

Expédition Köýtendag 2024

Turkménistan

par Philippe Audra¹, Lionel Barriquand², Jean-Marie Briffon³, Gaël Cazes⁴, Philippe Crochet⁵, Claire Falgayrac³, Jean-Philippe Grandcolas⁶, Josef Grego⁷, Jean-Pierre Gruat⁸, Annie Guiraud⁵, Jean-Paul Héreil⁹, Bernard Lips¹⁰, Josiane Lips^{10,11}, Frédo Poggia¹², Alexandre Pont⁶, Xavier Robert^{10,13} et Jo De Waele¹⁴



Grotte de Geophysicheskaya – Grande salle au sol couvert de gypse avec des stalagmites creuses, et au plafond constitué par les calcaires du Jurassique supérieur teintés par les oxydes de fer. Cliché Philippe Crochet

1. Karstologue, Université Côte-d'Azur. CRESPE (Alpes-Maritimes)
2. Laboratoire EDYTEM, Spéléo-club Argilon
3. Gruissan prospection spéléologie (Aude)
4. Doctorant Université de Montpellier, Géosciences Montpellier
5. Individuel FFS
6. Clan des Tritons (Rhône)
7. SubBio Lab. Ljubljana University - Slovak Speleological Society
8. Alpina Millau (Aveyron)
9. Spéléos grenoblois du Club alpin français (Isère)
10. Club spéléo Vulcain (Rhône)
11. Responsable du Groupe d'étude de biospéologie (GEB)
12. Furets jaunes de Seyssins (Isère)
13. ISTerre - Université Grenoble Alpes. Club spéléo Vulcain (Rhône)
14. Université de Bologne. Società Speleologica Italiana (Italie)



Conception
gracieuse de
Thierry Flon
(L'Enseigne
Peinte, Chatou,
Yvelines)



Équipe 2023 :

Philippe Crochet, Annie Guiraud, Claire Falgayrac, Jean-Marie Briffon, Jean-Philippe Grandcolas, Véronique Olivier, Bernard Lips, Josiane Lips, Jean-Pierre Gruat, Philippe Auriol



Équipe 2024 (de gauche à droite, et de haut en bas):

Jean-Paul Héreil, Jo De Waele, Jean-Marie Briffon, Xavier Robert, Alexandre Pont, Jean-Philippe Grandcolas, Gaël Cazes, Frédo Poggia, Philippe Audra, Josef Grego, Bernard Lips, Lionel Barriquand, Annie Guiraud, Claire Falgayrac, Jean-Pierre Gruat, Josiane Lips, Philippe Crochet

Cet article fait suite à l'expédition 2024 au Turkménistan, parrainée par la Commission des relations et des expéditions internationales (CREI) de la FFS (expédition n° 2024-1). Le rapport d'expédition contenant l'intégralité des topographies sera disponible à partir de la banque de données de la CREI, et toutes les données topographiques sont accessibles sous licence CC-BY-NC-SA sur <https://github.com/robertxa/Turkmenistan>. Le compte rendu de l'expédition Köýtendag 2023 – Turkménistan et les annexes documentaires sont en ligne sur le blog du Clan des Tritons <http://clan.des.tritons.free.fr/blog/>

GENÈSE DU PROJET

L'histoire commence en 2019 lors de la préparation d'une expédition de reconnaissance des massifs karstiques du sud de l'Ouzbékistan. Jean-Marie Briffon, Claire Falgayrac, Noël Crosetti et Jean-Pierre Gruat décident d'aller voir de près le bas des grandes parois du massif du Köýtendag (nommé auparavant Kugitang ou Kugitangtau) qu'ils ont repéré sur une carte.

Les parois du Köýtendag vues de Vandob en Ouzbékistan.
Cliché Jean-Marie Briffon

Ils disposent de peu de renseignements sur ce massif qui est le maillon terminal des monts de Gissar. Ceux-ci débutent au Tadjikistan, au nord de Douchanbé et se prolongent par les massifs du Baisun Tau comprenant la chaîne du Chul Bair (où se situent les grottes Boy-Bulok et Vichnechsky) et du Hodja-Gur-Gur-Ata (où se situe la grotte du Dark Star) en Ouzbékistan.





Figure 1:
Localisation
du massif du
Köýtendag
aux confins
orientaux du
Turkménistan.

Dès le début de l'expédition en Ouzbékistan, ils se rendent au village ouzbek situé le plus en altitude (Vandob, 1800 m) et le plus près du pied des immenses parois calcaires du Köýtendag (600 à 1200 m de haut) qui s'étendent sur 60 km de longueur. Ce village n'est pas très éloigné de l'aplomb du point culminant de la chaîne, le mont Aýrybaba (3139 m).

L'objectif de prospecter le bas de la falaise pendant quelques jours et de repérer des porches s'avère impossible car ils n'obtiennent pas l'autorisation des militaires ouzbeks pour aller plus loin que Vandob. Mais ce qui est visible de cette falaise suscite leur enthousiasme : fort dénivelé, calcaire de bonne qualité, nombreux porches... La journée passée à Vandob confirme l'intérêt spéléologique indéniable du Köýtendag.

Après avoir recherché de la documentation sur le massif, à partir de sites russes, car très peu de références existent en français ou en anglais, il s'avère que divers articles émanent d'un géologue russe (Vladimir Maltsev, 1957-2014) et concernent le réseau de grottes de Gap-Gotan (Cupp-Coutun) qu'il a étudié dans les années 1980 et 1990. Le reste est peu exploré depuis l'effacement de l'URSS car il se situe à la frontière entre l'Ouzbékistan et le Turkménistan et le massif est classé réserve nationale côté Turkménistan (figure 1), mais tout confirme l'intérêt géographique, géologique et karstologique du massif du Köýtendag, délaissé des spéléologues. Il recèle des grottes possédant des concrétionnements exceptionnels et il est évident qu'il est loin d'avoir livré tous ses secrets souterrains.

C'est ainsi que Jean-Pierre envisage dès 2020 une expédition de reconnaissance spéléologique au Köýtendag. Cela ne peut aboutir qu'en 2023 à cause du Covid 19 (fermeture du pays) et des longues démarches administratives nécessaires pour obtenir les autorisations.

DÉMARCHES ADMINISTRATIVES PRÉALABLES

Pour obtenir un visa pour le Turkménistan, il faut une lettre d'invitation provenant d'une agence touristique accréditée par le gouvernement. Cette invitation est délivrée par le Service d'État des migrations, après sollicitation d'une agence de voyages ou d'une entreprise. Après consultation, nous sélectionnons l'agence Owadan Tourism. De nombreux e-mails sont nécessaires pour expliquer que nous avons des besoins et des objectifs spécifiques, bien différents de ceux des quelques touristes classiques qui souhaitent découvrir ce pays. Rapidement l'agence positionne Madame Dilora Geldiyeva, directrice du développement commercial de l'agence, comme notre interlocutrice car elle parle un très bon français, ce qui simplifie nos échanges pour nos besoins logistiques spécifiques (campement avec électricité, intendance, 4x4, etc.).

Dès 2021, plusieurs courriers sont adressés au ministre de l'Agriculture et de la protection de l'Environnement du Turkménistan pour lui présenter notre projet et solliciter les autorisations nécessaires pour 2022. Nous écrivons aussi à Madame Rustamova Chinar T., secrétaire exécutive de l'équipe nationale du Turkménistan pour l'UNESCO, pour appuyer notre demande. Du fait de sa position frontalière et de son classement comme réserve nationale, l'accès au Köýtendag demande beaucoup de démarches et d'autorisations pour se laisser approcher, prospecter et encore plus pour parcourir ses grottes. Notre salut vient de l'ambassadeur du Turkménistan en France, M. Chariev, qui soutient activement notre projet. Grâce à lui, nous obtenons en 2023 et en 2024, quelques jours avant le départ, la lettre d'invitation du ministère des Affaires étrangères turkmène. De la même manière, dès sa prise de poste en mai 2023, l'ambassadeur de France au Turkménistan, M. Merlin soutient également nos expéditions.

Mais une fois sur place en 2023, nous découvrons que les grottes les plus intéressantes sont situées en

zone militaire. Ainsi, l'accès en 2023, et ensuite en 2024, ne sera obtenu *in extremis* qu'avec l'aide de l'ambassadeur du Turkménistan. Seul l'accès aux crêtes et hauts plateaux du Mont Aýrybaba nous est refusé car ils sont trop proches de la frontière ouzbèke.

CARACTÉRISTIQUES GÉOGRAPHIQUES DE LA RÉGION DU KÖYTENDAG

Köýtendag signifie « montagne infranchissable » en Tadjik. Le massif du Köýtendag est le dernier maillon occidental de la chaîne du Pamir-Alaï qui s'étend plus à l'est vers le Tadjikistan, le Kirghizstan et l'Ouzbékistan. Le Köýtendag constitue la frontière orientale du Turkménistan avec l'Ouzbékistan, et sa pointe sud se termine sur la rive droite de l'Amou Daria, fleuve frontière avec l'Afghanistan. Ce massif culmine à l'Aýrybaba (3139 m), point le plus haut du Turkménistan. Le massif est allongé dans le sens nord-sud sur environ 60 km, pour une largeur de 12 à 20 km (figure 1). Son profil est dissymétrique, avec à l'ouest, côté turkmène, un versant s'élevant régulièrement vers l'est avec une pente de 20° jusqu'aux crêtes sommitales, qui finit brutalement côté est en Ouzbékistan sur une paroi continue de 1000 m de hauteur. La pente du versant turkmène est principalement structurale. Elle est entaillée d'une multitude de canyons, profonds de plus de 300 m, et jusqu'à 700 m pour les plus importants, rendant le parcours transversal à niveau quasiment impossible. La végétation passe en altitude de la pelouse à une forêt claire de genévriers et tamaris, puis à des espaces rocheux. Au-delà vers l'ouest, s'étendent des steppes puis le désert du Karakum qui occupe l'essentiel du territoire turkmène. Si les précipitations sont limitées à 120 mm par an à Köýtendag située aux portes du désert, elles sont plus conséquentes au pied du massif (150 mm) et surtout en altitude, probablement le double. S'agissant d'un climat continental, les étés sont torrides, mais les hivers peuvent être glacials, avec des températures descendant à -15°C en vallée, bien que l'on soit à la même latitude que la Sicile. L'hiver 2024 fut particulièrement rigoureux, avec de la neige en plaine et des températures jusqu'à -25°C. En conséquence, la neige se maintient sur les crêtes au printemps, le tout alimentant des petites sources au débouché de certains canyons. La plus importante, Gaynar Baba, jaillit à la pointe sud du massif à 330 m d'altitude, son débit est estimé à 1,5 m³/s. Tous ces écoulements se perdent dans la plaine où coule l'Amou Daria, vers 265 m d'altitude.



† Collines de gypse au premier plan et mont Aýrybaba enneigé en arrière-plan.

†† Le plateau du Köýtendag est entaillé par des canyons profonds. Clichés Philippe Crochet

GÉOLOGIE DU MASSIF

La dalle karstifiée est constituée de calcaires du Jurassique supérieur, épais de 400 m (figure 2) avec un faciès récifal massif aux coraux de belle taille, passant à un faciès plus marneux et dolomitique au sommet (figure 2). Par endroits, ces calcaires sont faiblement métamorphisés, silicifiés, et piègent des matières bitumineuses sans doute en partie à l'origine de la karstification [Maltsev, 1997]. En effet, plus à l'est, ces calcaires sont le principal réservoir turkmène piégeant les gaz issus des marnes noires sous-jacentes. Ces marnes/flyschs (Bathonien-Bajocien) sont épaisses de 300 m, avec quelques passées volcaniques. Cette série sédimentaire repose en discordance sur le socle métamorphique du Précambrien qui est composé de gneiss et percé par l'intrusion d'un batholite granitique hercynien [Maltsev & Self, 1992]. Les calcaires du Köýtendag sont recouverts en concordance par les évaporites de Gowurdak (ou Gaurduck), épaisses de 200 m, et principalement constituées de gypse (Kimméridgien-Tithonien). Ces évaporites sont recouvertes par des marnes vertes et des grès rouges d'âge crétacé, formant des paysages

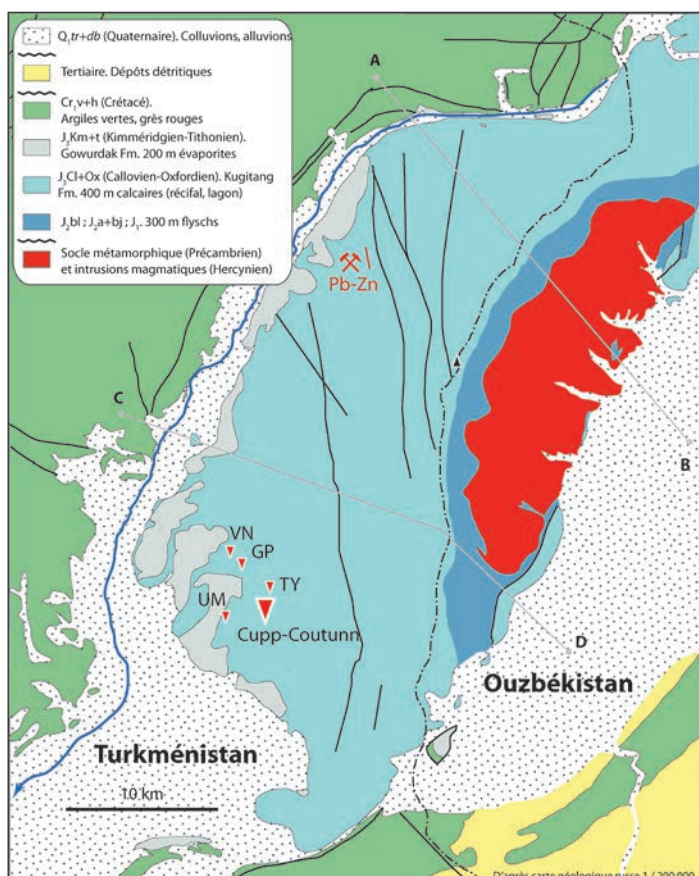
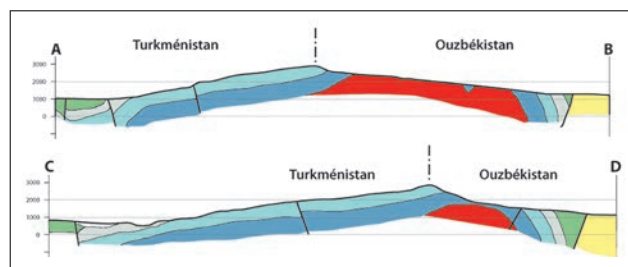


Figure 2: Carte et profils géologiques du massif du Köytendag (d'après la carte géologique russe au 1/200 000, modifiée).



ravinés superbes sur le versant ouest (rive droite) de la vallée de Köyten. Enfin, des dépôts du Néogène comblent les bassins environnants.

Le Köytendag est un dôme anticlinal dissymétrique, avec des pentes douces (env. 7-20°) côté ouest. Il est accidenté de grandes failles nord-sud ; celle de Chilghaz décale le plateau en deux « marches ». Au nord, des anciennes mines ont exploité des gisements de plomb-zinc en filons sur l'une de ces failles.

D'autres failles secondaires E-O et NO-SE jouent notamment un rôle d'organisation des réseaux localisés au sud. Le grand accident régional E-O de Repetek passant tout au sud du massif est à l'origine du couloir de l'Amou Daria. Le massif s'est soulevé en plusieurs phases, depuis le début du Tertiaire (Paléocène) jusqu'au Quaternaire moyen [Maltsev & Korshunov, 1998].

Le gypse a été érodé sur l'essentiel de la surface du plateau, mais il est encore présent au pied du massif, où se développe un karst de gypse spectaculaire, constitué d'une multitude de cratères d'effondrements, certains atteignant la nappe, d'autres développant des réseaux horizontaux de grand volume de plusieurs centaines de mètres de développement.

Sur le plateau calcaire, les traits karstiques sont inexistant : ni lapiaz, ni doline, encore moins d'entrées de gouffres. Les grands réseaux (Cup-Coutunn) sont en fait d'anciens réseaux profonds qui ont été recoupés fortuitement par les canyons.

Cratère d'effondrement dans la plaine où les formations de gypse affleurent. Ce cratère peut être considéré comme un cénote dans la mesure où il constitue un regard sur la zone noyée. Cliché Annie Guiraud



Entrée de la grotte de Kaptarhana dans une colline de gypse. Cliché Philippe Crochet

Les cristallisations de gypse

Les réseaux souterrains du Köýtendag recèlent des cristallisations de gypse (chandeliers, stalagmites creuses, etc.) d'une ampleur et d'une beauté comparables à celles de Lechuguilla aux États-Unis. Ici, le gypse provient pour partie des sols sus-jacents. De faibles infiltrations chargées de sulfates précipitent en arrivant dans les galeries (figure 3). L'autre partie provient de l'oxydation des pyrites contenues dans la roche (croûtes de paroi, fleurs et crosses). Tous ces ornements de gypse peuvent cristalliser grâce à l'atmosphère desséchée des grottes. Sous les climats européens plus humides, le gypse très soluble disparaît la plupart du temps.

Les chandeliers sont formés de grands cristaux de gypse transparent, par une croissance très lente à l'extrémité. Les autres cristallisations sont formées de fibres qui croissent par la base et poussent telles des brins d'herbes. Les crosses sont constituées de plusieurs fibres accolées qui se courbent, voire s'enroulent au fur et à mesure de leur développement, souvent à partir d'une pyrite en cours d'oxydation. Les aiguilles poussent par évaporation et cristallisation des sulfates dissous dans les sédiments meubles. Les stalagmites creuses, innombrables et atteignant plusieurs mètres de hauteur dans les grottes du Köýtendag, résultent des phénomènes de condensation et d'évaporation. La condensation se produit dans les coupoles les plus élevées, car plus fraîches. L'eau de condensation tombe au sol et dissout l'épais tapis de poussière de gypse, créant un puits à canalure. Comme l'atmosphère est très sèche, l'humidité du fond du puits remonte par capillarité en dissolvant le gypse et en se chargeant de sulfates en solution. Arrivée au niveau du sol, cette humidité s'évapore et reprécipite le gypse sous la forme d'une collerette autour du puits. Au fur et à mesure, cette collerette s'agrandit vers le haut et en épaisseur, formant progressivement une stalagmite donc le creux se maintient par la chute des gouttes de condensation.

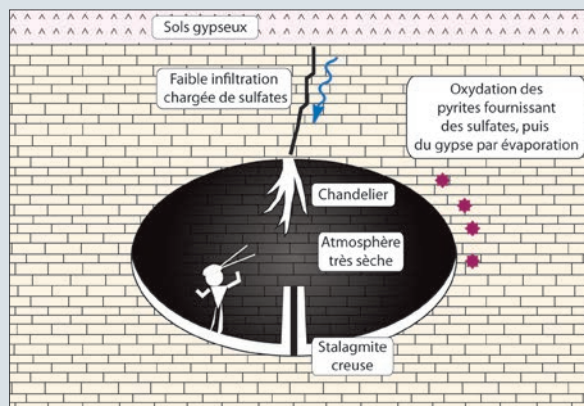


Figure 3: Origine des cristallisations de gypse, depuis les infiltrations chargées de sulfate et l'oxydation des pyrites de la roche.

HISTORIQUE DES EXPLORATIONS

Le système des grottes de Gap-Gotan au Turkménistan était déjà très connu il y a deux mille ans (« Bibliotheca Historica » de Diodorus Siculus, -49 a.c.). La connaissance de ces grottes s'est ensuite perdue jusqu'au début des années 1950. Comme dans les autres anciennes républiques de l'Union soviétique de l'Asie centrale (Kazakhstan, Kirghizistan, Ouzbékistan, Tadjikistan), les expéditions spéléologiques ont été principalement le fait d'équipes russes jusque dans les années 1990.

Jo devant des cristaux de fluorite, d'origine hydrothermale, dans Geophysicheskaya. Ces minéralisations, dues à une phase hydrothermale ancienne, ont été recoupées par les conduits des grottes. Cliché Philippe Crochet



Les premières explorations spéléologiques ont eu lieu entre 1956 et 1964, par le géologue russe Sultan Yalkapov qui a élaboré les premiers plans de Hashimoyuk (3 km) et de Gap-Gotan (5 km), et a également découvert de nouvelles grottes. Malheureusement, ce dernier a publié un article qui suggérait une possibilité d'extraction de sa richesse en onyx pour l'ornement. L'exploitation minière a commencé à la fin des années 1950 et s'est poursuivie pendant 20 ans, ce qui a entraîné une dégradation significative de ce monument naturel unique.

Il existe peu d'écrits sur les premières visites antérieures aux années 1980. Un des premiers explorateurs en 1981 à Promezhutochnaya est le minéralogiste soviétique Victor Stepanov. Vladimir Arkadievich Maltsev (1957-2014) de l'Institut VNIIGEOSYSTEM de Moscou, est arrivé pour la première fois dans la région au cours des années 1980. À la fois géologue, spéléologue et photographe, il a été un des piliers de l'exploration du massif de Köýtendag. Les spéléologues de Samarcande ont également découvert de nouvelles grottes et prolongé Gap-Gotan. Une très grande suite a également été retrouvée au cours des travaux miniers dans la petite grotte de Promezhutochnaya.

Entre 1970 et 1982, les destructions des cavités causées par l'exploitation minière sont telles que Maltsev lance à partir de 1980 une campagne pour y mettre fin et promouvoir leur protection. Cette campagne qui durera un an est largement soutenue, notamment par les spéléologues, les instituts scientifiques et les médias. À la plus grande surprise de Maltsev, celle-ci porte ses fruits, malgré quelques tentatives de réexploitation qui ont valu au spéléologue local Koutouzov, et son ami, de



Maltsev lors d'une exposition de ses photographies au musée géologique. Cliché V.V. Erchov (MGGU)

résister à un siège d'un mois et demi après s'être barricadés dans la grotte de Gulschirin (Geophysicheskaya).

L'étude des grottes a commencé lorsque l'exploitation a été arrêtée. La grotte de Gap-Gotan a été reliée à la grotte Promezhutochnaya, portant le réseau à un développement de 56 km. De nouvelles cavités ont été découvertes, notamment la grotte Gulschirin (Geophysicheskaya) en 1985, l'une des plus belles grottes car elle a échappé à la destruction.

Après la chute de l'URSS, il y eut quelques timides expéditions d'équipes européennes: une expédition britannique en 1991 et une rocambolesque expédition russe et suisse sur le Köýtendag en 1994 (cf. la revue *Cavernes*, n°1/2, 1995).

Giovanni Badino, José Maria Calaforra et Paolo Forti de l'association italienne La Venta ont fait une visite organisée à Gap-Gotan et dans la région du Köýtendag lors la tenue d'un congrès à Ashgabat en 2012.

ORGANISATION DE L'EXPÉDITION

Lorsque nous arrivons à Köýtén, au pied du Köýtendag le mercredi 10 avril 2024 pour la deuxième expédition, tout s'annonce sous les meilleurs augures. L'équipe est maintenant forte de 17 personnes, avec des spécialistes de différents domaines: topographie, photogrammétrie, biospéléologie, géologie, karstologie, photographie, recherche de nouvelles cavités et exploration. Après la reconnaissance de 2023, nous savons désormais ce qui nous attend, ce qui nous permet de définir deux objectifs principaux: prospecter en vue de trouver de nouvelles cavités et documenter les grottes connues. Nous sommes accueillis par le sommet de l'Aýrybaba encore tout chapeauté de neige et une vallée verdoyante couverte de cerisiers et d'abricotiers en fleurs. Les pluies abondantes de ce printemps ont permis à la végétation de se développer et les roses envahissent les jardins. Nous retrouvons avec plaisir notre camp de base, qui n'a rien d'un camp classique, car il s'agit de ce qu'on appelle ici le « village de vacances », apparemment le seul hébergement pour touristes de la vallée. Le Turkménistan n'est pas un pays qui accueille beaucoup de visiteurs et les seuls résidents du village de vacances sont des Turkmènes venus à Köýtén pour un week-end ou à l'occasion d'un mariage. Nous

Préparation du matériel au village de vacances de Köýtén qui constitue le camp de base. Cliché Annie Guiraud

sommes les seuls étrangers de la région. Les conditions y sont très confortables. L'agence Owadan, qui est en charge de la logistique de notre expédition, a bien fait les choses. Et dernière chose capitale, nous avons en poche notre sésame, la lettre d'invitation du ministère de l'Environnement turkmène donnant accès à la zone frontalière avec l'Ouzbékistan où se situent les cavités, un document précieux obtenu grâce à la persévérance et l'opiniâtreté de Jean-Pierre Gruat.

Il ne reste plus qu'à organiser nos activités sur le terrain. Et là, il faut composer avec les différentes contraintes et obligations. Tout d'abord, les équipes doivent être formées afin qu'elles puissent se répartir dans les quatre véhicules 4x4 dont nous disposons. Si certains spécialistes se consacrent à une seule activité (comme la biospéléologie, la karstologie et la photographie), d'autres participants, polyvalents, se joignent à différents groupes selon les besoins: un jour dans l'équipe topographie, un autre dans l'équipe photographie, etc. À l'exception toutefois des sorties de recherche de cavités qui doivent regrouper obligatoirement plusieurs voitures car les chauffeurs ne veulent pas s'aventurer à un seul véhicule sur les pistes de montagne. Nous devons former les équipes la veille afin que les autorités en soient informées, et qu'il puisse y avoir un « observateur » avec chacune d'elles.

À cela s'ajoute la gestion du temps et des horaires. Köýtén se situe à 40 min de route du checkpoint qui garde l'accès au camp militaire où se situent les principales cavités. Celui-ci n'ouvre qu'à 9 h. Là, le contrôle des passeports et du laissez-passer fourni par le ministère de l'Environnement prend 30 min à minima. Ensuite, nous avons un trajet entre 30 et 45 min sur de mauvaises



L'accès aux cavités après le poste de garde militaire se fait sur des pistes nécessitant des véhicules 4x4 Cliché Philippe Crochet



Moment
de détente
dans un
restaurant
de Köyten
où la
population
locale nous
a toujours
très bien
accueillis.
Cliché
Philippe Audra

pistes pour atteindre les entrées des cavités. Sachant que le checkpoint doit être franchi au retour à 17 h au plus tard, il ne nous reste que quelques heures sur place pour les explorations. À nous de faire le maximum dans le temps imparti. Chaque jour, nous sommes accompagnés du directeur scientifique de la réserve naturelle du Köýtendag, Shaniyaz Menliev, qui connaît bien le massif et les cavités, parfois d'autres employés de la réserve, ainsi qu'un ou plusieurs représentants du ministère de l'Environnement et des militaires, pour qu'aucune équipe ne se retrouve seule.

Au final, nous avons pu passer 21 jours sur place sur un séjour de plus de trois semaines au total (23 jours) si nous prenons en compte les 40 h de train et les 8 h de voiture aller-retour pour accéder au massif depuis la capitale, Ashgabat. Sept journées ont été consacrées à la recherche de nouvelles cavités, avec non seulement les habituelles limitations horaires, mais aussi géographiques car les véhicules n'ont pas pu nous amener très loin en altitude vu le mauvais état des pistes. Cependant, quelques escalades ont pu être tentées pour atteindre des ouvertures repérées dans des parois.

Malgré les contraintes, un gros travail de documentation a pu être effectué : la grotte de Gulschirin (Geophysicheskaya) a été couverte photographiquement et photogrammétriquement, 19 km de topographie ont été effectués au total, plusieurs porches d'entrées ont été repérés et explorés, un recensement des espèces animales dans les cavités et les sources karstiques ont permis de découvrir des espèces nouvelles pour le Turkménistan et pour la science. Les premiers éléments de bilan de l'expédition ont été communiqués au cours d'une conférence donnée, sur notre trajet de retour, à l'Institut français d'Ashgabat, en présence de M. Merlin, ambassadeur de France au Turkménistan.

RECHERCHE DE NOUVELLES CAVITÉS

La recherche de nouvelles cavités était un objectif majeur de notre expédition. En 2023, l'accès à la partie « montagne » nous avait été refusé, mais cette année, nous avons l'autorisation de parcourir tout le massif, nous en profitons donc pour prospecter quatre principales zones.

Sur la plaine au pied nord-ouest du massif, le calcaire disparaît sous un recouvrement de gypse. Philippe A. et Xavier ont repéré sur Google Earth des taches sombres évoquant des résurgences. Il s'agit en fait de véritables cénotes dont nous faisons l'inventaire



Reconnais-
sance d'un
porche en
paroi à partir
du plateau.
Cliché
Alexandre
Pont

(position, photographies, topographie sommaire...). Ils présentent une morphologie semblable avec des orifices de forme circulaire dépassant les 20 m de diamètre et des parois très friables constituées essentiellement de galets issus de l'érosion du massif. L'eau occupe toute la surface une vingtaine de mètres plus bas. Depuis le haut, la clarté de l'eau éclairée par les rayons du soleil laisse entrevoir des parois verticales et un vaste puits noyé profond et en cloche. L'un de ces cénotes (Provull) avait été plongé par le Russe E. Voidakov jusqu'à une profondeur de 58 m en 1985. Le reste de nos recherches dans ces zones de gypse est facile sur ces pentes sans végétation. On y trouve des formes karstiques



Recherche
de nouvelles
cavités dans
un canyon.
Cliché Jean-
Marie Briffon



Petite zone de gypse au nord-ouest du massif.
Cliché Jean-Marie Briffon

classiques : alignement d'énormes dolines, puits, fissures, pertes, ainsi que des dépressions jusqu'à 70 m de diamètre résultant de l'effondrement de vastes salles. La prospection est facile, certes, mais avec peu de découvertes. Nous retrouvons des cavités connues des équipes russes, que nous topographions et analysons (minéralogie, biologie...), comme Kaptarhana ou Soouk-Komar. Sur l'extrémité nord-ouest, l'exploration d'un petit massif de gypse permet de découvrir de petits réseaux. Mais la roche, broyée, ne rend pas très engageant le franchissement d'éboulis instables. Le potentiel est par ailleurs réduit du fait de la faible étendue de cette zone.

Un deuxième axe de recherche réside dans l'exploration des nombreux canyons longs parfois de plusieurs dizaines de kilomètres qui descendent de la crête sommitale. Les parois présentent par endroits des points sombres évoquant des porches ou des entrées de grotte. La plupart du temps il ne s'agit que de simples « bulles » sans continuation. Xavier et Gaël, après une escalade délicate, trouvent un réseau de quelques dizaines de mètres. Par ailleurs, deux porches s'ouvrant au milieu d'une paroi verticale de 300 m avaient été repérés en 2023. Une première équipe composée d'Alex, Jean-Philippe et Fredo tente une descente depuis le bord du plateau, mais ne pouvant deviner la position des porches, elle se retrouve trop à l'est. Quelques jours plus tard, Gaël atteint en solo les ouvertures : rien ! Apparemment, sur ce secteur, les canyons ne recoupent pas d'anciens réseaux.

Une autre zone de recherche se situe sur l'extrémité sud-ouest du massif, dans le camp militaire, dans les canyons autour des cavités concrétionnées. L'équipe se heurte aux mêmes difficultés que sur le reste du massif, aggravées par le fait que le temps de présence quotidien efficace est limité à six heures. Pourtant ici, des réseaux existent. En dehors des cavités majeures connues que nous avons documentées, les équipes russes en ont listé une vingtaine de moins de 500 m de développement. Elles restent introuvables et les gardes du camp ne semblent pas les connaître. Les



Canyon de Geophysicheskaya. Cliché Jean-Marie Briffon

Antécime du mont Aýrybaba où les calcaires affleurent. Cliché Jean-Paul Hérel



entrées des réseaux connus sont étroites et souvent invisibles. À l'époque, l'accès aux galeries avait nécessité une longue désobstruction, comme à Tush-Yurruck, voire le creusement de véritables galeries de mines. Cet aménagement était motivé par l'exploitation commerciale des coulées de calcite rubanée, appelée à tort « onyx » par les mineurs. Comment trouver d'autres entrées sans l'aide des habitants qui à l'époque ont découvert ces réseaux ?

Enfin, le dernier objectif est la recherche des entrées en altitude. Or, les chauffeurs ne veulent pas s'aventurer très haut sur les pistes de montagne. Lors d'une première tentative, Jean-Marie, Claire et Jean-Pierre, partis de 1100 m, atteignent un immense plateau incliné recouvert de pelouse mais n'observent aucune trace de phénomène karstique. Le calcaire est bien là, rarement visible, car presque toujours recouvert de 50 cm de sol. Ils poursuivent et parviennent enfin à 2100 m d'altitude au pied d'un escarpement plus minéral, mais il est déjà l'heure de redescendre.

Quelques jours plus tard, Jean-Marie, Claire, Jean-Paul, Gaël et Fredo font une nouvelle tentative. Ils atteignent une antécime à 2400 m qui donne un aperçu de la zone sommitale. Le paysage y est purement minéral : pierriers, parois verticales, canyons confluents. À l'est, le sommet enneigé de l'Aýrybaba domine, 700 m plus haut. La zone qui l'entoure semble propice pour recéler un gouffre important, par rapport à l'inclinaison idéale des strates sans fractures. Sur la carte russe, une grotte est pointée : elle est située à 700 m de distance et 150 m de dénivelé. L'équipe tente de l'atteindre, mais

	Développement	Profondeur
Hanaka	196 m	39 m
Karabulak Gypsum Collapses	63 m	20 m
Suwly-Oyuk	44 m	20 m
Soouk-Komar	658 m	39 m
Kaptarhana	727 m	35 m
New collapse 2022	71 m	38 m
Russes-CA	63 m	5 m
Grotte des chauves-souris	93 m	18 m
Petit Général	8 m	1 m
Grotte des Chèvres	22 m	3 m
Gap-Gotan (partiel, manque env. 46 km)	4 065 m	193 m
Geophysicheskaya	3 879 m	72 m
Hashim-Oyuk	5 435 m	158 m
Tush-Yurruck	3 623 m	52 m
Vertikalnaya	545 m	72 m
Total	19 491 m	

Tableau 1 :
 Développement
 des cavités
 topographiées.

Figure 4 :
 Report des cavités
 topographiées
 de la zone sud
 du massif.

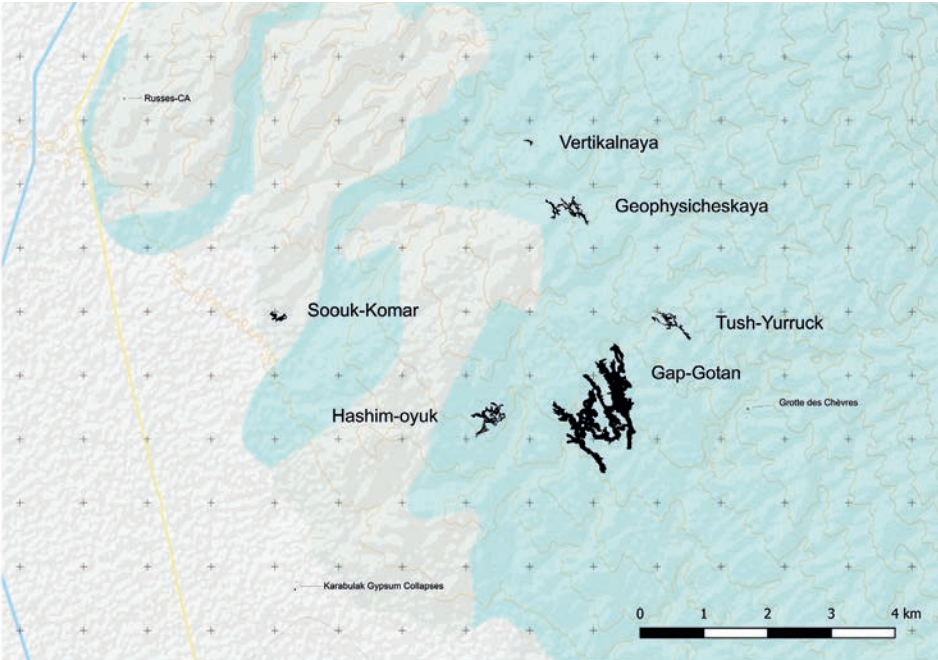
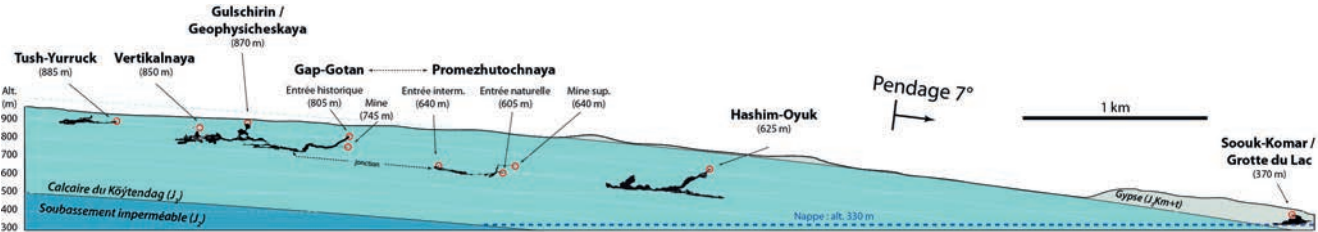


Figure 5: Profil de la partie
 sud-est du massif du
 Köýtendag avec projection
 des principales cavités (réalisé
 par Philippe Audra).



hélas, après cinq minutes de marche, un canyon aux parois verticales d'une centaine de mètres de profondeur coupe la progression. Le contourner prendrait plusieurs heures. Il faut abandonner ! À la jumelle, Gaël repère enfin des entrées plus en hauteur dans la paroi opposée. Frustration !

LA TOPOGRAPHIE

La topographie a été un des volets principaux de l'expédition avec une équipe importante composée de Jean Paul, Alexandre, Jean-Pierre, Bernard, Jean-Philippe, Jean-Marie, Xavier, Jo et Philippe A. En effet, s'il existait déjà des topographies des principaux réseaux faites par les spéléologues russes dans les années 1980, celles-ci n'étaient pas disponibles dans des formats détaillés (elles sont en version papier). Par ailleurs, les techniques ont beaucoup évolué : elles sont désormais réalisées au DistoX à visée laser avec récupération des données sur téléphone (Topodroid). Puis, les calculs et les dessins sont faits sur ordinateur avec les logiciels Therion ou Topo Calc'R.

Forts de leur expérience antérieure, les chefs topographes avaient parfaitement organisé les levés, afin de s'y retrouver lors de la fusion des données successives : des stations numérotées préalablement aux points carrefours, les stations de parcours étant simplement matérialisées par un petit cairn avec un

point rouge, et les « culs-de-sac » déjà topographiés avec une croix rouge. Trois personnes composaient généralement une équipe topographie : une aux notes, une à la mesure au DistoX, et une dernière dans le rôle d'éclaireur, appelé « lapins », qui courait devant pour repérer passages, carrefours et stations idoines. Bref, une véritable organisation militaire, sans faille possible, qui a été une seule fois mise à mal quand l'un des « lapins » s'est retrouvé devant des croix rouges partout, un équipier ayant mal compris les consignes.

Au final, un gros travail a été effectué : il y a eu jusqu'à cinq équipes par jour dédiées à la topographie. Elles ont visité 15 cavités et levé environ 19 km de topographie, ce qui représente 8 571 stations topographiques. Bien que la première au sens strict soit limitée, les chasseurs de calcite et les expéditions russes dans les années 1990 ayant été des explorateurs efficaces, toutes ces topographies permettent d'avoir une vision globale des réseaux connus à ce jour et d'orienter les futures recherches.

Le tableau page précédente (tableau 1) récapitule la spéléométrie des cavités topographiées. Elles sont reportées sur le plan de la figure 4. Le profil de la partie sud-est du Köytendag avec projection des principales cavités (figure 5) montre qu'elles s'organisent en niveaux horizontaux étagés sur 350 m de dénivelé, actuellement « fossiles » et perchées plusieurs centaines de mètres au-dessus de la nappe.

Photogrammétrie de Geophysicheskaya

En parallèle du travail de topographie, la grotte de Geophysicheskaya (à la fois la plus préservée et esthétique des cavités du secteur) a fait l'objet d'une opération de modélisation 3d par photogrammétrie. L'objectif était de numériser tout ou partie de la cavité afin d'en enregistrer précisément sa géométrie, servant ainsi de base de travail pour les karstologues (étude de la structuration des galeries, indices sur la spéléogénèse, zonation des morphologies de parois et des concrétionnements de gypse...) mais aussi de pouvoir plus tard proposer une vision immersive de cette grotte exceptionnelle en complément des photographies.

Pour cette mission, Gaël (thésard à Géosciences Montpellier et Cenote) équipé d'un projecteur LED puissant et d'une paire de caméras de type GoPro a pu parcourir en long, en large et en travers les galeries de Geophysicheskaya pendant quatre journées. L'acquisition et la position des photographies sont ainsi dépendantes du trajet parcouru dans les galeries, planifié pour éviter les zones d'ombre et maximiser le recouvrement d'images, essentiel à la précision du modèle final. À l'extrême opposé de l'approche des photographes (les porteurs de flashes se reconnaîtront...), la captation photogrammétrique vise plutôt à générer un maximum d'images, plates et peu esthétiques, en un minimum de temps passé sous terre. Plus de 50 000 clichés couvrant plus de 1,3 km de galeries avec des angles de vues variés (sols, plafonds, blocs, parois, concrétions...) ont été ramenés pour constituer la base du calcul photogrammétrique ultérieur.

Le traitement des images a ensuite permis de générer une enveloppe 3D finale qui a pu être géoréférencée en utilisant les repères topographiques préexistants laissés par l'équipe topographie, garantissant ainsi son bon positionnement dans l'espace et sa précision.

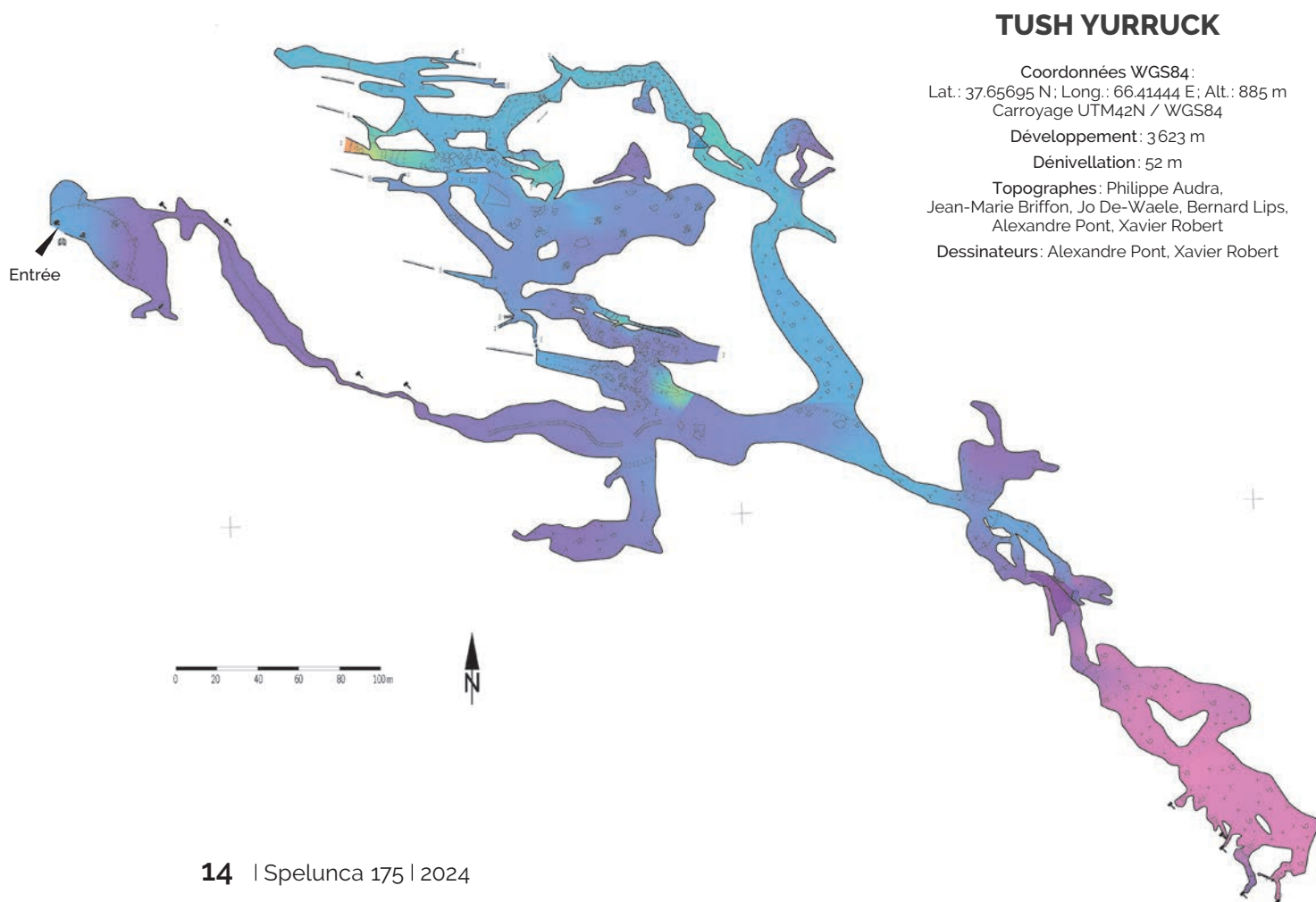
Même si le travail sur les modèles 3D est toujours en cours, les résultats obtenus ont permis de valider la viabilité de la photogrammétrie pour des projets de numérisation de grande envergure et offre ainsi une bonne alternative à la lasergrammétrie lorsque le temps alloué sous terre est un facteur limitant.



Gaël en train de scanner la grande salle de Geophysicheskaya. Cliché Philippe Crochet



https://www.youtube.com/watch?v=198CEYpp5K8&ab_channel=cenote



GULSHIRIN (GEOPHYSICHESKAYA)

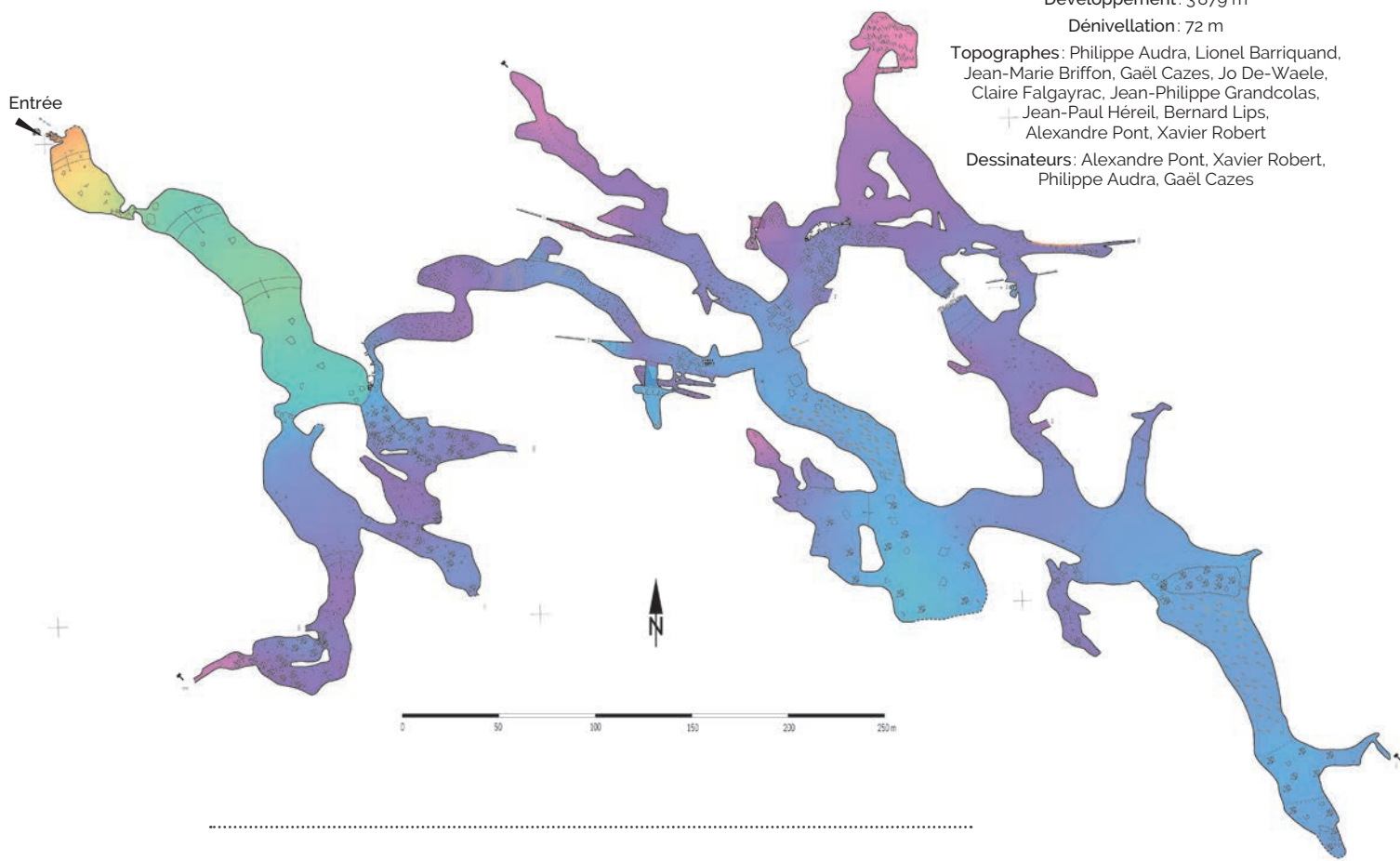
Coordonnées WGS84:
Lat.: 37.673152 N; Long.: 66.394767 E; Alt.: 856 m
Carroyage UTM42N / WGS84

Développement: 3879 m

Dénivellation: 72 m

Topographes: Philippe Audra, Lionel Barriquand,
Jean-Marie Briffon, Gaël Cazes, Jo De-Waele,
Claire Falgayrac, Jean-Philippe Grandcolas,
Jean-Paul Héreil, Bernard Lips,
Alexandre Pont, Xavier Robert

Dessinateurs: Alexandre Pont, Xavier Robert,
Philippe Audra, Gaël Cazes



VERTICALNAYA

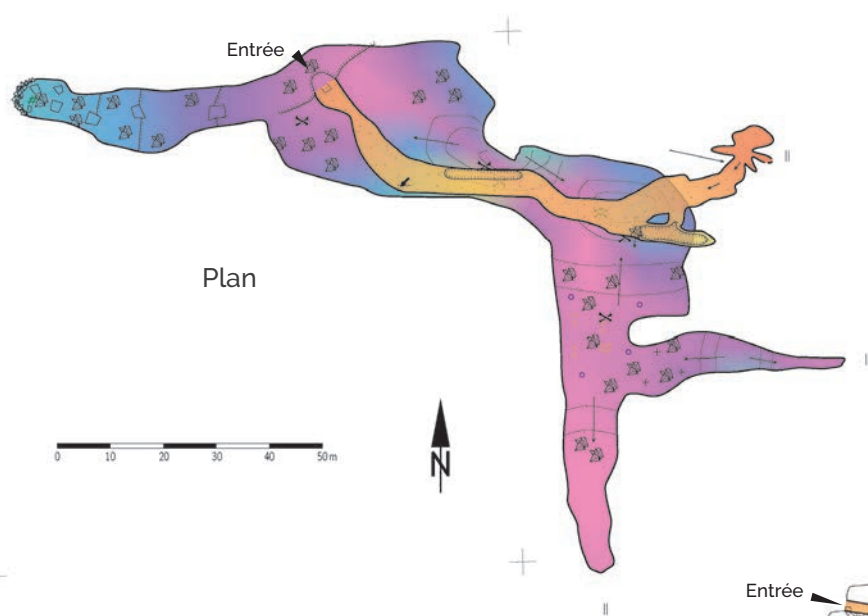
Coordonnées WGS84:
Lat.: 37.6817 N; Long.: 66.3914 E; Alt.: 850 m
Carroyage UTM42N / WGS84

Développement: 545 m

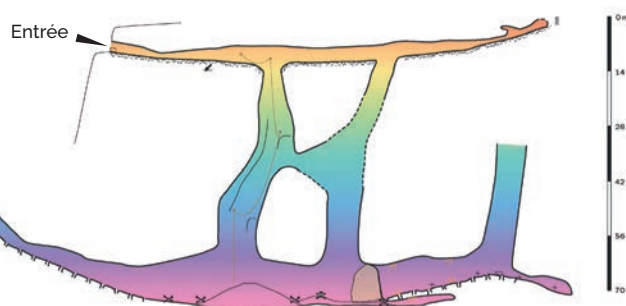
Dénivellation: 72 m

Topographes: Philippe Audra,
Jean-Marie Briffon, Jean-Philippe Grandcolas,
Alexandre Pont

Dessinateur: Alexandre Pont



Section longitudinale développée



BIOLOGIE SOUTERRAINE DU KÖYTENDAG

Bien que le domaine souterrain soit une partie très importante de la biodiversité, force est de constater actuellement que celle-ci est encore trop souvent omise des études. Pourtant, il a été montré que ce domaine est habité par des espèces animales classées comme reliques climatiques, capables de survivre à des millions d'années de changements climatiques à l'échelle du globe, et pouvant survivre à une désertification ainsi qu'à des fluctuations de salinité de l'eau.

L'étude de la faune souterraine du Köýtendag a débuté en 1963 par les équipes russes [Birstein & Ljovushkin, 1967]. De 2013 à 2015, un vaste programme de recherche sur la faune du Turkménistan a été mené dans le cadre du Mémorandum d'accord entre le ministère turkmène de l'Agriculture et de la protection de l'Environnement et la Société royale pour la protection des oiseaux (Royaume-Uni) dans le cadre du projet « Amélioration de la situation des oiseaux et des autres espèces de la biodiversité au Turkménistan ». Les auteurs précisait que la connaissance de la faune souterraine du Köýtendag demeurait très limitée et seules 26 espèces d'invertébrés étaient publiées. La faune déterminée par l'équipe provenait de six cavités et



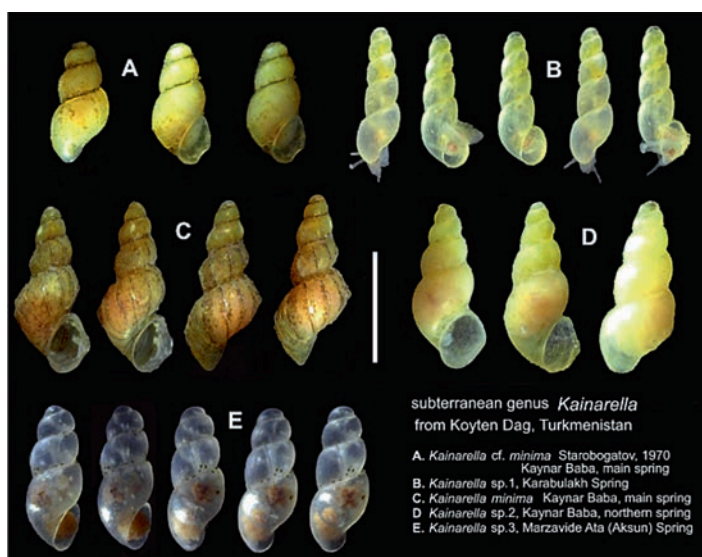
Isopode
aquatique,
*Stenasellus
asiaticus*, dans
la source de
Gaynar Baba
(taille : 1 cm).

Pseudoscorpion
(avec ses œufs)
dans le guano
de Kaptarhana
(taille : 4 mm).
Clichés Josiane Lips



← Figure 6 :
Répartition
des spécimens
collectés.

↓ Espèces du
gastéropode
stygie du genre
Kainarella
collectées
lors de
l'expédition
de 2024.



subterranean genus *Kainarella*
from Koyten Dag, Turkmenistan

A. *Kainarella* cf. *minima* Starobogatov, 1970
Kaynar Baba, main spring
B. *Kainarella* sp.1, Karabulakh Spring
C. *Kainarella minima* Kaynar Baba, main spring
D. *Kainarella* sp.2, Kaynar Baba, northern spring
E. *Kainarella* sp.3, Marzavide Ata (Aksun) Spring

quatre anciennes mines. L'étude portait principalement sur la faune aquatique (diverses sources ont également été échantillonnées) mais la faune terrestre avait également été étudiée. Cela a confirmé la présence des espèces déjà citées, en augmentant bien souvent leur aire de répartition, et a permis de collecter d'autres espèces, en particulier deux nouvelles pour la science de *Gammarus* (dont l'une est un troglobie évolué) et trois de coléoptères nouveaux pour la région ainsi que des collembolés et des araignées. L'équipe a également collecté le premier troglobie terrestre du Turkménistan : un diploure, *Turkmenocampa mirabilis*, nouveau pour la science et premier diploure d'Asie centrale.

En 2023, Josiane Lips était la seule biologiste de l'expédition. Elle s'est essentiellement consacrée à la faune souterraine terrestre. En 2024, Josef Grego, spécialiste slovaque des mollusques, faisait également partie de l'équipe. Ils ont étudié la faune terrestre et aquatique des cavités et des sources. Lors des deux expéditions, huit cavités, quatre anciennes mines et une dizaine de sources ont été échantillonnées.

La faune s'est avérée très différente d'une cavité à l'autre, aussi bien du point de vue de la quantité (de spécimens ou d'espèces) que de la composition. Cependant, globalement, la faune souterraine a été relativement pauvre, comme souvent en Asie centrale. Le fait que les cavités soient pour la plupart très sèches doit contribuer à cette pauvreté. Toutefois l'équipe de biologistes a recensé environ 150 espèces d'invertébrés terrestres dans les cavités. Les déterminations précises demandent beaucoup de temps d'observation et sont toujours en cours. Ils ont pour le moment simplement classé les spécimens en morpho-espèces. À partir de ce premier tri, il est possible d'affirmer que nombre d'espèces récoltées sont nouvelles pour le Turkménistan

et que plusieurs (probablement de l'ordre d'une dizaine) seraient nouvelles pour la science.

La faune des sources s'est également révélée très intéressante. Josiane et Josef ont retrouvé la plupart des espèces citées dans la littérature, mais ils ont également collecté beaucoup d'espèces nouvelles, aussi bien des gastéropodes que des crustacés. La faune souterraine d'eau douce (stygofaune) de la région du Köýtendag héberge plusieurs reliques d'espèces de gastéropodes et de crustacés de l'ancien lac saumâtre Paratéthys (plus de 4 000 km de long) et leur étude moléculaire en cours pourrait apporter des informations très importantes sur la formation du bassin tadjik et de la mer Caspienne.

L'expédition de 2023 avait eu lieu en mai alors que celle de 2024 a eu lieu en avril. Les conditions climatiques étaient différentes, avec plus de fraîcheur et d'humidité en 2024, ainsi que plus de neige sur les parties sommitales du massif. De ce fait, la faune des cavités s'est avérée très différente d'une expédition à l'autre, et ce pour les mêmes cavités. Certaines espèces très communes en 2023 étaient absentes en 2024, en particulier concernant la communauté du guano dans la grotte de Kaptarhana ou les diplopodes de la grotte de Gulschirin. Et, inversement, des groupes absents en 2023 (les isopodes par exemple) étaient représentés dans beaucoup de cavités et par diverses espèces en 2024. Cela met peut-être en évidence une saisonnalité dans la faune cavernicole.

RELATIONS ENTRE KARST ET MAMMIFÈRES DANS LE MASSIF DU KÖYTENDAG

De nombreuses espèces de mammifères, autres que les chiroptères, utilisent ou fréquentent les grottes. Ces fréquentations sont plus ou moins longues dans le temps et répondent à des besoins spécifiques propres à l'éthologie de chaque espèce (hibernation, mise bas, recherche de charognes). Les fréquentations actuelles sont peu connues et mal documentées. Leur impact sur les grottes, l'organisation des activités dans celles-ci, et les co-fréquentations de différentes espèces sont très peu étudiées. Quelles traces laissent-elles ? Pourtant, ces questions sont posées régulièrement par les paléontologues lors d'études des gisements préhistoriques conservés dans le karst, et les rapprochements avec l'actuel ne sont pas nécessairement effectués par manque d'observations quantifiées.

Par ailleurs, des animaux sont régulièrement piégés dans le karst lorsqu'ils tombent et meurent dans des gouffres et des puits. Quelquefois, les puits livrent également des ossements humains. La question se pose alors sur l'origine de cette présence : chute involontaire, enfouissement des morts, assassinat, voire sacrifice ?

Enfin d'autres ossements peuvent être introduits dans le karst par un transport par l'eau ou par d'autres animaux pour leur propre consommation.

Le massif du Köýtendag constitue une aire géographique où 43 espèces de mammifères ont été enregistrées depuis 1995 [Georgiev et *al.*, 2019].

Parmi elles, se trouvent de grands herbivores : le markhor (*Capra falconeri*), l'urial (*Ovis orientalis*) et la gazelle à goitre (*Gazella subgutturosa*) ; de petits et grands carnivores : l'ours brun (*Ursus arctos*), le léopard (*Panthera pardus*), le lynx d'Eurasie (*Lynx lynx*), le loup gris (*Canis lupus*), le renard roux (*Vulpes vulpes*), le chat sauvage d'Asie (*Felis lybica*), la fouine (*Martes foina*), le blaireau européen (*Meles meles*), un grand rongeur, le porc-épic à crête indien (*Hystrix indica*), et un lagomorphe, le lièvre de Tolai (*Lepus tolai*). La hyène rayée (*Hyaena hyaena*) est également connue



L'homme est aussi présent dans le karst, comme le montre cette momie humaine au fond du puits de Vertikalnaya. De quand date-t-elle, pourquoi est-elle là (chute, sacrifice, assassinat, ou simple corps jeté ?). Cliché Jean-Marie Briffon



Grotte de Tush-Yurruk, piste de porc-épic, empreintes et traces laissées par les pincesaux. Cliché Lionel Barriquand

au Turkménistan, même si elle n'a pas été observée au Köýtendag depuis près de 30 ans.

Les relations entre les grottes et la faune du Köýtendag n'ont jamais été abordées. L'expédition de 2024 a permis une première approche de ces aspects et plusieurs sites permettent d'illustrer ces différentes relations. Ainsi les effondrements se produisant dans le gypse offrent des habitats de tailles modestes pour certains animaux. Vertikalnaya constitue un piège pour d'autres. Des ossements ont été transportés par l'eau dans Mumiyskaya. Enfin la grotte de Tush-Yurruk s'avère être un site exceptionnel où cohabitent différentes espèces: hyène, porc-épic, et aussi d'autres grands carnivores. Leur présence est marquée par de nombreuses bauges de formes et tailles différentes, des bioglyphes (polis, empreintes, griffades) et également de nombreuses fèces conservées du fait des conditions très sèches.

LA DOCUMENTATION PHOTOGRAPHIQUE DES CAVITÉS

La documentation photographique est un volet essentiel d'une expédition, hélas trop souvent négligé, car il permet de valoriser celle-ci, notamment pour la communication (comptes rendus, articles, demandes de sponsors). Par ailleurs, dans le cas de cette expédition, cet aspect a été mis en avant pour obtenir les autorisations des autorités locales qui y ont été très sensibles car elles ont vu là un moyen de mettre en valeur la richesse de leur patrimoine. La recherche bibliographique n'avait permis d'identifier que quelques photographies en noir et blanc datant des explorations russes il y a plus de 40 ans, et certaines plus récentes réalisées par Rémy Wenger lors d'une petite expédition « non officielle » dans les années 1990, et de Maltsev. La grotte de Gulschirin (Geophysicheskaya) n'avait pratiquement pas été documentée (sauf par Maltsev).

L'homme et le karst du Köýtendag

L'homme entretient aussi des relations particulières avec le karst. Ainsi, parmi les sources se trouvant à l'ouest de Köýtén, l'une d'elles a un statut spécifique car elle est utilisée uniquement à des fins médicales: la grotte de Kyrk Gyz (ou grotte des Quarante Vierges), un des grands sites touristiques du Köýtendag. Selon la légende locale, *à proximité de la cavité se trouvait un village paisible où les gens étaient travailleurs. Lors de l'arrivée de bandits, quarante vierges se seraient réfugiées dans cette grotte pour éviter d'être violées et assassinées. Là, elles auraient été nourries par une mystérieuse vieille femme (qui serait enterrée là). Lorsque les bandits les ont découvertes, les dieux ont montré aux femmes un moyen de s'échapper dans la grotte ou alors elles ont été transformées en anges selon les versions. Depuis, des gouttes s'écoulent de la montagne et reçoivent les larmes des vierges.* On y vient aujourd'hui en famille et la tradition veut que si l'on arrive à accrocher au plafond une languette de tissu à l'aide d'une boulette d'argile, le vœu que l'on fait se réalisera. Cette histoire pourrait avoir pour origine un culte très ancien. En effet, le Köýtendag est une région ayant appartenu à l'ancienne Margiane, satrapie de la

Perse. Elle connaît des établissements humains importants dès l'Âge du Bronze et l'on y pratique des rites pré-zoroastriens. La région est ensuite incluse dans l'empire perse dès la fin du VII^e siècle avant notre ère, puis macédonien après la conquête d'Alexandre le Grand. Ensuite, suivent les empires parthe et sassanide et un retour dans le monde perse. À la même époque, une religion atteint son apogée: le zoroastrisme. L'eau, la terre, le feu et l'air y sont des éléments vénérés car ils correspondent aux quatre éléments de la force créatrice du monde. Au milieu du VII^e siècle après le début de notre ère, l'Islam se développe et la plupart des Perses se convertissent. Un fort syncrétisme permet cependant l'intégration des religions antérieures. De fait, des communautés zoroastriennes et pré-zoroastriennes perdurent car la conversion vers l'Islam n'est pas obligatoire. Aujourd'hui, nombre des sanctuaires zoroastriens sont associés à des personnages engloutis ou protégés par différents sites [Vivier-Muresan, 2007], sans que nous ne sachions les nommer. Les pèlerinages, généralement collectifs, s'y déroulent tout au long de l'année, et s'accompagnent du partage d'un repas. Les sanctuaires zoroastriens correspondent avant tout à un site, plutôt qu'aux personnages associés, comme c'est le cas ici. La notion de pureté est également au cœur de cette religion. Comme pour la religion zoroastrienne, ce sont des figures pures et un « miracle » qui sont associées à ce sanctuaire qui a vraisemblablement son origine dans ces croyances.



Grotte de Kyrk Gyz (ou des 40 Vierges). Les parois et les plafonds de la cavité sont recouverts par des milliers de rubans de tissu. Cliché Philippe Crochet

C'était donc un beau défi qui attendait Philippe C. et Annie qui se sont entièrement consacrés à ce volet de l'expédition. Ils ont été aidés par des membres d'autres équipes, si bien qu'ils ont pu travailler à trois ou quatre, ce qui est une configuration optimale.

Ils se sont principalement attachés à documenter Gulschirin (Geophysicheskaya) qui est une cavité exceptionnelle. Sachant que le temps dans le pays et les heures quotidiennes étaient comptés, il fallait d'une part produire des images propres à en dévoiler la beauté, et d'autre part s'efforcer de couvrir la totalité de la cavité. L'objectif principal était bien évidemment l'illustration avec des éclairages mettant bien en valeur les sujets. Dans ce contexte, il n'y avait pas de place pour une recherche artistique qui aurait par ailleurs été superflue étant donné la beauté naturelle des sujets. Les photographies ont été réalisées uniquement avec des

flashes électroniques de différentes puissances (Yongnuo 560III, Godox AD300 et Godox AD600). Au total, treize journées ont été consacrées à la photographie, avec huit sorties à Gulschirin (Geophysicheskaya) (même si les possibilités d'y faire de belles images sont infinies), trois à Hashim-Oyuk, une à Promezhutochnaya et une à Kaptarhana, avec en moyenne une dizaine de clichés par sortie.

À l'issue de l'expédition, les photographies ont été remises gracieusement aux autorités turkmènes qui pourront les utiliser pour appuyer une demande de classement UNESCO, projet de longue date encore non abouti à ce jour. Nous espérons qu'elles pourront, d'une part, également les motiver pour fournir plus facilement aux expéditions futures les autorisations nécessaires pour la recherche de cavités sur le plateau, d'autre part, les inciter à protéger les cavités.

Des grottes exceptionnelles... mais certaines polluées et dégradées !

En deux semaines de spéléologie, Jo a eu la chance de visiter (et d'étudier) cinq grottes dans la zone militaire (frontalière) : Hashim-Oyuk (Hoshimiyuk), Gulschirin (Geophysicheskaya), Promezhutochnaya (Promeshutochnaya), Gap-Gotan (Cupp-Coutun) et Tush-Yurruck. Ce sont toutes des grottes découvertes et explorées avant l'effondrement de l'Union soviétique et la fondation de la République présidentielle du Turkménistan. À cette époque, l'exploration des grottes était principalement organisée par les spéléologues de Moscou, utilisant des frontales à piles et un équipement de spéléologie rudimentaire. La beauté et la richesse minéralogique des grottes ont malheureusement également attiré de nombreux collectionneurs de minéraux. Les principaux objectifs de ces opérations « minières » étaient les coulées de calcite stratifiées (appelés de manière erronée « onyx ») et les stalagmites de gypse creuses (utilisées comme lampes). Les grottes les plus accessibles, et donc les plus vulnérables, furent la proie des collecteurs de minéraux, qui en ont endommagé certaines belles parties (Hashim-Oyuk, Promezhutochnaya, Gap-Gotan et Tush-Yurruck). Pour faciliter l'exploitation minière, des tunnels ont été creusés (Promezhutochnaya et Gap-Gotan). Des installations minières abandonnées sont encore visibles aux entrées artificielles. D'anciens outils et équipements miniers peuvent être vus le long des sentiers (Hashim-Oyuk). Des passages étroits ont été artificiellement agrandis sur des centaines de mètres (Tush-Yurruck). Heureusement, Gulschirin a été épargnée des ravages, car sa découverte a eu lieu quelques années seulement avant l'indépendance du Turkménistan, donc l'exploitation minière n'a jamais commencé dans cette grotte.

Visiter Gulschirin permet de comprendre à quel point les autres grottes devaient être belles avant leur exploitation !

Lors de ses visites, Jo a remarqué de nombreuses piles usagées de différents types, des bouteilles en verre de 75 cl vides, du ruban de cassettes audio (utilisé pour baliser le chemin souterrain), des canettes et des boîtes de conserve vides, des bouteilles en plastique et des outils en fer (marteaux, burins, etc.), il a donc commencé à remplir son kit de déchets « russes ». La plupart de ces objets datent des années 1970-80, comme l'attestent les emballages portant des dates de péremption. Ils ont été laissés par les mineurs, les collecteurs de minéraux et aussi, et c'est triste à écrire, les spéléologues. Surtout à Promezhutochnaya et Gap-Gotan, de gros tas d'ordures ont été découverts à proximité des bivouacs souterrains. Au final, lors de ses douze sorties spéléologiques, Jo a réussi à sortir des grottes environ 75 kg de déchets, soit plus ou moins son propre poids ! Comme il ne pouvait pas enlever tous les déchets, il a évacué de préférence les piles (25 kg), le verre (23 kg), les outils en fer (17 kg), les boîtes de conserve (3,5 kg) et plus de 5 kg de déchets mélangés (y compris des Tampax !). Malheureusement, le ménage n'est pas tout à fait terminé, et il restera à effacer les trop nombreux tags, notamment dans

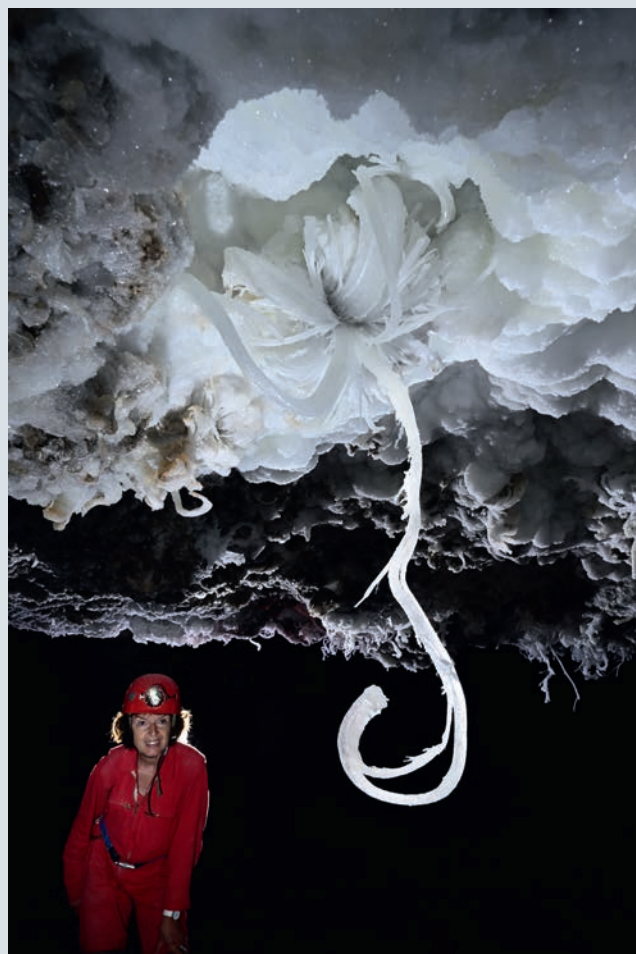


Jo De Waele devant les déchets qu'il a ramenés du fond des cavités explorées. Cliché Philippe Crochet

Festival de gypse

Clichés Philippe Crochet

Les photographies des quatre pages suivantes ont été prises à la grotte de Geophysicheskaya, à l'exception des deux du haut de la page 21 prises à Hashim-Oyuk. Geophysicheskaya est un paradis pour le photographe qui ne sait où donner de l'objectif: grandes salles immaculées pareilles à des paysages de neige, chandeliers aux griffes monumentales, fine chevelure d'aiguilles tapissant le sol... Et quand on se lasse du blanc, il y a aussi du rouge ou du jaune. La grotte d'Hashim-Oyuk est caractérisée par ses concrétions de gypse creuses qui peuvent être très surprenantes.









PERSPECTIVES

L'étude du karst et des grottes du Köýtendag au Turkménistan prendra sûrement encore plusieurs années. Un éventuel dépôt de dossier auprès de l'UNESCO pour classer ce massif nécessitera des études complémentaires en karstologie et biospéléologie ainsi qu'une documentation plus approfondie des cavités en incluant les zones transfrontalières protégées côté ouzbèke.

Les perspectives pour les prochaines expéditions seraient ainsi les suivantes :

- Reconnaître en altitude diverses zones du massif du Köýtendag, pour rechercher de nouvelles cavités et comprendre la géologie et l'hydrogéologie de ce secteur. Les canyons peuvent également recouper des réseaux majeurs, mais leur exploration peut s'avérer longue et difficile. Toutefois, sur plusieurs années, il est possible d'envisager une exploration méthodique du fond et des parois de ces innombrables canyons (plus de 200), s'étageant sur plus de 2500 m de dénivelé.

- Poursuivre les études de biospéléologie effectuées en 2023 et 2024 en les étendant aux zones de plus haute altitude. En effet, la température y étant sensiblement plus fraîche, la faune pourrait y être très différente. Il a en effet été constaté une nette différence entre la faune des anciennes mines situées vers 1200 m d'altitude et celle des cavités situées entre 600 et 800 m d'altitude, sans pouvoir trancher entre influence de l'altitude ou du contexte géologique. Seule la poursuite de ces études biospéléologiques pourra apporter des éléments de réponse.

- Poursuivre le travail de topographie des cavités existantes, même mineures, qui n'ont pas pu être explorées en 2024, afin d'obtenir un recensement exhaustif des grottes du Köýtendag. Ces données topographiques seraient stockées dans une base de données et mises à disposition dans un format ouvert.

- Poursuivre les études commencées en 2024 sur les traces laissées dans les grottes par les grands mammifères.

- Organiser des plongées souterraines dans les dépressions constituant des regards sur la zone noyée du karst afin de comprendre l'organisation et le fonctionnement de l'aquifère du gypse du Köýtendag. Une reconnaissance en spéléo-plongée est envisageable d'un point de vue technique.

- L'espoir de trouver des gouffres profonds passe par la possibilité de monter un camp sur le plateau à 2400 m d'altitude et également de parcourir la crête au-dessus des falaises ouzbèkes. Ceci ne présente pas de problèmes techniques mais nécessite des autorisations spécifiques. Par ailleurs, l'aide des populations locales (et des gardes pour la partie militaire) pourrait augmenter les chances de trouver de nouvelles cavités. Il faut noter que le Köýtendag est un massif similaire à ceux situés plus au nord-est en Ouzbékistan (Hodja Gur Gur Ata et Chul Bair). Là, les entrées des cavités sont en falaise sous la crête sommitale. Les grottes de Vichnechsky et Dark Star atteignent respectivement des profondeurs de -1131 m, et -939 m, et se développent parallèlement aux canyons, mais aussi bien en dessous.

- Envisager une expédition spéléologique et scientifique au pied des falaises du Köýtendag côté ouzbèke pour étudier ce massif remarquable dans son ensemble.

Grâce à l'importance accordée aux études scientifiques et à la documentation, l'expédition 2024 aura été essentielle pour exhumer des richesses patrimoniales exceptionnelles du Turkménistan qui tombaient dans l'oubli. Les résultats obtenus justifient pleinement de continuer les axes de recherche initiés. En attendant, la priorité devra être donnée à la protection des cavités, ce qui est cohérent avec le projet d'inscription au patrimoine mondial de l'UNESCO envisagé.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement :

- son Excellence Monsieur Maksat Chariev, ambassadeur du Turkménistan en France, pour tout le soutien qu'il a apporté aux expéditions spéléologiques 2023 et 2024;
- le ministère des Affaires étrangères (avec un visa gratuit) et le ministère de la protection de l'Environnement du Turkménistan, pour l'accord donné à la tenue de nos expéditions;
- Monsieur Philippe Merlin, ambassadeur de France au Turkménistan, pour tout le soutien qu'il a apporté aux expéditions spéléologiques dès sa prise de poste en mai 2023;
- Monsieur Romain Gouvernet, directeur de l'Institut français du Turkménistan, pour nous avoir accueillis dans ses locaux et permis de faire une première restitution de notre expédition à la fin de celle-ci à Achgabat;
- Monsieur Shaniyaz Menliev, chef du département scientifique de la réserve du Köýtendag qui nous a accompagnés et guidés dans toutes les grottes et tous les canyons du Köýtendag;
- Monsieur Saparklych Rahmanov, directeur de l'agence Owadan Tourism, ainsi que Madame Dilara Geldiyeva, directrice commerciale, pour leur disponibilité et leur implication constantes dans l'aboutissement du projet.

Bibliographie succincte

- Birstein, J. A. ; Ljovuschkin, S. I. (1964)** : Faune des eaux souterraines saumâtres de l'Asie centrale. - *International Journal of Speleology*, 1, p.307-320. <https://digitalcommons.usf.edu/ijs/vol1/iss3/5>
- Georgiev, K. ; Menliev, S. ; Linnell, J. (2019)** : Mammals. - In : *A report of RSPB-supported scientific research at Köýtendag State Nature Reserve, East Turkmenistan*, compiled by Welch, G., edited by Welch, G. and Stoev, P., p.102-110.
- Maltsev, V. A. (1997)** : Cupp-Coutunn Cave, Turkmenistan. - In : Hill, C. A. & Forti, P. (Eds.): *Cave minerals of the world* (2nd. ed.), p.323-328. National Speleological Society, Huntsville.
- Maltsev, V. A. ; Self, C. A. (1992)** : Cupp-Coutunn cave system, Turkmenistan, Central Asia. - *Proceedings of Bristol University speleological society*, 19, 2, p.117-150. https://www.ubss.org.uk/resources/proceedings/vol19/UBSS_Proc_19_2_117-149.pdf
- Maltsev, V. A. ; Korshunov, V. (1998)** : Geochemistry of Fluorite and Related Features of the Kugitangtou Ridge Caves, Turkmenistan. - *Journal of Cave and Karst Studies*, 60, 3, p.151-155. https://caves.org/wp-content/uploads/Publications/JCKS/v60/cave_60-03-fullr.pdf
- Vivier-Muresan, Anne-Sophie (2007)** : Sanctuaires et sainteté chez les zoroastriens d'Iran. - *Revue de l'Histoire des religions*, 4, p.435-460. <https://doi.org/10.4000/rhr.5371>
- Welch, G. ; Stoev, P. (Eds.) (2019)** : A report of RSPB-supported scientific research at Koytendag State Nature Reserve, East Turkmenistan. - *Pensoft Publishers*, Sofia, 117 p. <https://doi.org/10.3897/ab.e37858>