités à l'idée de rencontrer enfin ces glaces tant attendues et de poser le pied sur ce glacier si majestueux. Cette première approche sur la moraine a permis de régler le matériel, d'avoir des explications scientifiques sur ce monstre glacé qui s'offrait à nos yeux et d'entrer enfin dans le vif du sujet. Les premières grottes (plutôt horizontales que verticales) ont été explorées et pointées sur le GPS pour les retrouver facilement et surtout nous avons pu prendre goût à la randonnée sur la moraine !! La progression sur le glacier est plutôt simple, nous n'avons pas à enfiler les crampons mais nous devons sans cesse éviter les cailloux, pierres, roches..., qui roulent sous nos pieds ! Retour au camp vers 17h pour l'ensemble des équipes. Nous échangeons au chaud eeuuhh non au froid sous la tente une tasse de thé chaud dans le creux des mains. Heureusement que nos envies d'explorations et de découvertes nous transportent.

Les jours qui suivent, nous allons adopter la même stratégie, soit se répartir sur le glacier pour prospecter au maximum.

Les équipes se forment naturellement en fonction des envies de chacun. Nous essayons de tenir un cahier avec les cavités explorées, leur localisation, la topographie et l'équipe d'inventeurs. L'idée est de prospecter sur la rive droite du glacier principal. Ainsi, nous pouvons pénétrer facilement dans de nombreux drains secondaires. Malheureusement aucun ne connecte avec le principal. A cet endroit du glacier aucun moulin n'est trouvé. Nous sommes sur une partie qui avance très lentement et qui est très compactée.

Ces drains secondaires sont souvent à développement horizontal, de type laminoir. Il nous est arrivé cependant de découvrir des volumes conséquents. Sur la partie médiane, d'immenses entrées subsistent, comme « le métro », qui nous ont laissé imaginer un développement important. Mais nous tombions systématiquement sur une zone gelée qui obstruait la suite. Il s'agit en réalité de paléo-drains qui ont été sectionnés et remontés par l'avancée du glacier.

Dans un deuxième temps, nous avons poursuivis nos prospections à partir du camp supérieur situé à 3 500 m d'altitude. Nous espérions trouver enfin une grosse cavité glaciaire verticale appelée : moulin.

Le premier jour, toute l'équipe s'est rendue au lac Merzbacher. Plusieurs objectifs à cela : se rendre compte de l'étendue du glacier, voir ce fameux lac accompagné des explications de Bulat, et tenter de trouver un accès au drain principal par l'amont, à l'endroit où se vidange le lac.



La largeur du glacier à la rencontre des deux branches est d'environ 2 kilomètres. Il nous aura fallu 3 heures de marche à l'aller pour faire cette distance et nous rendre de l'autre côté. Le glacier est entièrement recouvert de moraine même à cette altitude. Nous avons l'impression d'évoluer sur des petites montagnes russes, tant l'alternance entre dolines et mamelons est permanente. Cela nous empêche d'avoir un point de vue global même lorsque nous sommes sur un point haut.

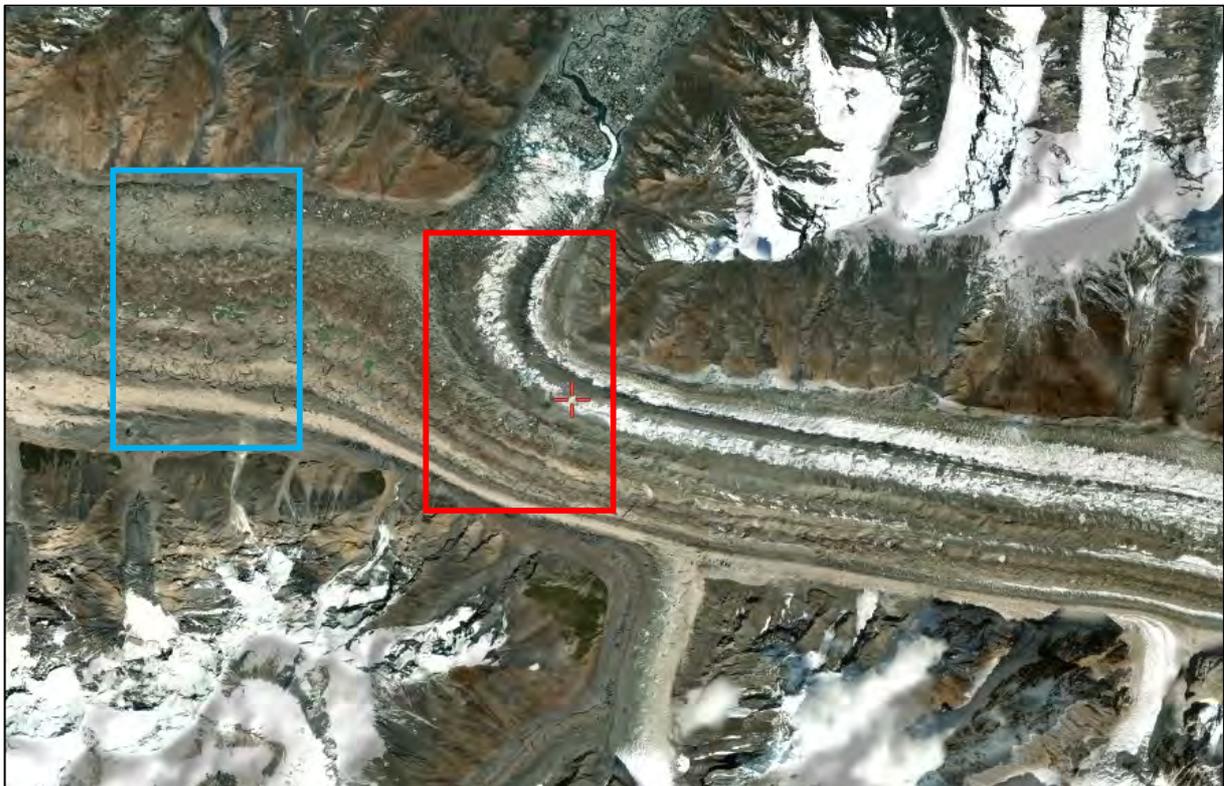
Arrivés à proximité du lac, nous avons vite compris qu'il serait impossible d'y accéder par cet endroit. D'énormes crevasses acérées, des blocs géants en équilibre instable et une moraine en pleine érosion se dressaient devant nous jusqu'à l'autre rive du glacier. Nous avons donc rebroussé chemin, et sur le retour commencé la prospection en nous séparant.

D'après nos recherches et les avancées scientifiques, une zone est pointée du doigt sur la carte : le fameux virage où potentiellement nous pouvons trouver des moulins verticaux de bonnes tailles (voir photo cadre rouge). A cet endroit la glace se déforme de par son changement de direction, ce qui provoque des fissures et des crevasses. Quand l'eau du ruissellement de surface arrive au niveau de ces crevasses, elle chute et creuse la glace. Nous recherchons donc prioritairement dans cette zone afin de descendre le plus profondément et rejoindre le drain principal à la manière de l'exploration souterraine, à la recherche d'un collecteur. Pour cela nous suivons les bédrières formées par le ruissellement.

Toutes les équipes ne se sont pas concentrées au même endroit. Nous avons aussi exploré sur plusieurs kilomètres une immense bédrière qui faisait plutôt penser à un canyon gelé.

Après avoir exploré cette zone (cadre rouge), plusieurs équipes ont décidé, suivant les conseils de Bulat, de se rendre sur une zone plus en aval (cadre bleu).

Souvent sur le chemin pour se rendre ou revenir des grottes pointées la veille, nous découvrons d'autres zones, d'autres grottes qui devenaient l'objectif du lendemain.



3/Bilan de l'expédition

Connaissance du terrain

Bédières, moulins et moraines

Compte rendu de l'équipe cinéma

Bilan de nos explorations

La « bobologie »

Objectifs et projets futurs

Connaissance du terrain

Résumé de la conférence de Bulat MAVLUDOV et Alessio ROMEO

« Un glacier est défini par sa capacité à se déplacer et par la neige et non l'eau comme origine de la glace ».

Des précipitations à la glace

En toute saison, la neige finit normalement par fondre. Toutefois sous l'effet de la pression (20 m de hauteur de neige), elle devient firn puis glace. Ainsi peuvent se former sur plusieurs kilomètres d'épaisseur les glaciers du Groenland, de l'Antarctique ou de haute montagne.

Il existe un second phénomène très courant dans les régions froides du monde entier : la « superimposed ice ». En fondant partiellement en surface, l'eau s'enfonce dans la partie inférieure de la couche de neige et gèle à son contact du fait de la faible température. D'années en années, la neige s'accumule sous forme de glace par fines couches. Ces glaciers atteindront de 5 à 10 mètres au total.

Mouvement et glacier

Avec la pente, sous l'effet de son propre poids (la calotte) ou de la température du socle dans certains cas, le glacier s'écoule : phénomène double de tassement ou de déplacement.

La vitesse d'écoulement varie selon les régions, les glaciers et la position sur le glacier. Au plus rapide, le glacier Jakobshavn se déplace en moyenne de 5 000 à 10 000 m/an contre 6 à 100 m/an sur Inylchek ou 40 m/an sur la Mer de Glace.

Dater la glace

Il est extrêmement difficile de dater l'âge d'une glace surtout en zone montagneuse où les glaciers sont trop chahutés. De plus, dans nos glaciers tempérés, la glace est homogénéisée par la fonte qui pénètre au plus profond.

Dans le cas d'une calotte, en Himalaya ou au Pérou, il est possible de compter les différentes stratifications sur la partie supérieure du glacier. Cependant ces alternances ne correspondent pas exactement avec une année. Il s'agit plus d'un cycle entre période chaude et période froide. En période chaude, la glace contient peu de bulles, la glace ayant gelé doucement, laissant l'air s'évacuer longuement. À l'inverse, en période froide, l'air se retrouve brutalement emprisonné dans la glace.

Sur la partie profonde, une seconde méthode consiste en une analyse isotopique de l'oxygène. À partir d'un forage, des prélèvements de glace sont étudiés pour déterminer les concentrations en ^{18}O . Une période chaude correspond à une forte concentration et inversement pour une période froide. Mais encore une fois, il n'y a pas exacte correspondance entre période et année.

Au final, il est ainsi possible de remonter le climat sur 800 000 an en Antarctique. Plus profondément, le signal est difficilement interprétable. Mais les scientifiques pensent qu'il serait possible de remonter à plus de 3 000 000 d'années.

Notons enfin qu'il y a une distinction à faire entre l'âge d'une glace et l'âge d'un glacier. Les glaces les plus anciennes sur Inylchek ont 3 siècles. Mais le glacier existait déjà au Wurm soit il y a 80 000 ans.



Cavités glaciaires et système de drainage des eaux

Naissance

Il existe aujourd'hui trois théories expliquant le creusement de moulins ou cavités intra-glaciaires.

La première hypothèse (la plus répandue) est que ceux-ci se forment sur une crevasse. L'eau de la bédrière vient éroder les parois de la crevasse par effet de fusion. La profondeur du moulin sera donc égale à celle de la crevasse. En théorie, la profondeur maximum est de 200 m. La morphologie du moulin dépendra elle du point d'entrée de la bédrière dans la crevasse. Par les bords des crevasses, le moulin sera canyonant, en son centre il sera pur moulin vertical.

En seconde hypothèse, un moulin peut se former dans le lit d'un ancien canyon. À l'endroit où un affluent viendrait recouper ce canyon, un moulin s'ouvrirait jusqu'à retrouver le fond du canyon.

Enfin dernière hypothèse, une bédrière de surface serait capable au fil des années de générer par enfouissement par palier jusqu'à verticalisation: un moulin.

Drainage des eaux

Il existe ensuite de nombreuses théories quant au parcours des eaux au cœur du glacier : du collecteur sous glaciaire, aux possibles nombreux micros drains au cœur du glacier, à la porosité de la glace en profondeur, en passant par la déviation de ces cours d'eau vers les marges du glacier à partir du moment où l'eau n'a plus assez d'effet calorifique pour continuer sa course en profondeur.

Bulat penche pour l'existence d'un niveau de base variable selon les glaciers. L'eau traverserait cet étage jusqu'à former un drain à une profondeur donnée, en direction de la résurgence. La couche superficielle du glacier s'écoulerait alors plus rapidement que le fond en raison de ce drainage fluidifiant le mouvement.

Alessio avance deux possibilités. Il fait tout d'abord remarquer que durant l'été le niveau d'eau dans le glacier va remonter. Peut-être est ce le signe d'un niveau ou de couches par lesquels l'eau transite pour atteindre le socle rocheux ?

Ensuite sur les gros glaciers, la vitesse d'écoulement et l'altitude augmentent durant l'été, ce qui révèle la présence d'une masse d'eau en leurs seins, soit dedans soit dessous. Mais mystère, à suivre après la crue du Merzbacher.

Disparition et renaissance

En fin de période chaude, les eaux de surface ne s'écoulant plus, les cavités se referment pour la période hivernale.

Sous l'effet de la pression interne au glacier, la plasticité de la glace resserre les parois jusqu'à disparition de la cavité. La fonte de surface, regelant rapidement sur les parois d'entrée, peut aussi tendre à fermer seulement l'entrée de la cavité alors que la partie profonde peut subsister.

L'année suivante, la bédrière recreusera une cavité. Elle pourra reprendre les conduits d'origine si le glacier n'a pas avancé.

Dans le cas contraire, et à condition que les caractéristiques du glacier ne changent pas, une nouvelle cavité renaîtra au niveau d'une nouvelle crevasse formée au même emplacement que celle de l'année précédente. Il sera parfois possible de voir les restes de l'ancienne cavité un peu plus à l'aval.

Une dernière option est que la bédrière pourra être capturée par une autre crevasse en cas de modifications du glacier (pente...). La nouvelle cavité aura donc changé d'emplacement.



Formation et risques des moulins

Définition :

Un moulin est un puits taillé dans un glacier par les eaux de fontes et/ou de pluie se trouvant en surface et par lequel elles transitent pour atteindre un réseau de galeries intra et sous-glaciaires.

Par analogie avec un réseau karstique, les moulins constituent les équivalents des avens.

Comment se forme un moulin :

L'été, des rivières nommées « bédrières » se forment à la surface du glacier et creusent de véritables petits canyons dans la glace. Ce sont ces mêmes « bédrières » qui creusent de magnifiques puits appelés « moulins » et qui peuvent suivant la localisation planétaire d'un glacier faire plusieurs centaines de mètres de profondeur.

Risques liés à l'exploration d'un moulin :

L'exploration d'un moulin n'est pas une chose anodine et demande une bonne analyse de différents paramètres afin de limiter au mieux certains risques.

Il va de soi qu'une bonne condition physique et une bonne maîtrise technique vont de paire pour s'aventurer dans cet univers glacial.

Voici une liste non exhaustive de ces différents paramètres :

- période de l'année la plus adaptée pour explorer un moulin,
- savoir se déplacer sur un glacier avec les risques que cela implique,
- analyse météorologique,
- moment opportun de la journée pour s'y engager,
- analyse des bédrières en amont et du moulin concerné,
- mise en place d'un équipement judicieux,
- anticiper tout risque d'hypothermie,
- penser au matériel qui sera mis à rude épreuve,
- nettoyer le moulin lors de sa descente,
- analyser les abords du moulin,
- enregistrer son cheminement.



Période de l'année la plus adaptée pour explorer un moulin :

Quand le gel de fin d'automne arrête la fonte de la glace et que l'écoulement d'eau cesse enfin, ces magnifiques puits offrent des superbes possibilités d'exploration sous glaciaire dans un environnement assez irréel de bleus translucides et de gouffres impressionnants.

Cette période est la plus propice car en hiver la neige cache les entrées, elle rend difficile et dangereux le déplacement sur les glaciers, et en été la fonte est trop importante ce qui rend les débits d'eau bien trop marqués pour pouvoir s'engager.

L'hiver les cavités se referment, car il n'y a plus d'action de l'eau pour creuser la glace, et pas parce que la neige nous les cache du regard. La glace, étant plastique et non solide comme de l'acier, sous son propre poids, elle s'affaisse, se tasse. Les cavités ont alors tendance à se refermer, se recroquevillant sur elles-mêmes.

Savoir se déplacer sur un glacier en prenant en compte les risques :

Pour atteindre un moulin, il faut évoluer sur un glacier, ce qui implique d'avoir un équipement textile et technique en adéquation avec ce type de milieu afin d'y faire face dans n'importe quelle situation (chute en crevasse, pont de neige, mauvais temps...).

Une préparation aux rudiments du secours en crevasse semble évidente.

Une bonne connaissance du terrain est aussi indispensable car c'est un terrain de haute montagne.





Analyse météorologique :

Une bonne analyse du bulletin météorologique de la journée et des jours précédents conditionnera au mieux l'exploration d'un moulin. En effet, si les **températures** sont trop élevées, il deviendrait dangereux de s'aventurer dans un puits (risque de chutes de pierres en amont du puits, ruissèlement à l'intérieur...). Se faire prendre par le mauvais temps sur un glacier avec aucune visibilité peut s'avérer très dangereux et paumatoire si on n'est pas équipé d'un GPS.

Moment opportun de la journée pour s'y engager :

(Contexte : Kirghizstan, glacier

très chargé en roche – 3 000 m.)

En retour d'expérience il semble que les moments de la journée les plus propices à une exploration en toute sécurité dans un moulin se fasse soit le matin avant que le soleil ne réchauffe le dessus du glacier et les pentes en amont du puits, soit en fin d'après midi quand le soleil décline et laisse place au gel qui ressaisit tout ce qui pouvait encore être instable et dangereux pour s'aventurer dans la descente du moulin.

Attention : D'un glacier à l'autre, il y a plein d'autres morphologies (orientation, forme glaciaire...) et situations (saison, ensoleillement..) qui font que l'on ne rencontre pas les mêmes problématiques partout.

Penser au matériel qui sera mis à rude épreuve :

Le matériel utilisé lors de l'équipement d'un moulin est mis à rude épreuve. Pensez que la corde peut geler et avoir une pellicule de glace sur la gaine (ce qui va rendre moins fluide la montée), les broches peuvent être difficiles à retirer suivant le type de glace, les lunules sèches peuvent également être difficile à défaire et les sangles des abalakofs dures à récupérer.

Ce n'est pas très judicieux de laisser en fixe du matériel dans un moulin, car une fois sur deux les cordes et ancrages fixent l'humidité dans l'air et on se retrouve avec une gangue de glace. Au pire on perd le matériel. Ca n'est pas forcément pire sur nos glaciers en Europe ou à moyenne altitude. Mais ça peut être catastrophique au Groenland ou en haute altitude avec les phénomènes de surfusion. Dans les années 90 au Groenland, des spéléos ont manqué d'être coincés sur corde en quelques minutes.

Nettoyer le moulin lors de sa descente :

Il est nécessaire de purger tous les éventuels dangers qu'on pourrait rencontrer lors de la descente. Exemple : faire tomber les cailloux instables, les stalactites de glace etc... Tout ce travail sera gage de sécurité pour la descente et la remontée sur corde.

Analyser les abords du moulin :

Avant tout engagement dans un moulin il faut bien prendre en compte tous les éventuels dangers : pierres et stalactites de glace en amont qui risquent de se désolidariser au fil de la journée avec le réchauffement. Y a t'il beaucoup de cailloux dans le cône de dépression du moulin prêts à tomber ?



Les moraines

Définition :

Une moraine est un amas de débris rocheux (appelé aussi till), érodé et transporté par un glacier ou par une nappe de glace. Certaines moraines sont observables au cours de leur transport, sur ou dans la glace, d'autres sont déposées sur le sol sous-jacent, traces d'anciens glaciers : les matériaux qui se détachent des versants de la montagne sont véhiculés par le glacier. Ils sont déposés lorsque celui-ci fond, généralement à la même altitude, et forment un empilement rocheux.

La première chose qui nous a surpris lors de l'expédition, était la quantité importante de moraine sur le glacier. On pouvait circuler sur celui-ci sans crampons. Cela est dû principalement à la taille très importante de son bassin versant ramenant de grandes quantités de roches désolidarisées du socle par cryoclastie, mais également par sa ligne d'équilibre située à environ 4 500 m d'altitude (altitude du glacier où la différence entre l'accumulation de neige et sa fonte est nulle).

Notre étude nous a amenés à une altitude maximum de 3500 m. Nous sommes donc bien en dessous de cette ligne d'équilibre, et comme les pierres ne peuvent pas fondre, elles se retrouvent en quantité à la surface du glacier.

On appelle ce type de moraines les "**moraines latérales**" lorsqu'elles sont sur la périphérie du glacier, et deviennent des "**moraines médianes**" lorsque ces langues de glace rencontrent le glacier principal.

Les moraines latérales et médianes sont les plus évidentes sur le glacier d'Inylchek, mais il existe aussi d'autres moraines :

- invisible, sous la glace, se trouve la moraine de fond (till), arrachée du fond de la vallée et broyée par le mouvement de la glace. On y trouve des couches de dépôts argileux erratiques.
- à l'extrémité aval, les restes des rochers tombent de la glace et forment une moraine frontale,
- le retrait du front d'un glacier n'est pas continu, il y a des pauses, ce qui provoque la formation d'une série de moraines de récession.

Exemple du glacier d'Inylchek :

Les moraines frontales n'ont pas la forme habituelle : elles n'ont pas le temps de s'accumuler car les crues du lac Merzbacher les démentèlent. Les moraines de fond sont bien présentes, mais sont en aval de notre zone d'étude et n'étaient pas non plus notre priorité.



Compte rendu de l'équipe cinéma

« Octobre 2019, billets d'avions en poche, il nous reste un peu moins de 3 semaines pour préparer le tournage du documentaire que nous nous apprêtons à réaliser au Kirghizistan, au cœur de la chaîne de montagne du Tien Shan, sur le glacier Inylchek à plus de 3 000 mètres d'altitude.

Immédiatement les premières problématiques se posent : quel matériel choisir pour pouvoir filmer par -20°C, pendant deux semaines avec un accès réduit à l'électricité (quelques heures par soir), descendre sur corde dans des moulins, marcher des heures sur une moraine tout en étant le plus réactifs possible... Quelles caméras, quelles optiques, combien de batteries ? Le drone décolle-t-il par ces températures ? Et surtout, le matériel c'est bien gentil, mais nous, comment on va filmer avec des mouffles énormes, cadrer avec des casques et des batteries plein les poches, transporter le matériel en plus de tout ce qui nous sera nécessaire pour braver le froid et les longues journées d'exploration ?

Finis les brainstorming avec Sylvain, notre assistant caméra de l'extrême, y'a pas mieux que de débarquer chez le loueur caméra avec tout notre barda, et advenue que pourra...

Après plusieurs jours de tests et de réflexions, nous tranchons pour deux boîtiers DSLR S1H tout juste commercialisés par Lumix, beaucoup moins encombrants que des caméras cinéma, avec une grande autonomie, légers, robustes et nous permettant de filmer en très basse lumière, comme ce sera le cas quand nous serons dans le glacier. En plus d'un enregistreur externe, chaque boîtier sera équipé d'un micro afin que les cadreur puissent être indépendants. Nous voilà donc au moment de peser, étiqueter, emballer nos **2 caméras équipées de micros, 6 optiques, 24 batteries, un drone, et tous les accessoires pour un peu plus de 60 kilos de matériel de tournage** : c'est parti pour une soirée Tétris et casse tête chinois, entre notre montagne de matériel perso, et tout le matériel technique à répartir dans nos 6 bagages pour un total de 120 kilos.

2 avions, 1 journée de bus et 1 journée de 6x6 plus tard, les premières complications surviennent au camp intermédiaire. L'électricité ne dessert que la tente cantine, dans laquelle Natacha cuisine et où nous mangeons à 25... Il fait déjà très froid et évidemment nous dégageons une énorme quantité d'humidité, la condensation trempe presque instantanément tout le matériel que nous laissons en charge : batteries, ordinateur pour les backups, disques durs... sans parler des changements de température dans le sens froid chaud, qui embuent systématiquement les caméras et les rendent HS pour de longs moments.

Ni une ni deux, nous tirons un câble pour nous installer dans une autre tente, mais cette fois-ci il fait trop froid, les batteries refusent de se mettre en charge... Heureusement, nous avons prévu le coup et nous remplissons des glacières souples de bouteilles d'eau bouillante afin de tenir les batteries à une température constante et suffisante pour leur permettre de charger.

Ouf ! Une fois chargées, pas question de les laisser décharger, autant dire que **nos poches intérieures - et la nuit, nos duvets - sont pleines de matériel à garder au chaud !**

Après quelques jours d'acclimatation, vient le moment de confier aux porteurs le matériel dont nous pouvons nous passer pendant deux jours et très vite se pose pour nous un nouveau problème : nous ne pouvons nous séparer ni de notre matos personnel (duvets, gants, matelas, doudounes, etc.), ni de notre matos de tournage, impossible d'envisager de s'arrêter de tourner pendant deux jours...

La marche d'approche jusqu'au camp de base s'annonce compliquée, et ce malgré l'aide que nous apporterons tous les membres de l'association. En même temps, qui s'imagine pouvoir faire un film dans ces conditions sans en chier ? (Bon, on ne s'attendait peut-être pas à en chier autant...)

Finalement, nous arrivons en un seul morceau à la station scientifique Merzbacher : au premier abord c'est le grand luxe, des tentes où l'on peut se tenir debout, et même un préfabriqué où Sylvain peut s'installer avec tout le matériel ayant accès à l'électricité le soir, au sec et au froid, sur une table ! **On déchante assez rapidement quand on se rend compte qu'il n'y a aucun point chauffe contrairement à ce qui nous avait été annoncé, mise à part la cuisine à laquelle nous n'avons pas accès. Bon, au moins, pas de problème de buée sur le matériel...**

C'est maintenant que les choses sérieuses commencent pour un peu moins de 10 jours et, force est de constater que les difficultés que nous avons rencontrées ont été plus humaines que matérielles. Les batteries auto chauffantes achetées pour le drone nous ont permis de voler même par -15°C, les batteries des S1H n'ont presque pas perdu en autonomie malgré le froid, en bref les configs se sont avérées plutôt bien optimisées pour filmer dans ces conditions. Nous avons rencontré quelques problèmes de buée sur les optiques, un capteur qui s'est probablement décalé à cause du froid, quelques câbles devenus cassants et fragiles, mais rien que nous n'ayons pas anticipé ou pu corriger.

En conclusion, ce qui a été le plus difficile dans le fait de tourner dans ces conditions, c'est de ne jamais avoir de temps morts. Se lever le matin, préparer le matériel pour essayer de ne pas mettre en retard le groupe, toute la journée essayer de filmer en handicapant le moins possible la progression des explorateurs tout en obtenant la matière indispensable, le soir de retour au camp profiter des belles lumières de fin de journée pour faire des plans, lancer les sauvegardes, nettoyer le matériel, charger les batteries, tout en restant à l'affût d'une scène à filmer, réfléchir à la matière déjà accumulée, et à ce qu'il manque encore, préparer les interviews et trouver le moment de les enregistrer, et pendant tout ça, avoir toujours froid, être tiraillé par l'envie de profiter de l'ambiance du groupe, des rares moments de détente en attendant que le dîner soit servi, de mettre un moment son cerveau sur off.

Et finalement, la fin de l'expé arrive, on rentre à Paris avec des souvenirs plein le cœur et des images plein les disques, **une tranche de vie capturée, une aventure à raconter...** Et suite au prochain épisode !



La « bobologie »

Nous avons rencontré deux types de blessures.

Traumatique associée à une chute :

- contusion face antérieure du genou et face dorsale doigt de la main gauche (1 personne) pendant la marche d'approche.
- entorse de la cheville stade 2 (1 personne) survenue sous terre.

Traitement :

Les contusions sont nettoyées au savon de Marseille pendant plusieurs jours.

L'entorse avec un hématome est strappée. Le blessé a pu dès le lendemain marcher 16 km.

La chaussure de haute montagne peut agir comme une attelle pour ce type de lésion et faciliter la marche.

Des brûlures liées aux gelures :

5 personnes ont présenté des gelures de deuxième degré en deux localisations bien distinctes :

- premiers orteils des deux pieds (deux hommes).
- la partie supéro-latérale de la cuisse (trois femmes). Il existe peu d'informations sur ce type de gelure. La lésion la plus importante a présenté une phlyctène de 12 cm par 8 cm sur la partie supérieure et latérale des deux cuisses.

Pour mieux comprendre les gelures :

Définition :

La gelure est une lésion localisée et causée par l'action directe du froid au cours d'une exposition plus ou moins prolongée à une température inférieure à 0°C. Les gelures sont habituellement classées en trois ou quatre stades de gravité suivant l'aspect clinique et l'évolution.

- 1- Le premier degré est caractérisé par une pâleur ou une cyanose transitoire suivie d'érythème lors du réchauffement, une sensibilité éteinte et une guérison en quelques jours.
- 2- Le deuxième degré superficiel est marqué par l'apparition de phlyctènes claires en une douzaine d'heures; le devenir reste le même, mais les troubles sensitifs peuvent persister plus longtemps.
- 3- Le deuxième degré profond est caractérisé par une anesthésie complète, des phlyctènes séro hématisés et un œdème important en amont.
- 4- Le troisième degré correspond à l'évolution d'une lésion du deuxième degré profond qui se nécrose et mène à l'amputation.

Mécanisme :

Le froid provoque l'apparition de cristaux de glace dans les milieux extra et intra cellulaire, contribuant à la destruction de la cellule. Les dommages sont majorés par une ischémie (moins d'apport sanguin au tissu) secondaire à une vasoconstriction importante liée au froid (température inférieure à 0°C). Les cellules de la paroi des capillaires (endothélium) peuvent être lésées permettant le passage de l'eau du vaisseau vers le milieu extra cellulaire, expliquant la formation d'œdèmes. La lésion endothéliale favorise la formation de thrombus (caillot de sang) qui contribue à l'aggravation de l'ischémie.

Les facteurs aggravants :

- la température extérieure,
- le vent qui augmente la perte convective,
- l'humidité,
- la gêne de la circulation sanguine (chaussures trop petites, vêtements trop serrés...),
- l'état d'hydratation de la victime,
- l'hypoxie,
- la polyglobulie,
- la qualité de l'équipement,
- les personnes atteintes d'acrosyndromes (syndrome de Raynaud) ou de connectivites,
- tabagisme,
- gelures antérieures.

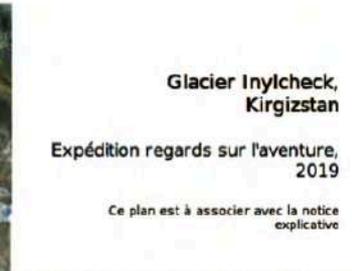
Le traitement :

Le traitement sur place a constitué en une prise d'un fluidifiant oral aux premiers symptômes, apparus le plus souvent au milieu de l'expédition (six jours). Impossible de ne pas s'exposer aux températures inférieures à 0°C jusqu'à la fin du séjour pour les 5 personnes blessées. Le traitement a réellement commencé au retour vers la civilisation :

- prise d'un fluidifiant sanguin par voie orale (aspirine),
- bain d'eau à 37°C,
- ne plus s'exposer au froid.

Les symptômes ont persisté les deux mois suivants. Seule une personne présente à l'heure actuelle (février 2020) des séquelles (petits picotements).

Nos explorations :



Glacier Inylcheck,
Kirgizstan

Expédition regards sur l'aventure,
2019

Ce plan est à associer avec la notice
explicative

À la marge en bas du glacier Inylcheck

Lors de notre prospection à proximité du front du glacier, nous avons pu observer deux types de drainage. Il n'y a plus aucuns écoulements actifs en cette saison, ni en surface dans les bédrières ni au cœur du glacier. Les seules traces d'eau à l'état liquide restent des lacs interglaciaires que l'on rencontre en certains endroits hors de portée des entrées. Même les rares ruissellements en surface aux heures les plus chaudes de la journée ne suffisent pas à alimenter les cours d'eau.

Des cavités de contact amènent à de faibles profondeurs de l'ordre de -30 m maximum. À la vue des traces d'écoulement en surface, elles semblent avoir drainé un écoulement durant l'été bien qu'il soit à présent tari.

Quelle que soit la rive, nous avons pu noter la présence d'un niveau de base situé entre -30 m et -20 m sous le niveau de la surface topographique.

En terme altimétrique cela correspond à 2 906 m et 2 917 m à proximité du front du glacier en rive droite (A) et approximativement 2 950 m en rive gauche (A').

Il serait intéressant de suivre ce phénomène à plus grande échelle pour savoir si nous observons un phénomène localisé ou étendu.

Il est à noter que si en RD, **ce système marginal se poursuit jusqu'au front du glacier pour rejoindre la rivière, en RG** il semble se perdre dans une grande cavité non explorée mais de belles dimensions. Ce système semble ressortir sur le front du glacier où est visible un large lit de rivière à présent sec avec l'arrivée de la saison d'hiver. Celui-ci provient d'un **large lac de glace**.

Concernant les morphologies des cavités, si certaines ont gardé leur forme originelle cylindrique, elles ont pour un grand nombre subi une transformation méandrique. D'autres se sont ovalisées, offrant de larges galeries où la rivière a laissé place à de longues étendues planes et gelées.

Centre de la partie basse du glacier Inylcheck

De très **nombreux conduits horizontaux** ont été parcourus ici. De véritables tunnels (30 m/50 m) axés vers l'aval du glacier sont explorables. Ils sont parfois traversants mais le plus souvent refermés en leur fond par la plasticité de la glace ou obstrués par des remplissages.

Peu paraissent drainés durant l'été, ils ressemblent plus à des conduits fossiles ne subissant que l'érosion par les courants d'air à en juger par la taille des coups de gouge sur les parois.

Résurgence principale

La résurgence principale est située plus proche de la rive droite. Elle ne débitait pas plus de 1 000 l/s courant novembre. Durant l'été le débit monte à 200 m³/s et atteint 2 000 m³/s lors de la crue glaciaire.

Des agglomérats de glace amenés par la crue sont visibles sur le bord des vasques en sortie : une masse compactée, informe et blanchâtre.

Il n'est malheureusement pas possible de pénétrer plus en avant, le glacier ayant repris sa place. Des scientifiques russes auraient pu explorer plus de 800 m de galerie après une des crues dans les années 90. Mais aucune topographie n'a été levée.

Plusieurs **griffons** restent visibles sur le front du glacier. Mais il reste clair qu'ils jouent un rôle secondaire dans le drainage général.

Entre le lac et le front du glacier

Nous avons rencontré ici de petites bédrières actives. Si le phénomène est encore une fois assez limité dans le temps, il peut être assez intense pour empêcher l'accès à certains moulins. **La plus grosse bédrière (C)** entrevue se situe à l'aval d'une zone où s'alignent plusieurs **puits, lacs ou moulins**. De nombreux **lacs** se sont formés sur cette zone au milieu des moraines ou zones caillouteuses. Une fois auto-vidangés par leur fond, ils forment de larges entonnoirs parfois pénétrables jusqu'à plus de 80 mètres, profondeur à laquelle la glace reprend sa place pour entraver la progression et pincer les parois.

Des conduits horizontaux (5 m/5 m) transpercent la partie sommitale de ces verticales reliant ainsi les dépressions entre elles.

Il existe sûrement de nombreux autres phénomènes glaciaires dans cette zone. Malheureusement nous n'avons passé ici que les dernières heures de l'expédition. Nous sentons pour autant qu'il se passe ici des phénomènes intéressants à étudier, peut être liés à la vidange du lac.

• En amont du Lac Merzbacher

Il est ici une zone que nous avons particulièrement prospectée. Nous passons la partie de glacier intégralement recouverte par les apports des vallées glaciaires latérales présentent seulement en rive gauche, ligne descendante de sédiments de surface de moins en moins nette au fur et à mesure de l'avancée du glacier.

En vert : moulins explorés / En orange : moulins non explorés

Nom	X	Y	Z	Dvt	Prof	Commentaire
MR1	389189	4673467	2947	72	-23	Alessio et Michele sont arrivés en cours
Le manège glacé	389258	4673172	2980	80	6/-2	Traversée+regard au fond d'une doline
KF01	389196	4673045	2980	10	3	River exit at the front of the glacier apparently interesting but entry collapsed after detail inspection. Alessio took pictures.
KF02	389876	4673404	2928	80	15	Beautiful Suborizzontal gallery. We followed the gallery to an exit after about 80m. Alessio took pictures.
07-BF-1	388807	4672537	2895	10	-4	Petite résurgence ? Au pied du front du glacier
Gueule béante	389380	4672816	2857	55	-6	Beau porche d'entrée + conduit horizontal
Le métro	389453	4672566	2837	122	-27	Gros conduit avec porche d'entrée de 13m de diamètre
Narrow meander (KF07)	389459	4672490	2837	137	30	Very narrow vertical meander. We had to proceed at height in the meander with careful rigging. Near the Metro.
MR2	390052	4673421	2928	324	-7	Conduit marginal avec diffluence sur l'amont et aval se déversant dans la bédrière
MR3	390311	4673406	3000	90	1/-1	
MR4	390405	4673436	2868	37	-1	Traversée souterraine avec MR5
MR5	390372	4673414	2867	Voir MR4		Traversée souterraine avec MR4
MR6	390565	4673471	2936	37	-3	Lac glaciaire qui capte le talweg
MR7	390642	4673399	2870	35	-15	Arrêt sur lac gelé
Le tombeau	390393	4672303	3030	10	-10	2 moulins non explorés à côté, risque chute de pierre
CC1	390395	4673196	2963	45	-15	Moulin toboggan
CC2	390370	4673161	2995	40	0	Fissure horizontale avec entrée/sortie
Traversée 4 entrées	390511	4672781	3023	200	-17	Arrêt explo sur lac gelé fragile
Porche de la vire	390531	4672849	3010	40	0	Gros porche. Vire équipée au-dessus d'un lac gelé
KA01	402090	4669753	3360			Medium size moulin. Spotted on the way to merbacker lake.
KA02	403147	4670640				Small moulin, not very interesting
KA05	403062	4670688				Very small moulin
KA06	403296	4670459		30	10	Connected with KA09
KA09	403347	4670495		Voir KA06		Medium size horizontal pass through meander. Second entrance to KA06
La bédrière du camp	402587	4669150	3312	32	-2	
PYAMVB	403501	4670645	3329	42	-39	Grand moulin qui capte la grande bédrière centrale. Second moulin à l'aval non descendu car blocs en équilibre au dessus
Le volcan percé	403385	4669634	3322	198	-28	3 entrées dont un puits de lumière non grimpé. Réseau aval plus étroit non exploré mais avec du potentiel

Porche de l'escalade	403588	4668899	3330	30	5	
Big one	403860	4669264	3353	140	-80	Gros moulin vertical
PVBB	403983	4670706	3250	38	-28	Petit moulin qui donne accès à une conduite forcée décline ventilée
KA11	403700	4671163	3330		30+	Very big depression following a bediere. It was like a drop as the side of the glacier got near to Merzbacher lake. We did not descend but got to look inside from another side.
KA12	403936	4670661	3195	20	15	Moulin with lake at the bottom
Ice Cube	400736	4670181	3320	50	0	Galerie de 5 par 10
Moulin surprise	403426	4668830	3336		25	Non exploré. Profondeur estimée à 25m
KA17	403652	4669232	3340			Small moulin, not very interesting.
KA18	403598	4668947	3300			Medium size moulin. Not explored.
Gelato canyon	405153	4669568	3382	257	-44	Rivière en étanche. Arrêt sur siphon terminal.
Meander moulin	404090	4669199	3360	75	-55	Beautiful meander that dives into a big moulin- The meander is open air roof until a certain point. We got to about 50m depth and than we finished the gear. A further exploration was possible but dangerous. Big shaft with many hanging structures and open air connection with unstable morain blocks hanging.
KA20	401948	4670187	3360		40+	Huge depression with mega gallery at the bottom oriented in the same north south direction as KA21,KA22 and KA23. We took pictures. Grosse perte visitée jusqu'à la lèvre du premier puits actif qui semble bien étroit dans sa partie inférieure
KA21	401633	4670369	3350		40+	Huge depression with mega gallery at the bottom. Oriented in the same North south direction as KA20, KA22 and KA23. We took pictures.
Last one (KA22)	401379	4670562	3340	100	-80	Huge depression with huge gallery. Oriented in the same direction as KA23. (N →S). Connected with KA23. We actually entered from KA 22 depression into KA23. On the other side the moulin seemed to continue.
Last one (KA23)	401454	4670505	3340		Voir KA22	Huge depression with huge gallery. Oriented in the same direction as KA20, KA21 and KA22. (N ->S). At the bottom it gets narrow and flooded. It might have been possible to proceed a few meters onwards traversing high up but apparently close even there. We have taken some nice pictures. Beau P30+P30
KA24	400826	4671000	3320			Little meander moulin
Slide on	400723	4671082	3320	75	-25	Moulin ludique avec boyau englacé
KA26	400617	4671190				Interesting Active moulin. Could not explore because it was too active
KA27	401357	4670765	3340			Apparently interesting moulin.
Moulin à vent	402027	4669508	3276	53	-29	

Pour résumer :

47 points d'intérêt dont :

- 35 moulins explorés
- 12 moulins non explorés

2564 m d'exploration à l'intérieur du glacier

24 explorateurs

6 nationalités différentes

11 jours

Record de température négative : -18°C

Des kilomètres de moraines !

Projets futurs :

Cette magnifique aventure, nous a permis d'avancer sur la connaissance de ce célèbre glacier, et de fournir des données intéressantes aux scientifiques qui étudient la zone. Cependant, étant donné que c'était une première expédition spéléo-glaciaire à cette période de l'année, nous avons vite compris que le glacier étant immense, et nous, très petits, qu'il serait alors nécessaire de revenir à Inylcheck afin de pouvoir espérer interpréter au mieux les mécanismes de ce glacier.

La communauté scientifique est très intéressée de poursuivre dans cette direction, et deux projets d'expédition Under the ice sont en cours de création pour 2021 et 2022. Cela se ferait en collaboration avec des laboratoires de glaciologie (Grenoble, Suisse, GFZ Allemagne, Russie) et des scientifiques géomorphologues. Deux sessions sont envisagées sur chaque année : une en été et une en hiver.

Plusieurs membres de l'association Regard sur l'Aventure se sont déjà portés volontaires.



Conclusion

L'expédition **Under the ice** de l'association **Regard sur l'Aventure** a permis de découvrir et explorer de nombreux moulins. Même si le mystère du lac Merzbacher reste intact, nous avons collecté des données nécessaires pour la poursuite de l'étude et avancé sur la connaissance de ce terrain difficile (à savoir que l'accès aux drains reste compliqué notamment en hiver).

Nous avons aussi intégré qu'il existe de nombreux moulins à explorer et que les parties latérales du glacier offrent également des portes d'entrée à l'exploration sous glaciaire. La partie amont de la branche sud n'a été que sommairement explorée et au regard des photographies aériennes, nous savons qu'il reste de quoi faire dans cette zone.

La prochaine expédition sur ce territoire de glace et de hautes montagnes sera à la fois sportive et scientifique. En effet le cœur de ce glacier pourrait révéler de nombreuses informations notamment sur les GLOF, sujet de plus en plus d'actualité, conséquence du réchauffement climatique et *enjeu scientifique majeur* (GIEC), ce qui motive d'autant plus l'équipe pour continuer les recherches sur la zone (avec un peu plus de chauffage peut être !)



*L'équipe au complet juste avant de redescendre –
Uppercamp 3 800 m – Glacier Inylcheck*

Merci à



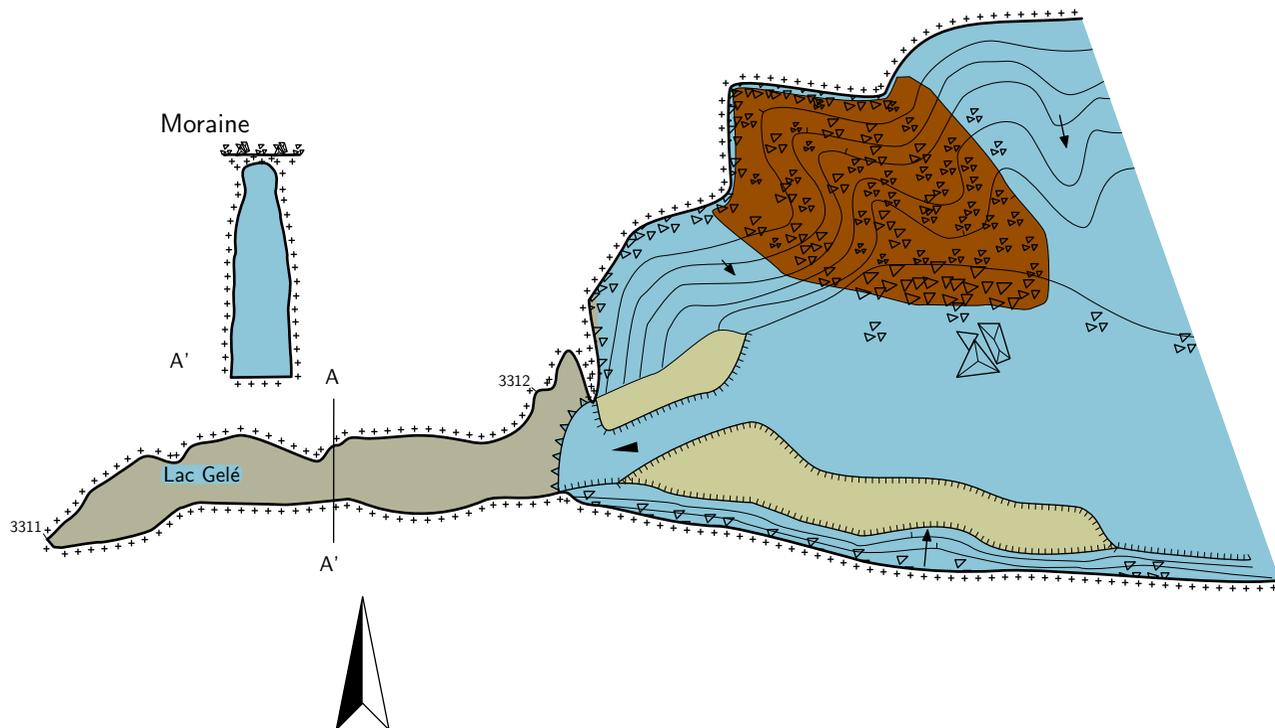
Fédération Française
de Spéléologie



Annexes

Topos des moulins





Bediere.du.camp Glacier Inylchek Kirghizistan

25 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:402587-Y:4669150-Z:3312m(UTM44)

Longueur: 32 m

Profondeur: 2 m

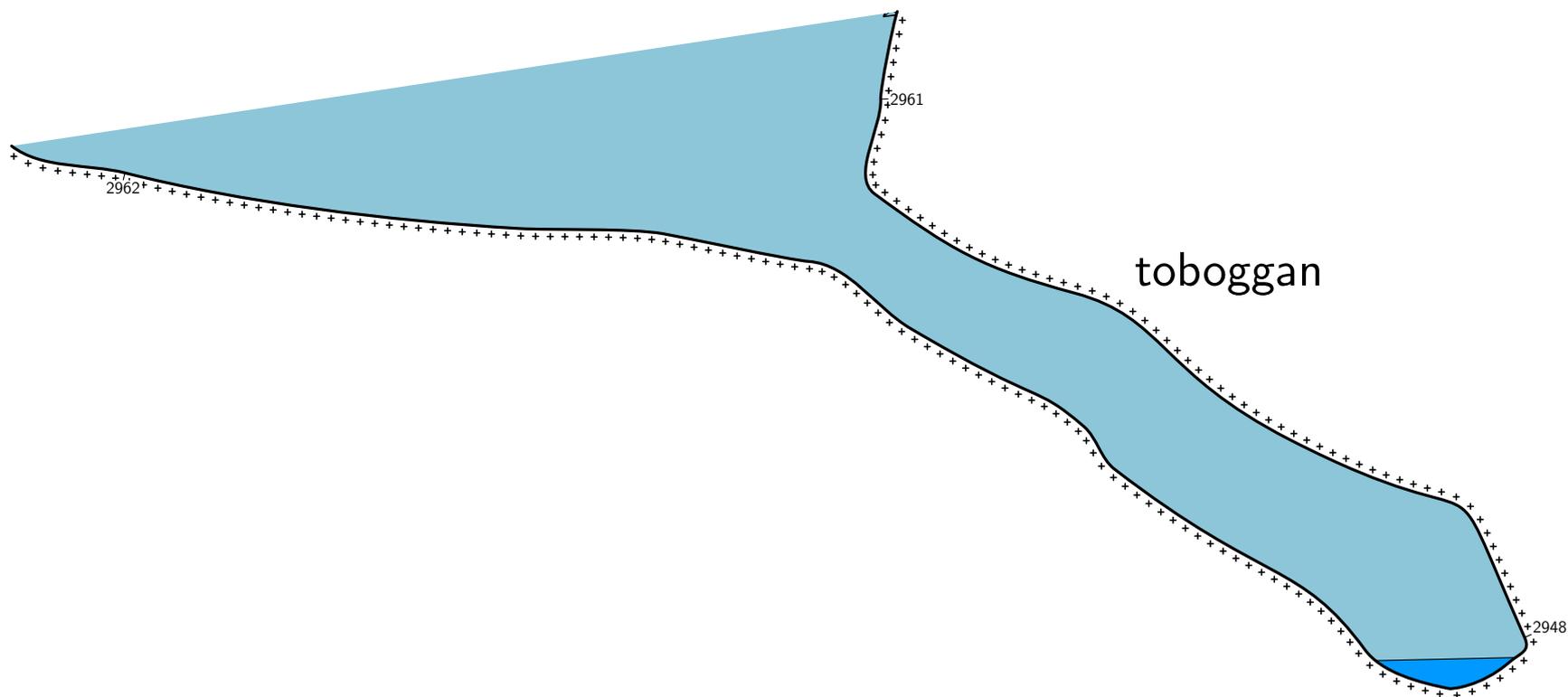
Explorateurs: Bruno, Lionel, Pauline, Vanessa, Yann

Topographes: Didier, yannick 2019

Légende

	entrée		pente
	glace		contour
	altitude		blocs
	section		débris
	marche		neige
	surplomb		glace
	puits		galets/pierres





cc1
 Glacier Inylchek
 Kirghizistan

10 m

Association Regard sur l'Aventure
 Expédition Under The Ice 2019
 X:390395-Y:4673196-Z:2963m(UTM44)

Longueur: 45 m

Profondeur: 15 m

Topographe: Barnabe 2019

Légende



glace



altitude



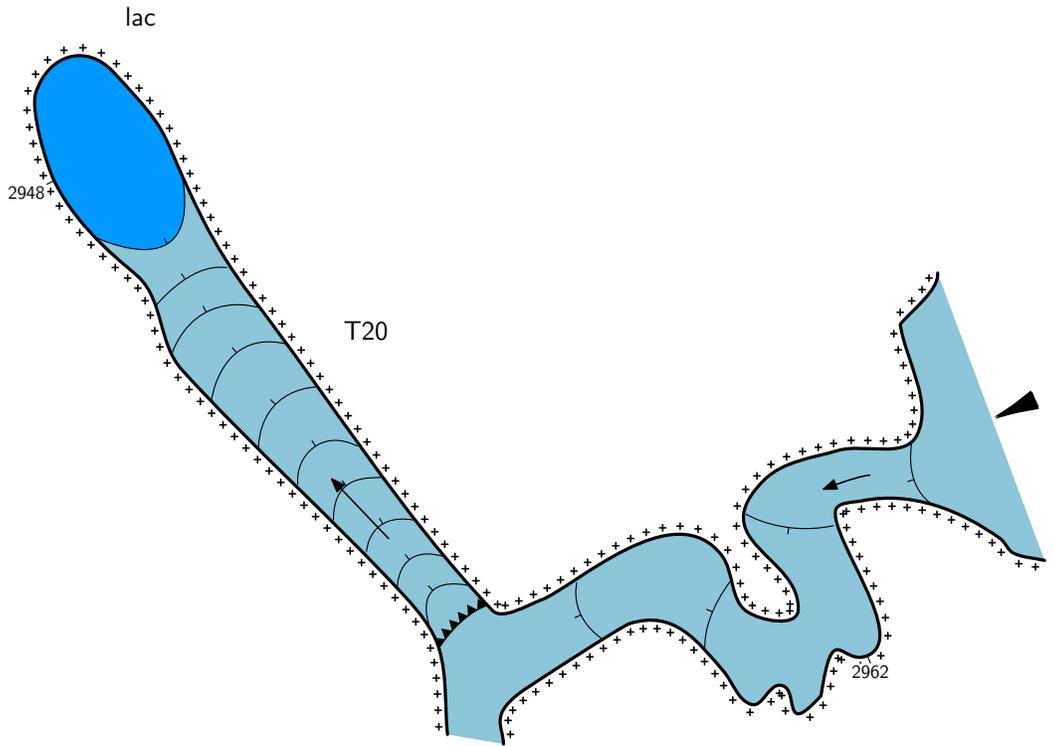
contour



blocs



eau



cc1

Glacier Inylchek Kirghizistan

10 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:390395-Y:4673196-Z:2963m(UTM44)

Longueur: 45 m

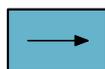
Profondeur: 15 m

Topographe: Barnabe 2019

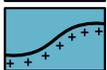
Légende



entrée



pente



glace



contour



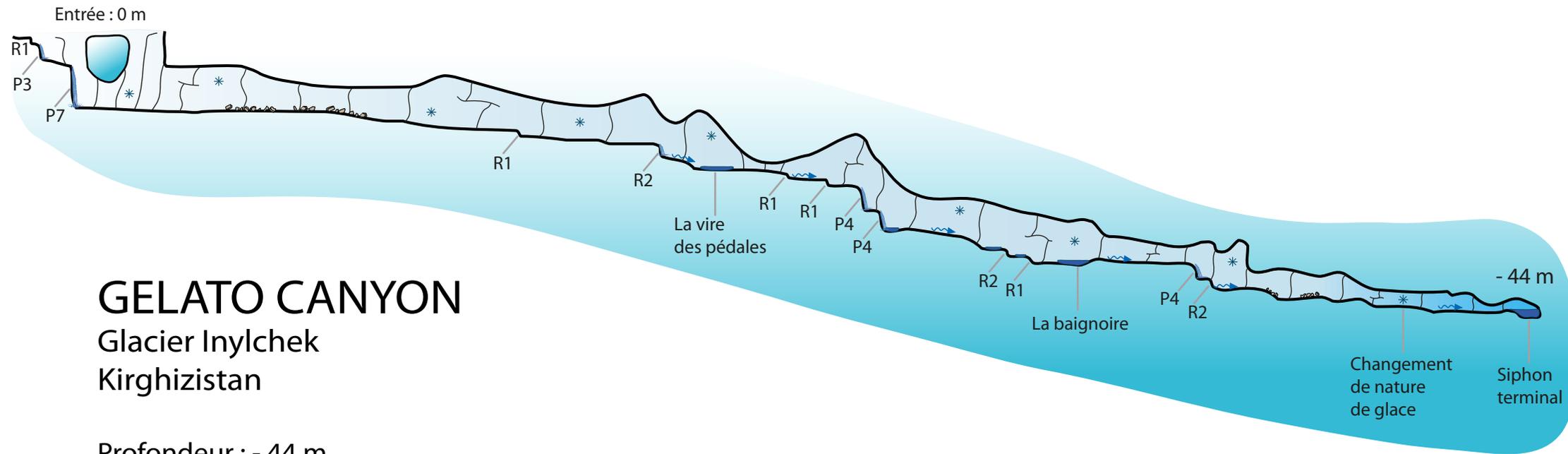
altitude



eau



surplomb



GELATO CANYON

Glacier Inylchek
Kirghizistan

Profondeur : - 44 m
Développement : 257 m

Coordonnées :
X : 405153 - Y : 4669568 - Z : 3382 m (UTM 44)

Topographie : Anthony Geneau et Yann Auffret
14 et 15 novembre 2019

COUPE DEVELOPPEE



GUEULE BEANTE

Glacier Inylchek

Kirghizistan

Profondeur : - 6 m

Développement : 55 m

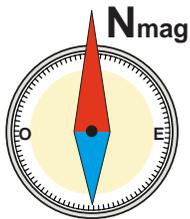
Coordonnées :

X : 389380 - Y : 4672816 - Z : 2857 m (UTM 44)

Topographie : Yannick Baux, Pauline Chauvet et Yann Auffret

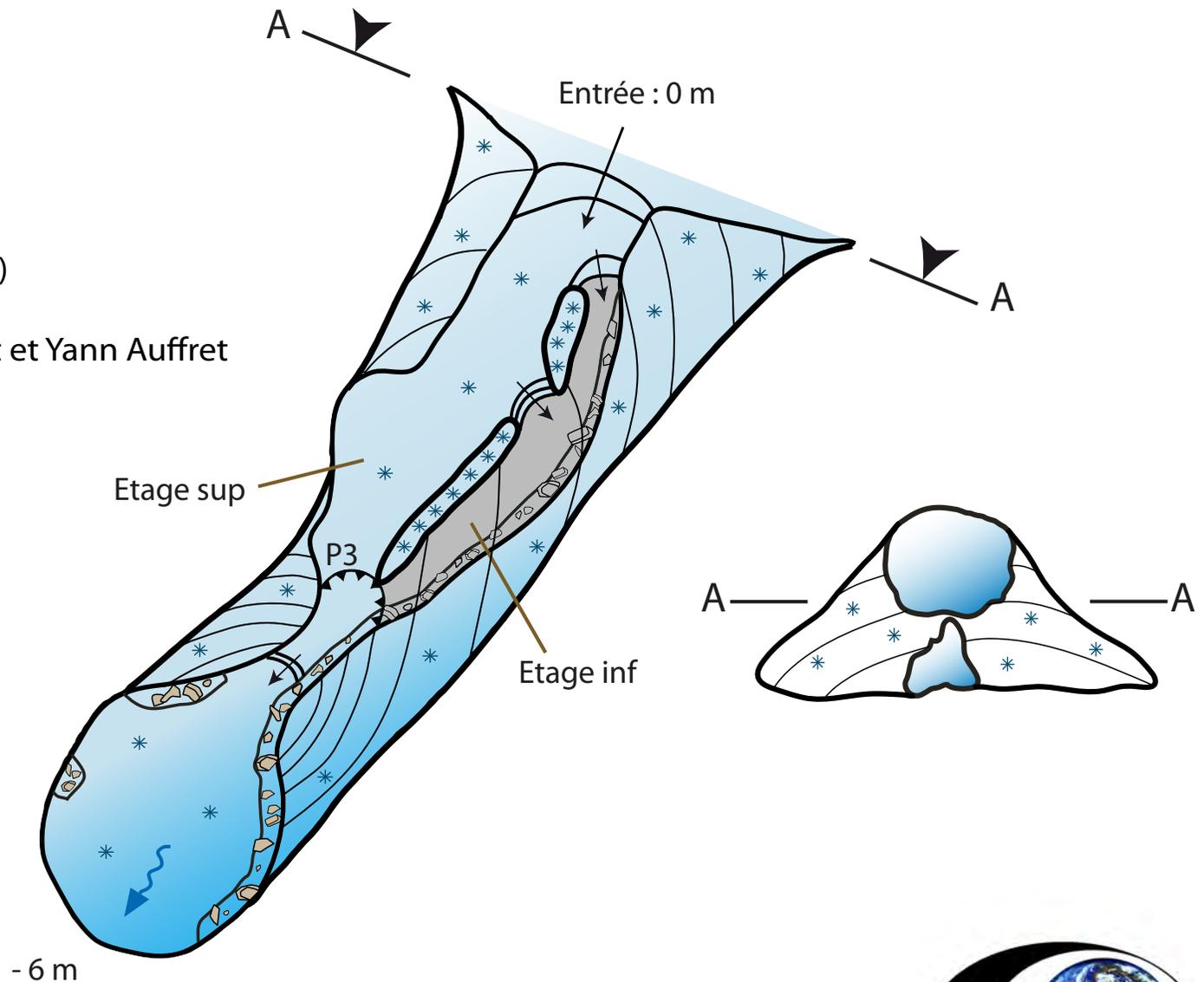
07 novembre 2019

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019

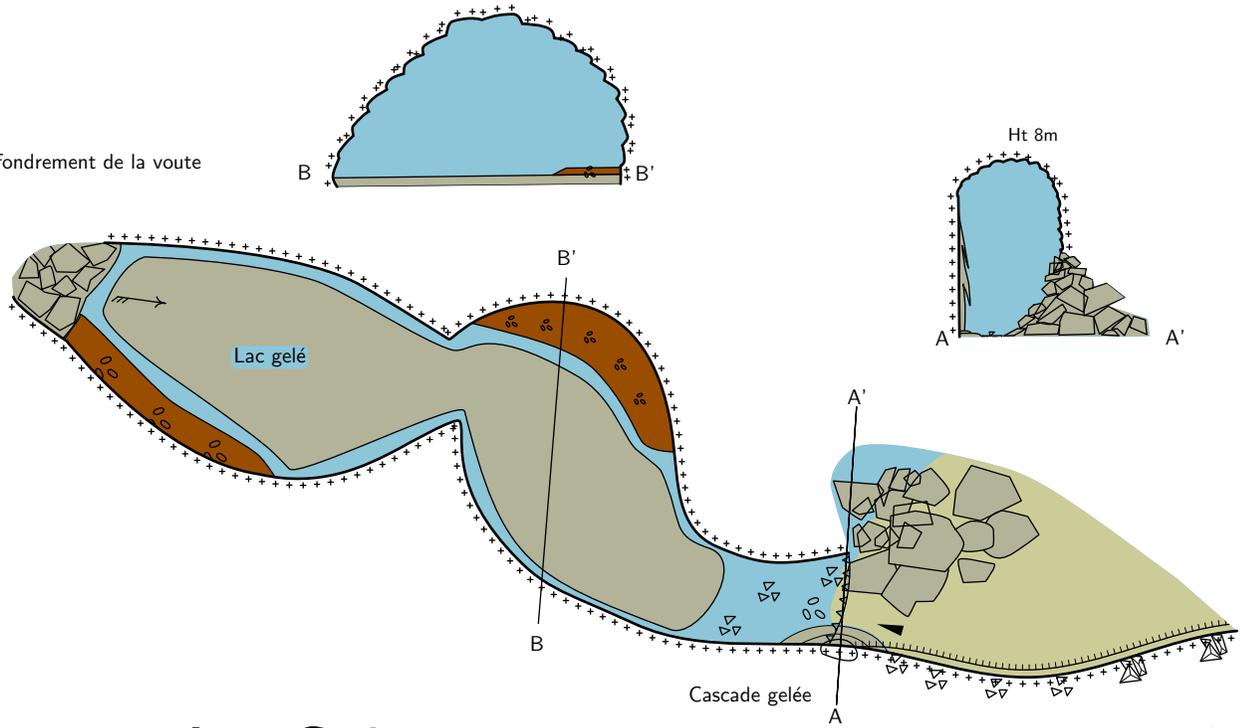


PLAN

0 10 m



trémie du à l'effondrement de la voute



Ice.Cube Glacier Inylchek Kirghizistan

25 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:400736-Y:4670181-Z:3320m(UTM44)

Longueur: 50 m
Topographes: Bruno, Didier 2019

Légende

	entrée		blocs
	glace		débris
	section		galets
	courant d'air		bord
	surplomb		neige
	puits		glace
	contour		galets/pierres

LAST ONE

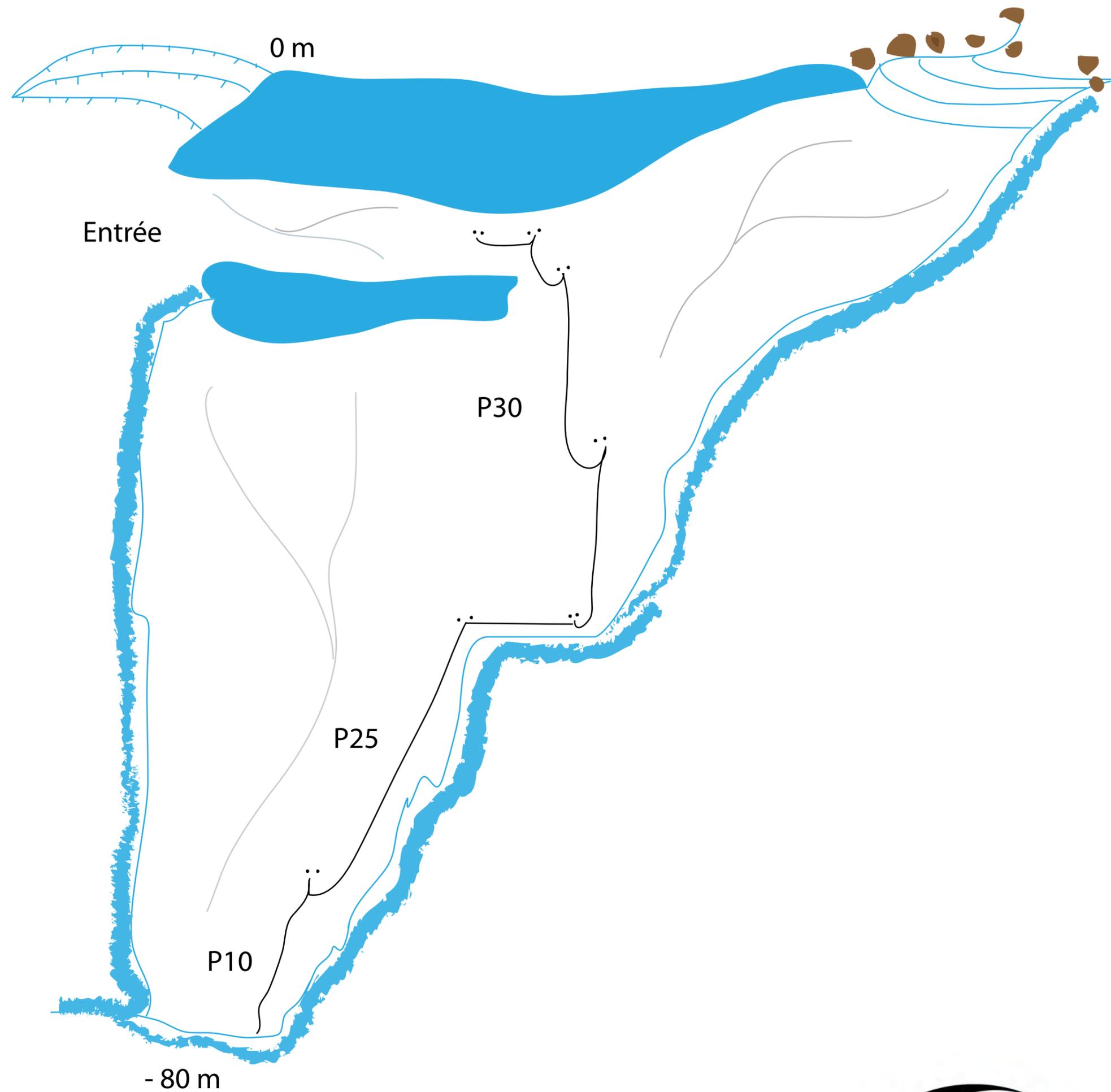
Glacier Inylchek
Kirghizistan

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019

Profondeur : - 80 m
Développement : 100 m

Coordonnées :
X : 401454 - Y : 4670505 - Z : 3250 m (UTM 44)

Croquis : Bruno Fromento
16 novembre 2019



LAST ONE

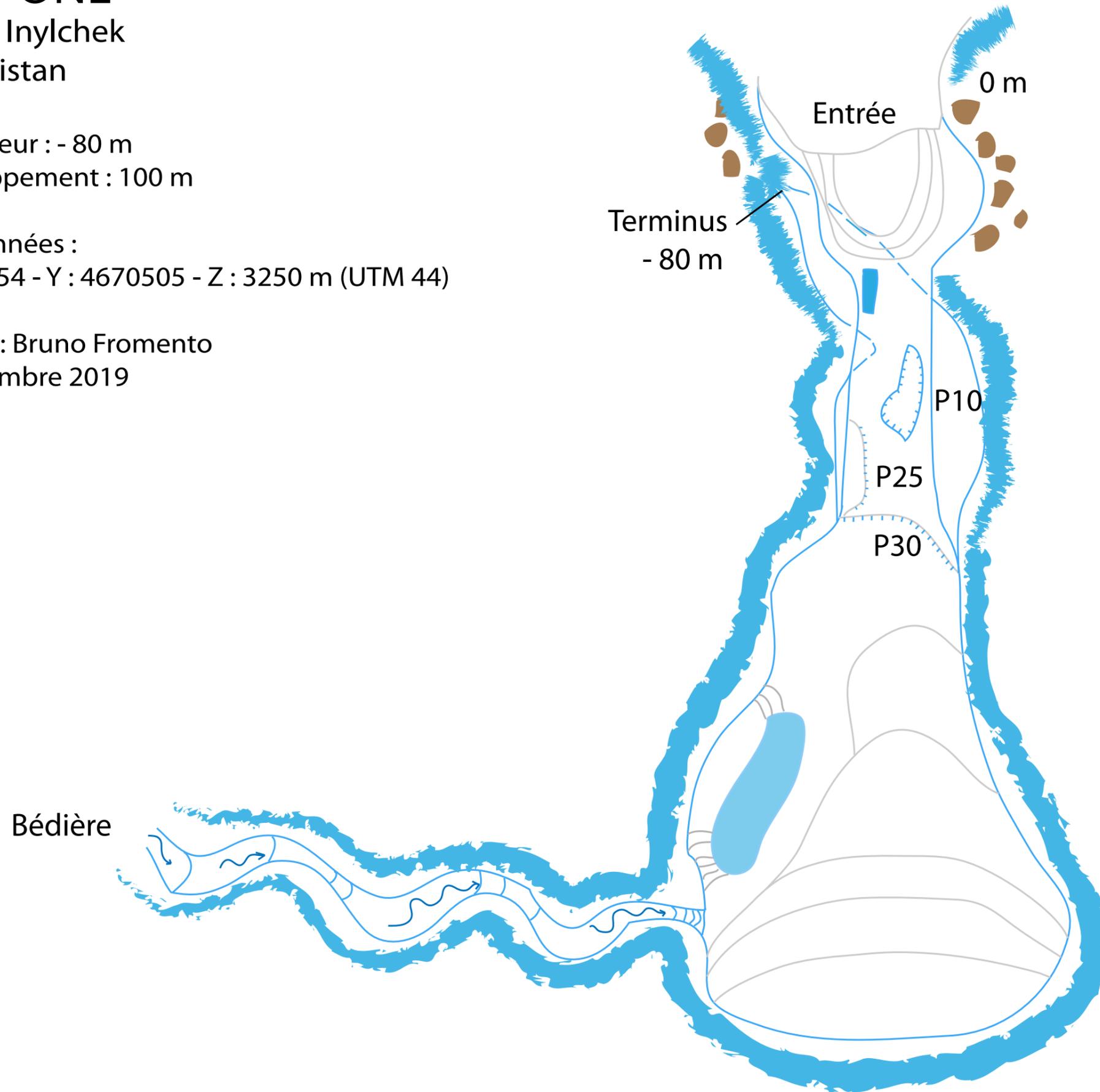
Glacier Inylchek
Kirghizistan

Profondeur : - 80 m
Développement : 100 m

Coordonnées :
X : 401454 - Y : 4670505 - Z : 3250 m (UTM 44)

Croquis : Bruno Fromento
16 novembre 2019

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019



PLAN



LE METRO

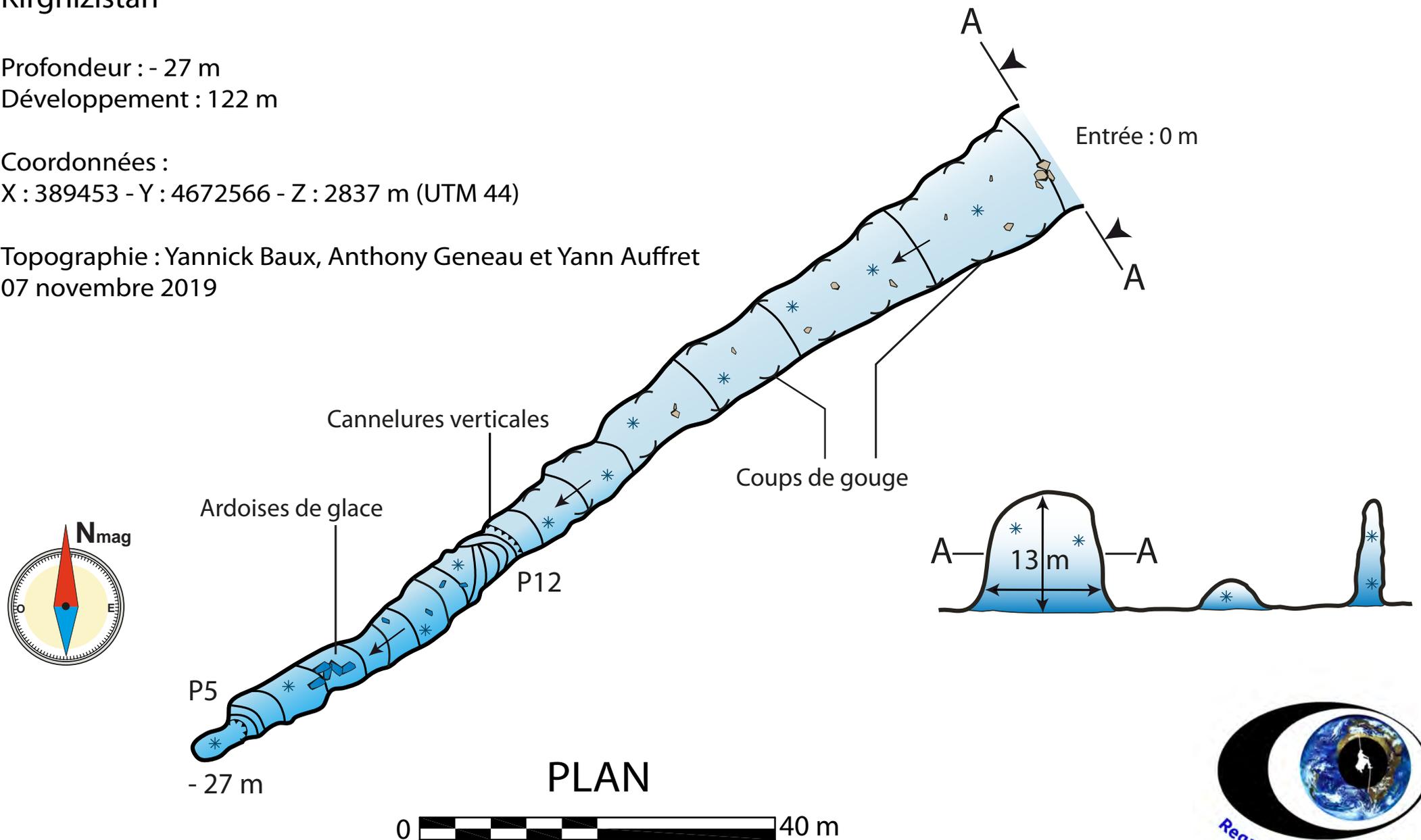
Glacier Inylchek
Kirghizistan

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019

Profondeur : - 27 m
Développement : 122 m

Coordonnées :
X : 389453 - Y : 4672566 - Z : 2837 m (UTM 44)

Topographie : Yannick Baux, Anthony Geneau et Yann Auffret
07 novembre 2019



LE VOLCAN PERCE

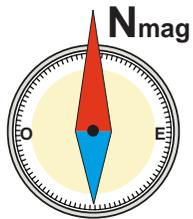
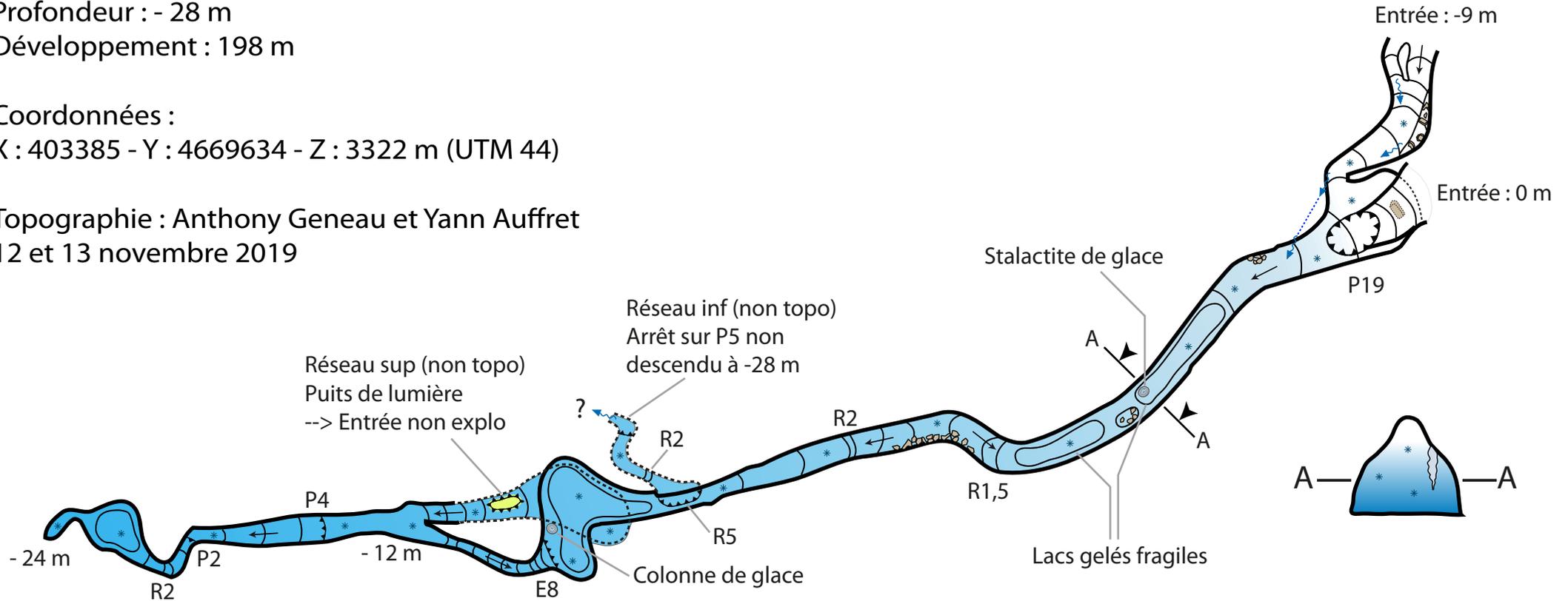
Glacier Inylchek
Kirghizistan

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019

Profondeur : - 28 m
Développement : 198 m

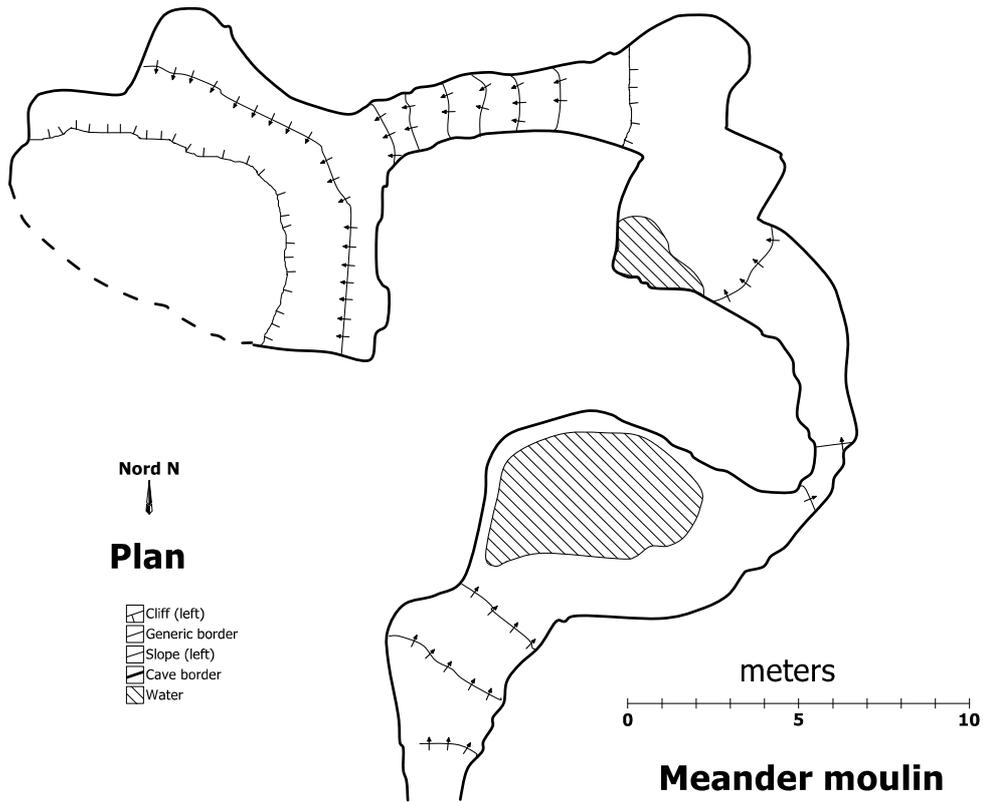
Coordonnées :
X : 403385 - Y : 4669634 - Z : 3322 m (UTM 44)

Topographie : Anthony Geneau et Yann Auffret
12 et 13 novembre 2019



PLAN



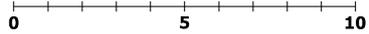


Nord N

Plan

-  Cliff (left)
-  Generic border
-  Slope (left)
-  Cave border
-  Water

meters



Meander moulin

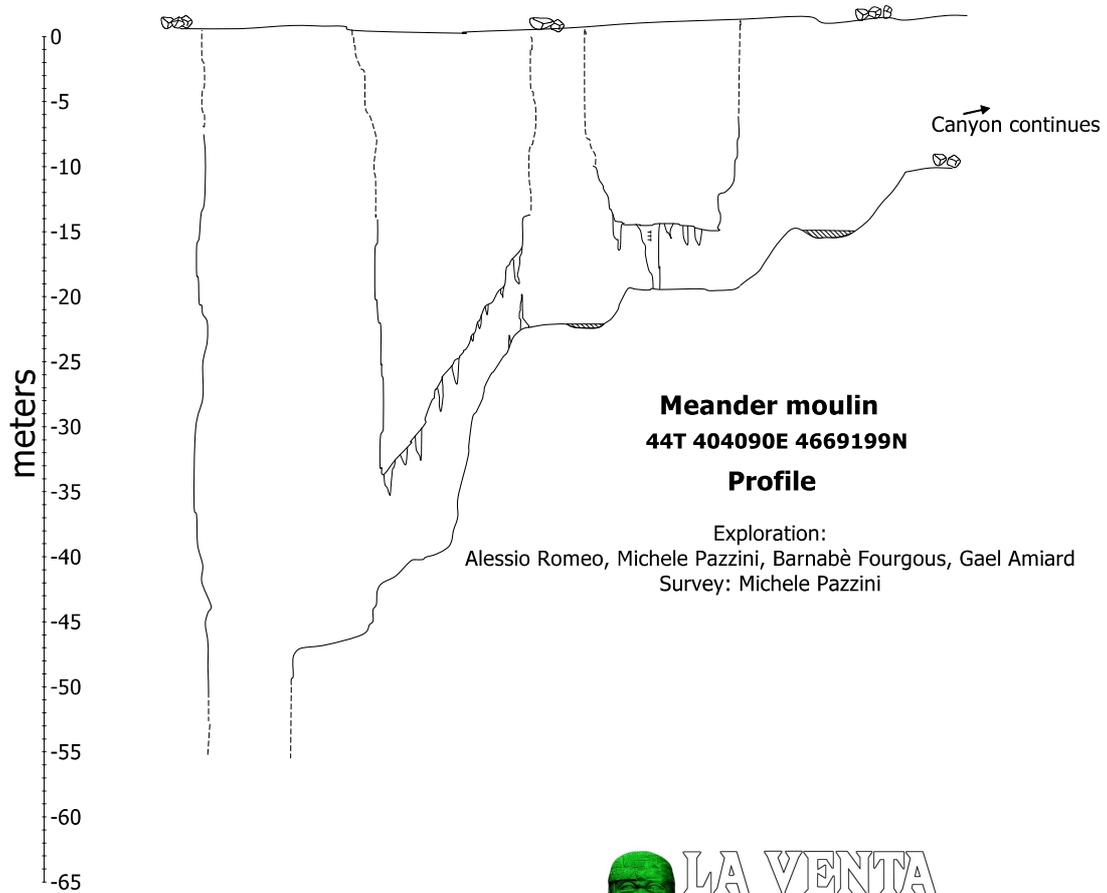
44T 404090E 4669199N

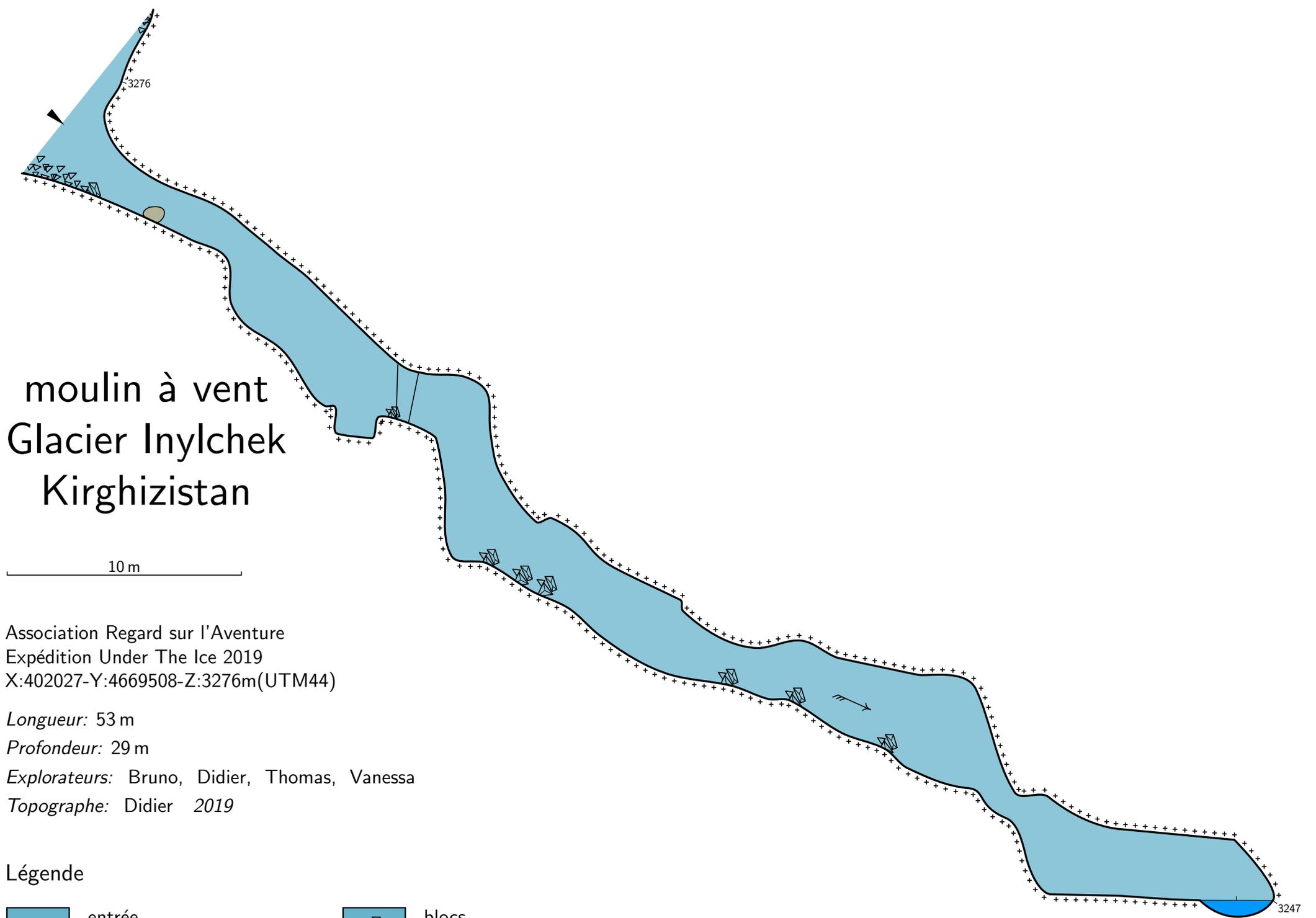
Exploration:

Alessio Romeo, Michele Pazzini, Barnabè Fourgous, Gael Amiard
Survey: Michele Pazzini

Canyon continues ↓







moulin à vent Glacier Inylchek Kirghizistan

10 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:402027-Y:4669508-Z:3276m(UTM44)

Longueur: 53 m

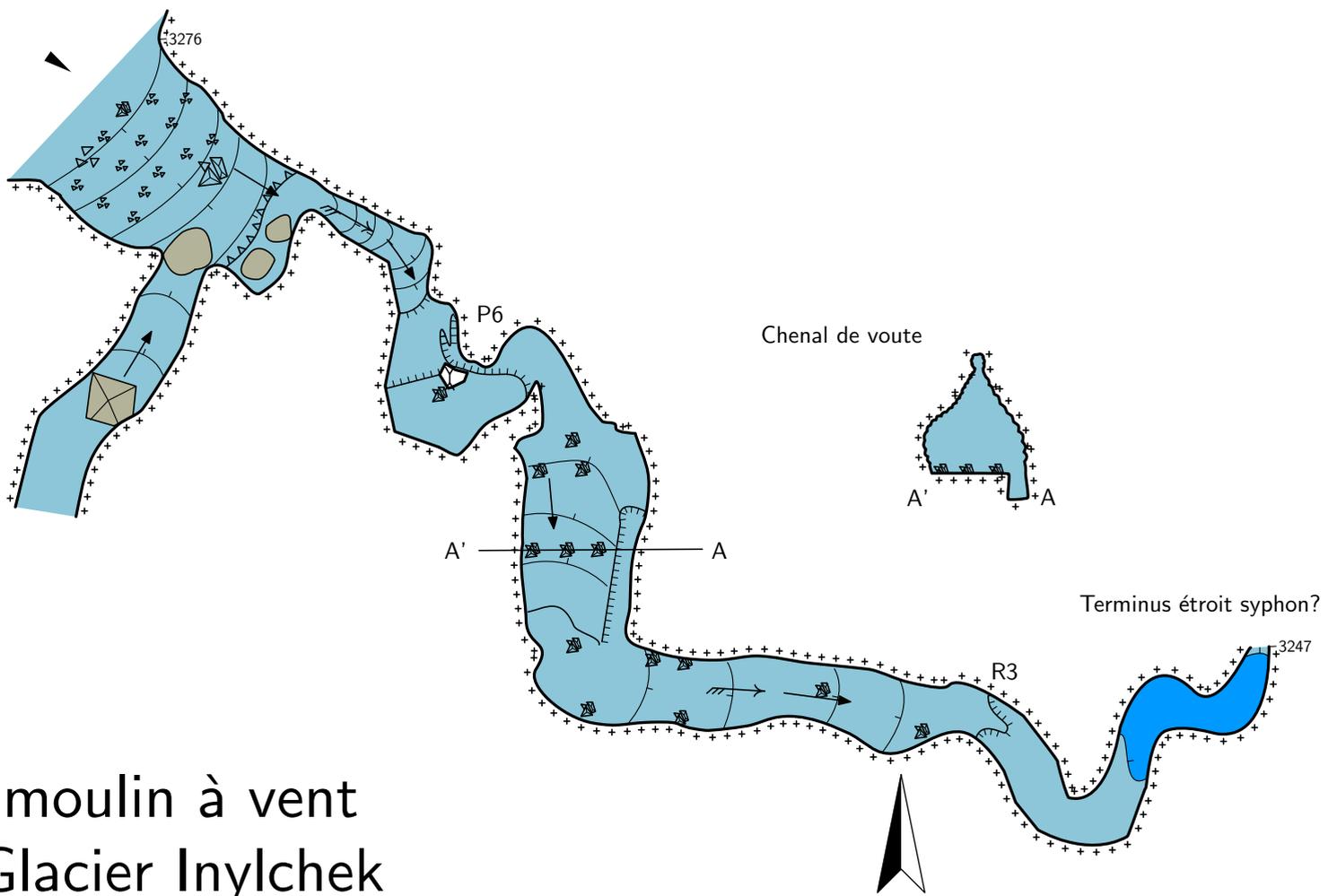
Profondeur: 29 m

Explorateurs: Bruno, Didier, Thomas, Vanessa

Topographe: Didier 2019

Légende

	entrée		blocs
	mur		débris
	glace		bord
	altitude		eau
	courant d'air		glace
	contour		



moulin à vent Glacier Inylchek Kirghizistan

10 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:402027-Y:4669508-Z:3276m(UTM44)

Longueur: 53 m

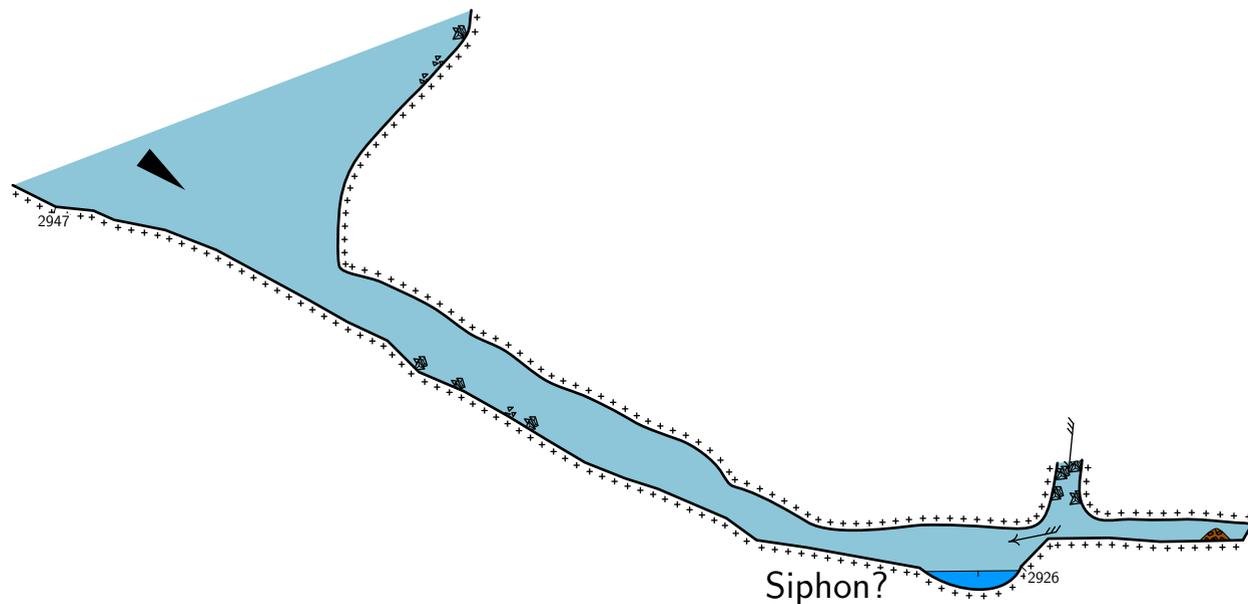
Profondeur: 29 m

Explorateurs: Bruno, Didier, Thomas, Vanessa

Topographe: Didier 2019

Légende

	entrée		contour
	mur		bord d'un rocher
	glace		arête d'un rocher
	altitude		blocs
	section		débris
	courant d'air		bord
	marche		eau
	surplomb		glace
	puits		pillier
	pente		



Mr1c

Glacier Inylchek

Kirghizistan

50 m

Association Regard sur l'Aventure
 Expédition Under The Ice 2019
 X:389189-Y:4673467-Z:2947(UTM44)m

Longueur: 72 m

Profondeur: 23 m

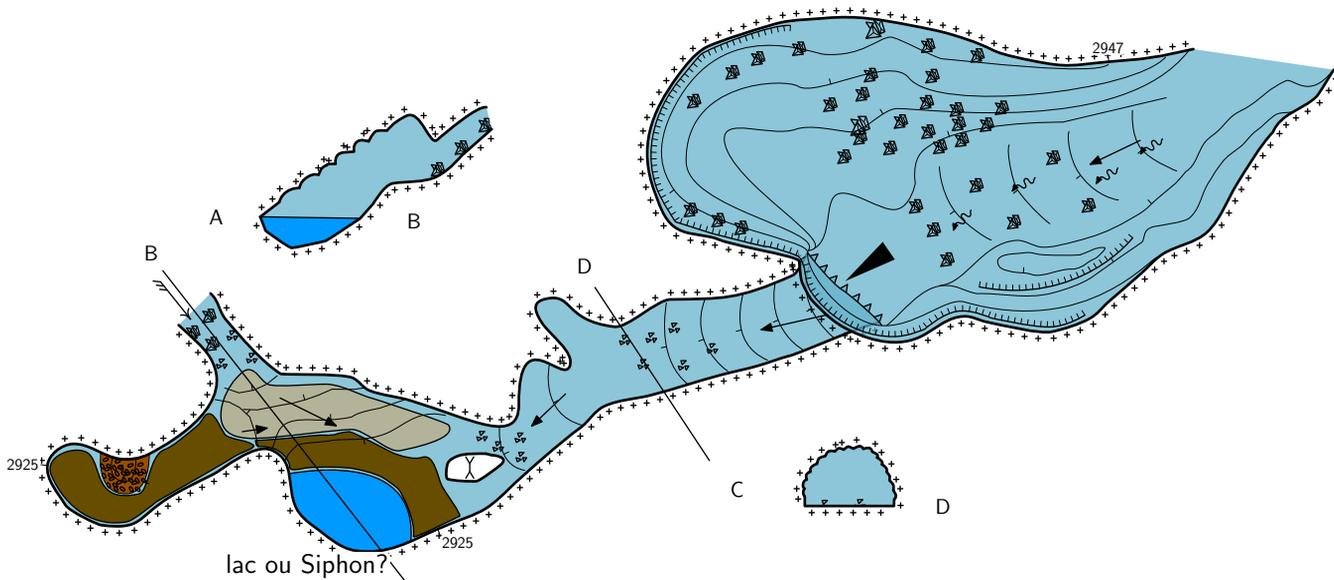
Explorateurs: Barnabe, Didier, Manon, Thomac, Iee

Topographes: Barnabe, Didier 2019

Légende

	entrée		blocs
	glace		débris
	altitude		galets
	courant d'air		eau
	contour		galets/pierres





Mr1c

Glacier Inylchek

Kirghizistan



50 m

Association Regard sur l'Aventure
 Expédition Under The Ice 2019
 X:389189-Y:4673467-Z:2947(UTM44)m

Longueur: 72 m

Profondeur: 23 m

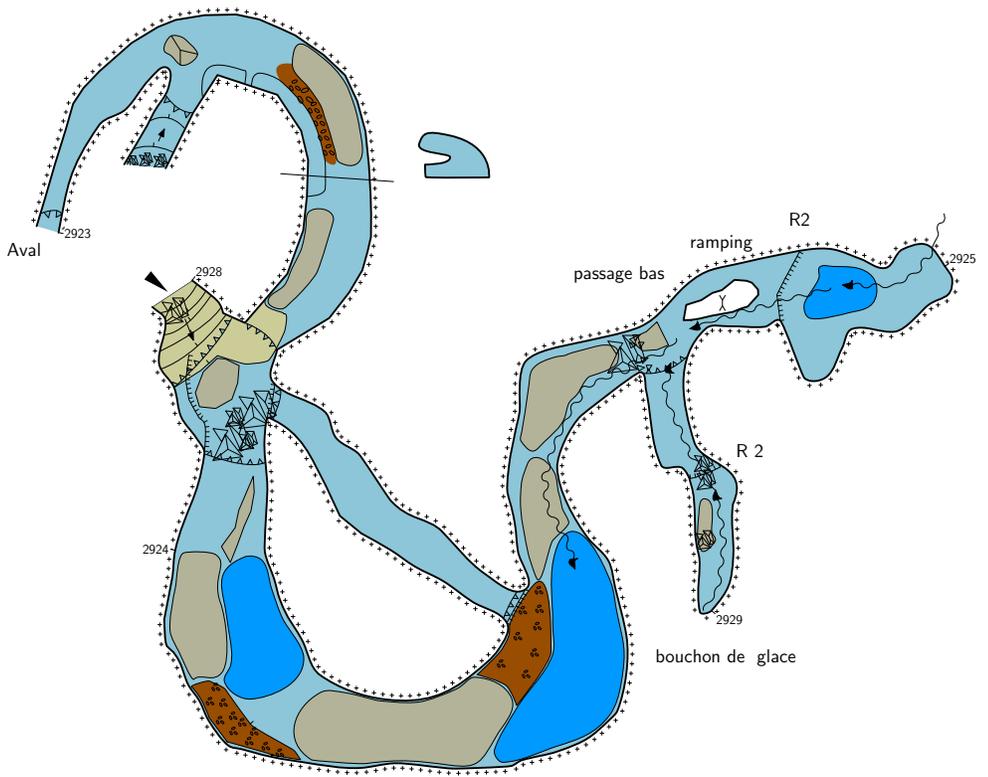
Explorateurs: Barnabe, Didier, Manon, Thomac, Iee

Topographes: Barnabe, Didier 2019

Légende

	entrée		blocs
	mur		débris
	glace		galets
	altitude		bord
	section		eau
	courant d'air		glace
	surplomb		argile
	puits		galets/pierres
	pente		rivière, permanente
	contour		pillier





Mr2

Glacier Inylchek

Kirghizistan



100 m

Association Regard sur l'Aventure
 Expédition Under The Ice 2019
 X:390052-Y:4673421-Z:2928m(UTM44)

Longueur: 324 m

Profondeur: 7 m

Topographes: Bernabe, Thomac 2019

Légende

- | | | | |
|--|-------------------|--|---------------------|
| | entrée | | blocs |
| | mur | | débris |
| | glace | | galets |
| | altitude | | bord |
| | section | | eau |
| | marche | | neige |
| | surplomb | | glace |
| | puits | | galets/pierres |
| | pente | | rivière, permanente |
| | contour | | pillier |
| | arête d'un rocher | | |

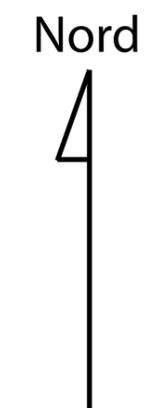
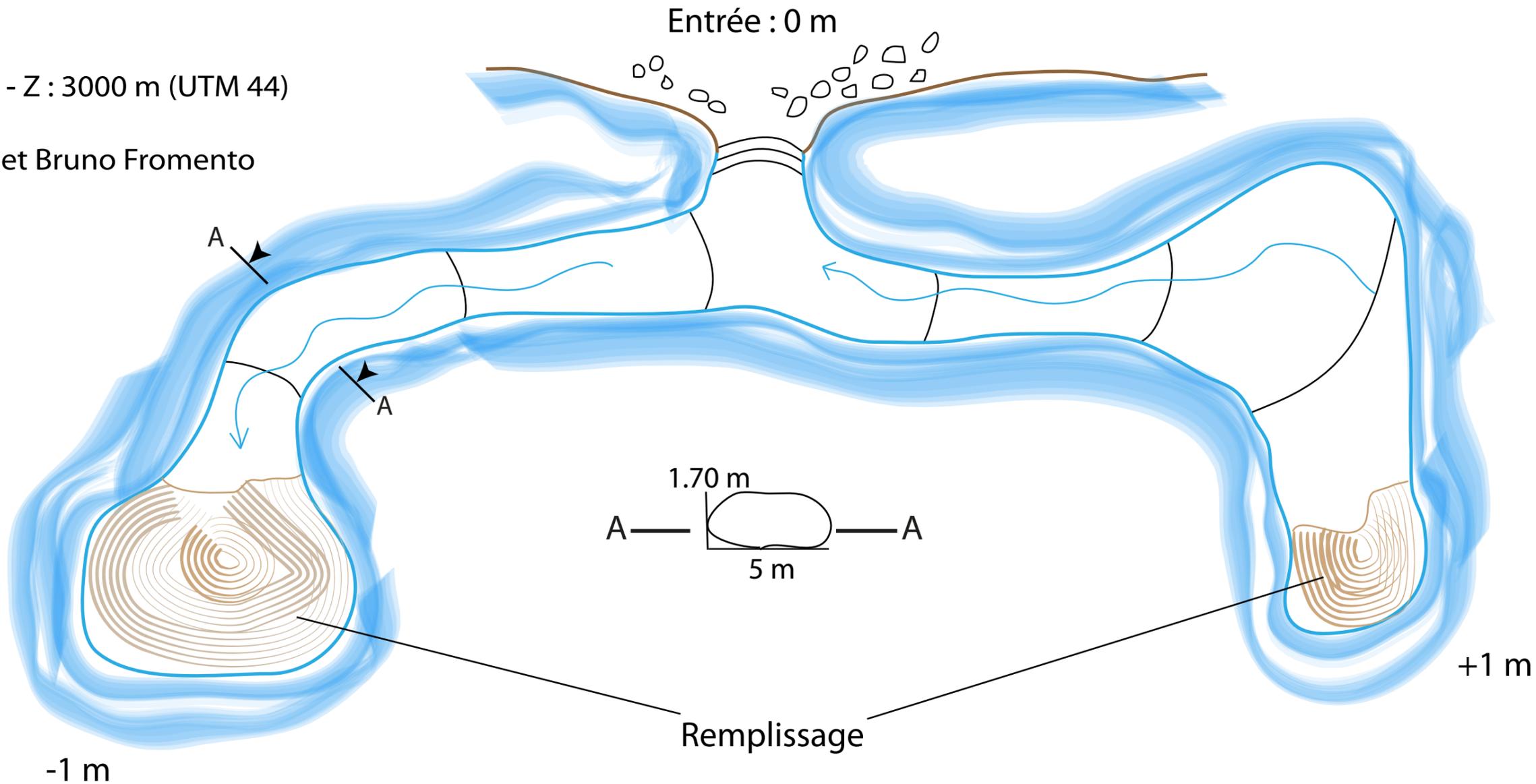
MR3
Glacier Inylchek
Kirghizistan

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019

Profondeur : -1 m / +1 m
Développement : 90 m

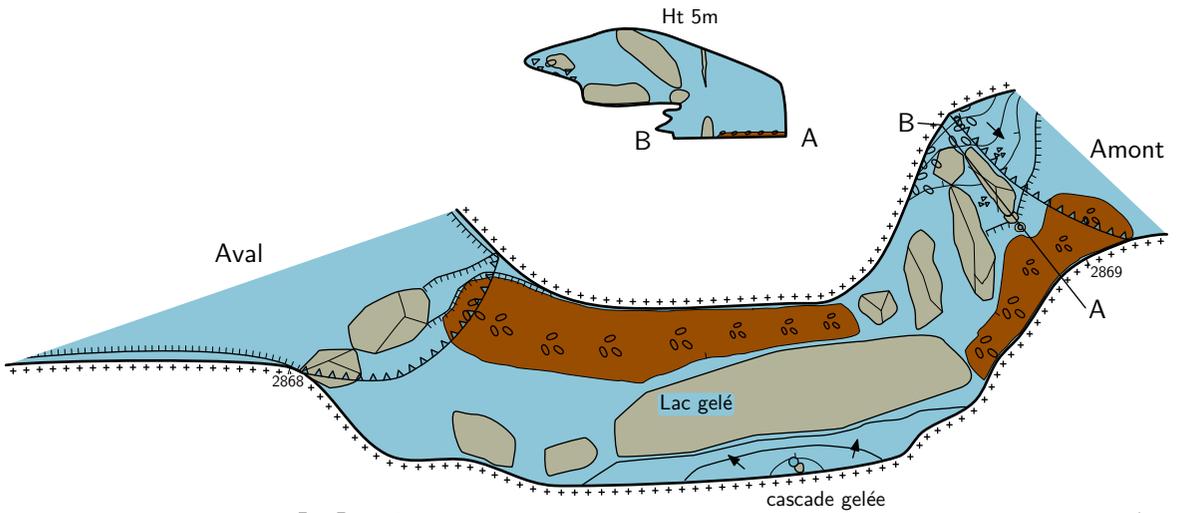
Coordonnées :
X : 390311 - Y : 4673406 - Z : 3000 m (UTM 44)

Croquis : Manon Roche et Bruno Fromento
08 novembre 2019



PLAN





-Mr4

Glacier Inylchek Kirghizistan

25 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:390405-Y:4673436-Z:2868m(UTM44)

Longueur: 37 m

Profondeur: 1 m

Explorateurs: Bruno, Didier, Manon, Pierrick

Topographe: Didier 2019

Légende



mur



glace



altitude



section



marche



surplomb



puits



pente



contour



arête d'un rocher



débris



galets



bord



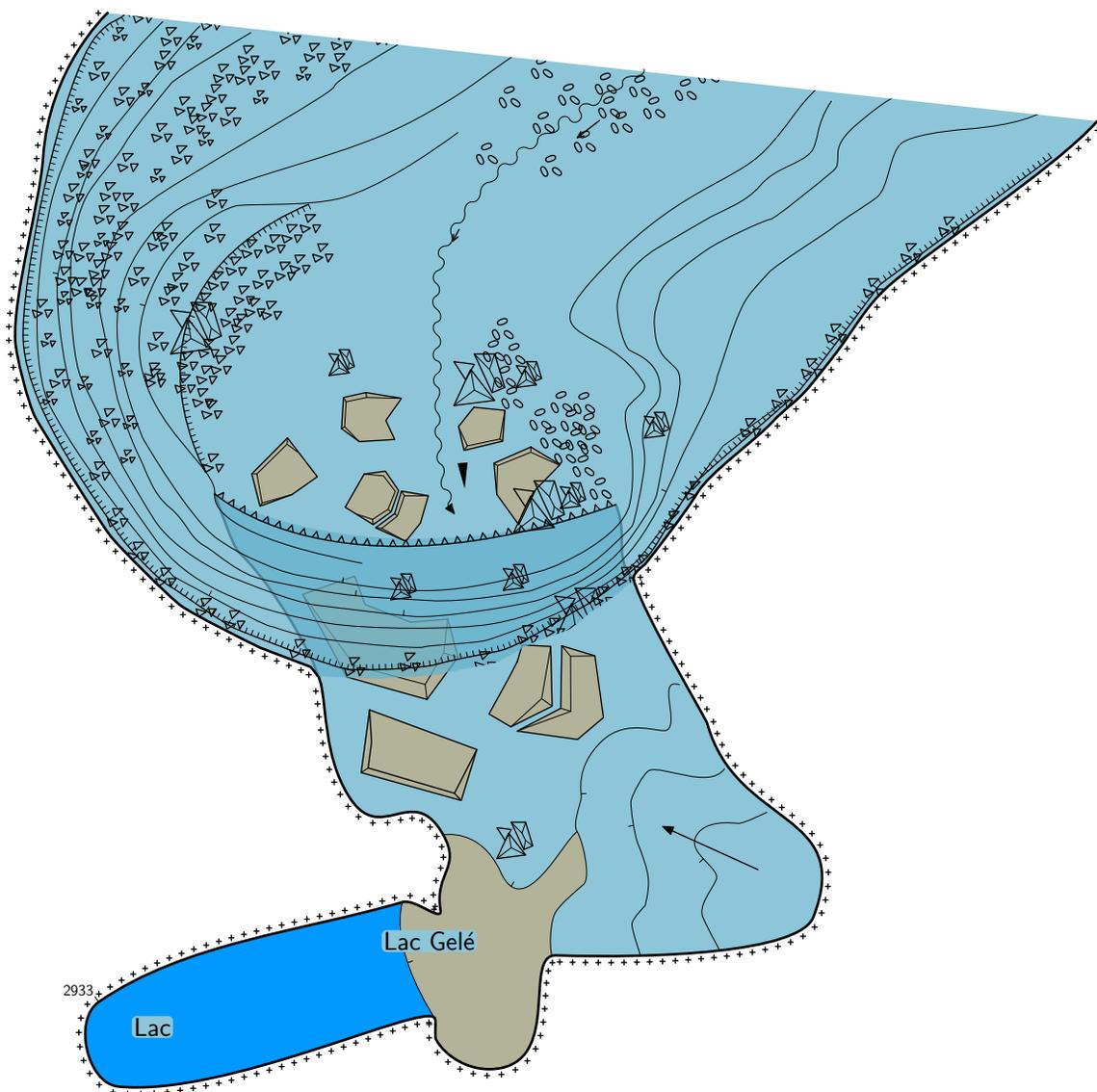
glace



galets/pierres



stalactite de glace



Mr6

Glacier Inylchek Kirghizistan



50 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:390565-Y:4673471-Z:2936m(UTM44)

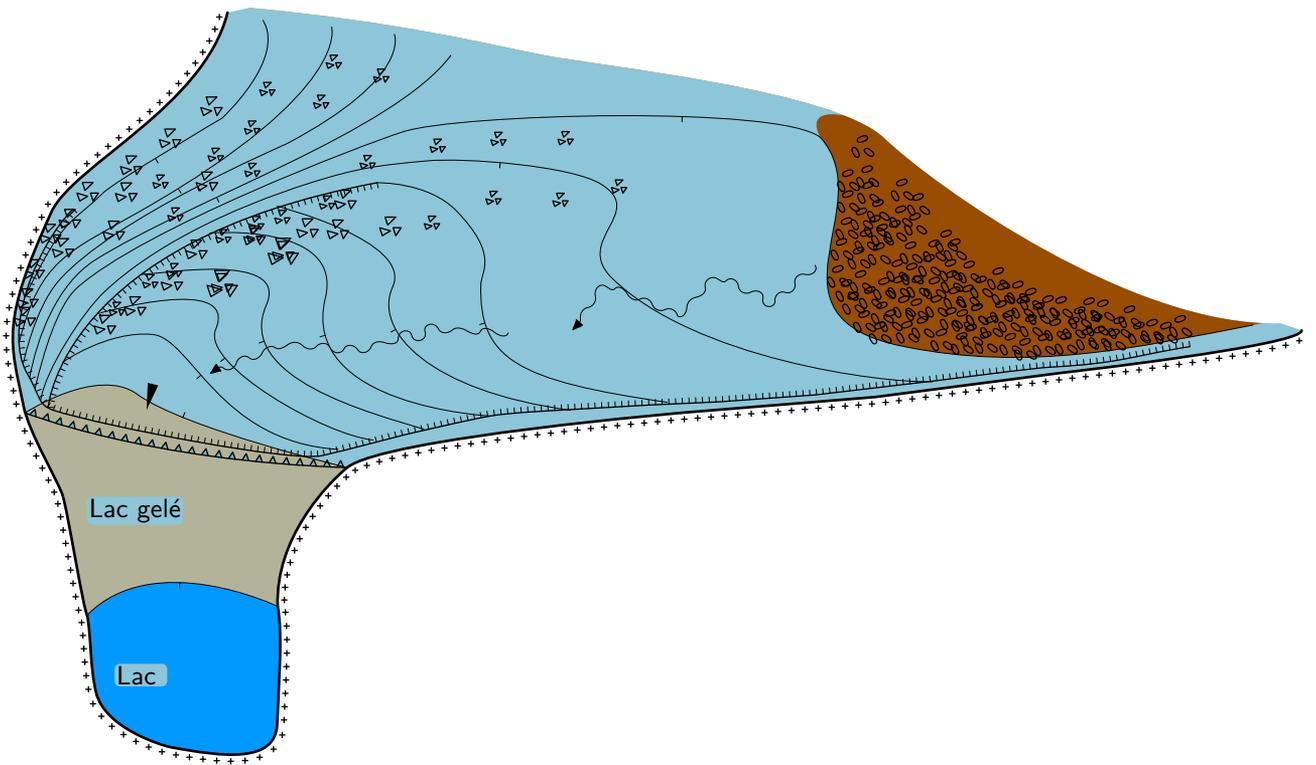
Longueur: 37 m

Profondeur: 3 m

Topographes: Barnabe, Pierrick 2019

Légende

	entrée		bord d'un rocher
	mur		arête d'un rocher
	glace		blocs
	altitude		débris
	marche		galets
	surplomb		eau
	puits		glace
	pente		rivière, permanente
	contour		



Mr7 Glacier Inylchek Kirghizistan



50 m

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:390642-Y:4673399-Z:2870m(UTM44)

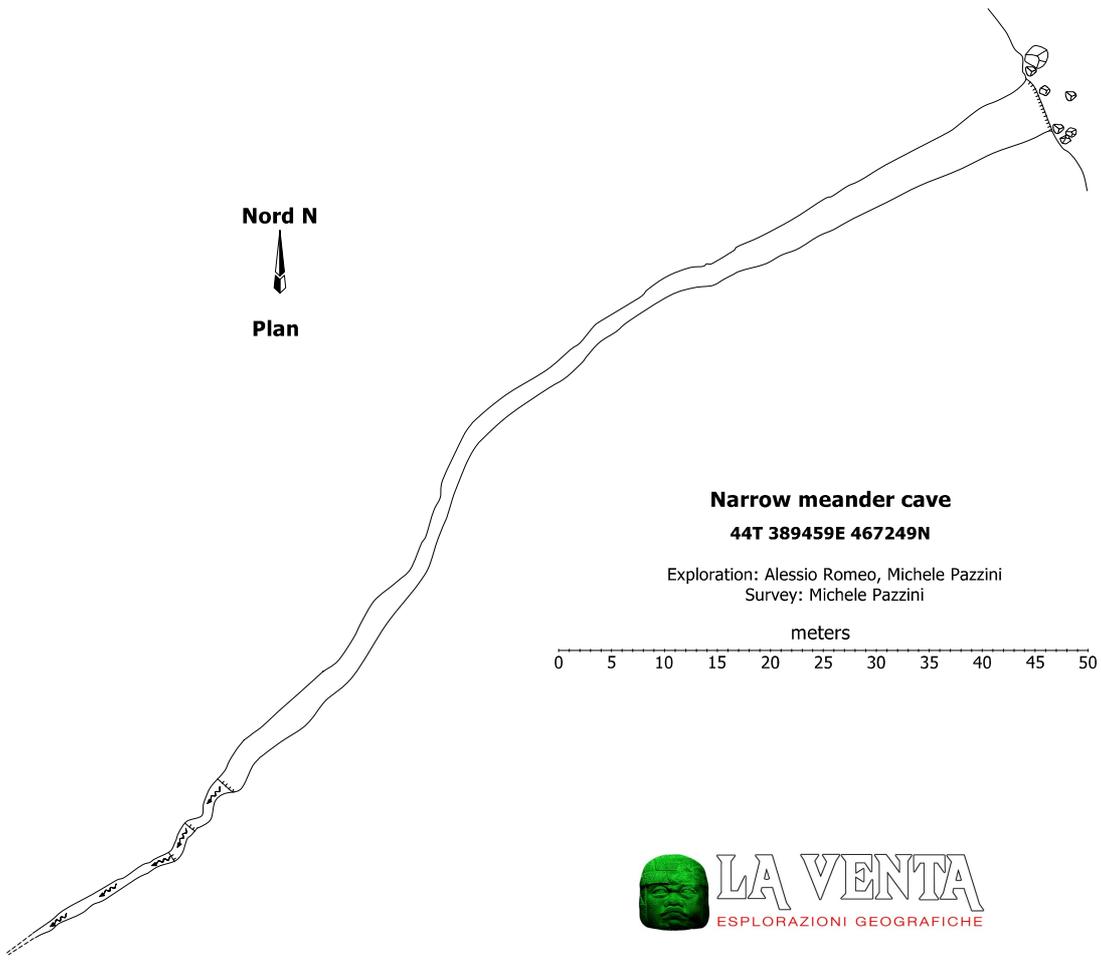
Longueur: 35 m

Profondeur: 15 m

Topographes: Bruno, Didier, Manon 2019

Légende

	entrée		débris
	glace		galets
	marche		eau
	surplomb		glace
	puits		galets/pierres
	contour		rivière, permanente



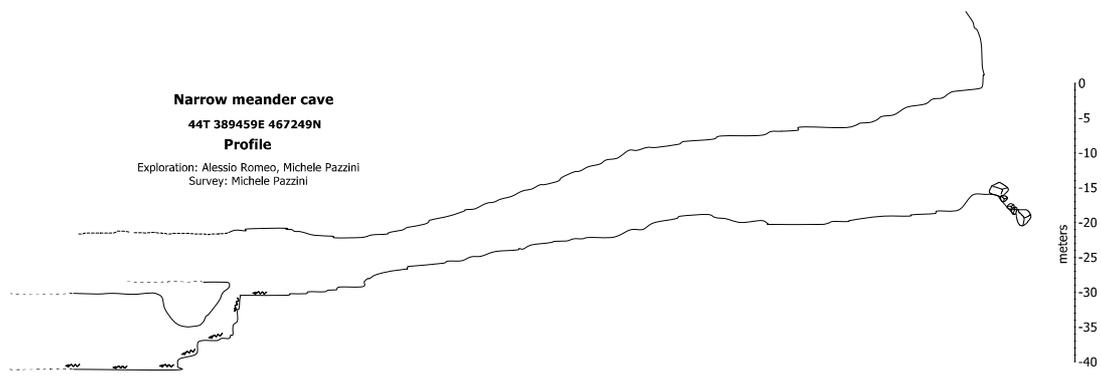
Nord N
Plan

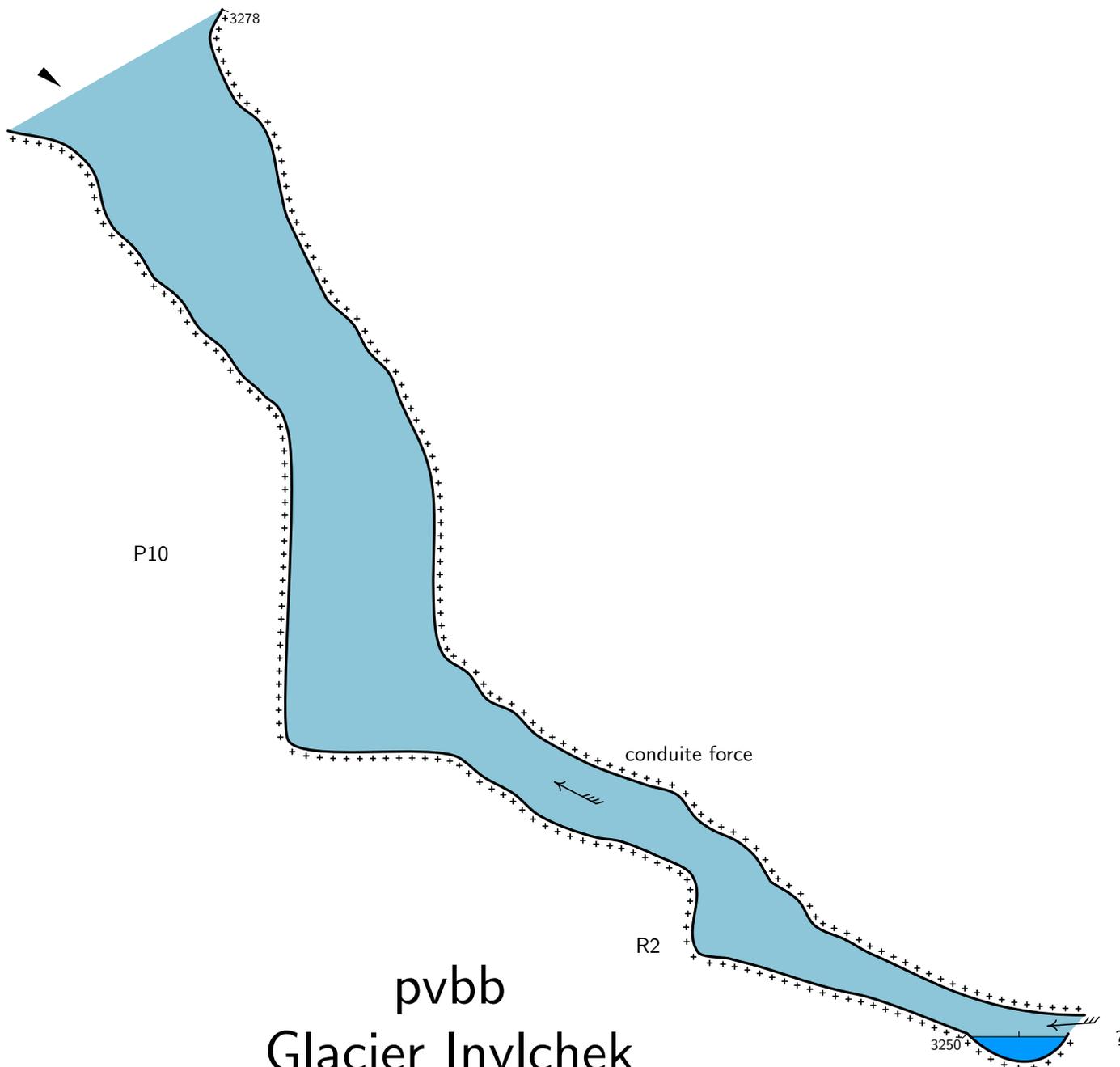
Narrow meander cave
44T 389459E 467249N

Exploration: Alessio Romeo, Michele Pazzini
Survey: Michele Pazzini

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
meters







pvbb
 Glacier Inylchek
 Kirghizistan

10 m

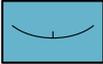
Association Regard sur l'Aventure
 Expédition Under The Ice 2019
 X:403983-Y:4670706-Z:3250m(UTM44)

Longueur: 39 m

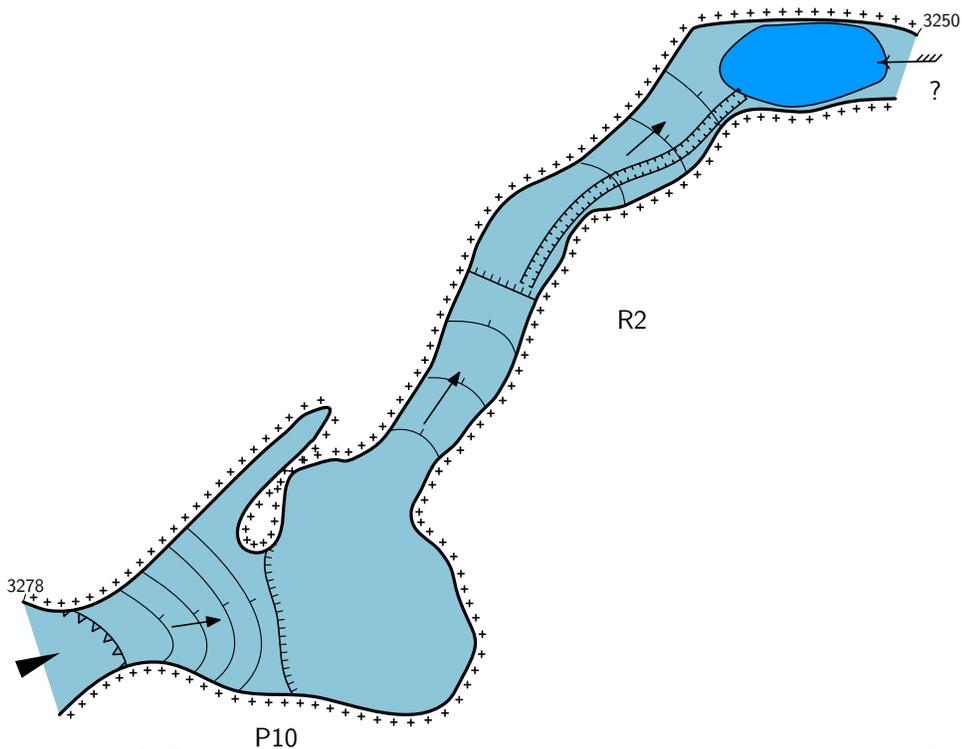
Profondeur: 28 m

Topographe: Barnabe 2019

Légende

- | | | | |
|---|----------|--|---------------|
|  | entrée |  | courant d'air |
|  | glace |  | contour |
|  | altitude |  | eau |





pvbb

Glacier Inylchek Kirghizistan



10 m

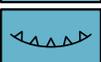
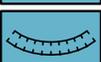
Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019
X:403983-Y:4670706-Z:3250m(UTM44)

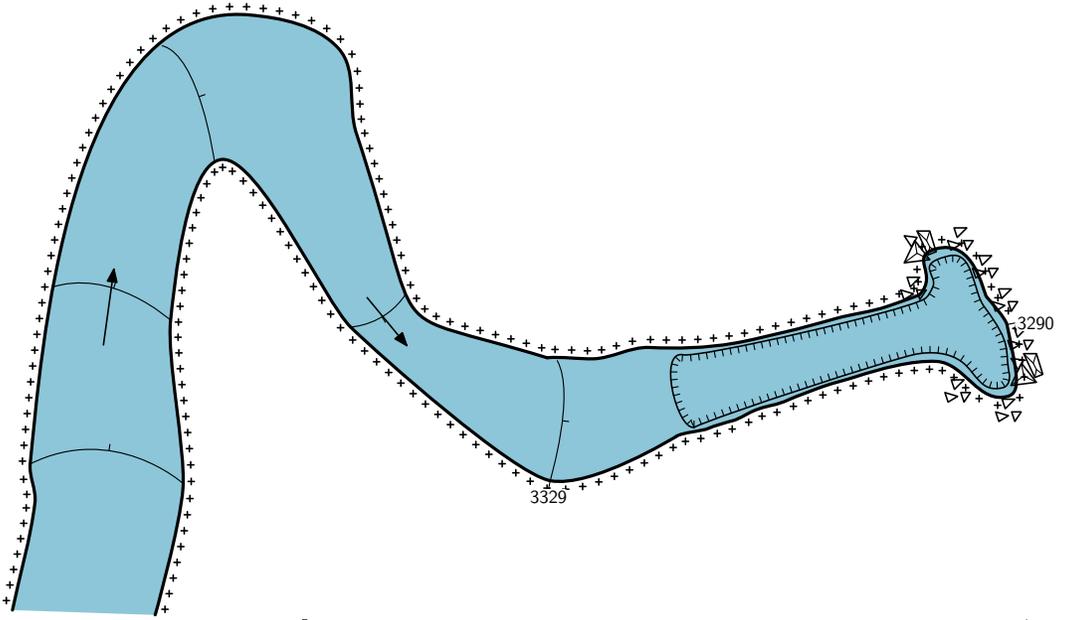
Longueur: 39 m

Profondeur: 28 m

Topographe: Barnabe 2019

Légende

	entrée		puits
	glace		pente
	altitude		contour
	courant d'air		bord
	surplomb		eau
	méandre au sol		



pyamvb1
 Glacier Inylchek
 Kirghizistan



10 m

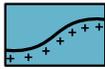
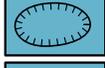
Association Regard sur l'Aventure
 Expédition Under The Ice 2019
 X:403501-Y:4670645-Z:3329m(UTM44)

Longueur: 42 m

Profondeur: 39 m

Topographe: Bernabe 2019

Légende

- | | | | |
|--|----------|---|---------|
|  | glace |  | contour |
|  | altitude |  | blocs |
|  | puits |  | débris |
|  | pente | | |

TRAVERSEE DES 4 ENTREES

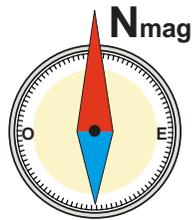
Glacier Inylchek
Kirghizistan

Profondeur : - 17 m
Développement : 200 m

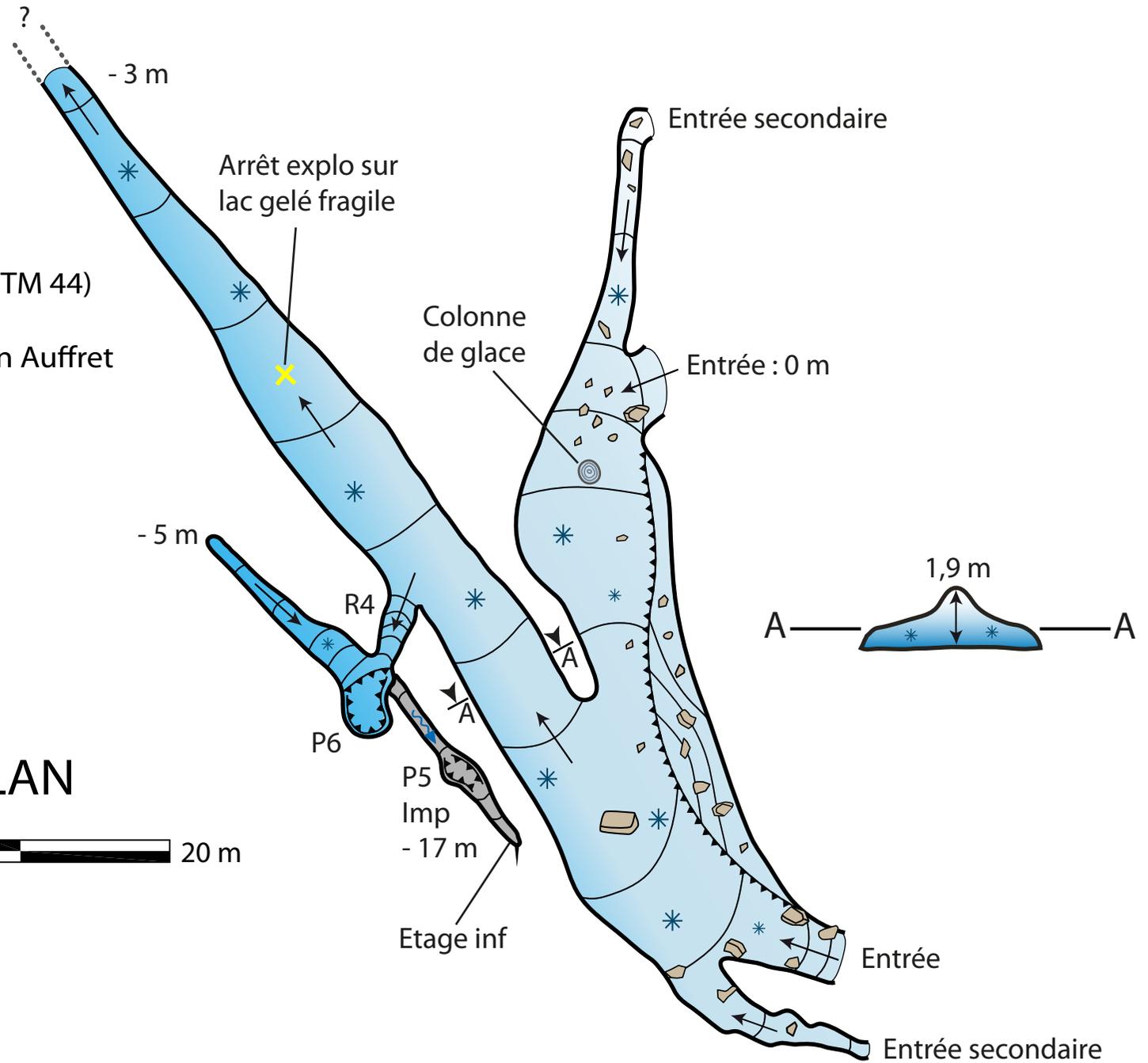
Coordonnées :
X : 390511 - Y : 4672781 - Z : 3023 m (UTM 44)

Topographie : Anthony Geneau et Yann Auffret
08 novembre 2019

Association Regard sur l'Aventure
Expédition Under The Ice 2019



PLAN



BIG ONE

Glacier Inylchek
Kirghizistan

Profondeur : - 80 m
Développement : 140 m

Coordonnées :
X : 403860 - Y : 4669264 - Z : 3353 m (UTM 44)

Topographie : Anthony Geneau et Yann Auffret
13 novembre 2019

COUPE DEVELOPPEE

0  10 m

