

# Un rapport sur la recherche scientifique soutenue par la RSPB dans la réserve naturelle d'État de Koytendag, au Turkménistan oriental

<https://ab.pensoft.net/article/37858/>

▼ Geoff Welch<sup>‡</sup>, Pavel Stoev<sup>§</sup>

‡ Société royale pour la protection des oiseaux, Sandy, Royaume-Uni

§ Musée national d'histoire naturelle et éditeurs Pensoft, Sofia, Bulgarie

Auteur correspondant : Pavel Stoev ( [projects@pensoft.net](mailto:projects@pensoft.net) )

© 2019 Geoff Welch, Pavel Stoev.

Il s'agit d'un article en libre accès distribué sous les termes de la [licence Creative Commons Attribution \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), qui permet une utilisation, une distribution et une reproduction sans restriction sur tout support, à condition que l'auteur et la source originaux soient crédités.

Citation : Welch G, Stoev P (2019) Un rapport de recherche scientifique soutenue par la RSPB dans la réserve naturelle d'État de Koytendag, au Turkménistan oriental. Livres avancés. <https://doi.org/10.3897/ab.e37858>

Tous les travaux au Turkménistan détaillés dans ce rapport ont été réalisés dans le cadre du protocole d'accord entre le Ministère de l'agriculture et de la protection de l'environnement du Turkménistan et la Société royale pour la protection des oiseaux, dans le cadre du projet sur « l'amélioration du statut des oiseaux et d'autres biodiversité au Turkménistan ».



Figure 1.

Formation piège photographique. Crédit photo : Jeremy Holden (RSPB).



Figure 2.

Formation à l'observation des oiseaux. Crédit photo : Jeremy Holden (RSPB).



Figure 3.

Équipe d'enquête au gouffre près de Garlyk. Crédit photo : Jeremy Holden (RSPB).



## Introduction

Situé à l'extrême sud-est du Turkménistan, à la frontière internationale avec l'Ouzbékistan et à proximité de la frontière avec l'Afghanistan, Koytendag présente l'un des paysages les plus distinctifs d'Asie centrale - voir les chiffres4et5. La réserve naturelle d'État et les sanctuaires fauniques qui forment le site s'étendent des plaines semi-désertiques chaudes et sèches de la vallée d'Amudarya aux sommets enneigés d'Airy-baba. S'élevant à 3 137 m, c'est la plus haute montagne du Turkménistan. La crête de Koytendag (ancien Kugitang ou Kugitangtaw) est une continuation de la crête de Gissar, elle-même l'extrémité sud-ouest de la chaîne de montagnes Pamir-Alay - une chaîne de montagnes qui s'étend sur plus de 800 km du Pamir au Tien-Shan avec plus de trente-cinq sommets de plus de 5 000 m.



Figure 4.

Localisation de Koytendag. Carte par Atamyrat Veyisov.

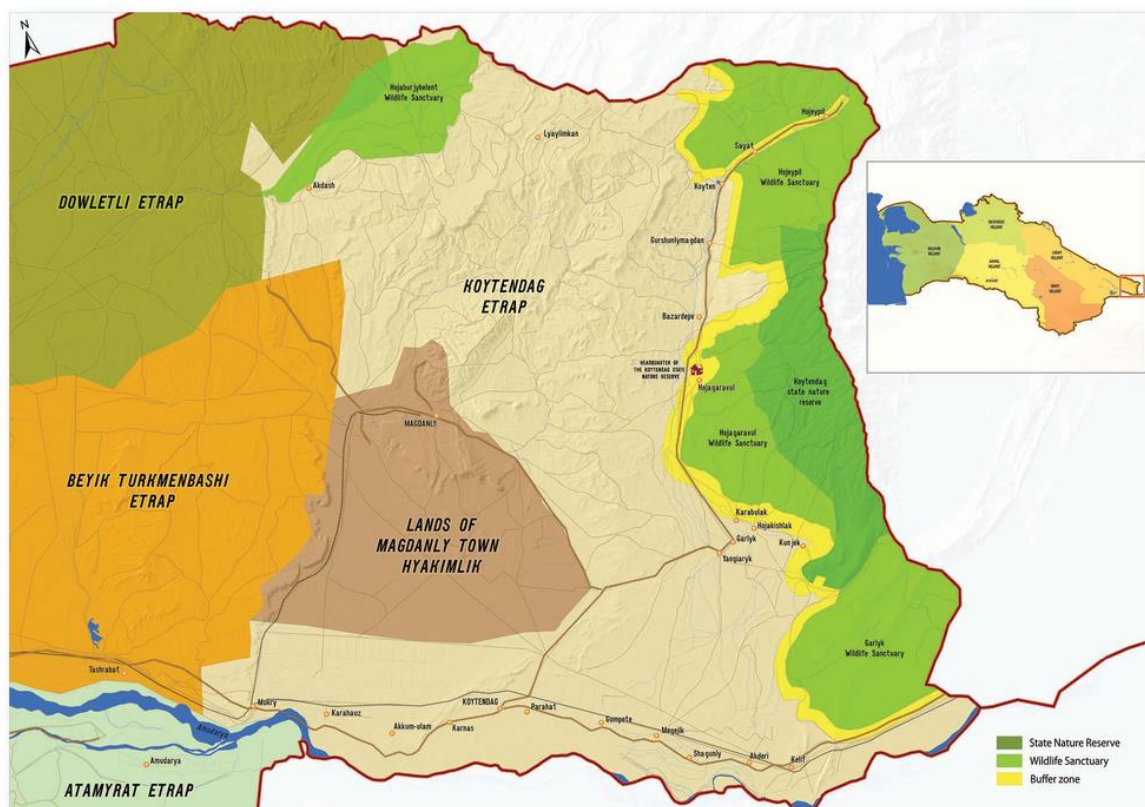


Figure 5.

Limites de Koytendag. Carte par Atamyrat Veyisov.

Basé sur la classification biogéographique d'Udvardy (Udvardy 1975) Koytendag est situé dans le royaume paléarctique, province des hautes terres du Pamir-Tian-Shan, dans une zone de transition entre les montagnes mixtes et les systèmes de hautes terres avec une zonation complexe et des déserts et semi-déserts à hiver froid (continentaux). Le site se trouve à proximité des frontières de trois autres provinces d'Udvardy : le Turanien, les hauts plateaux de l'Hindu Kush et le désert anatolien-iranien et contient des éléments de la flore et de la faune de chacune de ces provinces. Le site est également l'une des 50 zones importantes pour la conservation des oiseaux et de la biodiversité (ZICO) au Turkménistan, avec des communautés d'oiseaux restreintes au biome de trois biomes, et se situe dans l'écorégion WWF Global 200 des forêts de montagne et des steppes d'Asie centrale et dans les montagnes UICN/WWF d'Asie centrale. Centre asiatique de la diversité végétale.

La région de Koytendag est caractérisée par de hautes crêtes montagneuses disséquées par de profonds canyons, dont beaucoup ont plus de 100 m de profondeur. Chaque canyon possède une flore et des caractéristiques distinctes, ce qui confère à la région une grande importance esthétique, scientifique, récréative et touristique. Dans les parties inférieures des pentes occidentales de la crête de Koytendag, le paysage est dominé par des escarpements abrupts et des falaises. Dans la section centrale, il y a une vaste zone de vallées très encaissées et sinueuses bordées par un paysage karstique spectaculaire. L'érosion du calcaire jurassique a créé un complexe de plus de 300 grottes, puits et gouffres, considérés comme l'un des systèmes de grottes les plus importants d'Eurasie. Ces grottes contiennent un éventail extrêmement diversifié de formations géologiques et abritent une faune cavernicole unique.

Les plaines sont dominées par des broussailles basses d'absinthe et des parcelles de tamaris, mais à mesure que l'altitude augmente, elles cèdent la place à des pâturages, de vastes zones boisées de genévriers, avec un riche tapis de tulipes et de primevères au printemps, devenant finalement un rocher alpin, mais tout aussi frappant. Zone avec des coussins bas d'épargne épineuse. Les nombreuses sources et cours d'eau saisonniers fournissent d'importantes parcelles de végétation plus diversifiée et luxuriante - voir les figures 6, 7, 8, 9 et dix.





Figure 6.

Habitat à Koytendag. D'Airy-baba en regardant vers le sud-ouest. Photo : Jeremy Holden (RSPB).



Figure 7.

Habitat à Koytendag. Forêt de genévriers à Maydan. Photo : Jeremy Holden (RSPB).





Figure 8.

Habitat à Koytendag. Rivière Daraydere. Photo : Jeremy Holden (RSPB).



Figure 9.

Habitat à Koytendag. *Gommage d'Artemesia* dans la vallée de Koyten. Photo : Jeremy Holden (RSPB).



Figure 10.

Habitat à Koytendag. Paysage sec de la vallée de Koytendarya. Photo : Jeremy Holden (RSPB).

Tableau 1. [Télécharger au format CSV](#)

Surveillance et recherche annuelles régulières dans la réserve naturelle d'État de Koytendag.

Facteur	Périodicité	Emplacement des enregistrements
<b>Ressources biologiques</b>		
Phénologie	1 à 2 fois/mois au printemps et en été	
Végétaux	Répartition – espèces du Red Data Book uniquement	1 à 2 fois/mois au printemps et en été
Oiseaux (gamme d'espèces limitée à l'heure actuelle)	Espèces, effectifs et répartition générale	1 à 2 fois/mois au printemps, en été et en hiver
Markhor et Urial	Nombre de mâles/femelles/jeunes et répartition générale	L'administration centrale de la réserve naturelle d'État de Koytendag dans le village de Bazardepe et le ministère de l'Agriculture et de la Protection de l'environnement du Turkménistan à Achgabat Printemps et automne (périodes d'enquête de 10 à 15 jours)
Faune - général	Piège photographique en 2013 et 2014	Tout au long de l'année

## Objets géologiques

<b>Etat des monuments naturels géologiques</b>	Évaluation visuelle de l'état	Tout au long de l'année	L'administration centrale de la réserve naturelle d'État de Koytendag dans le village de Bazardepe et le ministère de l'Agriculture et de la Protection de l'environnement du Turkménistan à Achgabat
<b>Grottes</b> (par des spécialistes de l'expédition Koytendag Geology Research)	Température de l'air, humidité et radioactivité à l'extérieur et à l'intérieur des entrées des grottes plus 3-4 points d'échantillonnage au plus profond des grottes	Mensuel	

## Environnement

### Données

<b>météorologiques</b> (de la station météorologique d'Etrap dans la ville de Koytendag)	Température de l'air et du sol, précipitations, vitesse et direction du vent, humidité	Quotidien	L'administration centrale de la réserve naturelle d'État de Koytendag dans le village de Bazardepe et le ministère de l'Agriculture et de la Protection de l'environnement du Turkménistan à Achgabat
<b>Ressources en eau - Général</b>	Dynamique des cours d'eau saisonniers	Saisonnier	
<b>Lac Kaynarbaba et Aksuw</b> (par des spécialistes de l'expédition Koytendag Geology Research)	Température de l'air et de l'eau, et niveaux de radioactivité (U et Ra) et d'hydrogène sulfuré H <sub>2</sub> S	Mensuel	

## Histoire

### Protection

La réserve naturelle d'État de Koytendag et trois sanctuaires de faune - Hojapil, Garlyk et Hojaburjybelent - ont été créés entre 1986 et 1990 pour protéger et préserver l'écosystème de montagne de la région de Koytendag et pour maintenir l'équilibre écologique entre l'environnement et l'augmentation des activités économiques. Ensemble, ils couvraient une superficie de 116 366 ha. La protection d'espèces rares telles que le markhor, d'importants habitats tels que les forêts de pistachiers et de genévriers et les impressionnantes pistes de dinosaures à Hojapil revêtaient une importance particulière. En 1990, la zone sous protection a été portée à 122 377 ha avec la création d'un quatrième sanctuaire de faune, Hojagarvul. En 2014, des révisions mineures ont été apportées aux limites des sanctuaires de faune de Hojapil, Garlyk et Hojagaravul et une zone tampon de 18 112 ha a été ajoutée de sorte qu'actuellement un total de 129,

### Recherche scientifique

Les merveilles naturelles de Koytendag ont été étudiées pendant de nombreuses années, mais une grande partie de la recherche s'est concentrée sur les caractéristiques paléontologiques et géologiques du site, avec pour résultat que de nombreux aspects de la biodiversité du site sont encore relativement mal connus et documentés. En 2012, à l'instigation du président du Turkménistan, Gurbanguly Berdimukhamedov, le gouvernement turkmène a décidé de nommer Koytendag comme premier site naturel du patrimoine mondial de l'UNESCO. La première étape de ce processus a été l'organisation d'une grande expédition scientifique et d'une conférence au printemps 2012. Avec la participation d'experts de plus de 20 pays, cela a été l'occasion de souligner et de faire le point sur l'importance internationale du site. L'un des principaux résultats de cette expédition et de cette conférence a été la signature d'un protocole d'accord (MoU) entre le ministère de la protection de la nature du Turkménistan (aujourd'hui le ministère de l'agriculture et de la protection de l'environnement du Turkménistan) et la RSPB. Dans le cadre de ce protocole d'accord, la RSPB a fourni, et continue de fournir, un soutien technique à Koytendag pour aider à la préparation du dossier de proposition d'inscription au patrimoine mondial, à la production d'un plan de gestion du site à jour, ainsi qu'aux ressources et à la formation du personnel clé de la réserve. Le protocole d'accord couvre également la réserve naturelle d'État de Bathyz dans le sud-est du Turkménistan, qui est un autre site potentiel du patrimoine mondial naturel de l'UNESCO. et continue de fournir un soutien technique à Koytendag pour aider à la préparation du dossier de proposition d'inscription au patrimoine



mondial, à la production d'un plan de gestion du site à jour, ainsi qu'aux ressources et à la formation du personnel clé de la réserve. Le protocole d'accord couvre également la réserve naturelle d'État de Bathyz dans le sud-est du Turkménistan, qui est un autre site potentiel du patrimoine mondial naturel de l'UNESCO.

Coordonnées et financées par la RSPB, trois équipes d'experts internationaux en biodiversité ont visité Koytendag entre 2013 et 2015, ainsi que des visites techniques distinctes pour élaborer le plan de gestion et organiser des cours de formation, et les résultats de ces visites sont présentés dans ce rapport.

En plus de ces enquêtes dédiées, le personnel de la réserve met en place un programme de suivi annuel – voir Tableau 1 – qui couvre des facteurs biologiques, géologiques et environnementaux sélectionnés et fournit une base sur laquelle les études spécialisées peuvent se fonder.

## **Recherche scientifique**

### **1. Hydrogéologie**

*Aleksandr Degtyarev et Mikhail Pereladov*



Figure 11.

Entrée du nouveau lac souterrain (Crédit photo : Mikhail Pereladov).



Si la majorité des recherches s'est concentrée sur la biodiversité du site, des travaux limités ont également été menés sur l'hydrogéologie du site car elle a joué et continue de jouer un rôle clé dans le développement du site ; il abrite une faune troglodytique unique ; et il fournit une ressource essentielle pour les communautés locales.

## 1.1 Contexte

Les traits caractéristiques du régime hydrologique de la crête de Koytendag peuvent être attribués au taux élevé de filtration des précipitations par le sol, à la présence dans la crête montagneuse de plusieurs aquifères et à l'abondance de roche de gypse, qui a formé de grandes cavités souterraines à des degrés divers. d'inondation – voir 1.4 Discussion concernant la nature karstique du site pour plus de détails . Ensemble, ceux-ci ont conduit à la formation de plusieurs centaines de sources d'eau de différents types, notamment des sources, des puits, des gouffres, des lacs de grottes, etc. Outre les différences physiques, les masses d'eau varient en fonction de la composition chimique, de la température, des fluctuations inter/intra-annuelles de volume, etc. Ces variations ont, à leur tour, influencé le développement de différents complexes de faune des cavernes.

## 1.2 Méthodologie

Au total, 13 plans d'eau ont été visités - voir Tableau 2 et chiffre 12 – avec des localisations représentatives de la vallée de la Koytendarya sur toute sa longueur et en coupe transversale. À chaque endroit, des renseignements ont été recueillis sur la température de l'eau, le débit, la composition chimique et la présence de biote.

Tableau 2. [Télécharger au format CSV](#)

Plans d'eau relevés en mai 2015.

Date	Nom du site	Les coordonnées GPS
24/05	Kaptarhana	N37°49.686', E066°24.627'
25/05	Nouvelle grotte près de Hojapil	N37°56.750', E066°39.245'
25/05	Source près du village de Koyten	N37°55.172', E066°29.242'
26/05	Gouffre de Suw Oyuk	N37°35.806', E066°24.322'
27/05	Suw Oyuk et gouffres voisins	N37°35.806', E066°24.322'
28/05	Gulshirin	N37°40.345', E066°23.218'
29/05	Hashim-Oyik	N37°38.545', E066°22.967'
30/05	Galeries de mines de plomb	N37°38.553', E066°22.958'
30/05	Souk-Komar	N37°44.328', E066°21.512'
31/05	Aksay	N37°44.938', E066°23.558'
31/05	Grand gouffre avec de l'air froid	N37°41.368', E066°19.284'
31/05	Grotte d'air froid	N37°41.155', E066°19.159'
31/05	Entrée de la grande grotte souterraine du lac	N37°39.330', E066°20.801'
01/06	Gap-Gotan	N37°38.497', E066°24.428'





En raison des contraintes de temps, de nombreuses sources d'eau telles que celles du côté ouest de la vallée restent inexplorées. De même, il n'a pas été possible de collecter des informations sur les dynamiques hydrogéologiques telles que les fluctuations intra-annuelles et à long terme. Les données de terrain ont été complétées par des informations issues de la littérature. Des recommandations pour les travaux futurs visant à remédier à ces limitations sont données à la section 1.5.

### **1.3 Résultats**

1. Découverte d'une nouvelle cavité avec plusieurs dolines sèches et de l'eau courante près du village de Hojapil. La longueur estimée de la cavité souterraine est d'environ 100 m, avec une profondeur d'environ 25 m.
2. Nouveau gouffre avec lac asséché au fond découvert.
3. Nouvelle grotte avec un lac souterrain – voir figure13- découvert. La superficie du lac est estimée à 4 400 m<sup>2</sup>, ce qui en fait le plus grand lac souterrain non seulement du Turkménistan mais aussi de tout le territoire de l'ex-URSS. Bien qu'aucun biote n'ait encore été trouvé dans le lac, les études devraient se poursuivre.

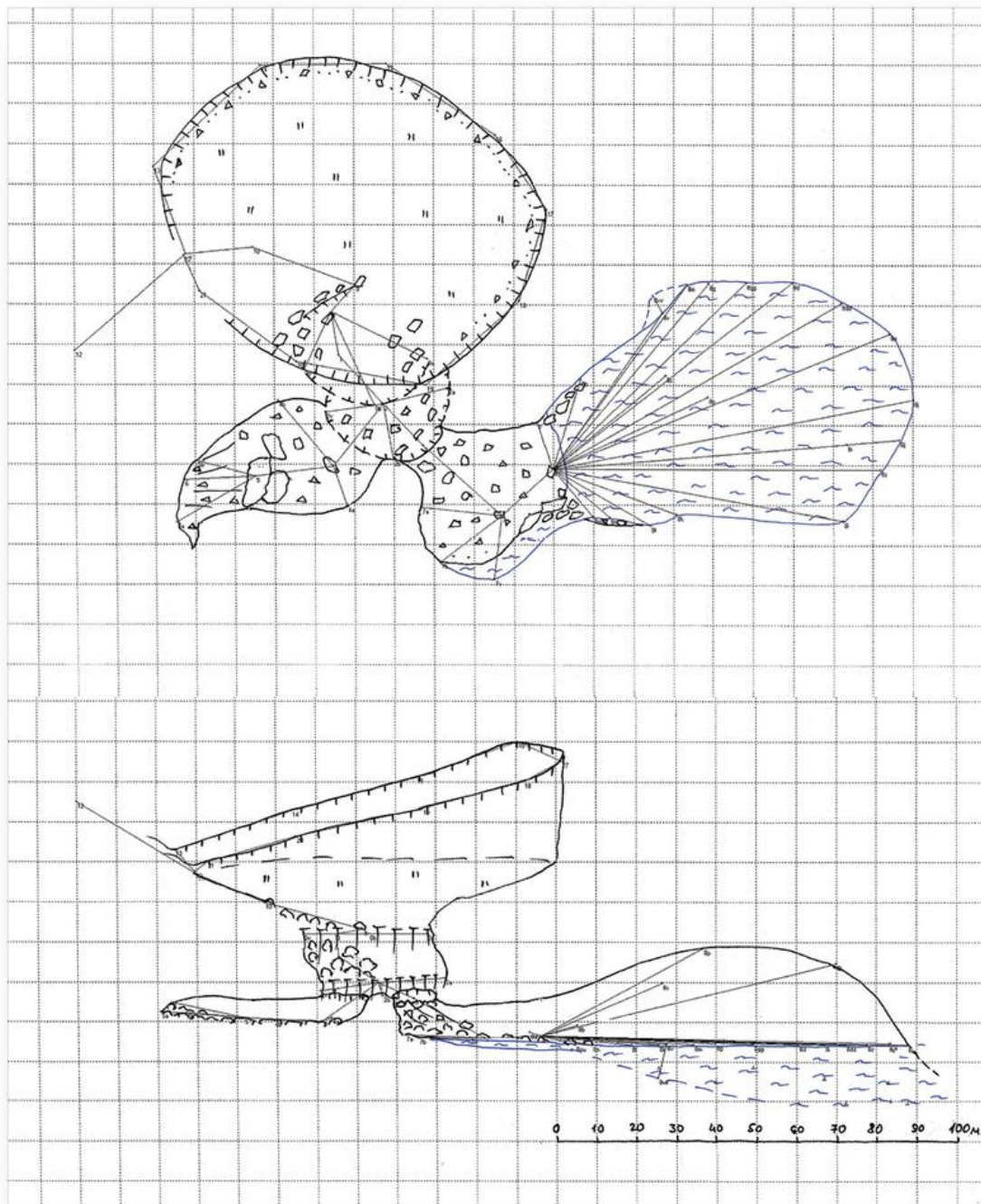


Figure 13.

Croquis de la grotte nouvellement découverte avec lac.

#### 1.4 Débat

Sur la base des caractéristiques physiques, cinq principaux types de masses d'eau ont été identifiés :

1. Masses d'eau fortement minéralisées dans les grottes de gypse alimentées par l'eau drainant la zone de sel minéral, par exemple Kaptarhana. La faune de ces plans d'eau est représentée par un complexe d'espèces maritimes reliques (Birstein et Lyovushkin 1967), ainsi que par des poissons de la rivière voisine.



2. Petits lacs et mares dans les grottes de la crête, généralement d'un volume de quelques mètres cubes seulement. Une exception est le lac du système de grottes de Krasnoïarsk à Gap-Gotan, qui mesure environ 10 m de long avec une profondeur moyenne de 40 à 50 cm. Contrairement aux masses d'eau qui ont accès à la surface, toutes ces masses d'eau sont non ruisselantes, de faible volume et sont alimentées par de l'eau filtrant à travers les sédiments de surface. La faune de ces eaux n'a pas été étudiée en 2015.
3. Masses d'eau se trouvant dans le gypse, stables en volume avec un faible échange d'eau interannuel, par exemple les gouffres à gypse dans les contreforts, y compris le gouffre à la loche aveugle, les gouffres avec des lacs à niveau d'eau variable et les horizons inférieurs des gouffres de Karabulak.
4. Lacs de haute montagne dans les grottes calcaires avec de l'eau douce stagnante - il y a un lac connu dans cette catégorie dans le canyon supérieur d'An Dere. La faune de ce lac n'a pas été étudiée en 2015.
5. Sur la base des données de forage, il existe une zone d'eau douce artésienne dans le calcaire sous la vallée à une profondeur de 200-300 m, mais il n'y a aucune information sur ces réservoirs.

Les masses d'eau peuvent également être classées selon leur composition hydrochimique :

1. Hydrocarbonate de calcium  $\text{HCO}_3^-$  –  $\text{Ca}^{2+}$ . Ces eaux se forment au contact du calcaire. La salinité est généralement jusqu'à 300 mg/l. Les exemples incluent deux sources dans la région de Hojapil, la source près de la forêt restante à la périphérie du village de Koyten, la source Aksay et la source Karabulak.
2. Gypse –  $\text{Ca}^{2+}$  –  $\text{SO}_4^{2-}$ . Ces eaux se forment après contact avec du gypse ou de l'anhydrite. La minéralisation peut être élevée, jusqu'à 2,5 g/l. Un exemple est la source Upper-Kaynar (2,5 g/l).
3. Eau sulfurée d'hydrogène –  $\text{H}_2\text{S}$ . Ces eaux sont dépourvues d'oxygène et se forment en présence de matière organique. La salinité est faible, jusqu'à 0,5 g/l. Les exemples incluent la source inférieure de Kaynar et la source de Kunduzke, à 6 km à l'ouest de Kaynar et une source à 6 km à l'est de Kaynar.
4. Sources salées et amères-salées. Eau  $\text{Cl}^-$  –  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  –  $\text{K}^+$ . Ces eaux se forment au contact d'évaporats tels que l'halite ( $\text{NaCl}$ ) et la silvina ( $\text{KCl}$ ). La minéralisation peut atteindre plusieurs centaines de g/l. Presque toutes les sources de la rive ouest du Koytendarya sont de ce type. Aucun n'a été enregistré sur la rive orientale.
5. Eaux de chimie mixte, par exemple eau salée avec gypse ou sel-gypse-hydrocarbonate. La minéralisation est  $> 2,5$  g/l et doit être désignée par  $\text{Cl}^-$  –  $\text{Na}^+$  et a  $\text{Cl}^-$  –  $\text{K}^+$ . Les exemples incluent Kaptarhana (11 g/l), gouffre avec le lac souterrain (3 g/l) et le gouffre Suw Oyuk (5 g/l).

D'après les travaux effectués à ce jour et la géologie connue de la région, il apparaît qu'il existe trois systèmes hydrochimiquement homogènes distincts et séparés à Koytendag :

1. La rive ouest du Koytendarya. Presque toutes les sources d'eau sont salées ou amères-salées. Selon une carte géologique de Koytendag, la surface de cette zone est constituée de dépôts du Crétacé inférieur et supérieur. Ces sédiments crétacés de couleur rouge recouvrent des strates salifères (Crétacé supérieur), appartenant au Jurassique supérieur  $J_3$ .
2. Le massif karstique du Koytendag à l'est du Koytendarya. Toutes les sources étudiées étaient d'hydrocarbure de calcium et les roches sont des calcaires de l'âge Cellovéien-Oxfordien ( $J_3$  cl-ox).
3. La partie aval de la vallée de Koytendarya où elle devient une large plaine alluviale, adjacente au canal de l'Amudarya. Ici, il y a jusqu'à 40 gouffres, certains assèchent d'autres avec de l'eau. Tous sont à base de gypse avec de l'eau saumâtre. Les gouffres ont été formés par la dissolution des strates de gypse-anhydrite d'âge kimmérien - Tithonien ( $J_3$  km-t) avec un effondrement ultérieur de la couche rouge du toit. Cette région comprend également une grande cavité remplie d'eau d'un diamètre de plus de 100 m et d'une profondeur de plus de 80 m.

Le Koytendarya est la limite entre les faciès gypseux et hydrocarbonés du côté est et les faciès salins du côté ouest. Son eau est un produit de leur mélange. A sa source (altitude 930 m) l'eau de la Koytendarya est hydrocarbonée-calcique et salée. Dans le village de Koyten, à l'est de la vallée, une efflorescence au goût caractéristique de silvinité ( $\text{KCl}$ ) a été trouvée. À des altitudes d'environ 500 m, le Koytendarya commence à se dessécher, se ramifiant et se fondant dans une épaisse couche de dépôts alluviaux. La rivière coule alors sous la surface et les ruisseaux ne sont observés que lors des crues saisonnières. A une altitude d'environ 260 m, l'eau du Koytendarya se déverse dans l'Amudarya par des sources sous-marines.

Les résultats de l'enquête de 2015 et la littérature soulèvent plusieurs questions intéressantes concernant l'hydrogéologie de Koytendag.

**1. Gouffres dans les couches de gypse.** Ceux-ci augmentent en nombre avec l'altitude décroissante - les célibataires (Kaptarhana et le «lac mort» près de Koyten) à c. 600m; à la jonction de la pente de la montagne et de la vallée de la rivière à c. 500 m il y a des exemples dispersés, puis des dizaines sont situés dans le fond de la vallée à 320–400 m. Bien que des strates contenant du gypse soient visibles sur les pentes abruptes des montagnes du Koytendag, aucun gouffre n'est connu en dehors de la vallée. La formation de gouffres nécessite une combinaison de strates contenant du gypse et un approvisionnement relativement constant en eau courante. À Koytendag, cela se produit uniquement en tant qu'eau souterraine associée à la rivière. La formation de gouffres ne se produit jamais là où il n'y a que de l'eau stagnante.

La morphologie des gouffres à Koytendag, avec une prédominance de parois verticales et même inclinées vers l'intérieur, suggère que le processus de dissolution des strates de gypse est récent (à l'échelle des temps géologiques) et dans l'un des premiers stades de développement, c'est-à-dire qu'ils sont d'origine géomorphologiquement jeune. Il n'y a aucune raison d'associer leur formation à des périodes humides antérieures.

**2. Mouvement de l'eau souterraine.** Le mouvement de l'eau à travers les dépôts de couleur rouge et de gypse de la couche alluviale de la plaine n'a pas été enregistré, mais il existe une possibilité théorique de mouvement de l'eau du lit de la rivière vers l'est à travers des cavernes ou des cavités de gypse. L'eau salée, caractéristique de l'eau du Koytendarya, a été notée dans les gouffres de gypse au niveau de la rivière (Kaptarhana [8,5g/l NaCl], Suw Oyuk [2,5g/l NaCl], dans le gouffre avec le lac souterrain [0,5 g/l NaCl], et le gouffre à sazans). Cela indique un écoulement des eaux souterraines de la rivière vers les gouffres dans une direction sud-est ou est. Ceci n'exclut cependant pas le mouvement des eaux hydrocarbonées-calciques du massif karstique du nord ou du nord-est vers le sud ou le sud-ouest c'est-à-dire des montagnes vers le fleuve, ou du nord-ouest vers le sud-est. c'est à dire encore des montagnes mais le long du cours de la rivière. Un mélange d'eaux chlorurées et hydrocarbonées se trouve dans les roches alluviales et gypseuses de la rive est entre la rivière et le bord de la vallée alluviale.

**3. Correspondance des niveaux d'eau dans les gouffres avec le niveau d'eau dans le lit de la rivière.** Cela a été enregistré pour Kaptarhana, le gouffre avec le lac souterrain, Suw Oyuk et le gouffre avec sazans. Il n'y a actuellement aucun gouffre connu avec des lacs suspendus, cependant, de tels lacs ont été observés dans les années 1980 - dans le gouffre de Kooushner maintenant sec (fluctuation supérieure à 10 m), le gouffre de Smirnof maintenant sec (plus de 10 m), le gouffre avec le lac souterrain (restes récents de plantes aquatiques à une hauteur de 15+ m au-dessus du niveau actuel du lac) et le gouffre sec avec de l'air froid (10+ m). Dans le cas des deux derniers mentionnés, les niveaux d'eau ont probablement été plus élevés au cours des dernières années. De telles fluctuations ne sont pas liées aux fluctuations du niveau des eaux souterraines puisque le niveau d'eau dans le gouffre de Suw Oyuk, à seulement 700 m des gouffres de Kooushner et de Smirnof, fluctuerait également mais son niveau ne change pas.

**4. Cave et température de l'eau.** D'après la théorie de la formation des massifs karstiques, du moins dans les zones à climat humide, ils sont surfondus par rapport à l'atmosphère moyenne. En effet, la température dans l'atmosphère diminue de  $6,5^{\circ}\text{C}$  pour chaque changement d'altitude de 1 km. De plus, l'eau de neige et de pluie qui a pénétré profondément dans le massif karstique perd le contact thermique avec l'atmosphère. La température à l'intérieur du massif est déterminée par la chaleur générée par le mouvement de l'eau géothermique - l'énergie potentielle de l'eau est entièrement convertie en énergie cinétique puis entièrement en chaleur. Il en résulte un réchauffement de  $2,34^{\circ}\text{C}$  pour chaque changement d'altitude de 1 km. Autrement dit, si, à une altitude donnée, l'atmosphère et l'eau entrant dans le massif ont la même température initiale, à la sortie du massif, c'est-à-dire une source karstique, la température sera de  $6,50 - 2,340 = 4,16^{\circ}\text{C}$  en dessous la température moyenne de l'atmosphère pour chaque changement d'altitude d'un kilomètre. Cela explique pourquoi les sources karstiques très profondes contiennent de l'eau anormalement froide.

Des mesures ont été faites sur plusieurs sources au pied de la montagne - Deux sources près de Hojapil, la source près de la forêt relique à la périphérie du village de Koyten, la source d'Aksay, la source des hautes terres près de la mine de plomb et la source de Karabulak - et celles-ci ont donné un Résultat paradoxal, toutes les températures étaient proches de la moyenne atmosphérique. Ceci est confirmé par la température des grottes de Gulshirin, Hashim-Oyuk et Gap-Gotan. Dans ces grottes, les températures de l'air sont proches des températures atmosphériques annuelles moyennes à la même altitude, c'est-à-dire que l'ensemble du massif ne présente pas de signes d'anomalies négatives de température. Cela signifie qu'aucun des cours d'eau identifiés n'a traversé le massif, mais tous se sont drainés à travers les couches superficielles de sol et de sédiments meubles qui étaient en contact thermique avec l'atmosphère.

**5. Caractéristiques karstiques à Koytendag.** La conclusion ci-dessus concernant le mouvement de l'eau à travers le massif du Koytendag crée un paradoxe intéressant- le massif karstique dans sa forme actuelle n'est apparemment pas vraiment karstique. En raison du grand nombre de grottes, cette affirmation semble fausse. Cependant, il convient de noter que :

- a) il y a une absence presque complète de formations karstiques de surface à la surface de la montagne ;
- b) il existe de nombreux canyons profonds ;
- c) il y a un manque général d'eau dans les grottes.

La topographie karstique typique est caractérisée par un grand nombre de cratères et de gouffres karstiques et une absence totale de réseau fluvial de surface. Koytendag présente le contraire, c'est-à-dire un réseau fluvial et une absence de cratères. Le manque d'eau dans les grottes peut s'expliquer par l'aridité actuelle du climat. Les époques pluviales, correspondant aux époques de glaciation en Europe, pourraient s'accompagner de conditions plus humides dans les grottes mais le développement des canyons et l'absence de formes karstiques de surface ne s'expliquent que par l'absence de capacité karstique des roches. Il semble probable que Maltsev, qui a effectué des recherches détaillées sur les systèmes karstiques de Koytendag, avait raison de proposer que les systèmes karstiques sont une relique, activé uniquement dans le passé géologique récent. Cependant,

La capacité karstique est déterminée non seulement par la solubilité des roches mais aussi par leur caractéristique de fracture. Une même roche peut être karstique et non karstique selon la présence ou l'absence de fissures. Par exemple, les fissures dans le calcaire, en particulier les petites fissures, sont facilement colmatées par des matériaux dissous dans l'eau courante. Lorsqu'il existe un gradient de température vertical, l'eau qui coule à travers les roches augmente de température et, par conséquent, la teneur en carbonate de l'eau peut facilement devenir sursaturée, ce qui conduit au scellement des fissures. Si les processus orogéniques (déformation structurale géologique) sont réduits et ne génèrent pas de nouvelles fractures macroscopiques, la montagne finira par perdre sa capacité karstique. Cela semble être le cas à Koytendag et il reste clairement beaucoup à étudier et à découvrir sur le site.

### **1.5 Recommandations pour les travaux futurs**

De manière générale, il est recommandé que les recherches futures soient menées au moment de la fonte des neiges (mars) et/ou le plus éloigné du moment de la fonte des neiges (octobre, novembre) - cela compléterait le travail effectué en mai/juin 2015.

**1.5.1** Étudier la dynamique des principales caractéristiques des plans d'eau de tous les lacs souterrains.

**1.5.2** Procéder à une inspection en plongée des lacs souterrains afin d'évaluer leur configuration, leurs caractéristiques hydrologiques et hydrochimiques et la présence de faune relique, notamment le lac nouvellement découvert.

**1.5.3** Rechercher les lacs souterrains « suspendus » sur le plateau supérieur de la crête, étudier les conditions de leur formation, leurs caractéristiques hydrologiques et la présence de la faune.

**1.5.4** Recueillir des données sur la structure des gisements de sel dans le secteur de la réserve et sur les horizons d'eau souterraine exposés par les activités minières associées à l'usine de potasse de Garlyk.

**1.5.5** Recueillir des données sur l'impact potentiel de la mine Garlyk sur les ressources en eau dans les contreforts de la crête de Koytendag.

**1.5.6** Évaluer les impacts potentiels du développement des carrières de gypse dans la zone frontalière de la réserve faunique de Garlyuk sur la distribution des débits d'eau saisonniers.

**1.5.7** Cartographier le profil de salinité dans le Koytendarya sur toute sa longueur.

**1.5.8** Comparer ce profil avec NaCl-salinité des dolines dans la vallée afin de déterminer les sources d'eau des dolines – recharge nette de la rivière avec l'ajout des composants de gypse ; eau karstique avec ajout de composants de gypse ; mélange des eaux karstiques hydrocarbonées avec les eaux de la recharge fluviale ?

**1.5.9** Effectuer un suivi trimestriel des niveaux d'eau et des températures dans les avens (et grottes), surtout au printemps. Une attention particulière doit être accordée aux gouffres à niveau d'eau variable - Kooshner, Smirnoff, Sinkhole avec lac souterrain et Cold Sinkhole, et aux sources stables Upper - et Lower-Kaynar. Comparez ces résultats avec (a) les niveaux des rivières, (b) les taux de recharge des aquifères de la montagne, (c) la fonte des neiges dans les montagnes et (d) les régimes annuels de précipitations. Confirmer ou infirmer l'hypothèse selon laquelle la source du Haut-Kaynar est la décharge principale le long de la faille dans toute la partie sud et peut-être la partie centrale du massif karstique du Koytendag.

**1.5.10** Pendant les périodes de pluies exceptionnellement fortes, se produisant environ tous les 5 à 10 ans, surveiller le comportement des niveaux d'eau dans les gouffres et le débit de la source Kaynar.

**1.5.11** Explorer les principales sources d'eau qui n'ont pas été étudiées en 2015 – Chindjirski et Bulak-Darinskii.

**1.5.12** Dans le lac souterrain, mesurer la température de l'air au-dessus du lac et de l'eau du lac pour déterminer si en hiver la grotte et le lac accumulent le froid hivernal et fournir ainsi une explication des températures anormalement froides enregistrées.



**1.5.13** Examinez en hiver l'air anormalement froid (+10,5 C) à Soouk-Komar, Big Sinkhole (avec air froid) et la grotte froide à proximité pour déterminer si le flux d'air « hiver » est opposé au flux d'air « été ». De plus, en automne, mesurez la température de l'air dans ces grottes pour savoir si l'augmentation de la température de l'air est le résultat d'un « flux estival » entre l'été et l'automne. Ces données répondront à la question sur la nature du froid anormal – est-ce dû à la température de l'air en contact avec les eaux froides karstiques ou est-ce le froid, stocké en hiver, par le mouvement ascendant de l'air à l'intérieur de la montagne ?

## 1.6 Bibliographie

- Anonyme (1983) Formations jurassiques au sud de l'URSS. Proc. Science, Moscou, 208 pages. En russe.
- Anonyme (1972) Géologie soviétique, Vol. XXII, Moscou, 649 pp. En russe.
- Degtyarev AP, Menliev S, Pereladov MV (2015) La découverte du lac souterrain dans le Koogitung (Turkménistan). En spéléologie et spéléologie – au 170<sup>e</sup> anniversaire de la Société géographique russe, Actes de la VI<sup>e</sup> Conférence scientifique internationale, Naberezhnye Chelny : 63-66. En russe.
- Kamelin R (1979) Le district minier de Kuhitansky en Asie centrale. Komarov Proc 31, Sciences. En russe.
- KIRSTA BG (1976) Caractéristiques hydrologiques des régions occidentales de l'Asie centrale (Turkménistan). Science, Ashgabat, 295 pp. En russe.
- Maltsev VA (1982) Karst carbonaté du versant sud-ouest de Kugitangtou. In Etat, problèmes et méthodes d'étude du karst profond URSS (Union des matériaux karstiques III et réunion de Spéléologie). Moscou, VIEMS, 153 p. En russe.
- Maltsev VA (1993) Minéraux des grottes karstiques Cap Kutan. Monde des pierres 2 : 5-30. En russe.
- Maltsev VA (1994) Genèse des aérosols des agrégats minéraux des grottes : une analyse critique des hypothèses disponibles. Problèmes de spéléologie physique Vol. 1. MIPT, Moscou : 89-99. En russe.
- Maltsev VA (1996) Cristaux filamenteux de sulfates et leurs agrégats dans les grottes. Actes de l'Université de la Bristol Speleological Society 20 (3): 171–185.
- Maltsev VA (1997) Stalactites, crystallites, corallactites, tuflactites : quatre types de formations « stalactite-like », générées à partir d'environnements de cristallisation aux propriétés physiques différentes Transactions of 12<sup>th</sup> International Congress of Speology : 267-270 .
- Maltsev VA (1997) Minéraux de la grotte de Cupp-Coutunn. Cave minerals of the world, 2e édition, NSS : 323-328.
- Maltsev VA (1998) Stalactites avec alimentation "interne" et "externe". Actes de l'Université de la Bristol Speleological Society 21 (2): 149–158.
- Maltsev VA, Bartenev OS (1989) Les résultats des études minéralogiques des grottes du Cap Kutan au Turkménistan. Dans Problèmes d'une étude approfondie des pays montagneux karstiques (Actes du Symposium international), Tbilissi : 209-211. En russe.
- Maltsev V, Belakowsky D (1992) Le système de grottes du Cap Kutan dans les montagnes du Turkménistan oriental Kugitang. Lapis Minerallien Magazin 17 (2): 13-18. En allemand.
- Maltsev V, Korshunov V (1994) Géochimie de la fluorite et quelques autres caractéristiques dans les grottes de Kugitang Ridge, Turkménie. Percées en géomicrobiologie karstique et en géochimie redox, Karst Water Institute, 47 pp.
- Maltsev VA, Malishevsky DI (1989) À propos du stade hydrothermal sur la dernière partie de l'évolution du système de grottes de Cupp-Coutunn. Actes du 10<sup>ème</sup> Congrès International de Spéléologie, Vol. III, Budapest : 815-816.
- Maltsev VA, Self CA (1992) Système de grottes de Cupp-Coutunn, Turkménistan, URSS. Actes de la société spéléologique de l'Université de Bristol 19 : 117–150.
- Maltsev VA, Turchinov II (1989) Gypsum Cave Dzhurinskaya ephemera. Dans Géologie et prédiction des gisements minéraux en Sibérie orientale, Irkutsk : 82-83. En russe.

## 2. Flore

Mark Gurney, Owen Mountford, Galina Khamanov et Shaniyaz Menliev



Figure 14.

*Corydalis popovii* , endémique de Koytendag. Crédit photo : Jeremy Holden, RSPB.

## 2.1 Contexte

La connaissance de la flore de Koytendag repose en grande partie sur la littérature, principalement Nikitine et Geldihanov (1988) et Komarov et al. (1933-1964), et enregistrement opportuniste par des botanistes en visite et le personnel de la réserve.

## 2.2 Méthodologie

Un enregistrement systématique et une collecte limitée ont été effectués en avril/mai 2014 et ces enregistrements de terrain ont été complétés par une étude documentaire détaillée de la littérature disponible.

## 2.3 Résultats

Le travail de terrain en avril/mai a enregistré 23 espèces endémiques ou quasi endémiques, bien que l'identification de quelques spécimens reste à confirmer. Sur la base des informations de Nikitin et Geldykhonov (1988), parmi celles-ci, 11 espèces sont signalées comme étant endémiques à Koytendag - voir Tableau 3.

Tableau 3. [Télécharger au format CSV](#)

Espèce endémique de Koytendag enregistrée en avril/mai 2014.

Espèces	Localisation/commentaires
<i>Allium oschanini</i>	Sur des rochers dans la gorge sèche à 37.727°N, 66.373°E
<i>Anémone baissunensis</i>	Dans les hautes prairies et les éboulis
<i>Corydale popovii</i>	Sous broussailles occasionnelles dans les prairies
<i>Dianthus brevipetalus</i>	Occasionnelle sur les rochers dans les parties inférieures des gorges
<i>Ferula nevsky</i>	Occasionnelle dans les hautes prairies
<i>Fritillaria olgae</i>	Dans les broussailles dans les gorges de Tamcy à 37.765°N, 66.492°E , 1920 m s.n.m.
<i>Impatiens nevski</i>	Fréquent sous les arbres au fond des gorges de Daraydere
<i>Prangos bucharica</i>	Fréquent dans les prairies et les gorges
<i>Pseudosedum longidentatum</i>	Sur les rochers dans les parties inférieures des gorges
<i>Rhinopetalum bucharicum</i>	Occasionnelle dans les hautes prairies et les éboulis, comme à 37.785°N, 66.523°E , 2320 m s.n.m.
<i>Scutellaria leptosiphon</i>	Commun sur les parois rocheuses verticales dans les parties inférieures des gorges

En raison de sa situation à l'intersection de trois biomes, la région de Koytendag présente une diversité et une richesse floristiques exceptionnelles et importantes, avec 1 136 espèces recensées. Il existe 242 espèces aux propriétés médicinales connues et 124 espèces qui sont les ancêtres sauvages des variétés de cultures et de fruits domestiques.

La flore de Koytendag elle-même comprend un minimum de 982 espèces de plantes supérieures de 430 genres de 86 familles. Au moins 197 espèces (20%) sont endémiques à la région biogéographique du Pamir-Alay, avec 48 espèces endémiques au bien lui-même – voir tableau 4. Le statut taxonomique d'une dizaine d'espèces supplémentaires signalées comme endémiques n'est actuellement pas clair. Dix espèces sont répertoriées dans le Livre rouge de données du Turkménistan (2011)- voir tableau 5. Trois espèces – le noyer *Juglans regia* (LC), le pistachier *Pistacia vera* (NT) et une espèce d'amandier *Amygdalus bucharica* (VU) – sont inscrites sur la Liste rouge de l'UICN.



Tableau 4. [Télécharger au format CSV](#)

Plantes endémiques signalées à Koytendag.

Espèces	Espèces	Espèces
<i>Juno vvedenskyi</i>	<i>Haplophyllum bucharicum</i>	<i>Pentanema propinquum</i>
<i>Silene Nevski</i>	<i>Haplophyllum vvedenskyi</i>	<i>Xylanthème rupestre</i>
<i>Silene plurifolia</i>	<i>Aulacospermum dichotomum</i>	<i>Lepidolopha fedtschenkoana</i>
<i>Silene bobrovii</i>	<i>Bunium kuhitangi</i>	<i>Artemisia scotina</i>
<i>Rosa belliqueuse</i>	<i>Ferula tuberifera</i>	<i>Artemisia albicauli</i>
<i>Astragale dense</i>	<i>Spirostegia bucharicas</i>	<i>Echinops praetermissus</i>
<i>Astragale bobrovii</i>	<i>Scutellaria leptosiphon</i>	<i>Echinops multicaulis</i>
<i>Astragalus subspinescens</i>	<i>Scutellaria colpodea</i>	<i>Cousinia bobrovii</i>
<i>Astragale willisii</i>	<i>Scutellaria nevski</i>	<i>Cousinia leptoclada</i>
<i>Astragalus kahiricus</i>	<i>Scutellaria heterotricha</i>	<i>Cousinia glabriseta</i>
<i>Astragale kuhitangi</i>	<i>Scutellaria squarrosa</i>	<i>Triceps de la cousine</i>
<i>Astragalus aemulans</i>	<i>Phlomis spinidens</i>	<i>Cousine dimoana</i>
<i>Astragalus subschachimardanus</i>	<i>Lagochilus nevski</i>	<i>Jurinea popovii</i>
<i>Astragale plumeux</i>	<i>Eremostachys gypsacea</i>	<i>Tapetodes de Jurinea</i>
<i>Oxytropis pseudoleptophysa</i>	<i>Helichrysum mussae</i>	<i>Lactuca spinidens</i>
<i>Oxytropis mégalorrhyncha</i>	<i>Pentanema parietarioides</i>	<i>Taraxacum gnezdilloi</i>

**Espèces endémiques signalées mais avec un statut taxonomique incertain**

<i>Gagea kamelinii</i>	<i>Salsola Lipschitzii</i>	<i>Onobrychis nikitinii</i>
<i>Stipa kuhitangi</i>	<i>Strigosella malacotricha</i>	<i>Hyménocrater incisodentatus</i>
<i>Stipa gnezdilloi</i>	<i>Astragalus rubri-galli</i>	
<i>Ranunculus vvedenskyi</i>	<i>Hedysarum plumeux</i>	

Tableau 5. [Télécharger au format CSV](#)

Plantes Red Data enregistrées à Koytendag.

Espèces	Statut du Livre rouge du Turkménistan	Statut de la liste rouge de l'UICN	Endémique Koytendag	du Endémique du Pamir-Alay
<i>Asplenium trichomanes</i>	II (FR)			
<i>Cheilanthes pteridioides</i>	II (FR)			
<i>Corydalis popovii</i>	IV (rares)			X
<i>Salsola Lipschitzii</i>	II (FR)		Statut incertain	
<i>Juglans regia</i>	III (VU)	CL		
<i>Cléome Gordjagini</i>	IV (rares)			X
<i>Astragale kelifi</i>	IV (rares)			X
<i>Onobrychis nikitini</i>	IV (rares)		Statut incertain	
<i>Tulipa ingens</i>	II (FR)			X
<i>Ungernia victoris</i>	II (FR)			X

## 2.4 Débat

La région de Koytendag est une zone géobotanique distincte dans la région occidentale de Gissar de la province montagneuse d'Asie centrale du groupe iranien (Anatolie-Kurdistan-Méditerranée) des provinces de montagne (zone aride afro-asiatique, Dominion de l'ancienne Méditerranée). L'analyse de la flore de la région montre que le Koytendag est transitionnel entre la flore du Kopetdag et la flore du Pamir-Alay. Il existe de nombreuses espèces en commun avec la flore des montagnes du Pamir-Alay occidentale, du Pamir-Alay-Tien Shan et des Alpes du Haut-Pandj. Il existe également un nombre notable d'espèces de montagne Kopetdag-Khorasan et Turan.

Une caractéristique clé des communautés végétales de Koytendag est qu'elles sont généralement formées par des associations d'espèces où les espèces rares et endémiques du Pamir-Alay et du Gissar se trouvent aux limites de leurs distributions naturelles et représentent plus de 30% du nombre total d'espèces. Les principales espèces sont : *Juniperus seravschanica* , *Corydalis popovii* , *Salsola lipschitzii* , *Tulipa ingens* , *Allium oschaninii* , *Allochrysa gypsophiloides* , *Kuhitangia popovii* , *Cleome gordjagii* , *Astragalus kelifi* , *Astragalus kuhitangi* , *Onobrychis nikitinii* , *Zizyphus jujuba* , *Pistacia vera* et *Ungernia victoris*.

Parmi les genévriers et les xérophytes des hautes terres, il existe de nombreuses espèces dont l'origine est liée à la région de Koytendag telles que *Rubia komarovii* , *Xylanthemum rupestre* , *Glaucium squamigerum* , *Galatella coriacea* et *Pseudolinosyris grimmii* . La ceinture subalpine (environ 2 900 m) est dominée par *Astragalus kuhitangi* , *Acanthalimon erythraeum* et *A. majewianum* et de petits buissons de *Rosa kuhitangi* et *R. ecae* . Au-dessus de 3 000 m, il y a des fragments de prairies alpines avec des espèces telles que *Juniperus seravschanica* , *Acer pubescens* , *Amygdalus bucharica* , *Atraphaxis pyrifolia* , *Kuhitangia popovii* , *Allochrysa gypsophiloides* et les touffes basses de *Cleome gordjagii* . Les bosquets épars sont formés par *Platanus orientalis* , *Zizyphus jujuba* et *Pistacia vera* .

Une large classification des types de végétation de Koytendag est montrée sur la figure 15.

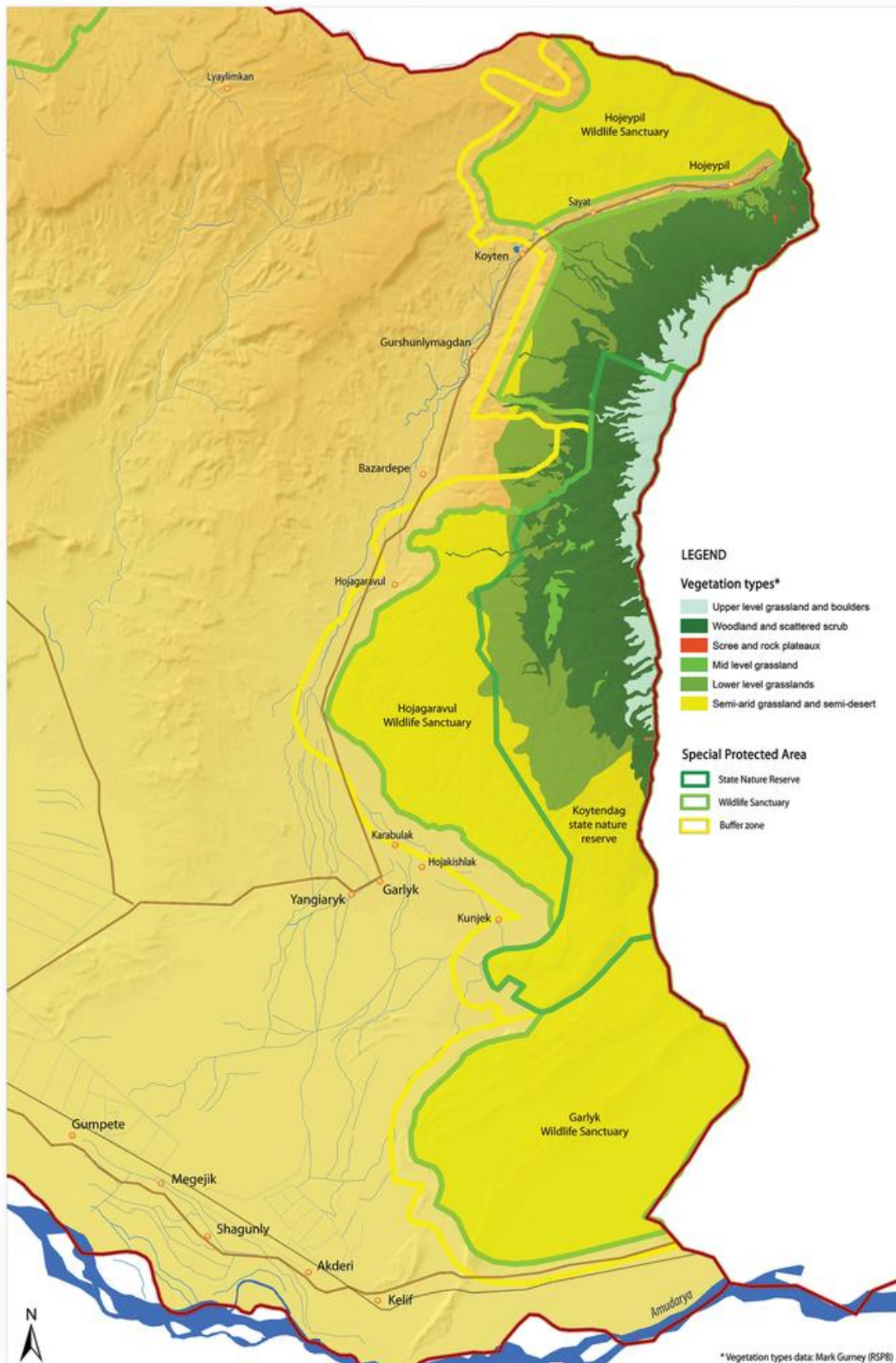


Figure 15.

Large classification de la végétation de Koytendag. Carte par Atamyrat Veyisov.



Un examen de la flore de Koytendag (Montford 2015) montre qu'une partie importante de la flore est représentative des montagnes du Pamir-Alay, comprenant non seulement l'élément endémique mais aussi de nombreuses espèces avec une distribution un peu plus large, s'étendant aux chaînes adjacentes du sud du Turkménistan frontalier de l'Iran et de l'Afghanistan et à l'ouest Tien Shan.

L'élément strictement endémique de la flore de Koytendag se retrouve dans un large éventail d'habitats à l'intérieur du site. Sans surprise, les espèces endémiques sont mieux représentées dans les hautes altitudes des montagnes sur les pentes pierreuses ou rocheuses et dans les gorges, les ravins et les falaises. Les espèces endémiques de Koytendag sont également fréquentes dans la zone de genévrier d'Asie centrale *Juniperus seravschanica*, bien qu'elles soient plus associées à des affleurements rocheux et à des zones ouvertes qu'à la forêt de genévriers *en soi*. Certaines espèces endémiques ont des exigences particulières en matière de sol ou de substrat rocheux, ne se trouvant que dans les strates calcaires, gréseuses ou gypseuses. L'endémisme est moins prononcé dans les contreforts et dans les habitats anthropiques, bien qu'au moins une espèce apparemment endémique, *Lactuca spinidens*, se trouve dans les champs de blé.

La localisation de Koytendag le long de la frontière avec l'Ouzbékistan et relativement proche de l'Afghanistan (et dans une moindre mesure du Tadjikistan) rend la définition de l'endémisme plus que d'habitude difficile et artificielle. Cependant, l'utilisation de la région biogéographique du Pamir-Alay comme contexte d'évaluation de l'endémisme souligne l'importance réelle du Koytendag au niveau international. À l'inverse, des espèces telles que *Cheilanthes pteridioides*, désignées comme importantes dans le contexte du Turkménistan, sont bien réparties à l'extérieur du pays.

Très peu d'espèces enregistrées sur le site sont incluses dans la Liste rouge de l'UICN et il n'est donc pas possible d'attribuer un statut de menace internationale à la majorité. Cependant, les plantes limitées à Koytendag méritent sans aucun doute une catégorie de menace UICN plus élevée que «Préoccupation mineure». Néanmoins, une poignée d'espèces du bien combinent une aire de répartition internationale plus large avec le fait d'être quasi menacées ou vulnérables et en déclin selon l'UICN. Les espèces les plus importantes de cette catégorie sont les arbres fruitiers / à noix - noyer, pistachier et une espèce d'amandier - qui incluent tous les montagnes du Turkménistan dans leurs aires de répartition d'origine. Le noyer et le pistachier sont très largement cultivés et, dans le cas du noyer, naturalisés dans certains pays, mais dans leurs aires de répartition indigènes très restreintes, ils diminuent et sont menacés par la cueillette des fruits, le pâturage et la coupe du bétail. L'espèce d'amandier est endémique d'Asie centrale et a une petite zone d'occupation, avec une distribution très fragmentée et un déclin continu de la zone d'habitat et du nombre d'individus matures.

Idéalement, la proportion d'espèces endémiques dans la région de Koytendag devrait être comparée à d'autres aires protégées dans les montagnes d'Asie centrale afin d'évaluer objectivement l'importance de Koytendag. Dans toute l'Asie centrale, il existe plusieurs centres importants d'endémisme et on ne peut en aucun cas considérer d'autres centres comme un substitut au Koytendag. Les comptes rendus d'espèces dans *Flora SSSR* montrent clairement que Koytendag est l'une des zones floristiques les plus importantes lorsqu'elle est évaluée soit à l'échelle du Pamir-Alay, soit plus généralement pour les montagnes du Kazakhstan, du Kirghizistan, du Tadjikistan, du Turkménistan et de l'Ouzbékistan, ainsi que régions adjacentes de l'Iran et de l'Afghanistan.

## 2.5 Recommandations pour les travaux futurs

**2.5.1** Fournir des copies supplémentaires de Nikitine et Geldihanov (1988) et tout autre guide général et facilement compréhensible sur les plantes pour aider le personnel de la réserve et les botanistes en visite à découvrir les familles de plantes. Il faudrait également envisager de produire un guide photographique simple des espèces les plus importantes du site, avec des notes pour les distinguer des espèces similaires à l'usage du personnel de la réserve.

**2.5.2** Accroître les compétences de terrain du personnel de la réserve et des botanistes locaux grâce à une formation en taxonomie, identification et enregistrement des plantes.

**2.5.3** Pour aider à la recherche future, à la conservation et à la gestion des espèces clés du site, préparer des « profils écologiques » pour toutes les espèces spécifiques au site, endémiques au niveau régional et du Livre rouge du Turkménistan.

**2.5.4** Chaque fois que le personnel de la réserve rencontre des espèces importantes, des enregistrements de l'emplacement à l'aide du GPS, de la taille de la population (estimations approximatives, par exemple 1-10, 11-50, 51-100, 101-500, > 500), de l'habitat et des espèces associées doivent être pris. De plus, au fur et à mesure que les compétences d'identification se développent, le personnel de la réserve doit enregistrer lorsqu'il ne parvient pas à enregistrer les espèces dans les zones où l'habitat semble convenir.

**2.5.5** Lors de la collecte de spécimens d'herbier, il est essentiel que les détails de l'emplacement (GPS), de la date, de l'habitat et de la taille de la population soient également notés. Les spécimens doivent être identifiés dès que possible car certaines caractéristiques peuvent être perdues lorsque les spécimens séchent.

**2.5.6** Les communautés végétales et les habitats doivent être identifiés et cartographiés afin que la distribution et l'étendue de chacun puissent être documentées. Dans la mesure du possible, chaque espèce importante, tant végétale qu'animale, devrait ensuite être attribuée à chaque habitat ou communauté.

**2.5.7** Évaluer l'état de la végétation dans la réserve naturelle d'État en ce qui concerne l'impact et la récupération du pâturage passé.

**2.5.8** Enquêter sur le couvert forestier passé pour aider à planifier les futures activités de reboisement si cela est jugé approprié.

**2.5.9** Utiliser des photographies à point fixe pour surveiller les changements de végétation et pour illustrer les « bons » et les « mauvais » habitats. Ceci est particulièrement important dans les réserves fauniques pâturées, les gorges très fréquentées, les bordures de la réserve naturelle domaniale et dans toute la zone d'altitude.

**2.5.10** Engager un écologiste et un économiste foncier expérimentés pour enquêter sur la durabilité du pâturage dans les réserves fauniques, en particulier en ce qui concerne leur valeur pour la biodiversité.

## 2.6 Bibliographie

- Hasanov F (1987) Arbres et arbustes xérophiles de Kugitangtau. Thèse. Tachkent. En russe
- Kamelin RV, Hasanov F (1987) La zonation verticale de la végétation à Kugitang (Sud-Ouest Pamiroalay). Journal of Botany 72, 11. En russe
- Kamelin R (1973) Analyse florogénétique de la flore naturelle de l'Asie centrale montagneuse. Nauka, Léninegrad. En russe
- Komarov VL (éd.) (1933-1964) Flore de l'URSS Vol. 1-30. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSR. Léninegrad.
- Magnus L, Zetterlund H (1997) *Corydalis* : guide du jardinier et monographie des espèces tubéreuses. Pershore : Société des jardins alpins.
- Mountford O (2015) Évaluation de la flore vasculaire de Koytendag (Kugitang). Signaler à la RSPB.
- Nevsky SA (1937) Documents sur la flore des contreforts du Kugitang. Flore et taxonomie des plantes supérieures, vol. 4. Moscou-Léninegrad. En russe
- Nikitin VV, Geldihanov AM (1988) Guide/outil de recherche des plantes du Turkménistan. Nauka, Léninegrad.
- Udvardy MDF (1975) Une classification des provinces biogéographiques du monde, Document occasionnel de l'UICN no. 18 UICN, Morges, Suisse.
- Vlasenko GP (1995) Fondements biologiques et écologiques de la culture des plantes à saponines dans le sud du Turkménistan. Thèse. Achgabat. En russe

## 3. Invertébrés de surface

*Pavel Stoev, Christo Deltshev, Yuri Marusik, Victor Fet, František Kovařík, Borislav Guéorguiev, Ivaylo Dedov, Toshko Ljubomirov, Dragan Chobanov et Shanyiaz Menliev*



Figure 16.

*Heser stoevi* - une nouvelle espèce d'araignée de Koytendag (Crédit photo : Christo Deltchev, <https://doi.org/10.3897/BDJ.4.e10095>)



**Remarque .** La faune des cavernes, composée essentiellement d'invertébrés, est traitée à part.

### 3.1 Contexte

La connaissance des invertébrés de surface de Koytendag est incomplète et basée principalement sur la littérature et l'enregistrement opportuniste. Comme le montre la bibliographie, aucune étude spécifique du site n'a été réalisée et les publications les plus récentes datent de près de 20 ans. Au cours de l'expédition de 2015, Pavel Stoev a collecté à Koytendag un certain nombre de taxons d'invertébrés, principalement sous des pierres et sur des plantes, qui ont ensuite été identifiés par divers experts.

### 3.2 Méthodologie

Une collecte systématique limitée, principalement à proximité des entrées de grottes, a été réalisée en mai 2015 - voir tableau 6 et chiffre 17. L'enregistrement était une combinaison de relevés visuels et de collecte manuelle, principalement à partir de touffes d'herbe, d'arbustes ou sous des pierres; tamisage de la litière de feuilles avec un tamis à litière de feuilles ; et à l'aide d'un piège lumineux. Dans la plupart des cas, des pinces ont été utilisées pour prélever des animaux à la surface et les mettre dans des tubes en plastique contenant 95% d'alcool. Tous les échantillons ont été étiquetés avec des étiquettes temporaires et plus tard ré-étiquetés dans des conditions de laboratoire avec des étiquettes permanentes. La collecte active d'insectes attirés par la lumière a été effectuée la nuit au siège de la réserve naturelle nationale à l'aide d'un piège à lumière à vapeur de mercure. Les coléoptères d'eau et autres punaises d'eau ont été collectés de manière opportuniste à partir de sources ou de dolines à l'aide d'un filet à main. Les sites de collecte sont indiqués dans le tableau 6.

Tableau 6. [Télécharger au format CSV](#)

Sites de collecte d'invertébrés à Koytendag, mai 2015.

Numéro de référence	Nom du site	Date	Habitat
1	Près de Garlyk (1)	24 mai	Herbe sèche
2	Captarhana (2)	24 mai	Prairie et grotte intérieure
3	Siège de la réserve naturelle d'État, Bazardepe (3)	24 mai	Prairie
4	Entre Koyten et Kyrkgыз Dere, c7km de Koyten (4)	25 mai	Sous les pierres près de la route
5	Entre Koyten et Kyrkgыз Dere, c8-9 km de Koyten (5)	25 mai	Sous les pierres près de la route
6	Dere kirghize (6)	25 mai	Sous les pierres
7	Grotte kirghize (7)	25 mai	Milieus humides
8	Plateau de dinosaures Hojapil (8)	25 mai	Sous les pierres
9	Umbar Dere (9)	25 mai	Sous les pierres
dix	Grotte du village de Hojapil (10)	25 mai	À l'intérieur de la grotte
11	Source Bashbulak (11)	25 mai	Au printemps et autour

12	Daraydère (12)	26 mai	Sous les pierres le long du chemin
13/14	Galleries de la mine Daraydere (13 et 14)	26 mai	Dans les galeries de mines
15	Daraydère (15)	26 mai	Végétation au-dessus du ruisseau
3	Siège de la réserve naturelle d'État, Bazardepe (3)	26 mai	Piégeage de la lumière
16	Gap-Gotan (16)	27 mai	Dans la galerie de la mienne
3	Siège de la réserve naturelle d'État, Bazardepe (3)	27 mai	Piégeage de la lumière
17	Gulshirine (17)	28 mai	Arbustes, herbe, sous les pierres et à l'intérieur de la grotte
3	Siège de la réserve naturelle d'État, Bazardepe (3)	28 mai	Piégeage de la lumière
18	Gouffre de Suw Oyuk (18)	29 mai	Autour du gouffre et dans l'eau
19	Hashim Oyuk	29 mai	Sous les pierres et à l'entrée de la grotte
3	Siège social de la réserve naturelle d'État, Bazardepe	29 mai	Piégeage de la lumière
20	Galerie de la mine Gurshun Magdanly (Kette-Kamov)	30 mai	À l'intérieur de la galerie de la mine
2	Kaptarhana	30 mai	À l'intérieur de la grotte
21	Siège de la réserve naturelle d'État, grotte de Sowuk Kamar	30 mai	Autour de la grotte

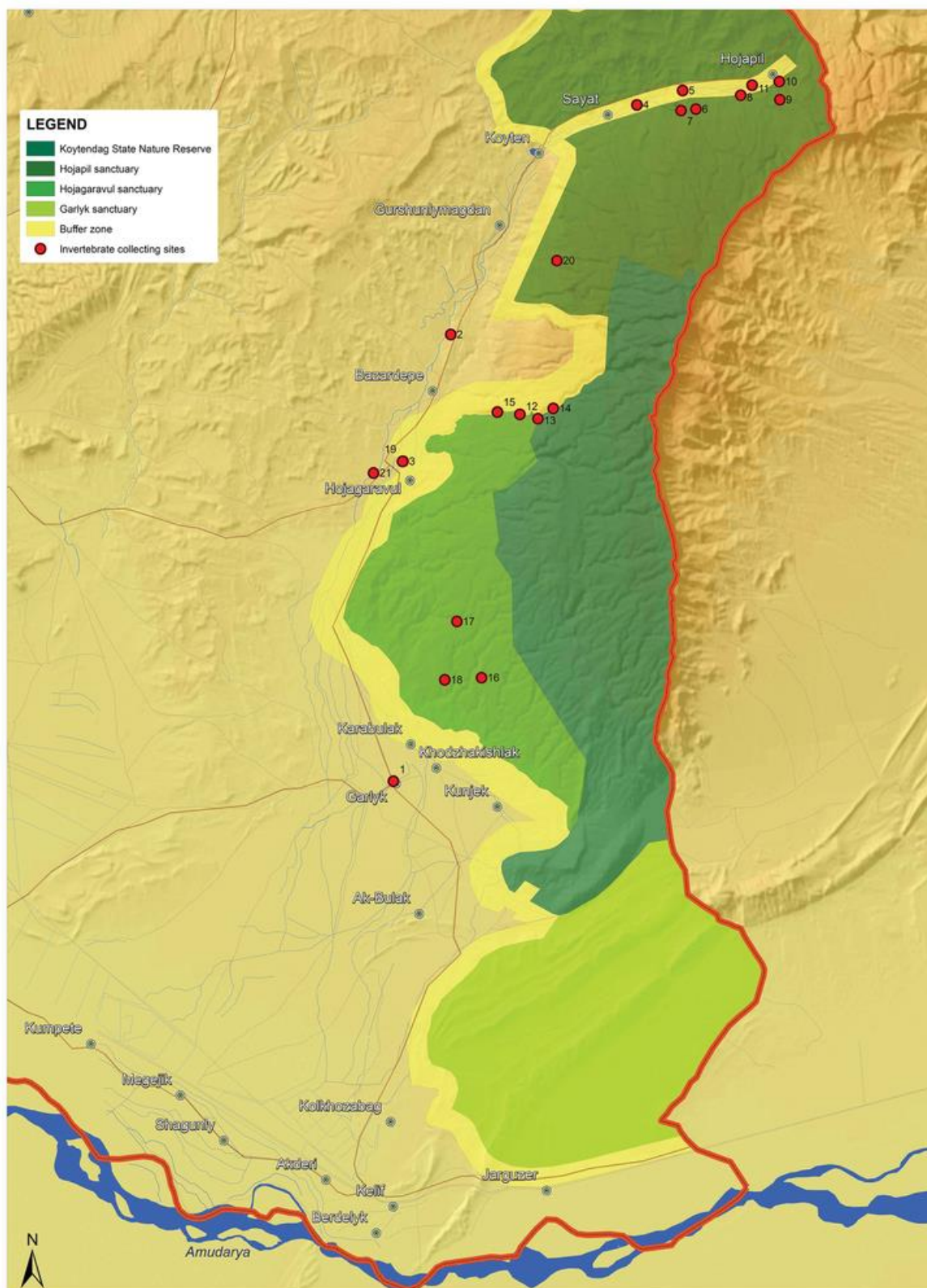


Figure 17.

Sites d'échantillonnage d'invertébrés à Koytendag. Carte par Atamyrat Veyisov.

### 3.3 Résultats

Plus de 300 espèces d'invertébrés ont été enregistrées à Koytendag, mais le vrai total sera considérablement plus élevé. Certaines espèces d'importance pour la conservation enregistrées dans chacun des ordres principaux, avant l'enquête de mai 2015, sont indiquées dans le tableau 7.

Tableau 7. [Télécharger au format CSV](#)

Invertébrés enregistrés à Koytendag avant mai 2015

Commande	Nom bre d'esp èces	commentaires
Mollusques	inconnu	<i>Melanoides kainarensis</i> est inclus dans le Livre rouge de données du Turkménistan III (VU). C'est la seule espèce de ce genre au Turkménistan. On pense que cette espèce s'est séparée de ses plus proches parents dans l'Hindu Kush à la fin du Paléogène, il y a 66 à 23 millions d'années.
Ixodida (tiques)	inconnu	Sept espèces nouvelles pour la science et endémiques au Koytendag découvertes au cours de la dernière décennie – <i>Imparipes kugitangensis</i> , <i>Imparipes placidus</i> , <i>Imparipes katalglyphi</i> , <i>Scutacarus sabinaesmilis</i> , <i>Scutacarus rotindulus</i> , <i>Premicrodispus paradoxus</i> et <i>Premicrodispus heterocaudatus</i> – Khaustov et Chydyrov (2004, 2010)
Orthoptères	38	Deux espèces endémiques à Koytendag – <i>Canophyma zimini</i> et <i>Canophyma bactrianum</i> – une espèce <i>Saga pedo</i> est répertoriée comme VU par l'UICN et est incluse dans le livre rouge de données du Turkménistan catégorie II (EN)
Coléoptères (coléoptères)	154	Deux espèces incluses dans le Livre rouge du Turkménistan – <i>Carabus</i> ( <i>Axinocarabus</i> ) <i>fedtschenkoi</i> IV (Rare) et <i>Melanotus dolini</i> IV (Rare)
Lépidoptères (papillons et mites)	59	Deux espèces remarquables – <i>Parnassius mnemosyne</i> et <i>Papilio machaon</i>
Formicidae (fourmis)	30	Une espèce endémique de Koytendag – <i>Monomorium kugitangi</i>

Les escargots collectés en 2015 ont été identifiés par le Dr Ivaylo Dedov de l'Institut de recherche sur la biodiversité et les écosystèmes de l'Académie bulgare des sciences. Les spécimens ont été attribués à six morphoespèces appartenant à 6 genres : *Pseudonapaeus sogdianus* EC von Martens, 1874, *Oligolimax annularis* (S. Studer, 1820), *Gibbulinopsis signata* (Mousson, 1873), *Laevozebrinus* cf. *lenis* Schileyko, 1984, *Macrochlamys* sp. et *Radix* sp.

En mai 2015, un scorpion potentiellement nouveau pour la science – voir figure 18 – a été trouvé qui, sur la base de l'examen des spécimens collectés, le Dr Victor Fet et František Kovařík, autorités mondiales de la recherche sur les scorpions, considère comme un membre du complexe *Mesobuthus "garelovi"* (Scorpiones : Buthidae), qui est aujourd'hui en cours de scission en plusieurs espèces. L'espèce a été officiellement décrite en 2018 comme *Mesobuthus garelovi* du Kazakhstan, du Turkménistan et de l'Ouzbékistan (Fet et al. 2018).





Figure 18.

*Mésobuthus "gorelov"* Fet et al., 2018– une espèce de scorpion récemment décrite d'Asie centrale (Crédit photo : Pavel Stoev)

Une nouvelle espèce d'araignée, *Heser stoevi* Deltshev, 2016, a été découverte en 2015 avec des spécimens collectés autour de la zone du plateau des dinosaures à Hojapil et à proximité de la grotte Gulshirin à Garlyk. Ce genre est actuellement connu pour comprendre 10 espèces réparties de l'Inde aux États-Unis d'Amérique. On considère que la nouvelle espèce à Koytendag est classée comme endémique localisée.

10 autres espèces d'araignées ont été identifiées par le Dr Christo Deltshev et le Dr Yuri Marusik : *Uroctea limbata* (CL Koch, 1843) (Oecobiidae), *Hippasa partita* (OP-Cambridge, 1876) (Lycosidae), *Philaeus chrysops* (Poda, 1761) (Salticidae), *Megalephyphantes nebulosoides* (Wunderlich, 1977) (Linyphiidae), *Trachyselotes pedestris* (CL Koch, 1837) (Gnaphosidae), *Enoplognatha thoracica* (Hahn, 1833) (Theridiidae), *Metleucauge dentipalpis* (Kroneberg, 1875) (Tetragnathidae), *Eusparassus walckenaeri* (Audouin, 1826) (Sparassidae), *Artema transcaspica* Spassky, 1934 (Pholcidae) et *Steatoda triangulosa* (Walckenaer, 1802) (Theridiidae).

Des fourmis (famille Formicidae) collectées en 2015 ont été identifiées par le Dr Toshko Ljubomirov, hyménoptère à l'Institut de recherche sur la biodiversité et les écosystèmes - Académie bulgare des sciences. Les quatre espèces appartiennent à la sous-famille des Formicinae (genres *Camponotus* et *Cataglyphis*) et à la sous-famille des Myrmicinae (genres *Pheidole* et *Tetramorium*) :

*Camponotus turkestanus* Er. André, 1882. Espèce répartie dans la région paléarctique, plus précisément du Proche-Orient à l'Asie centrale.

*Cataglyphis aenescens* (Nylander, 1849). Espèce répandue dans les parties méridionales de la région paléarctique (à l'exception des zones les plus à l'ouest du paléarctique occidental et de l'Afrique paléarctique).

*Pheidole pallidula* (Nylander, 1849). Espèce répandue dans les parties sud de la région holarctique (en Amérique du Nord connue de la Californie et du Colorado).

*Tetramorium chefketi* Forel, 1911. Espèce répandue dans les parties méridionales de la région du Paléarctique central avec quelques expansions de l'aire de répartition en Afrique du Nord, en Europe de l'Est et en Sibérie orientale.

Les coléoptères collectés en 2015 ont été identifiés et publiés par Guéorguiev et al. (2018). L'étude est basée sur l'identification de 242 spécimens appartenant à 57 espèces de 15 familles de l'ordre des Coléoptères. The following eight species are new for Turkmenistan: *Bembidion aeneum* Germar, 1823, *Chlaenius extensus* Mannerheim, 1825, *Gyrinus distinctus* Aubé, 1838, *Trichophya pilicornis* (Gyllenhal, 1810), *Thinodromus behnei* Gildenkov, 2000, *Gabrieus hissaricus* Schillhammer, 2003, *Quedius novus* Eppelsheim, 1892, et *Galeruca jucunda* (Faldermann, 1836) – voir figures 19 et 20.



Figure 19.

Habitus de *Chlaenius extensus*. Ligne d'échelle = 1 mm. (Crédit photo:Guéorguiev et al. 2018. Historia naturalis bulgarica. <http://nmnhs.com/historia-naturalis-bulgarica/pdfs/hnb-2018-29.pdf> )



Figure 20.

Habitus de *Galeruca jucunda* . Ligne d'échelle = 1 mm. (Crédit photo:Guéorguiev et al. 2018. Historia naturalis bulgarica).



Deux espèces de cafards ont été collectées sur Koytendag en 2015 - *Polyphaga saussurei* et *Shelfordella lateralis*. Les mantes (ordre Mantodea) sont représentées par trois morphoespèces : *Bolivaria brachyptera* (?), *Empusa pennicornis* (?) et *Ameles* sp. (?) (dét. D. Chobanov).

### 3.4 Débat

Sur la base des informations disponibles, le site abrite une espèce *Sago pedo* qui est globalement menacée (VU) et classée EN dans le Livre rouge du Turkménistan. Cinq espèces supplémentaires sont incluses dans le Red Data Book – *Saxetania cultricolis* (VU), *Anthia wayheimi* (Rare), *Carabus* ( *Axinocarabus* ) *fedtschenkoi* (Rare), *Melanotus dolini* (Rare) et *Melanoides kainarensis* (VU).

En incluant les nouvelles espèces découvertes en 2015, dix-neuf espèces vivant en surface sont endémiques soit au site soit au Turkménistan

– *Conophyma zimini*, *C. bactrianum*, *Microdera semenoviana*, *Dichillus dentipes*, *Prosodes kuhitangiana*, *Penthicus pinguis kughitangi*, *Turanana airibaba*, *T. kugitangi*, *Chazara staudingeri*, *Parornix kugitangi*, *P. asiatica*, *Imparipes kugitangensis*, *I. placidus*, *I. katalglyphi*, *Scuta carus sabinaesmilis*, *S. rotundulus*, *Premicrodispus paradoxus*, *P. heterocaudatus* et *Heser stoevi*. Six espèces supplémentaires – *Colposcelis lopatini*, *Prosodes subpilosa*, *P. monticola*, *Blaps medvedevi*, *Dissonomus latusculus* et *Hyponephele toharica* – peuvent être endémiques mais leur statut n'est pas clair en raison de changements présumés dans la taxonomie. Six autres espèces – *Gnathosia kuhitangi*, *Dailognatha arnoldi*, *Blaps bogatshevi*, *Adesmia planidorsis* et *Melitaea didyma* – sont signalées comme endémiques mais se trouvent en fait en dehors du Turkménistan.

Comme peu de travaux systématiques ont été menés sur la faune invertébrée de Koytendag, de nombreuses autres espèces endémiques et/ou d'importance nationale pour la conservation attendent presque certainement d'être découvertes.

### 3.5 Recommandations pour les travaux futurs

**3.5.1** Poursuivre les recherches sur les invertébrés vivant en surface, en particulier dans les zones situées à 2 000 m et au-dessus, en mettant particulièrement l'accent sur les myriapodes, les insectes, les arachnides et les escargots.

**3.5.2** Contacter les principaux musées pour voir s'ils ont des enregistrements d'invertébrés de Koytendag.

**3.5.3** Organiser une équipe d'experts en invertébrés pour collecter des spécimens en vue d'une identification ultérieure. L'équipe doit comprendre des experts locaux et internationaux qui peuvent placer l'espèce et le site dans leur contexte et assurer la formation des homologues locaux.

**3.5.4** Extraire tous les enregistrements et informations pour Koytendag des *animaux rares et insuffisamment étudiés du Turkménistan* et d'autres publications héritées.

### 3.6 Bibliographie

- Atamuradov HI (1994) Particularités de la composition et de la formation de la faune coléoptère du sud-ouest de l'Asie centrale (par exemple Coleoptera, Elateridae, Tenebrionidae, Curculionidae). Thèse de doctorat, Kiev, 47 p.
- Deltshv C (2016) Une nouvelle espèce d'araignée, *Heser stoevi* sp. nov., du Turkménistan (Araneae : Gnaphosidae). Journal de données sur la biodiversité 4 : e10095. <https://doi.org/10.3897/BDJ.4.e10095>
- Dlussky G, Soyunov O, Zabelin S (1989). Fourmis du Turkménistan. Ylym. Achkhabad, 1-273. En russe
- Fet V, Atamradov K (eds) (1994) Biogéographie et écologie du Turkménistan Monographiae Biologicae vol. 7
- Fet V, Kovařík F, Gantenbein B, Kaiser RC, Stewart AK, Graham MR (2018) Révision du complexe *Mesobuthus caucasicus* d'Asie centrale, avec descriptions de six nouvelles espèces (Scorpiones : Buthidae). Euscorpius 255 : 1–77.
- Guéorguiev B, Merkl O, Schülke M, Fery H, Szénási V, Král D, Kejval Z, Németh T, Szalóki D (2018) Coleoptera (Insecta) from Ashgabat City and Köýtendag Nature Reserve, avec neuf premiers enregistrements pour le Turkménistan. Historia naturalis bulgarica 29 : 9–20.
- Medvedev GS (1964) Caractéristiques zoogéographiques des Tenebrionidae de Kugitang et description de nouvelles formes. Zhurnal zoologique : 54-64



- Tokgaev TB (1998) Diversité biologique des insectes du Turkménistan. Achgabat, en russe.
- Tsikolovets V (1998) Les papillons du Turkménistan. Kiev. 237 p.

#### 4. Faune des cavernes

*Boris Sket, Pavel Stoev, Christo Deltshev, Yuri Marusik et Louis Deharveng*



Figure 21.

*Gammarus troglomorphus* Sidorov, Hou, Sket, 2018 ( Amphipoda ) de Garlyk, collecté à Suuv Oyuk (Crédit photo : Boris Sket)

##### 4.1 Contexte

La connaissance de la faune des grottes de Koytendag est limitée (pour la faune des grottes d'Asie centrale, voir Decu et al. 2019). Les enregistrements publiés ne comprennent que 26 espèces d'invertébrés : protozoaires (15) ; Gastéropodes (2); Crustacés ( Copépodes ) (3); Crustacés ( Malacostraca ) (3); Coléoptères (2) et Psocoptères (1) plus la loche aveugle endémique – voir section 5 .

L'étude systématique de la faune du système hydrologique souterrain de la crête de Koytendag a commencé dans la seconde moitié du XXe siècle et consistait initialement à collecter des organismes aquatiques des cavernes qui se trouvaient dans de grandes sources telles que Kaynar et Chindzhir. Le filtrage de l'eau sortant de ces sources a révélé la présence d'un crustacé isopode aveugle localisé *Stenasellus asiaticus* dont l'apparence physique suggérait qu'ils avaient un mode de vie principalement souterrain. Parallèlement, des travaux ont été entrepris sur la description d'une faune relique d'origine marine dans la grotte de Kaptarhana (Birstein et Ljovushkin 1967).

##### 4.2 Méthodologie

En mai 2015, 13 sites ont été investigués – cf. tableau 8 et chiffre 17 – dont six grottes (Gap-Gotan, Hashim Oyuk, Gulshirin, Kaptarhana, Kyrkgyz Grotto et une grotte dans le village de Hojapil), quatre galeries de mines abandonnées et un gouffre. Kaptarhana et Gap-Gotan ont été visités deux fois car des pièges à piège ont été installés dans les deux. Les techniques de prospection consistaient en des prospections visuelles d'environ 1 km de couloirs à proximité des entrées de la grotte de Gap-Gotan ; filtrage de l'eau et des sédiments dans les mares calcaires à l'aide d'un filet à main d'une largeur de maille de 0,5

mm (des filets plus fins ont été essayés mais se sont rapidement obstrués par du limon); et dix pièges à écueils fabriqués à partir de gobelets en plastique appâtés avec de la viande et/ou du fromage pendant plusieurs jours à Gap-Gotan (4) et Kaptarhana (6). Comme il y avait une pénurie de masses d'eau dans les grottes, des échantillons ont également été prélevés dans des sources qui offrent des « fenêtres » sur le système d'eau souterraine. Tous les spécimens ont été traités au laboratoire à l'aide d'un microscope binoculaire. Après tri, les spécimens ont été provisoirement identifiés et, le cas échéant, envoyés à des spécialistes pour confirmation d'identification. En plus de l'échantillonnage des invertébrés, les amphibiens et les odonates ont été photographiés et une enquête détaillée distincte a été réalisée sur la loche aveugle endémique - voir section 5.

Tableau 8. [Télécharger au format CSV](#)

Lieux d'échantillonnage de la faune des cavernes.

Nom du site	Date	Habitat
Canal Koytendag	24 mai	Canal végétalisé relié à l'Amudarya
Kaptarhana	24 mai	Sédiment du lac dans la grotte
Bachboulak	25 mai	Source de gravier à la tête de la rivière Koyten et grand bassin de source avec une riche végétation submergée
kirghize	25 mai	Printemps
Sous le plateau des dinosaures	25 mai	Source et entrée étroite à l'excavation
Daraydere	26 mai	Source forte à la tête artificielle du ruisseau et source d'un trou de forage dans le mur d'un tunnel sans nom
Gap-Gotan	27 mai	Piscine calcaire dans la grotte et piscine calcaire près de l'entrée
Rivière Karabulak	28 mai	Petit ruisseau avec une riche végétation submergée, source et source de dépôt de gravier
Gaynarbaba	28 mai	Source sulfureuse, grande source karstique et source
Jarma-Tasbulak	28 mai	Source karstique et source
Grotte Hasim Oyuk	29 mai	Grotte sèche
Suw Oyuk	29 mai	Lac gouffre, piège appâté dans le lac gouffre et environs du gouffre
Lac récemment découvert dans un gouffre	31 mai	Sédiment du lac dans la grotte
Gap-Gotan	1 juin	Piège à piège appâté dans une partie sèche et spacieuse de la grotte

#### 4.3 Résultats

En plus de confirmer la présence de la majorité des espèces précédemment enregistrées et d'augmenter la distribution connue de bon nombre d'entre elles, le résultat le plus significatif de l'enquête de mai 2015 a été la découverte de deux espèces de *Gammarus* nouvelles pour la science à Garlyk et Koyten, respectivement - voir les chiffres 21, 22 (Siderov et al. 2018). Trois

espèces de coléoptères non enregistrées auparavant ont également été trouvées à Gap-Gotan Cave - Bembidion ( Ocyturanus ) dyscheres Netolitzky, 1943, Eremosphodrus ( Rugisphodrus ) dvorshaki Casale & Vereschagina, 1986 et Cymindis ( Paracymindis ) asiabadense kryzhanovskii Emetz, 1972 (Guéorguiev et al. 2018).



Figure 22.

*Gammarus parvioculatus* Sidorov, Hou, Sket, 2018 de Koyten, collecté à Hojapil (Crédit photo : Boris Sket)

Parmi les découvertes les plus frappantes dans les grottes de Koytendag figurait un nouveau genre et une nouvelle espèce remarquables de Campodeidae ( Diplura ), *Turkmenocampa mirabilis* Sendra & Stoev trouvés dans la grotte de Kaptarhana (Sendra et al. 2017). Cela représente le premier enregistrement de Diplura d'Asie centrale et aussi le premier troglobionte terrestre trouvé au Turkménistan. Bien que *T. mirabilis* ait été provisoirement placé par les auteurs dans la sous-famille Plusiocampinae, ses véritables affinités restent incertaines. La nouvelle découverte apporte un soutien supplémentaire à l'importance de Kaptarhana en tant que refuge pour un certain nombre d'invertébrés endémiques.

Les grottes de Koytendag se sont révélées abriter également quelques espèces d'araignées (identifiées par Christo Deltshev et Yuri Marusik) : *Pholcus parthicus* Senglet, 2008 (grotte Kyrkgyz, grotte du village Hojeypil, grotte Gulshirin) ; *Megalephyphantes nebulosoides* (Wunderlich, 1977) (v. Garlyk, grottes Gap Gotan et Hashim Oyuk); et *Tegenaria* sp. (grotte Hashim Oyuk).

Bien qu'il ne s'agisse pas nécessairement d'espèces cavernicoles strictes, plusieurs autres espèces potentiellement nouvelles pour la science ont également été enregistrées : les collembolles ( Collembola ) : *Deuteraphorura* n. sp. (grotte kirghize), Entomobryidae sp. (Cave Gap Gotan), *Coecobrya* n. sp. (grotte Kaptarahana) (dét. Louis Deharveng), et un coléoptère Latridiidae du genre *Corticaria* ( Coleoptera ) à Kaptarhana (identifié par Wolfgang Rucker).

Sur la base des différences dans les espèces enregistrées, il semble qu'il existe au moins trois systèmes hydrologiques distincts et séparés à Koytendag - Suw Oyuk, Kaptarhana et Koyten.

Un grand perchoir de chauves-souris *Rhinolophus bocharicus* a été trouvé à Kaptarhana. Cette grotte est riche en guano et possède une faune d'invertébrés diversifiée. Il contient également de l'eau permanente apparemment alimentée par des sources souterraines. Ensemble, ces caractéristiques confèrent à la grotte une grande importance pour la conservation.

À Suw Oyuk, le seul endroit connu pour la loche aveugle endémique, les éléments suivants ont été enregistrés - *Bufotes oblongus* ( Amphibia ), *Ischnura elegans* et *Orthetrum coerulescens* ( Odonata ); *Gerris* sp. et *Notonecta* sp. ( Hémiptères ); ainsi que des Chironomidae, des Cyclopoida, des Ostracoda, des Dytiscidae et des Mollusca non identifiés.

Bien qu'elles ne soient en aucun cas considérées comme une espèce "troglodytique", des "toilettes" de porc-épic *Hystrix indica* ont été trouvées dans plusieurs grottes et elles semblent fournir une importante source de nourriture pour la faune invertébrée.

Au cours de l'expédition scientifique internationale de 2012, un coléoptère a été collecté dans une mare calcaire de la grotte de Gap-Gotan le 25 mai, ce qui semble être une nouvelle espèce de *Xestodium*, mais aucun n'a été enregistré lors de l'enquête de 2015.

*Gammarus troglomorphus* Sidorov, Hou, Sket, 2018 de Garlyk enregistré à Suw Oyuk est une espèce très aberrante, l'une des plus troglomorphes du genre. Les yeux et la pigmentation sont totalement absents et les appendices sont très allongés. C'est un troglobionte (Sidorov et al. 2018).

*Gammarus parvioculatus* Sidorov, Hou, Sket, 2018 d'une grotte de source à Hojapil près de Koyten ne montre pas de troglomorphie sauf la légère diminution de l'œil (Sidorov et al. 2018). Il a été trouvé dans trois sources, dont une dans une demi-grotte, et les individus présentent un degré de pigmentation variable ; l'œil est réduit à la moitié de la taille des populations de gammares « normales ». L'espèce est considérée comme eutroglophile.

#### 4.4 Débat

En règle générale, les faunes souterraines (grottes) sont souvent des constituants importants des monuments naturels nationaux car elles sont généralement localisées et donc strictement ou étroitement endémiques. Chaque espèce troglobiotique n'est généralement présente que dans une zone et donc vulnérable à l'extinction si la population locale disparaît. Les espèces troglobiotiques et eutroglophiles sont aussi scientifiquement très instructives, illustrant les parcours d'adaptation et d'évolution en général. En revanche, les espèces subtroglaphiles et troglloxènes sont généralement beaucoup plus largement distribuées et non troglomorphes, mais les subtroglaphiles peuvent être très importants en tant que vecteurs de nourriture entre la surface et le sous-sol.

En plus de l'espèce *Gammarus* nouvellement découverte, d'autres troglobiontes notables sont l'isopode *Micrcharon halophilus* et le gastéropode hydrobiide *Pseudocaspia ljevuschkini* Starobogatov. De plus, il existe un certain nombre d'espèces reliques endémiques, notamment *Stenasellus asiaticus* Birstein & Ljevuschkin et *Bogidiella ruffoi* Birstein & Ljevuschkin, qui ont été enregistrées à partir de la source Hodza-Kaynar.

Les habitats souterrains, y compris les grottes, sont caractérisés par l'obscurité, une forte humidité de l'air, des conditions climatiques stables et un manque de ressources alimentaires. L'adaptation morphologique générale des troglobiontes à ces conditions est la réduction des structures non fonctionnelles, par exemple, la réduction de la pigmentation et des yeux, et l'allongement des appendices. Ces traits sont appelés troglomorphie.

La région de Koytendag est nettement aride par rapport à la plupart des régions karstiques du monde. Les précipitations annuelles moyennes au Turkménistan sont de 110 à 200 mm, contre 900 à 1 600, extrême 4 600 mm, dans la zone karstique dinarique riche en troglobiotiques. Ceci explique presque certainement l'absence totale et frappante des grillons des cavernes (Orthoptera : Rhaphidophoridae) qui sont par ailleurs l'une des composantes les plus régulièrement présentes des faunes des cavernes. Ils sont cependant majoritairement subtroglaphiles, dépendant de leur alimentation en surface mais cherchant régulièrement refuge dans les entrées des grottes. Une caractéristique supplémentaire des grottes de Koytendag est l'absence ou l'extrême rareté des coléoptères troglobiotiques hygrophiles (Coleoptera) ; ils sont remplacés par les groupes explicitement xérophiles Ténébrionidés et Ptinidés.

Selon la littérature (Brodsky 1928, 1929; Birstein et Ljevuschkin 1965; Tchibisova 1967) il y a des foraminifères reliques dans le lac de Kaptarhana. Comme les foraminifères sont principalement des animaux marins, on suppose qu'il s'agit de reliques de la mer passée dans la région, mais on ne sait pas si des animaux ont été retrouvés vivants, il pourrait s'agir de spécimens sous-fossiles.

#### 4.5 Recommandations pour les travaux futurs

**4.5.1** Poursuite des études des grottes en février/mars, qui sont les mois les plus propices à la collecte dans la zone. Ceci est particulièrement important pour la collecte de spécimens vivants des coléoptères ténébrionidés à Hashim Oyuk et des probables nouveaux mille-pattes callipodidiens à Gulshirin.

**4.5.2** Étendre les études biospéologiques à d'autres grottes et galeries minières de la région, en particulier dans les parties les plus élevées de la montagne (au-dessus de 1 000 m), où les températures de l'air dans les grottes devraient être plus basses et l'humidité plus élevée.

**4.5.3** Explorez la faune de la grotte récemment découverte qui semble avoir le plus grand lac souterrain du Turkménistan et de l'ancien SSSR.



**4.5.4** Explorer la grotte près de 'Svincovyi rudnik' mentionnée par Ljovushkin (1969).

**4.5.5** Réaliser une étude pilote de la strate peu profonde mésovoïde (MSS) totalement inexplorée de la montagne qui pourrait révéler plusieurs nouvelles espèces.

**4.5.6** Effectuer un suivi régulier des communautés d'invertébrés dans les grottes.

**4.5.7** Rechercher les grottes inondées sur les crêtes de Karabil et Karadzhimulak où il peut y avoir des refuges de faune relique de l'océan Téthys.

**4.5.8** Rassembler des données sur la biodiversité des masses d'eau dans la réserve voisine de Surkhandarya en Ouzbékistan. Idéalement, ce serait une expédition synchrone des deux côtés de la crête de Koytendag.

#### 4.6 Bibliographie

- Birstein YA (1985) La genèse des faunes d'eau douce et des grottes profondes. Moscou. Science. 247 pp En russe
- Birstein YA, Ljovushkin SI (1965) Faune des eaux souterraines saumâtres de l'Asie centrale. Journal international de spéléologie 1 : 307–320.
- Brodsky AL (1928) Foraminifères (Polythalamia) dans Grundwasser der Wüste Kara-Kum. Acta Universita Asiae Mediae, Ser. 8, Zoologica, 5, 1-17. En russe
- Brodsky AL (1929) La faune des bassins du désert Kara-Kum. Acta Universita Asiae Mediae, Ser. 12, Geographica 5 : 1-43. En russe
- Chibisova OI (1967) Testacea de certaines grottes et réservoirs karstiques. Zoologicheskii Zhurnal 46 : 181-186 (en russe avec résumé en anglais)
- Decu V, Juberthie C, Lepure S, Gheorgui V, Nazareanu G (2019) Un aperçu de la faune souterraine d'Asie centrale. Ecologica Montenegrina 20 : 168–193.
- Guéorguiev B, Merkl O, Schülke M, Fery H, Szénási V, Král D, Kejval Z, Németh T, Szalóki D (2018) Coleoptera ( Insecta ) from Ashgabat City and Köýtendag Nature Reserve, avec neuf premiers enregistrements pour le Turkménistan. Historia naturalis bulgarica 29 : 9–20.
- Kniss VA (2001) Faune des cavernes de Russie et des pays adjacents (histoire de l'étude, composition et distribution). Maison d'édition de l'Université Bashkir, Oufa.
- Ljovushkin SI (1969) À propos de la faune souterraine de l'Asie centrale soviétique. 4ème Int. Congrès de Spéléologie. Actes IV, Ljubljana. CEI 4-5 : 145-149.
- Sendra A, Sket B, Stoev P (2017) Un nouveau genre et une nouvelle espèce frappants de Campodeidae trogloditiques ( Diplura ) d'Asie centrale. Biologie souterraine 23 : 47–68. <https://doi.org/10.3897/subtbiol.23.14631>
- Sidorov D, How Z, Sket B (2018) Trois nouvelles espèces remarquables d'amphipodes ( Crustacea : Gammaridae ) des sources et des eaux souterraines d'Asie centrale. Zootaxa 4444 (4): 437–461. <http://www.mapress.com/j/zt>

#### 5. Poisson

Brian Zimmerman, Rachel Jones et Sarah Ball



Figure 23.

Loche aveugle de Starostin *Troglocobitis starostini* , collectée à Suw Oyuk (Crédit photo : Brian Zimmerman, ZSL)

### 5.1 Contexte

La faune piscicole de Koytendag est limitée à dix espèces. L'espèce la plus importante est le poisson des cavernes aveugle endémique Loche de Starostin *Troglocobitis starostini* (VU) (voir figure23) qui semble se limiter au gouffre de Suw Oyuk. En plus d'être endémique à Koytendag, la loche est la seule espèce de poisson cavernicole aveugle trouvée dans le nord de l'Eurasie. Parmi les autres espèces, celles-ci sont principalement représentées par des espèces ponto-caspiennes-arales (barbillon du Turkestan *Barbus capito* ssp. *conocephalus* , goujon du Turkestan *Gobio gobio* ssp. *lepidolaemus* et *bystranka* rayé *Alburnoides taeniatus* ) et des espèces iraniennes telles que *Capoeta capoeta* ssp. *capoeta* . Deux espèces - marinka commune *Schizothorax intermedius* et loche grise *Triplophysa dorsalis*— sont limités aux bassins hydrographiques du Koytendag au Turkménistan. Deux espèces exotiques ont été introduites dans la région - les nombreux et répandus moustiques *Gambusia affinis* et *Cyprinus carpio* qui, en 2015, n'ont été enregistrés que dans le trou de baignade de Gaynarbaba et sont vraisemblablement confinés à cet endroit. Ces espèces ont été introduites pour un certain nombre de raisons, notamment pour la lutte alimentaire et biologique. Dans le cas de *Gambusia affinis* , selon l'OMS, il a été introduit au Turkménistan dans les années 1930 pour lutter contre les moustiques porteurs du paludisme.

### 5.2 Méthodologie

La faune piscicole, les paramètres environnementaux et la qualité de l'eau ont été échantillonnés dans huit sources, rivières et systèmes de grottes du site - voir tableau 9 et chiffre 26. Les sites d'échantillonnage comprenaient une gamme d'emplacements représentatifs des principaux habitats aquatiques de la réserve. Une gamme de paramètres de base de la qualité de l'eau a été testée à l'aide de sondes et de tests colorimétriques, à la fois simples et robustes pour une utilisation sur le terrain. Les tests ont exploré les caractéristiques physiques de l'eau à chaque site et les niveaux de nutriments organiques communs. Les sites où l'eau libre peut être échantillonnée sont abondants, mais la majorité sont des canaux d'irrigation qui alimentent l'eau des sources aux villages et aux champs et la plupart sont fortement utilisés pour l'abreuvement et, dans certains cas, le lavage du bétail avec des apports inévitables de polluants organiques. Bien qu'un flux constant de nouvelle eau de source signifie que les niveaux de nutriments sont dilués et que les données montrent des niveaux relativement faibles en conséquence - voir tableau 10— il y avait des signes d'eutrophisation locale tels que la croissance abondante d'algues et de cyanobactéries dans les mares. Les sites d'échantillonnage ont été sélectionnés pour permettre des comparaisons avec le site du gouffre de loche aveugle et pour mieux comprendre leur interdépendance tant sur le plan hydrologique que biologique.

Tableau 9. [Télécharger au format CSV](#)

Sites d'échantillonnage des relevés ichtyologiques.

Numéro de site	Nom du site	Les coordonnées GPS	Altitude (m)	Espèce identifiée
1	Gouffre de Suw Oyuk	N37°35.824', E066°24.318'	373	<i>Troglocobite starostini</i>
2	Karaboulak	N37°36.332', E066°21.200'	327	<i>Gambusia affinis</i>
3	Jarme	N37°36.633', E066°21.348'	332	<i>Gambusia affinis</i>
4	Gaynarbaba	N37°32.265', E066°24.375'	324	<i>Cyprinus carpio</i> , <i>Gambusia affinis</i> , <i>Alburnoides sp. (taeniatus)</i> ?
5	Koytendarya	N37°43.444', E066°19.523'	443	<i>Paracobitus longicauda</i> , <i>Capoeta sp. (capoeta capoeta)</i>
6	Bachboulak	N37°56.421', E066°33.298'	913	Aucun
7	Kaptarhana	N37°49.686', E066°24.627'	610	<i>Capoeta sp. (capoeta capoeta)</i>
8	Gazlyk oba	N37°35.604', E066°20.839'	326	<i>Alburnoïdes sp. (taeniatus)</i> ?, <i>Gambusia affinis</i>
9	Réservoir de Ketdekol			<i>Capoetobrama kuschakewitschi</i>

Au cours de l'expédition, l'équipe ZSL, aidée en interprétation par Michail Pereladov de VNIRO, a organisé une session de formation avec six membres du personnel de l'équipe de la réserve naturelle d'État de Koytendag. La session a couvert les bases de l'analyse de la qualité de l'eau à l'aide des kits de test Salifert utilisés pendant le travail de terrain (calcium, alcalinité, pH, teneur en oxygène dissous, phosphate et nitrate). Des informations générales ont été données pour chaque paramètre expliquant ce qu'il était, l'importance pour les animaux aquatiques et les implications du changement dans la réflexion des événements de pollution, par exemple. Un programme de suivi régulier a été convenu avec le directeur scientifique de la réserve, avec des prélèvements mensuels sur trois sites ; le gouffre de Suw Oyuk, le Koytendarya et le lac de grotte nouvellement exploré et analysés pour les paramètres indiqués dans le tableau 10+ température. Le lac de la grotte est un nouveau site et il serait utile de rechercher s'il existe un lien entre celui-ci et l'hydrosystème du gouffre de Suw Oyuk. Le Koytendarya est le seul site d'échantillonnage contenant un nombre significatif de faune piscicole indigène et qui pourrait être sensible aux changements environnementaux. En plus du programme d'échantillonnage régulier, des échantillons opportunistes seront également prélevés après des événements notables tels que des inondations pouvant affecter le milieu aquatique.

Tableau 10. [Télécharger au format CSV](#)

Données environnementales provenant de sites d'échantillonnage.

	Chantier 1	Chantier 2	Chantier 3	Chantier 4	Chantier 5	Chantier 6	Chantier 7	Chantier 8	Chantier 9
Température °C	21.8	21.1	22.6	23	27.3	19	n / A	21	n / A
pH	7.08	7.58	7.41	6.32	8.08	7.06	n / A	7,57	n / A
OD mg/l	5.74	4.42	8,66	0,68	7.12	8h15	n / A	5.44	n / A
Conductivité ms/cm)	13h46	9,67	9.43	11.83	8.83	2.10*	n / A	10.21	n / A
Calcium mg/l	690	200	165	225	140	100	n / A	253	n / A
Alcalinité meq/l	3.3	3,82	3,65	3,57	2,89	3.58	n / A	0	n / A
Phosphate mg/l	0	0	0	0	0,02	0	n / A	4.1	n / A
Ammoniac mg/l	0,25	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25	0	n / A	0	n / A
Nitrites mg/l	0	0	0	<0,1	0	0	n / A	0	n / A
Nitrates mg/l	7	dix	5	5	1	5	n / A	dix	n / A
Couleur	Aucun	Moyen	Aucun	Faible	Moyen	Moyen	Aucun	Faible	n / A

Pour les poissons, les principales méthodes d'échantillonnage étaient le filet à main et deux casiers à ménés hexagonaux multi-entrées appâtés de 1 m de diamètre. Au total, sept des huit sites ont fait l'objet d'un échantillonnage approfondi. Le site 7 n'a pas fait l'objet d'un échantillonnage intensif, mais un spécimen a été obtenu de manière opportuniste. Un échantillonnage opportuniste supplémentaire a été effectué au réservoir de Ketdekol dans le village de Koyten.

Pour la loche aveugle, la collecte de spécimens a été tentée via deux méthodes; nageurs utilisant des filets à main et des pièges à vairons appâtés laissés pendant la nuit – voir figure 24. Les pièges ont été installés dans la partie ombragée du gouffre à environ 3 m de profondeur près des deux entrées du système de grottes. L'un était appâté avec du fromage et le second avec des saucisses et attaché avec une corde à un rocher à la surface pour une récupération facile. Les pièges appâtés se sont avérés infructueux après deux sessions de piégeage, l'une de 15 heures et la seconde de 48 heures. La collecte à l'aide de filets à main a réussi une fois que les poissons se sont déplacés dans des eaux relativement peu profondes pour permettre à un nageur en apnée de les atteindre.





Figure 24.

Installation d'un piège à ménés (Crédit photo : Brian Zimmerman, ZSL)

De plus, deux nouvelles techniques de surveillance environnementale ont été testées. Le premier était l'utilisation d'un véhicule télécommandé (ROV) pour recueillir des séquences vidéo de l'habitat et du comportement des poissons in situ avec un minimum de perturbations - voir figure 25. Le ROV utilisé était l'openROV v 2.7 de <http://www.openrov.com/> assemblé et testé au ZSL. Le ROV était contrôlé à partir d'un ordinateur portable connecté par un câble ombilical à l'unité avec un flux vidéo en direct diffusé directement sur l'ordinateur portable à partir de la caméra embarquée. L'utilisation du ROV a échoué en raison de dommages à l'unité causés par l'intrusion d'eau dans la chambre principale contenant l'électronique. Les dommages peuvent avoir été subis lors de l'expédition vers le site et il n'a pas été possible d'effectuer des réparations sur le terrain. Cependant, le temps limité que l'unité a passé dans l'eau et les observations qu'elle a obtenues du site indiquent que cette approche pourrait s'avérer être un outil utile pour la surveillance non perturbée et la collecte de données sur les espèces sensibles dans des endroits relativement inaccessibles.

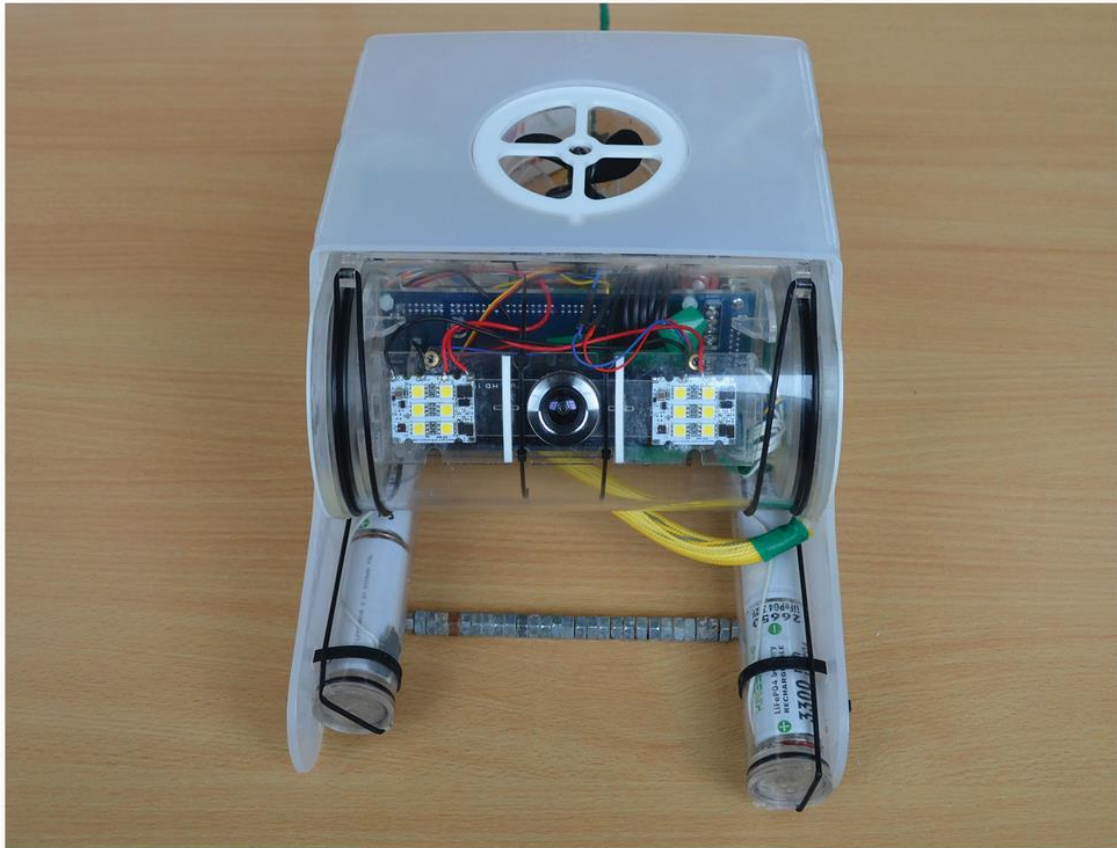


Figure 25.

openROV v 2.7 (véhicule télécommandé) testé pour l'observation *in situ* de la loche aveugle de Starostin (Crédit photo : Brian Zimmerman, ZSL)





La deuxième technique consistait à collecter le matériel génétique de la loche et de toute espèce apparentée du bassin versant pour profiler leur ADN afin de tester le potentiel de collecte d'ADN environnemental (eDNA) à l'avenir comme moyen de mesurer la zone d'occupation totale par le poisson dans le vaste réseau de grottes. La méthode d'utilisation de l'ADN environnemental est actuellement utilisée avec la détection des populations d'amphibiens, bien que son utilisation pour les poissons dans les systèmes de grottes n'ait pas encore été essayée. Le principe de base est développé à partir du concept de codage à barres ADN – <http://www.barcodeoflife.org/content/about/what-dna-barcoding>

La prémisse est que le gène de la cytochrome oxydase 1 (COI) situé sur les mitochondries des organismes eucaryotes code une séquence relativement unique pour une espèce. Le concept repose sur la prise d'une source d'ADN et l'amplification du gène COI à partir de cette source afin d'identifier les espèces présentes dans la source. Ce concept s'applique à tout, depuis les sources probables d'une seule espèce (viande et peaux dans le commerce illégal d'espèces sauvages, par exemple) jusqu'aux sources avec de l'ADN d'espèces mixtes, comme des échantillons d'eau. Par extension, ce concept devient alors un moyen d'identifier quelles espèces eucaryotes sont présentes dans des échantillons environnementaux, comme le sol, la neige et, dans le scénario des poissons des cavernes, l'eau. En sachant comment les gènes COI sont uniques à une certaine espèce, Des amorces de PCR peuvent ensuite être conçues pour déterminer quelle région est amplifiée pendant la PCR pour cibler uniquement le gène COI de l'espèce d'intérêt. Pour ce faire, d'autres sources potentielles d'ADN qui seraient les plus similaires aux espèces focales présentes dans l'environnement doivent être échantillonnées afin de les exclure autant que de cibler l'espèce focale.

Pour l'analyse de l'ADN mitochondrial, neuf échantillons de poissons individuels ont été inclus dans l'étude, comprenant quatre *Troglocobitis starostini*, deux *Paracobitis longicauda*, un *Capoeta capoeta* et un *Alburnoides*.sp. Des échantillons (huit nageoires, un corps) avaient été stockés dans de l'éthanol. Les échantillons ont reçu un code TF1 - TF9 et ont été étudiés en aveugle à l'identité de l'individu pour réduire les biais subjectifs. L'ADN a été extrait à l'aide d'un kit de sang et de tissus Qiagen et amplifié par PCR à l'aide d'amorces universelles pour les gènes d'ARN 12S et 16S de l'ADN mitochondrial (ADNmt). Les produits de PCR ont été séquencés chez GATC Biotech, en utilisant une méthode de Sanger. Les séquences ont été alignées à l'aide de ClustalW dans Bioedit. Des recherches BLAST dans les bases de données de nucléotides Genbank et Mitofish ont été utilisées pour identifier des séquences étroitement homologues.

### 5.3 Résultats

Sept des dix espèces enregistrées pour la zone ont été identifiées au cours de la période d'échantillonnage - voir tableau 7. Pour la loche aveugle, un total de huit individus a été observé. Vus *in situ*, les poissons étaient tous en contact avec des surfaces solides plutôt que de nager librement dans la colonne d'eau, vraisemblablement à des fins d'orientation. La plupart ont été observés près de l'entrée de la grotte dans plus de 3 m d'eau mais un a été observé à moins d'un mètre de la surface de l'eau. Des poissons ont été vus par paires à deux reprises. Deux poissons entiers ont été prélevés pour une analyse plus approfondie et des clips de nageoires ont été prélevés sur trois autres spécimens. Ces spécimens fourniront des informations anatomiques plus détaillées, ainsi que la première opportunité d'effectuer une analyse du contenu intestinal pour comprendre les préférences alimentaires et développer le profil génétique de cette espèce pour le travail sur l'eDNA.

Les résultats de l'analyse de typage mitochondrial ont montré que des groupes d'individus présentant des haplotypes identiques pour 12S étaient également identiques pour 16S. Quatre haplotypes 12S/16S ont été identifiés. Les groupements d'haplotypes 12S/16S étaient cohérents avec les espèces des individus testés :

- a) TF1, TF2, TF4 et TF8 – tous *Troglocobitis starostini*
- b) TF6, TF7 – les deux *Paracobitis longicauda*
- c) TF5 – *Capoeta capoeta*
- d) TF9 – *Alburnoides* spp.

L'arbre phylogénétique de l'ADNmt 12S - voir figure 27 - à partir des individus échantillonnés et des séquences étroitement homologues dans les bases de données de nucléotides montre deux clades fortement pris en charge :



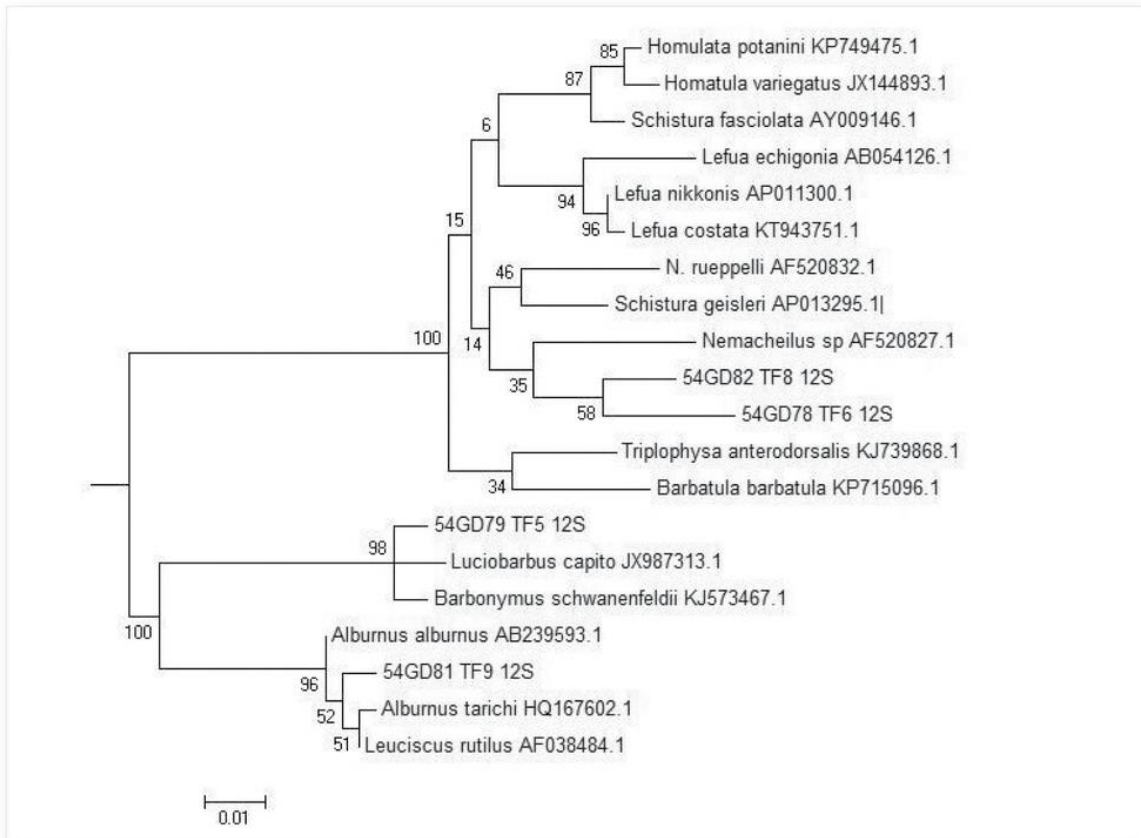


Figure 27.

Arbre phylogénétique de l'ADNmt de loche aveugle des haplotypes 12S identifiés chez les individus testés et des séquences étroitement homologues de la base de données de nucléotides Genbank.

a) Un clade "lâche" comprenant les individus *T. starostini* et *P. longicauda* dans lequel il y a généralement un faible support d'amorçage pour les sous-clades illustrant la limitation de la résolution avec la représentation actuelle des taxons apparentés dans les bases de données.

b) Un deuxième clade comprenant deux sous-clades bien supportés, les *Alburnoides* spp. groupement individuel (TF9) avec *Alburnus* spp. et *Capoeta capoeta* (TF5) avec la sous-clade soeur.

Les résultats du suivi mensuel de la surveillance de la qualité de l'eau par le personnel de la réserve sur huit sites de la réserve sont présentés dans des tableaux 11, 12, 13 et 14, avec des informations provenant de sites moins régulièrement surveillés dans des tableaux 15, 16, 17 et 18.

Tableau 11. [Télécharger au format CSV](#)

Suw Oyuk, Hojagaravul Wildlife Sanctuary ( N37°35.604', E066°20.839' ; 326 m alt.).

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphate (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
26.05.2015	-	-	26,8	11h30	11h30–13h36	0,08	0,38 (3,36 %)	0,62 (690 %)	6,74	0	7
29.06.2015	43	24.1	26,8	12.50	12h52–13h36	7.7	0,44 (3,08 %)	1,46 (770%)	8	0	25
29.07.2015	39	38	22.4	11h55	12h10–12h57	7.5	0,57 (2,39 %)	1,63 (690%)	dix	0	75
28.08.2015	28.4	-	20.2	10h55	11.03–11.34	7.5	0,40 (3,30 %)	2,78 (1110%)	8	0,03	30
29.09.2015	39.1	27.2	20.1	14h15	14h15–14h46	7.6	0,20 (4,45 %)	1,37 (810%)	dix	0,03	75
29.10.2015	30,0	21.2	20.1	13.10	13h30–13h53	7.6	0,28 (3,99 %)	1,24 (880 %)	6	0,03	75
30.11.2015	12.3	13.1	19.1	10.16	10h16–10h46	7.5	0,36 (3,53 %)	1,22 (890 %)	dix	0,03	30
06.01.2016	19.3	16.3	19.1	09.38	09.41–10.15	7.5	0,22 (4,33 %)	1,36 (820 %)	dix	0,03	50
06.02.2016	20	22.1	19.3	09.15	09h20–09h55	7.4	0,48 (2,85 %)	-	6	0	25
06.04.2016	22	16.0	19.4	14h45	14h48–15h21	7.4	0,40 (3,30 %)	0,42 (290 %)	dix	0	50
12.05.2016	29.3	24.1	20.1	10h20	10h24–10h59	7.4	0,40 (3,30 %)	0,56 (220 %)	8	0	50
06.06.2016	38.2	26,0	21.2	15h43	15h45–16h11	7.6	0,38 (3,42 %)	0,60 (200 %)	9	0	50
06.07.2016	39.4	26,0	21.4	12.36	12h40–13h08	7.8	0,42 (3,19 %)	0,72 (140 %)	dix	0	50
12.08.2016	34.3	23.4	20.1	11.53	11h56–12h30	7.6	0,42 (3,19 %)	0,54 (250 %)	8	0	50
08.09.2016	31.3	26,0	20.2	14.10	14h13–14h40	7.4	0,40 (3,30 %)	0,72 (140 %)	8	0	50

Tableau 12. [Télécharger au format CSV](#)

Gaynarbaba, Garlyk Wildlife Sanctuary (N 37°32.265' E 066°24.375' ; 324 m d'altitude).

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphates (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
29.08.2015	-	27,0	21.4	08.41	08.45-09.15	7.5	0,34 (3,65 %)	0,30 (350 %)	2	0	25
29.09.2015	-	39.2	21.4	12.02	12.02-12.38	7.5	0,32 (3,76 %)	0,40 (300 %)	6	0	25
29.10.2015	-	30,0	21.2	11h25	11h25-11h56	7.5	0,32 (3,76 %)	0,14 (430 %)	8	0	25
30.11.2015	-	9.2	21.0	07.01	07.01-07.35	7.5	0,35 (3,76 %)	2.90 (1090%)	dix	0,03	25
29.12.2015	-	22,0	21.0	11h55	11h55-12h25	7.5	0,34 (3,65 %)	0,36 (320 %)	dix	0	25
06.01.2016	-	19.3	21.3	12.02	12.05-12.30	7.5	0,32 (3,76 %)	0,54 (230 %)	8	0	50
06.02.2016	-	18.1	21.2	11.28	11h30-11h56	7.4	0,32 (3,76 %)	0,32 (340 %)	8	0	25
11.03.2016	-	26,0	20.2	16.02	16.05-17.00	7.4	0,44 (3,08 %)	0,56 (220 %)	8	0	50
05.04.2016	-	26,0	20.01	12.59	13.02-13.36	7.4	0,32 (3,76 %)	0,54 (230 %)	8	0	25
06.05.2016	-	26,5	21.2	10h30	10h33-11h00	7.7	0,32 (3,76 %)	0,54 (230 %)	8	0	25
06.06.2016	-	30.3	22,0	10h48	10h50-11h25	7.7	0,32 (3,76 %)	0,46 (270 %)	8	0	dix
06.07.2016	-	29,7	22.1	10.28	10h30-11h11	7.8	0,28 (3,99 %)	0,48 (200 %)	8	0	25
12.08.2016	-	23,0	21.3	09.27	09.30-10.08	7.8	0,50 (2,73 %)	0,50 (250 %)	12	0	25
08.09.2016	-	27.1	22,0	11h40	11h43-12h25	7.5	0,32 (3,76 %)	0,54 (230 %)	8	0	dix

Tableau 13. [Télécharger au format CSV](#)

Koytendarya, village de Bazardepe à la frontière avec Hojagarawul Wildlife Sanctuary ( N37°43.444', E066°19.523' ; 443 m alt.)

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphate (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
28.05.2015	-	-	27.3	03h45	03h45-04h38	8.08	0,48 (2,89 %)	0,72 (140 %)	7.12	0,02	1
29.06.2015	-	41,0	28.4	17h45	18.01-18.37	8.0	0,54 (2,50 %)	0,58 (210 %)	8	0	dix
29.07.2015	-	38,0	28.1	18.19	18h29-18h58	8.1	0,36 (3,53 %)	0,18 (410 %)	dix	0,03	dix
28.08.2015	-	33,0	25.1	16h55	17.00-17.35	8.1	0,18 (4,56 %)	0,14 (430 %)	dix	0,03	dix
29.09.2015	-	25.2	20.2	17.14	17h24-17h45	8.2	0,34 (3,65 %)	0,39 (300 %)	dix	0,03	50
29.10.2015	-	22.3	15.1	16.05	16.13-16.39	8.1	0,28 (3,99 %)	0,12 (440 %)	dix	0	15
30.11.2015	-	18.9	10.4	11.03	11.03-11.56	8.2	0,24 (4,22 %)	0,41 (300 %)	dix	0	15
29.12.2015	-	16.1	9.3	16.06	16.35-17.00	8.2	0,26 (4,1 %)	0,16 (470 %)	12	0,03	25
06.02.2016	-	14	11.4	15h55	16.08-16.25	7.9	0,26 (4,10 %)	0,14 (430 %)	12	0	25
11.03.2016	-	20,0	14.2	11.14	11h18-11h50	7.7	0,82 (0,90 %)	0,72 (140 %)	12	0	dix
06.04.2016	-	17.2	15,0	10.50	11h23-11h35	7.8	0,34 (3,65 %)	0,60 (200 %)	12	0,03	dix
06.05.2016	-	19.4	15.6	15.10	15h14-15h45	7.8	0,36 (3,53 %)	0,60 (200 %)	12	0	dix
06.06.2016	-	26,0	24.3	10h44	10h47-11h27	7.8	0,36 (3,53 %)	0,58 (210 %)	12	0	dix
06.07.2016	-	31,0	33.1	15.36	15.40-16.09	8.1	0,64 (1,93 %)	0,56 (220 %)	12	0	dix
12.08.2016	-	26.4	24,5	16.51	16.54-17.28	7.8	0,12 (4,90 %)	0,58 (210 %)	12	0	25
08.09.2016	-	26,0	16.2	16.00	16.03-17.40	8.2	0,64 (1,93 %)	0,60 (200 %)	12	0	dix



Tableau 14. [Télécharger au format CSV](#)

Grotte Kutuzov, Hojagaravul Wildlife Sanctuary ( N37°35.824', E066°24.318' ; 373 m alt.).

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphates (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
29.06.2015	43,0	14.2	13.3	16.18	16.22-17.00	7.4	0,46 (2,96 %)	1,64 (680 %)	8	0,03	35
29.07.2015	22,8	19.1	13.2	16.52	17.10-17.46	7.6	0,48 (2,85 %)	1,42 (700 %)	8	0,03	50
28.08.2015	36,0	20.4	13.3	14h55	15.10-15.52	7.6	0,52 (2,62 %)	1,24 (880 %)	dix	0	60
29.09.2015	-	19.5	13.0	15.50	15h55-16h38	7.7	0,38 (3,42 %)	2,00 (1000%)	12	0,03	75
29.10.2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30.11.2015	11.2	12.1	12.4	08h50	08h50-09h30	7.8	0,52 (2,62 %)	1,35 (830%)	12	0	25
29.12.2015	14.3	12.0	12.1	14h40	14h57-15h27	7.6	0,46 (2,96 %)	1,44 (780%)	15	0	75
06.02.2016	15,0	12.1	11.1	14.29	14h32-14h55	7.6	0,56 (2,39 %)	1,56 (720%)	8	0,03	50
11.03.2016	20,0	16.0	11.4	10.27	10h30-11h11	7.4	0,62 (2,05 %)	-	12	0	50
06.04.2016	23,0	15.1	12.2	17.14	17.18-17.52	7.7	0,46 (2,96 %)	0,00 (500 %)	12	0	50
06.05.2016	26,0	16.2	12.6	12h25	12h28-12h50	7.7	0,46 (2,96 %)	0,40 (300 %)	12	0	50
06.06.2016	34.2	13.4	14.0	17h41	17.44-18.10	7.5	0,46 (2,96 %)	0,52 (240 %)	dix	0	50
06.07.2016	40.2	14.0	13.3	11.57	12h00-12h30	7.5	0,50 (2,73 %)	0,66 (170 %)	9	0	50
12.08.2016	34.2	13.0	11.2	14h44	14h47-15h23	7.8	0,56 (2,39 %)	0,18 (410 %)	15	0	50
08.09.2016	30,0	14.2	13.0	15.10	15.13-16.00	7.5	0,46 (2,96 %)	0,32 (340 %)	9	0	50

Tableau 15. [Télécharger au format CSV](#)

Garabulak, frontière du village de Garlyk avec le sanctuaire de faune de Hojagaravul (N 37°35.604', E 066°20.839'; 326 m alt.)

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphate (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
28.05.2015	-	-	21.1	10.57	11h30-12h10	7,57	3,32 (3,82 %)	0,60 (200 %)	4.72	0	dix
31.05.2015	-	-	21.0	09.00	09.00-09.50	7,57	0,26 (4,10 %)	0,60 (200 %)	2.25	0	dix

Tableau 16. [Télécharger au format CSV](#)

Jarme, village de Garlyk, frontière avec le sanctuaire de faune de Hojagarawul (N 37°36.633', E 066°21.348'; 326 m alt.)

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphate (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
28.05.2015	-	-	22.6-21.1	11.10	11.15-12.18	7.41	0,34 (3,65 %)	0,68 (162 %)	8,66 (104 %) 4,87 (57 %)	0	5

Tableau 17. [Télécharger au format CSV](#)

Jarme, source de Gaynarbaba 'Ak suw', réserve naturelle de Garlyk (N 37°32.265' E 066°24.375'; 324 m alt.)

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphate (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
28.05.2015	-	23	22.3	02h30	-	6.32	0,36 (3,57 %)	0,60 (200 %)	2.25	0	5
28.08.2015	-	26,0	21.4	09.20	09.25-09.50	7.5	0,26 (4,10 %)	0,78 (110 %)	2	0	5

Tableau 18. [Télécharger au format CSV](#)

Bashbulak, village de Gyzylay, sanctuaire de faune de Hojapil (N 37°56.421' E 066°33.298'; 913 m alt.)

Date	Temp. à l'extérieur de la grotte (°C)	Temp. à l'intérieur de la grotte (°C)	Température de l'eau. (°C)	Temps de d'échantillonnage	Temps d'analyse	Acidité (PH) mg/l	Alcalinité (KH) mg/l	Calcium (environ) mg/l	Oxygène (O <sub>2</sub> ) mg/l	Phosphate (PO <sub>4</sub> ) mg/l	Nitrate (NO <sub>3</sub> ) mg/l
29.05.2015	-	-	19.0	04.16	-	7.06	0,36 (3,58 %)	100	8,15 (100 %)	0	5

L'analyse des données de la période de 16 mois - mai 2015 à septembre 2016 - pour le gouffre de Suw Oyuk permet de faire quelques observations générales de paramètres sélectionnés, mais une série de données continue sur une deuxième année complète est nécessaire afin d'établir des comparaisons interannuelles. – voir 5.4 *Débat*. L'analyse effectuée porte sur :

## 1. Température

Cela semble être un ensemble fiable et cohérent de données comparant les températures au niveau du sol au-dessus du gouffre (Air), avec celles à l'intérieur du gouffre (Grotte) et dans l'Eau du lac du gouffre (figure28).

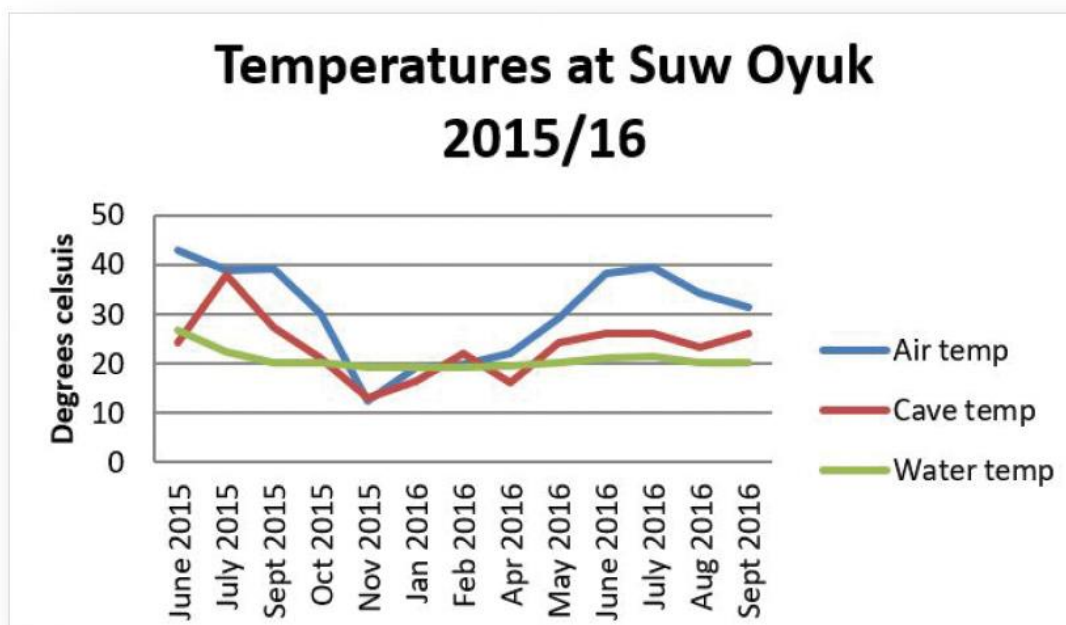


Figure 28.

Températures à Suw Oyuk 2015/16.

## 2. Niveaux d'oxygène

Ce paramètre est difficile à mesurer avec précision à l'aide des tests simples fournis. Toute agitation des échantillons modifie rapidement les niveaux de saturation en oxygène, tout comme tout retard dans la réalisation du test. Les données sont variables entre 67% et 115%. Les valeurs en mg/l des données brutes ont été converties en % de saturation à l'aide des données d'altitude et de température (figure29).

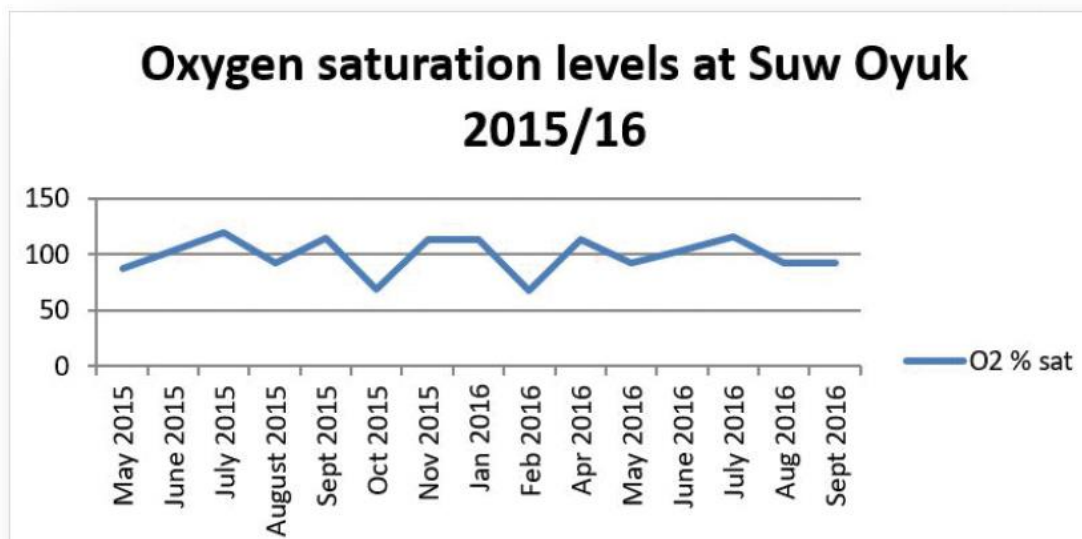


Figure 29.

Niveaux de saturation en oxygène à Suw Oyuk 2015/16.

### 3. Niveaux de nutriments

Ces données enregistrent les niveaux de phosphate ( $\text{PO}_4$ ) et de nitrate ( $\text{NO}_3$ ) suivi collectivement des niveaux de nutriments organiques dissous dans l'eau (figure30).

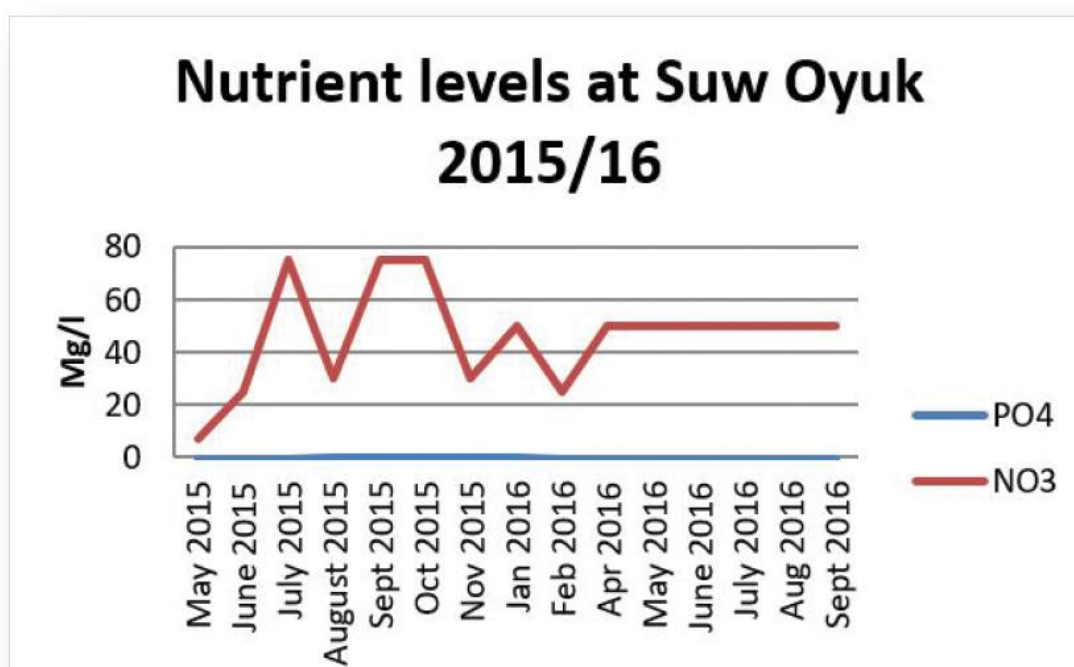


Figure 30.

Niveaux de nutriments à Suw Oyuk 2015/16.



#### 4. Taux de calcium et de carbonate (figure31)

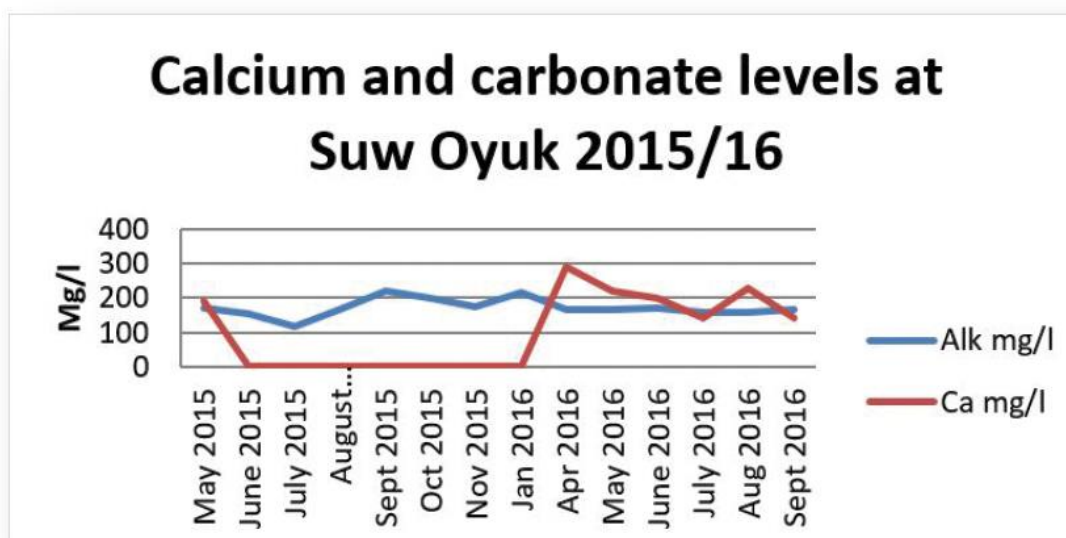


Figure 31.

Niveaux de calcium et de carbonate à Suw Oyuk 2015/16.

#### 5. pH (chiffre32)

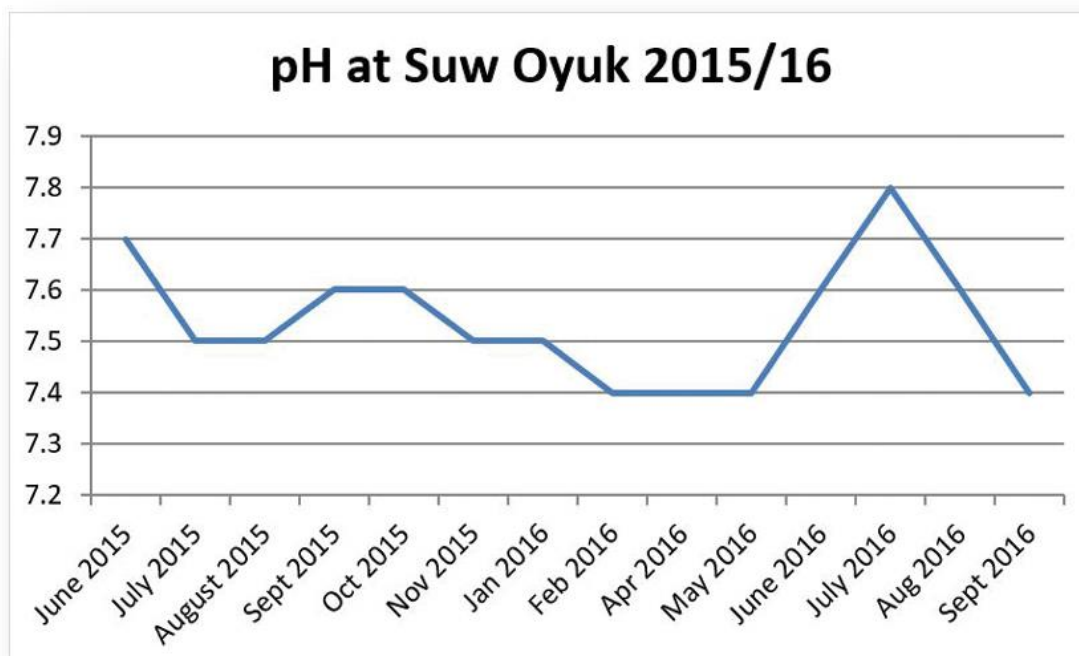


Figure 32.

pH à Suw Oyuk 2015/16.

## 5.4 Débat

En termes d'analyse d'ADN, le groupement d'haplotypes des échantillons de test est cohérent avec l'espèce des individus. L'étendue du polymorphisme dans les séquences 12S et 16S était suffisante pour permettre la résolution entre les espèces incluses dans cette étude. Cependant, l'identification au niveau de l'espèce n'a pas été possible en raison de la représentation limitée dans la base de données des taxons apparentés, une limitation bien reconnue du «codage à barres» des espèces d'ADNmt.

Les amorces utilisées dans cette étude ne conviendraient pas à l'étude de la distribution des loches aveugles à l'aide d'ADN provenant d'échantillons d'eau, car elles s'amplifient sur un large éventail de taxons. Cependant, il devrait être possible de générer des amorces de loches aveugles plus spécifiques à partir des régions polymorphes dans les régions 12S et 16S amplifiées dans la présente étude.

L'histoire évolutive a été déduite à l'aide de la méthode du maximum de vraisemblance basée sur le modèle à 2 paramètres de Kimura. L'arbre avec la probabilité logarithmique la plus élevée est affiché. Le pourcentage d'arbres dans lesquels les taxons associés se sont regroupés (sur la base de 500 répliquions bootstrap) est indiqué à côté des branches. L'arbre est dessiné à l'échelle, avec des longueurs de branches mesurées en nombre de substitutions par site. Il y avait un total de 359 positions dans l'ensemble de données final. L'analyse a porté sur 20 séquences nucléotidiques. Des analyses évolutives ont été menées dans MEGA6. Les numéros d'accès sont indiqués pour les séquences homologues téléchargées depuis Genbank.

Sur la base des connaissances actuelles de l'hydrogéologie de Koytendag, il est généralement admis que les loches aveugles étaient à l'origine des espèces vivant dans les eaux de surface de la zone qui ont colonisé Suw Oyuk probablement à partir de cours d'eau qui reliaient autrefois les sources Karabulak et Kaynar à l'Amudarya, bien que la possibilité qu'ils aient atteint le gouffre pendant les périodes d'inondations importantes par le Koytendarya ne peut être écartée. Cette hypothèse est basée sur les conditions géologiques suivantes :

1. L'analyse de la structure géologique des masses d'eau de surface et de la structure des dépôts dans les gouffres montre que les dépressions de la vallée sont recouvertes par le haut d'une épaisse couche de dépôts alluvionnaires (galets, sable et gravier) qui ont été apportés soit par les inondations de la rivière dans le passé historique, ou à travers le flux de débris du canyon.
2. L'analyse des lits asséchés du Koytendarya montre que même actuellement, lors de crues soudaines, une grande partie de la vallée peut être recouverte d'eau.
3. Dans un passé récent (il y a quelques centaines d'années), le Koytendarya était beaucoup plus grand et plus profond et débordait fréquemment dans l'Amudarya - il y avait même des expéditions jusqu'au village de Bazardepe.

Par conséquent, lors des crues saisonnières, l'eau du Koytendarya pourrait potentiellement avoir pénétré dans les gouffres et apporté avec elle la faune de la rivière. Une estimation de la durée pendant laquelle la faune piscicole de la rivière et de la caverne a été séparée pourrait être obtenue en analysant la distance génétique entre la loche capturée dans le Koytendarya et la loche aveugle dans les gouffres.

Maltsev a également émis l'hypothèse que les loches se sont isolées des autres populations de loches grâce à l'établissement de " barrières " de sulfure d'hydrogène - le sulfure d'hydrogène est à la fois toxique et crée des conditions anaérobies - en utilisant la présence de trois sources de sulfure d'hydrogène dans la région pour étayer cette théorie. Cependant, on pense que les sources de sulfure d'hydrogène sont d'origine géologique récente et se sont formées après que les loches eurent colonisé Suw Oyuk.

*Troglocobite starostinia* été enregistré pour la première fois en 1979 par Vladimir Maltsev, capturé pour la première fois en 1981 par Nikolai Swerden et décrit en 1983 par Nikolai Parin. En 1986, la première exploration sous-marine du gouffre a été menée par Sergei Smirnov qui a collecté des spécimens et a essayé de les garder dans un aquarium sans succès. En 1987, qui était une source sèche et le niveau d'eau était plus bas, une autre étude de plongée est descendue dans le système de grottes à une profondeur de 62 m - notant plus de 100 poissons à 10-15 m sous la surface. En 1988, un printemps humide, une enquête a noté que la surface du gouffre était couverte de débris et qu'il y avait eu un effondrement partiel de l'une des parois latérales, mais les poissons ont été vus se nourrissant de la boue dans l'eau. Cette dernière fut la dernière étude significative du site. En 1989, un petit voyage a noté 20 à 30 poissons près de la surface de l'eau. *ex-situ* (Salnikov) et les résultats de ses travaux ont été publiés en 2004 et 2008 en russe.

La distribution de l'espèce est fortement associée à la distribution des films bactériens à la surface des sédiments du fond des grottes. Pendant la saison sèche, des débris végétaux (ou d'autres formes de matière organique) sont soufflés dans les gouffres et se déposent au fond des lacs peu profonds près de la surface. A cette époque, la majorité de la population de poissons se répand dans la partie supérieure (illuminée) du lac. Après des périodes de fortes pluies, de plus grandes quantités de débris végétaux et de matières animales peuvent être trouvées dans toutes les parties des grottes sous-marines et les poissons se

dispersent dans tout le système de grottes. De plus, on pense que les fluctuations interannuelles de la température de l'eau dans le lac gouffre peuvent être importantes et peuvent avoir un impact significatif sur la distribution des loches aveugles et les processus biologiques dans leur population.

En 1994, après une importante inondation lorsque le lac du gouffre a reçu une quantité considérable de résidus organiques, les autorités locales ont décidé de fermer le canal qui se déversait directement dans le lac et de détourner l'eau dans le gouffre voisin qui n'avait pas d'accès direct au plan d'eau principal. En conséquence, au cours des 20 dernières années, les coulées de boue ne sont jamais entrées dans le gouffre de Suw Oyuk, ce qui a entraîné la formation d'une succession saisonnière entièrement différente. Au lieu de l'enrichissement périodique du lac gouffre par de la matière organique "fraîche", le lac souterrain reçoit désormais de l'eau filtrée à travers plusieurs centaines de mètres de roche de gypse qui a radicalement changé la source de nourriture de la population de loches aveugles. Cela pose la question de savoir s'il est nécessaire ou préférable de laisser le chenal d'apport de matière organique bouché ou de restaurer l'ancien cours d'eau qui apporte périodiquement des boues avec des résidus organiques au lac gouffre ? Comme le flux de matière organique dans l'écosystème du lac de la grotte existait depuis la formation des gouffres et le développement des populations de loches aveugles, cela peut être considéré comme un processus normal. Cependant, il y a un risque qu'en cas de dépôt d'une autre grande quantité de boue de surface, la connexion entre le lac et la cavité souterraine principale soit complètement bloquée pour une étude plus approfondie. Il est peu probable qu'un tel blocage soit une barrière impénétrable pour la loche aveugle, mais il empêcherait l'accès humain aux niveaux inférieurs du lac. Dans un cas extrême,

Des espèces de poissons ont été enregistrées dans trois «systèmes de grottes» - sazan près de Jarne au nord de Garlyk, *Capoeta* sp. à Kaptarhana et des loches aveugles à Suw Oyuk - et il y a des spéculations sur la façon dont les poissons ont colonisé chacun de ces sites. Dans le cas du sazan, ceux-ci sont connus pour avoir été introduits. Comme Kaptarhana est situé à moins de 200 m du Koytendarya où *Capoeta* sp. sont connues, il est probable qu'il existe des connexions existantes ou géologiquement récentes entre les deux plans d'eau. L'origine présumée de la loche aveugle à Suw Oyuk est discutée en détail ci-dessus.

Parmi les deux espèces introduites enregistrées au cours de l'étude, *Gambusia affinis* était pratiquement omniprésente. Les seuls sites où cette espèce était visiblement absente étaient le gouffre où se trouve la loche aveugle, le lac de la grotte nouvellement découvert et le chenal principal du Koytendarya. Dans le cas du canal principal du Koytendarya, le débit était plus élevé que prévu pour l'habitat typique de *Gambusia affinis*. Le lac de la grotte était complètement dépourvu de vie ou de lumière et était donc considéré comme un habitat inapproprié pour *Gambusia affinis*. Cependant, le potentiel d'introduction de *Gambusia affinis* au trou de l'évier doit être pris en compte; bien que peu probable, les implications seraient graves et devraient être considérées comme un risque majeur.

L'analyse préliminaire de l'échantillonnage de l'eau à Suw Oyuk indique ce qui suit :

### 1. Température

Les données révèlent la large gamme de températures saisonnières du milieu environnant (min : 12,3°C, max : 43°C, moyenne : 30,4°C, SD : 9,2, n=14) qui est suivie par celle à l'intérieur du gouffre malgré généralement moins de valeurs extrêmes (min : 16°C, max : 38°C, moyenne : 23,4°C, SD : 6,24, n=13). En revanche, l'eau du lac gouffre lui-même montre une température remarquablement constante toute l'année avec une plage de seulement 7,7 °C (min : 19,1 °C, max : 26,8 °C, moyenne : 21,09 °C, SD 2,49, n = 15 ). Étant donné que les échantillons sont supposés avoir été prélevés à ou très près de la surface de l'eau où les températures pourraient être les plus variables, cela pourrait suggérer des températures encore plus constantes à des profondeurs dans le principal système d'eau souterraine.

### 2. Niveaux d'oxygène

Comme l'eau du lac gouffre est relativement calme, sans courants apparents ni turbulence, les résultats indiquant des niveaux de saturation en O<sub>2</sub> > 100 % sont très probablement un artefact dû à une erreur d'échantillonnage.

### 3. Niveaux de nutriments

Les niveaux de PO<sub>4</sub> sont sans conséquence alors que les niveaux de NO<sub>3</sub>, bien que variables allant de 7 à 75 mg/l, peuvent généralement être interprétés comme élevés. La directive européenne sur les nitrates décrit les rivières et les eaux souterraines dont la concentration en nitrates est supérieure à 25 mg NO<sub>3</sub>/l comme reflétant un seuil préoccupant, et celles supérieures à 50 mg NO<sub>3</sub>/l comme contaminé. Cette préoccupation est reflétée par l'Environmental Protection Agency qui a adopté un niveau de contaminant maximal de 10 mg/l pour le nitrate-azote dans les systèmes d'eau publics réglementés, et le Secrétaire d'État aux normes de pratique des zoos déclare que les niveaux supérieurs à 20 mg/l dans l'eau de mer devrait être évitée – la limite pour l'eau douce est probablement similaire. Les données des échantillons de dolines enregistrent des valeurs ≥50mg/l dans 10 des 15 mois échantillonnés (66%). Le NON<sub>3</sub> dans l'eau pourrait refléter la décomposition des débris soufflés dans les couches supérieures du lac depuis la surface et des grenouilles et des oiseaux morts ont été observés dans l'eau, ce

qui apporterait également des nutriments lorsqu'ils se décomposent. Cela peut également représenter une contamination due aux pratiques agricoles sur les terres environnantes ou à d'autres sources d'eau susceptibles d'alimenter le système de grottes ailleurs. Il n'y a pas de schéma saisonnier évident qui pourrait refléter l'utilisation agricole d'engrais sur les cultures, ce qui est encourageant, mais une série de données plus longue est nécessaire pour tirer des conclusions définitives.

Les quantités importantes de  $\text{NO}_3$  dans les eaux supérieures du lac semblent confirmer le gouffre comme une source majeure d'azote dans le système hydrologique souterrain plus large et potentiellement un moteur clé de la productivité de ce système qui soutient *Nemacheilus* et ses sources associées de nourriture. Cependant, à des niveaux plus élevés de  $\text{NO}_3$ , les problèmes d'eutrophisation conduisant à la prolifération d'algues sont souvent un problème et cela doit être enregistré s'il est observé. Il serait instructif de voir quel mélange de nutriments (le cas échéant) se produit en prélevant des échantillons d'eau plus profondément dans le système de grottes si possible. Le  $\text{NO}_3$  la contamination peut en fait être assez localisée si le mélange est limité ou elle peut constituer une source majeure si un apport comme indiqué ci-dessus. Une analyse plus approfondie de ce paramètre à l'aide de techniques de laboratoire pourrait être utile.

#### 4. Niveaux de calcium et de carbonate

Les données pour le calcium prêtent légèrement à confusion; en supposant que les unités dans lesquelles il a été enregistré reflètent la quantité de réactif utilisée pour le test, après une conversion en mg/l, plusieurs échantillons consécutifs enregistreraient une lecture de 0. Les mois qui enregistrent un résultat positif varient entre 140 et 290 mg /l qui semblerait être dans une fourchette raisonnable pour un système de grottes en sulfate de calcium. Les mois pour lesquels il y a une lecture de 0 peuvent être dus à une erreur de test. Les résultats d'alcalinité cohérents (montrant les niveaux de carbonate en mg/l) soutiendraient également la supposition que les lectures de calcium sont des erreurs et soutiendraient également les observations d'une qualité de l'eau assez stable dans le système de grottes.

#### 5. pH

Le pH varie entre 7,4 et 7,8 et semble montrer un point culminant en juin/juillet pour les deux années, mais une série de données plus longue est nécessaire pour tirer des conclusions sur un modèle saisonnier en toute confiance.

En conclusion, les niveaux de nutriments dans le lac gouffre sont préoccupants et justifient une enquête plus approfondie, mais dans l'ensemble, les données sont utiles et créent une bonne base de référence sur laquelle s'appuyer. Une série chronologique plus longue est nécessaire pour permettre des comparaisons interannuelles et un effort continu d'échantillonnage et de test est recommandé. Certains réentraînements du personnel de réserve à l'utilisation de l' $\text{O}_2$  et des kits de test Ca peuvent être nécessaires, mais il se peut également que les tests ne soient pas adaptés aux conditions de terrain à Koytendag. L'intérêt de dresser un tableau de la façon dont la chimie de l'eau dans le gouffre varie selon les saisons et donc une évaluation fiable de ce qui est «normal» devrait permettre une bonne reconnaissance des effets de tout changement dans l'environnement de la zone à l'avenir. Il peut être judicieux de fournir au personnel de la réserve un équipement d'analyse de la qualité de l'eau de type sonde plus précis.

#### 5.5 Recommandations pour les travaux futurs

**5.5.1** Effectuer une étude détaillée du système de grottes dont font partie les gouffres pour comprendre l'importance hydrologique et biologique et le niveau de connectivité hydrologique. Ceci est particulièrement pertinent pour le lac de la grotte récemment découvert. Cela nécessitera un équipement important et des compétences spécialisées.

**5.5.2** Quantifier la taille de la population de loches aveugles dans le système souterrain.

**5.5.3** Constituer une base de données de base des caractéristiques physiques et écologiques du gouffre pour permettre une meilleure compréhension du fonctionnement du gouffre et permettre une meilleure identification des risques et menaces qui pèsent sur celui-ci. Le personnel de la réserve est bien placé pour collecter des données sur les changements saisonniers et environnementaux qui se produisent dans et autour du gouffre sur la base d'observations et de simples tests de qualité de l'eau.

**5.5.4** Réaliser un programme de surveillance régulière (mensuelle) de trois sites - le gouffre, le Koytendarya et le lac de la grotte nouvellement découvert - avec une analyse des paramètres énumérés en 4.4 plus la température. Ce programme a été convenu avec le directeur scientifique de la réserve. Le Koytendarya est le seul site d'échantillonnage contenant un nombre significatif de faune de poissons indigènes qui pourrait être sensible aux changements environnementaux. En plus des échantillonnages réguliers, des prélèvements opportunistes doivent également être effectués après des événements notables tels que des inondations pouvant affecter le milieu aquatique. Une fiche technique simple a été conçue à cet effet. La feuille est conçue pour être imprimée et emportée sur le terrain pour des observations par les gardes forestiers, puis remise à celui qui effectue les tests d'eau.



**5.5.5** Il faudrait envisager d'effectuer une analyse plus détaillée de la qualité de l'eau à l'aide de techniques plus précises. Une gamme de substances potentiellement problématiques telles que les pesticides ou des preuves de pollution par les hydrocarbures peuvent être établies, bien que cela nécessiterait la coordination de l'expédition internationale d'échantillons réfrigérés.

**5.5.6** En ce qui concerne spécifiquement la loche aveugle, le séquençage du gène COI de la loche aveugle et d'autres espèces de poissons phylogénétiquement similaires dans la zone doit être effectué et des recherches doivent être effectuées dans les bases de données de séquences génétiques disponibles pour la séquence du gène COI d'espèces de poissons phylogénétiquement similaires. Une fois toutes les séquences comparées, les amorces spécifiques à la loche aveugle peuvent être conçues. Des recherches dans les bases de données génétiques utilisant la séquence qui encapsule les séquences amorces et la séquence intervenante doivent alors être effectuées pour confirmer que cet amplicon est unique (par hasard ou par convergences évolutives, des espèces peu apparentées à l'espèce cible peuvent partager de fortes similarité de séquence malgré l'absence d'histoire évolutive partagée). En cas de succès, cela fournira un ensemble d'amorces qui ne feront qu'amplifier le gène COI de la loche aveugle, permettant l'extraction d'ADN à partir d'échantillons d'eau pour montrer où se trouve l'ADN de la loche aveugle dans le système de grottes. Étant donné que l'eau et les poissons se déplacent, ce ne sera pas une représentation à 100 % de l'endroit où vivent les poissons, mais cela devrait indiquer où des travaux de ROV plus approfondis doivent être effectués pour confirmer les résultats de l'eDNA (Garner, comm. pers.).

**5.5.7** Enquêter sur l'existence actuelle ou géologiquement récente de la connectivité hydrologique entre Suw Oyuk et les sources Karabulak et Kaynar.

**5.5.8** Relevés au filet du Koytendarya et des canaux de drainage pour rechercher l'esturgeon pelle Amudarya relique *Pseudoscaphirhynchus kaufmanni*.

## 5.6 Bibliographie

- Aliyev DS, Sukhanova A, Shakirova FM (1988) Poissons des eaux intérieures du Turkménistan. Science, Ashgabat, 156 pp. En russe
- Iwasaki W, Fukunaga T, Isagozawa R, Yamada K, Maeda Y, Satoh TP, Sado T, Mabuchi K, Takeshima H, Miya M, Nishida M (2013) Mitofish and MitoAnnotator : Une base de données du génome mitochondrial des poissons avec une analyse précise et automatique pipeline d'annotations. Biologie moléculaire et évolution 30 (11): 2531–2540.
- Kimura M (1980) Une méthode simple pour estimer le taux d'évolution des substitutions de bases grâce à des études comparatives de séquences de nucléotides. Journal of Molecular Evolution 16 : 111–120.
- Smirnov S (1983) A Blind Cave Loach d'Asie du Sud-Ouest, *Noemacheilus starostini*. Amateur de poissons tropicaux 3 : 54–58.
- Parin NYa, Dolzhansky VY (1982) Loach aveugle de Kugitang – la première faune de poissons aveugles de l'URSS. Priroda [Nature] 8 : 29-32. En russe
- Parin NV (1983) *Noemacheilus* ( *Troglocobitis* ) *starostini* sp.n. (Osteichthys, Gobitidae ) Un nouveau poisson sans yeux des eaux souterraines de Kugitangtau (Turkmenia). Zoologicheskii Zhurnal 62 (1): 83–89.
- Pereladov MV (en préparation) Une histoire des enquêtes et des problèmes modernes de la recherche et de la protection de la faune aquatique souterraine dans la région montagneuse de Kugitang-Tay, au Turkménistan. (Non publié).
- Prokofiev AM (2009) Problèmes de classification et de phylogénie des loches némacheilines du groupe dépourvu du prééthoïde I. ( Cypriniformes : Balitoridae : Nemacheilinae ). Tourillon d'ichtyologie, 2010, 49, 10 : 874-898.
- Prokofiev AM (2010) Classification morphologique des loches ( *Nemacheilinae* ). Journal d'ichtyologie 50, 10 : 827-913.
- Salnikov VB (2006) Ichtyofaune des réservoirs de Kugitang. In : Problèmes de développement du désert. Ministère de la protection de la nature du Turkménistan et Institut national des déserts, de la flore et de la faune.
- Shilin NI, Pereladov MV (2014) Koytendag (Kugitan) Loach des cavernes aveugles - Représentant rare et vulnérable de la faune des poissons des cavernes. Grottes, section Biospéléologie 37 : 150-157. En russe

- Starostin IV (1945) Documents sur la faune piscicole de la région de Karlyuk TSSR. Actes de la branche turkmène de l'Académie des sciences de l'URSS, 5-6 : 131-136. En russe
- Starostin IV (1992) La faune des eaux intérieures du Turkménistan. Ashgabat, 256 pp. En russe
- Swaim KM, Boeing WJ (2008) Relating Fish Abundance and Condition to
- Facteurs environnementaux dans les gouffres du désert. Département de la pêche, de la faune et de la
- Écologie de la conservation. Université d'État du Nouveau-Mexique. Rapport d'étape à US Fish and
- Service de la faune, Bitter Lakes NWR, 18 p.
- Tamura K, Stecher G, Peterson D, Filipski A, Kumar S (2013) MEGA6 : Analyse génétique évolutive moléculaire version 6.9. Biologie Moléculaire et Évolution 30 : 2725–2729.
- Yang Li, Zongqing Tan, Wang Daren, Xue Ling, Guan Mix-xin, Huang Taosheng, Ronghua Li (2014) Identification des espèces par analyse génétique de l'ARNr mitochondrial. Rapports scientifiques 4, 4089 | DOI : [10.1038/srep04089](https://doi.org/10.1038/srep04089) .

## 6. Amphibiens

Geoff Welch



Figure 33.

Bufo ( Pseudepidalea ) variabilis , Hojapil (Crédit photo : Jeremy Holden, RSPB)

### 6.1 Contexte

Il n'y a pas eu d'enquêtes systématiques récentes sur les amphibiens à Koytendag - voir *Bibliographie* - et seules deux espèces étaient présentes sur le site - *Rana ridibundus* et *Bufo viridis* /*variabilis* .

## 6.2 Méthodologie

Un enregistrement opportuniste des amphibiens a été effectué dans toutes les zones humides visitées.

## 6.3 Résultats

Selon Litvinchuk et al. (2011), l'espèce de crapaud vert présente à Koytendag devrait être *Bufo turanensis*, mais lors de récents travaux d'enquête, *Bufotes* ( *Pseudepidalea* ) variabilis a été noté à Hojapil en 2014 et *Bufotes oblongus* dans le gouffre de Suw Oyuk en 2015, ce qui rend ces enregistrements importants.

## 6.4 Débat

Sans étude plus approfondie, étant donné la rareté des espèces et des observations, aucun commentaire significatif ne peut être fait concernant la faune amphibienne de Koytendag.

## 6.5 Recommandations pour les travaux futurs

**6.5.1** Dans le cadre de toute étude future des zones humides à Koytendag, principalement en relation avec la faune ichthyologique, toutes les observations d'amphibiens devraient également être enregistrées.

## 6.6 Bibliographie

- Litvinchuk SN, Mazepa GO, Pasynkova RA, Saidov A, Satorov T, Chikin YuA, Crottini DA, Borkin LYa, Rosanov YuM, Stock M (2011) Influence des conditions environnementales sur la distribution des crapauds verts d'Asie centrale avec trois niveaux de ploïdie. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 49 (3): 233–239.
- Shammakov SM, Marinina LS, Marochkina VV, Karryeva ShB (2004) La composition spécifique des amphibiens, des reptiles et des mammifères des réserves du Turkménistan. *Problèmes de développement du désert* 4 : 45-51. En russe
- Shukurov OSh (1975) Sur l'écologie du lézard de verre ( *Ophisaurus apodus* ) dans l'est du Turkménistan. *Actes du 15e nauchno-teoreticheskoy konferencii preodavatel'skogo sostava, Chardzhou* : 17-19. En russe
- Shukurov OSh (1976) Herpétofaune de Kugitang et de ses contreforts. *Herpétologie* : 74-76. En russe

## 7. Reptiles

*Geoff Welch*



Figure 34.

Rapid Racerunner *Eremias velox* , Garlyk (Crédit photo : Jeremy Holden, RSPB)

### 7.1 Contexte

Comme pour les amphibiens, il n'y a pas eu de relevés systématiques récents des reptiles. Des études antérieures ont enregistré 34 espèces. Six espèces sont endémiques au niveau régional – *Agama chernovi* et *Agama turkestanica* plus quatre espèces incluses dans le Livre rouge de données du Turkménistan (2011) – Levantine viper *Macrovipera lebitina* (VU), Tartar sand boa *Eryx tataricus* (Rare), Tajik racerunner *Eremias regeli* (VU) and black-spotted racerunner *Eremias nigrocellata* (VU).

### 7.2 Méthodologie

Aucun enregistrement spécifique de reptiles n'a été effectué lors des récentes visites sur le site, bien que le coureur rapide *Eremias velox* (figure 34) a été photographié près de Garlyk et de l'agama rock du Turkestan *Paralaudakia lehmanni* près du siège de la réserve (figure 35) et le scinque aux yeux de serpent asiatique *Ablepharus pannonicus* à Tamcy en 2014.





Figure 35.

Agama rock du Turkestan *Paralaudakia lehmanni* (Crédit photo : Pavel Stoev)

### 7.3 Résultats

En raison du manque d'observations, il n'y a pas de résultats à rapporter.



## 7.4 Débat

Sans étude plus approfondie, étant donné la rareté des observations, aucun commentaire significatif ne peut être fait concernant la faune reptilienne de Koytendag.

## 7.5 Recommandations

**7.5.1** Dans le cadre de toute étude future de la biodiversité du Koytendag, toutes les observations de reptiles devraient également être enregistrées, en particulier celles qui sont endémiques au niveau régional ou incluses dans le Livre rouge du Turkménistan.

## 7.6 Bibliographie

- Atayev Ch (1985) Reptiles des montagnes du Turkménistan. Science, Ashgabat, 344 pp. En russe
- Bogdanov OP (1962) Reptiles du Turkménistan. Académie turkmène des sciences, Achgabat 232 pp. En russe
- Habibullov MR (1990) Reptiles de Kugitang Tau (Turkménistan oriental) : faune, écologie, conservation. Candidat à la thèse. Biol. Science. Léningrad. 18 p. En russe
- Habibullov MR (1987) Nouvelle découverte du *serpent afghan (Defrashi) Lytorhynchus ridgewayi* Boulenger, 1887 au Turkménistan. Mathématiques. Académie turkmène des sciences, Ser. biol. Sciences, 2 : 69–70.
- Rustamov AK, Habibullov MR (2009) Encore une fois sur l'état des connaissances sur l'herpétofaune du Koitendag (Kugitang). Sélevinia, Almaty : 93-98. En russe
- Rustamov AK, Sopyev OS, Karaev M, Atayev ChA, Pinyasova RM (1988) Faune et écologie des oiseaux et des reptiles de la chaîne Kugitang - animaux rares et peu étudiés au Turkménistan. Achgabat. En russe
- Shammakov SM, Marinina LS, Marochkina VV, Karryeva ShB (2004) La composition spécifique des amphibiens, des reptiles et des mammifères des réserves du Turkménistan. Problèmes de développement du désert 4 : 45-51. En russe
- Shammakov SM, Ataev ChA, Rustamov EA (1993) Carte herpétogéographique du Turkménistan. Recherche herpétologique asiatique 5 : 127–136.
- Shammakov SM, Atayev ChA (1972) À propos des serpents au Turkménistan. Science, Ashgabat, 29 pp. En russe
- Shammakov SM (1981) Reptiles des plaines du Turkménistan. Science, Ashgabat, 312 pp. En russe
- Shukurov O Sh (1975) Sur l'écologie du lézard de verre ( *Ophisaurus apodus* ) dans l'est du Turkménistan. Actes du 15e nauchn.-teor.konf. préparation. Sostava, Charzhou : 17-19. En russe
- Shukurov O Sh (1976) Herpétofaune de Kugitang et de ses contreforts. Herpétologie : 74-76. En russe

## 8. Oiseaux

*Paul Donald, Petar Yankov, Eldar Rustamov, Shaniyaz Menliev et Geoff Welch*



Figure 36.

Vautour percnoptère *Neophron percnopterus*, l'une des espèces menacées à l'échelle mondiale à Koytendag (Crédit photo : Jeremy Holden, RSPB)

## 8.1 Contexte

C'est l'un des groupes les mieux étudiés à Koytendag, et bien que les recherches passées n'aient pas été aussi intensives que sur d'autres sites au Turkménistan, les oiseaux de Koytendag ont fait l'objet de nombreuses études du 19<sup>ème</sup> siècle jusqu'à nos jours (Shestoperov 1936, Démentiev 1952, Roustamov 1958, Ataev et al. 1978, Sopyev 1979, 2012, Mischenko et Scherbak 1980, Livre rouge de données de la RSS turkmène 1985, Rustamov et al 1988, Saparmuradov et Eminov 1993, Boukreev 1997, Livre rouge de données du Turkménistan 1999, 2011, Efimenko 2004, 2008, Rustamov 2013a, 2013b, 2018). Les données sont restreintes et fragmentaires et concernent principalement la composition des espèces, la distribution et la phénologie et la biologie des espèces sélectionnées, il existe cependant quelques études quantitatives (Rustamov et al., 1969, 1988).

L'importance internationale du site a été reconnue par sa désignation comme l'une des 50 zones importantes pour les oiseaux (ZICO) du Turkménistan (Rustamov et al, 2009) répondant aux critères A1 (Espèces globalement menacées – faucon sacre *Falco cherrug*, vautour moine *Aegypius monachus*, vautour percnoptère *Neophron percnopterus*, lammergeier *Aegypius barbatus*, aigle des steppes *Aquila nipalensis* et aigle impérial *Aquila heliaca*) et A3 (Assemblages d'espèces restreintes au biome – hautes montagnes eurasiennes (alpines et tibétaines), montagnes irano-turaniennes et forêts tempérées sino-himalayennes) reflétant sa position unique au carrefour de plusieurs zones biogéographiques. Au moment de la publication de l'inventaire IBA en 2009, le nombre d'espèces enregistrées à Koytendag était de 158 espèces. Les recherches en cours et les révisions taxonomiques ont porté ce chiffre à 229 espèces.

## 8.2 Méthodologie

Des relevés systématiques et un enregistrement opportuniste des oiseaux à Koytendag ont été effectués entre mai 2012 et mars 2016, avec la plupart des efforts au printemps 2014.

Entre le 21 avril et le 17 mai 2014, une enquête intensive a été menée selon trois méthodologies :

un. des visites aléatoires à différents types d'habitats et à différentes altitudes dans la zone d'étude pour recueillir des données sur la composition et l'état des populations d'oiseaux ;

a) des visites d'enquête ciblées dans des zones connues ou considérées comme susceptibles d'abriter des espèces d'importance élevée pour la conservation (A1 Espèces menacées à l'échelle mondiale / Liste rouge de l'UICN, A3 Espèces à biotope restreint et espèces du Livre rouge du Turkménistan) ; et

b) des comptages transects et ponctuels pour obtenir des informations sur l'abondance ou la densité des oiseaux dans différents habitats.

Les observations ont été réalisées entre 07h00 et 18h00, y compris en déplacement. Des comptages transects et ponctuels de toutes les espèces d'oiseaux ont été effectués le matin et le soir, et des comptages ponctuels de rapaces entre 09h00 et 17h00. Les données GPS ont été recueillies pour toutes les espèces d'intérêt pour la conservation, ainsi qu'aux points de départ et d'arrivée des transects et pour tous les points de comptage. Toutes les parties du site ont été visitées, bien que la majorité des observations aient été faites dans la partie centrale. Les observations les moins nombreuses ont été faites dans le sud où l'accès est restreint.

Sept points d'écoute et dix-neuf transects (Bibby et al. 1998) des oiseaux nicheurs dans différents habitats ont été réalisés. De plus, treize points d'écoute ont été réalisés spécialement pour les rapaces (avec des ceintures à plus grande distance que les points d'écoute « conventionnels »). Ainsi, au total 39 comptages ont été effectués au cours de l'enquête. Les données collectées concernant la composition spécifique et la densité des espèces d'oiseaux dans les principaux habitats de la montagne peuvent être utiles pour l'évaluation de l'importance ornithologique des différentes parties du site aux fins du plan de gestion. En outre, une base de référence pour un futur programme de surveillance des oiseaux dans la réserve naturelle d'État de Koytendag a été établie.

Quatre des six types d'habitats pour les complexes d'oiseaux tels que définis par Rustamov et al (1988) et Rustamov et Rustamov (2007) ont été interrogés - voir ci-dessous et tableau 19. En raison des différences historiques dans l'utilisation des terres, chacun se compose d'une variété d'habitats pour les oiseaux. Les zones urbaines et autres zones anthropiques (49 espèces nicheuses) ont été exclues et la ceinture de haute montagne (27 espèces nicheuses) n'a été observée que de loin pour les grands oiseaux démonstratifs chaque fois que des observateurs se trouvaient dans la zone.

Tableau 19. [Télécharger au format CSV](#)

Points d'écoute et transects.

Réf	Type de comptage	Distance des bandes utilisées / Longueur du transect	Réf. des GPS et altitude des points	Date et heure du jour	Observateur	Brève description
				26.0		
				4.20		
		0-50 mètres	37.71	14 (06:00-06:15)	P. Yankov	Both sides of a ca. 120 m deep and narrow valley with shallow stony slopes in lower parts, steep in upper parts, with scattered but abundant bushes <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Juniperus seravschanica</i> , <i>Acer pubescens</i> , tussocks of tall grasses and single trees <i>Juniperus seravschanica</i> , <i>Acer pubescens</i> etc. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) <i>Scutellaria leptosiphon</i> , <i>S. nevskii</i> , <i>Andrachne fedtschenkoi</i> , <i>Parietaria judaica</i> , <i>Campanula fedtschenkoana</i> et d'autres sont communs parmi les rochers des canyons de Koytendag
P_V-01	Indiquer	50-100 mètres ; 10-150 mètres	66.47305	11.05.20		
				14 (06:00-		

			06:1 5)	
		37.7		
		0- 6809 27.0		
		50 mètre N, 4.20		
P_V	Indi	es ; 50- 66.4 14 P.		
_02	qu	100 mètre 7032 (06: Yank		
	er	tres ; 10 2 E, 45- ov		
		0-150 1 07:0		
		mètres 703 0)		
		m		
				Bord d'un canyon rocheux profond avec des pentes pierreuses escarpées en forme de terrasse avec des plaques d'herbe, <i>Amygdalus spinosissima</i> dispersé et un seul <i>Juniperus seravschanica</i> . En général, la végétation de cette ceinture altitudinale est de type semi-savane (buttes à <i>Artemisia scotina</i> , <i>A. albicaulis</i> , <i>A. tenuisecta</i> ) et diverses communautés semi-savane à <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> et autres (Efimenko 2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> )
		37.7		
		0- 8603 27.0		
		50 mètre N, 4.20		
P_V	Indi	es ; 50- 66.5 14 P.		
_03	qu	100 mètre 2692 (12: Yank		
	er	tres ; 10 E, 2 15- ov		
		0-150 435 12:3		
		mètres m 0)		
				Bord d'un canyon rocheux profond à la limite des arbres avec des pentes pierreuses escarpées en forme de terrasse avec de grandes zones nues et dispersées Single Low <i>Juniperus seravschanica</i> , et <i>Amygdalus spinosissima</i> et autres. Selon Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ), à 2 300-2 800 m, la forme 'stlanik' (basse) de <i>Juniperus seravschanica</i> domine, et elle peut être mélangée avec <i>Astragalus kuhitangi</i> , <i>A. bobrovii</i> , <i>Acantholimon erythreum</i> , <i>A. pungens</i> , <i>Silene pl urifolia</i> , <i>Onobrychis échidnéet</i> d'autres, ainsi que des buissons épineux tels que <i>Cerasus amygdaliflora</i> et <i>Rhamnus minuta</i>
		37.6		
		0- 7350 30.0		
		50 mètre N, 4.20		
P_V	Indi	es ; 50- 66.3 14 P.		
_04	qu	100 mètre 9577 (14: Yank		
	er	tres ; 10 E, 30- ov		
		0-150 880 14:4		
		mètres m 5)		
				Canyon rocheux relativement ouvert avec des pentes en terrasse, des falaises, des grottes, <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>A. bucharica</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> , avec <i>Pistacia vera</i> , <i>Acer pubescens</i> et d'autres espèces d'arbres dispersés sur les pentes mais formant également des groupes dans le fond de la vallée sèche . Selon Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) dans certains canyons des communautés arborées composées de <i>Crataegus turkestanica</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , <i>Cerasus magalebse</i> produire.
		37.7		
		0- 1344 01.0		
		50 mètre N, 5.20		
P_V	Indi	es ; 50- 66.4 14 P.		
_05	qu	100 mètre 5531 (11: Yank		
	er	tres ; 10 E, 1 00- ov		
		0-150 660 11:1		
		mètres m 5)		
				Pente douce au bord d'une étroite vallée rocheuse avec <i>Atraphaxis spinosa</i> et <i>Amygdalus spinosissima</i> , avec de nombreux <i>Juniperus seravschanica</i> , <i>Acer pubescens</i> et <i>Prunus cerasifera</i> et autres
		37.9		
		0- 1544 05.0		
		50 mètre N, 5.20		
P_V	Indi	es ; 50- 66.4 14 P.		
_06	qu	100 mètre 9398 (07: Yank		
	er	tres ; 10 E, 10- ov		
		0-150 841 07:2		
		mètres m 5)		
				Deep canyon with vertical cliffs and gentle slopes. Relatively abundant vegetation of <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> and others plus low <i>Acer pubescens</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , and others. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) in deep canyons tree species can be represented by <i>Crataegus turkestanica</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , <i>Cerasus magaleb</i> together with <i>Scutellaria leptosiphon</i> , <i>S. nevskii</i> , <i>Andrachne fedtschenkoi</i> , <i>Parietaria judaica</i> , <i>Campanula fedtschenkoana</i> et autres.
		Dépa		
		0- 05.0		
		50 mètre : 37. 5.20		
T_V	Tra	es ; 50- 9197 14 P.		
_01	nse	100 mètre 0 N, (06: Yank		
	ct	tres ; 10 66.4 15- ov		
		0-150 m 9015 06:5		
		500 m E, 0)		
		794		
				Deep and gently rising canyon with vertical cliffs in places, steep and gentle slopes with vegetation in others. Vegetation generally abundant, consisting of <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> and others, plus low <i>Acer pubescens</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , <i>Cerasus magaleb</i> and others. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) in the deep canyons tree species can be represented by <i>Crataegus turkestanica</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , <i>Cerasus magaleb</i> avec

		m				<i>Scutellaria leptosiphon</i> , <i>S. nevskii</i> , <i>Andrachne fedtschenkoi</i> , <i>Parietaria judaica</i> , <i>Camp</i> <i>nula fedtschenkoana</i> et autres
		Fin				
		: 37.				
		9160				
		8 N,				
		66.4				
		9354				
		E ,				
		863				
		m				
		Dépa				
		rt				
		: 37.				
		9217				
		5 N,				
		66.4				
		0- 9444 06.0				Deep and dry rocky canyon with vertical cliffs along most of its length, with some tree
		50 mètr E , 5.20				and bush cover along the canyon bed
T_V	Tra	es ; 50- 816 14 P.				- <i>Atraphaxis spinosa</i> , <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Acer pubescens</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> and
-02	nse	100 mè m (06: Yank				others. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) in the deep
	ct	tres ; 10 Fin 55- ov				canyons tree species can be represented
		0-150 m : 37. 07:3				by <i>Crataegus turkestanica</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , <i>Cerasus magaleb</i> toge
		500 m 9196 0)				ther
		6 N,				with <i>Scutellaria leptosiphon</i> , <i>S. nevskii</i> , <i>Andrachne fedtschenkoi</i> , <i>Parietaria judaica</i> , <i>Ca</i>
		66.4				<i>mpanula fedtschenkoana</i> et autres
		9963				
		E ,				
		849				
		m				
		Dépa				
		rt				
		: 37.				
		9387				
		7 N,				
		66.6				
		0- 5559 06.0				
		50 mètr E , 1 5.20				
T_V	Tra	es ; 50- 302 14 P.				Canyon rocheux profond et étroit avec des falaises verticales sur toute sa longueur, avec
-03	nse	100 mè m (10: Yank				un seul <i>Atraphaxis spinosa</i> , <i>Amygdalus spinosissima</i> et <i>Acer pubescens</i> , un ruisseau
	ct	tres ; 10 Fin 10- ov				froid et une cascade. Site touristique très fréquenté avec de nombreux visiteurs
		0-150 m : 37. 10:3				
		500 m 9346 5)				
		0 N,				
		66.6				
		5868				
		E , 1				
		312				
		m				
		0- Dépa 07.0				
		50 mètr rt 5.20				
T_V	Tra	es ; 50- : 37. 14 P.				Large vallée ouverte et sèche avec des pentes douces et quelques falaises verticales,
-04	nse	100 mè 7391 (18: Yank				avec des parcelles
	ct	tres ; 10 4 N, 05- ov				d' <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> , <i>Acer pubescens</i> , <i>Pistacia vera</i> et
		0-150 m 66.4 18:3				autres
		500 m 2019 0)				
		E ,				



		956 m Fin : 37. 7397 7 N, 66.4 1435 E, 918 m	
		Dépa rt : 37. 7829 54 N, 66.4 4539	
T_V _05	Tra nse ct	0- 50 mètr es ; 50- 100 mè tres ; 10 0-150 m 500 m	08.0 1 E, 5.20 14 P. 171 (17: Yank m 25- ov Fin 17:5 : 37. 5) 7845 2 N, 66.4 3996 E, 1 001 m
		Dépa rt : 37. 7855 20 N, 66.4 3901 08.0 50 mètr 7 E, 5.20 es ; 50- 957 14 P. 100 mè m (18: Yank tres ; 10 Fin 10- ov 0-150 m : 37. 18:3 500 m 7838 5)	Deep rocky gorge with vertical cliffs in places, steep and gentle vegetated slopes in others. Stream running along the valley, with abundant vegetation <i>Acer pubescens</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , <i>Cerasus magaleb</i> , <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> and others, plus some grassy areas. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) in the deep canyons tree species can be represented by <i>Crataegus turkestanica</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> , <i>Cerasus magaleb</i> , et parmi les roches communes se trouvent des groupes avec des espèces comme <i>Scutellaria leptosiphon</i> , <i>S. nevskii</i> , <i>Andrachne fedtschenkoj</i> , <i>Parietaria judaica</i> , <i>Campanula fedtschenkoana</i> et autres
T_V _06	Tra nse ct	0- 50 mètr es ; 50- 100 mè tres ; 10 0-150 m 500 m	08.0 7 E, 5.20 14 P. m (18: Yank Fin 10- ov : 37. 18:3 7838 5)
		1 N, 66.4 3508 E, 923 m	Comme T_V_05, mais cours d'eau seulement sur environ 100 m à l'extrémité est du transect, les 400 m restants étant une vallée sèche
T_V _07	Tra nse ct	0- 50 mètr es ; 50- 100 mè tres ; 10	Dépa rt : 37. 7826 08.0 59 N, 14 P. 66.4 45- Yank ov
			Comme T_V_05 et T_V_06, mais vallée complètement sèche et plus ouverte, avec moins de falaises et des pentes moins raides.

[illegible]

# Versants montagneux couverts de végétation arbustive

		Départ			
		: 37.			
		7793			
		58 N,			
		66.4			
		8340			
		0- 3 E, 26.0			Open predominantly grassland area on a gentle slope with western exposure, covered
		50 mètre 1 4.20			with various communities of semi-savanna vegetation with single
T_F Tra	es ; 50-	797 14 P.			scattered <i>Amygdalus spinosissima</i> and low <i>Juniperus seravschanica</i> bushes. According
R_O nse	100 mètre	m (08: Yank			to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) the predominant species in plant
1 ct	tres ; 10 Fin	05- ov			communities on typical and dark grey soils
	0-150 m : 37.	08:2			include <i>Artemisia scotina</i> , <i>A. albicaulis</i> , <i>A. tenuisecta</i> and various semi-savanna low
	500 m	7763 5)			grasses, amongst which <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> occur,
		22 N,			plus <i>Cousinia spryginii</i> , <i>C. rotundifolia</i> , <i>C. dimoana</i> , <i>Alhagi canescens</i> , <i>Alhagi kirghisorum</i> et autres, avec quelques <i>Jurinea bipinnatifida</i>
		66.4			
		7921			
		7 E,			
		1			
		767			
		m			
		Départ			
		: 37.			
		7756			
		84 N,			
		66.4			
		8055			
		0- 8 E, 26.0			Open grassland communities of semi-savanna type with patches
		50 mètre 1 4.20			of <i>Amygdalus spinosissima</i> and low/tall <i>Juniperus seravschanica</i> on both slopes of a
T_F Tra	es ; 50-	791 14 P.			small and shallow stony valley with patches of low bushes. The grassland communities
R_O nse	100 mètre	m (08: Yank			according to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) are composed
2 ct	tres ; 10 Fin	30- ov			of <i>Artemisia scotina</i> , <i>A. albicaulis</i> , <i>A. tenuisecta</i> , <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> , <i>Cousinia spryginii</i> , <i>C. rotundifolia</i> , <i>C. dimoana</i> , <i>Alhagi canescens</i> , <i>A. kirghisorum</i> et
	0-150 m : 37.	08:4			autres espèces
	500 m	7792 5)			
		95 N,			
		66.4			
		8400			
		4 E,			
		1			
		811			
		m			
		Départ			
		: 37.			
		9393 04.0			Open grassland (pasture) on a gentle slope with northern exposure with tussocks of tall
		50 mètre 3 N, 5.20			grasses, low <i>Amygdalus spinosissima</i> and groups of low <i>Acer pubescens</i> and other
T_F Tra	es ; 50-	66.6 14 P.			species, with two small and shallow (open) stony valleys. At the of the periphery of the
R_O nse	100 mètre	3258 (06: Yank			low and medium belts of the mountain, at altitudes between 700 (800) and 2,000-
3 ct	tres ; 10 E, 1	25- ov			2,300m, the 'shiblyak' and semi-savanna belt is represented
	0-150 m	240 06:5			by <i>Artemisia scotina</i> , <i>A. albicaulis</i> , <i>A. tenuisecta</i> and various low-grass semi-savanna
	500 m	m 0)			communities with <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> (Efimenko
		Fin			2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> )
		: 37.			
		9391			

4 N,  
66.6  
2682  
E, 1  
243  
m

## Zone de genévrier

		Dépa rt : 37. 7810 13 N, 66.5			
		0- 1730 27.0	P.		Generally open stony area on a gentle slope with western exposure, close to the upper limit of <i>Juniperus seravschanica</i> associations. Bushes and single trees determine the general appearance, although there is significant grassland cover. Bushes represented by <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>A. bucharica</i> and others, mixed with low <i>Juniperus seravschanica</i> and <i>Acer pubescens</i> . Mature <i>Juniperus seravschanica</i> form
T_B	Tra	es ; 50- 2172 14	Yank		the tallest plant stratum. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) 'archovniks'
G_	nse	100 mè m (08:	ov		( <i>Juniperus seravschanica</i> associations) are semi-savanna, semi-savanna- <i>Artemisia-</i>
01	ct	tres ; 10 Fin 45-	Gurn		'shiblyak' and steppe associations. Amongst <i>Amygdalus spinosissima</i> there are single <i>Acer pubescens</i> , <i>Amygdalus bucharica</i> , <i>Pistacia vera</i> , <i>Cotoneaster suavis</i> , <i>Cerasus erythrocarpa</i> , <i>C. amygdaliflora</i> . Amongst 'archovniks' and 'tragakantniks' (1,700-2,800 m) steppe grasses occur, such as <i>Stipa kuhitangi</i> , <i>S. arabica</i> , <i>S. gnezdilloi</i> and others, as well
		0-150 m : 37. 09:1	ey		as <i>Elytrigia setulifera</i> , <i>E. pulcherrima</i> , <i>E. intermedia</i> , <i>Festuca valesiaca</i> et <i>F. regeliana</i>
		500 m 7763 5)			
		22 N, 66.4 7921 7 E , 2195 m			
		Dépa rt : 37. 7178 4 N, 66.4			
		0- 7283 01.0			Gentle hill slope with south-western exposure, with scattered mature <i>Juniperus seravschanica</i> , single
T_B	Tra	es ; 50- 917 14	P.		scattered <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>A. bucharica</i> and others. Significant grassland cover, mainly <i>Artemisia</i> sp.. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) together with <i>Juniperus seravschanica</i> there
G_	nse	100 mè m (18:	Yank		are <i>Acer pubescens</i> , <i>Amygdalus bucharica</i> , <i>Pistacia vera</i> , <i>Cotoneaster suavis</i> , <i>Cerasus erythrocarpa</i> and <i>C. amygdaliflora</i> , qui donnent à cette ceinture altitudinale un aspect « touffu » caractéristique
02	ct	tres ; 10 Fin 00-	ov		
		0-150 m : 37. 18:2			
		500 m 7203 0)			
		7 N, 66.4 6811 E, 1 885 m			
		Dépa rt : 37. 5.20	P.		Open gentle hill slope with north-western exposure, with closely spaced mature <i>Juniperus seravschanica</i> , single <i>Acer pubescens</i> and scattered <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>A. bucharica</i> and others. Grassland with a significant proportion of <i>Artemisia</i> sp. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) together with <i>Juniperus seravschanica</i> there
T_B	Tra	es ; 50- 7140 14	Yank		are <i>Acer pubescens</i> , <i>Amygdalus bucharica</i> , <i>Pistacia vera</i> , <i>Cotoneaster suavis</i> , <i>Cerasus erythrocarpa</i> , <i>C. amygdaliflora</i> , qui donnent à cette ceinture altitudinale un aspect « touffu » caractéristique
G_	nse	100 mè 7 N, (06:	ov		
03	ct	tres ; 10 66.4 35-	M.		
		0-150 m 7088 07:0	Gurn		
		500 m E, 1 0)	ey		
		958 m			

				Fin : 37. 7099 6 N, 66.4 6854 E, 1 900 m	
				Dépa rt : ( 37. 9283 4 N, 66.6	
				0- 5504 05.0	Steep stony slope with dense tree and bushy vegetation of scattered <i>Juniperus seravschanica</i> and more dense patches
				50 mètre E, 1 5.20	of <i>Acer pubescens</i> , <i>Crataegus turkestanica</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> with <i>A</i>
T_B Tra	es ; 50-	581 14 P.			<i>mygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> and others. Grass cover relatively restricted,
G_ nse	100 mè	m (14: Yank			composed of <i>Artemisia</i> sp. and others. According to Efimenko
04 ct	tres ; 10	Fin 20- ov			(2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) on variable soils the main species
	0-150 m	: 37. 14:5			are <i>Zygophyllum atriplicoides</i> together with
	500 m	9240 0)			with <i>Pistacia vera</i> , <i>Acer pubescens</i> , <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Sageteria</i>
		3 N,			<i>brandtheriana</i> et autres
		66.6			
		5683			
		E, 1			
		703			
		m			
				Dépa rt : : 37. 7663 7 N, 66.4	
				0- 6761 10.0	Gentle stony slope with western exposure and abundant scattered bushes and low
				50 mètre E, 1 5.20	trees <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> , <i>Juniperus seravschanica</i> , <i>Acer pubes</i>
T_B Tra	es ; 50-	667 14 P.			<i>cens</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> and others. Grass cover well represented,
G_ nse	100 mè	m (08: Yank			composed of <i>Artemisia scotina</i> , <i>A. albicaulis</i> and others. On the typical dark grey soils
05 ct	tres ; 10	Fin 40- ov			dominant species are <i>Artemisia</i> sp. and variable low grasses with obligatory presence
	0-150 m	: 37. 09:0			of <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> et autres. Les arbres et arbustes
	500 m	7708 0)			xérophiles des «shiblyaks» comprennent un bon nombre
		7 N,			de <i>Zygophyllum atriplicoides</i> en association
		66.4			avec <i>Pistacia vera</i> , <i>Acer pubescens</i> , <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Sageteria brandtheriana</i>
		6747			et autres (Efimenko, 2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> )
		E, 1			
		665			
		m			
				0- 37.9 05.0	
				50 mètre 2931 5.20	Open hollow with steep slopes with
P_B Indi	es ; 50-	N, 14 P.			predominantly <i>Amygdalus spinosissima</i> , <i>Atraphaxis spinosa</i> , <i>Acer pubescens</i> , <i>Crataegus</i>
G_ qu	100 mè	66.6 (11: Yank			<i>turkestanica</i> , <i>Prunus cerasifera</i> , <i>Fraxinus sogdiana</i> and others. On the rocky areas
01 er	tres ; 10	5578 35- ov			scattered <i>Juniperus seravschanica</i> occur. Amongst
	0-150	E, 1 11:5			grasses <i>Artemisia scotina</i> , <i>A. albicaulis</i> , <i>A. tenuisecta</i> , <i>Inula macrophylla</i> and others
	mètres	546 0)			predominate. According to Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) sur des
		m			sols variables les espèces principales



sont *Zygophyllum atriplicoides* avec *Pistacia vera* , *Acer pubescens* , *Amygdalus spinosissima* , *Sageteria brandtheriana* et autres

#### Zones de contreforts et plaines adjacentes

		Départ		
		rt		
		: 37.		
		7562		
		4 N,		
		66.3		
	0-	7161 29.0		
	50 mètre	E , 4.20		
T_D Tra	es ; 50-	522 14	P.	Pâturage très dégradé sur une zone semi-désertique ouverte avec une composition
P_O nse	100 mètre	m (06:	Yank	herbeuse basse et très pauvre sur un plat et une pente douce de colline de loess avec
1 ct	tres ; 10	Fin 50-	ov	une exposition nord-est. Selon Efimenko (2006, <a href="http://iucnca.net/inforeserve572">http://iucnca.net/inforeserve572</a> ) à ces
	0-150 m	: 37. 07:1		altitudes, il existe une ceinture de montagnes semi-désertiques (savane et végétation
	500 m	7525 0)		basses désertifiées) contenant des sols gypseux
		9 N,		
		66.3		
		6826		
		E ,		
		561		
		m		
		Départ		
		rt		
		: 37.		
		4417		
		2 N,		
		66.3		
	0-	6163 29.0		
	50 mètre	E , 4.20	P.	
T_D Tra	es ; 50-	335 14	Yank	Zone semi-désertique sur un versant sud doux avec une végétation basse et très pauvre,
P_O nse	100 mètre	m (17:	ov	composée principalement d'herbes basses éparses et de <i>Ferula</i> sp., mélangées à des
2 ct	tres ; 10	Fin 40-	M.	buissons bas isolés épars
	0-150 m	: 37. 18:1	Gurn	
	500 m	4426 0)	ey	
		9 N,		
		66.3		
		6716		
		E ,		
		348		
		m		

#### Comptage des points des rapaces

		37.7		
	0-500	7880 26.0		
	mètres	4 N, 4.20		
P_R	Indi ; 500-1	66.4 14	P.	
_01	qu 000	7819 (09:	Yank	
er	mètres	7 E , 00-	ov	
	; > 1000	1 09:1		
	mètres	744 5)		
	m			

		0-500	37.7	26.0	
		mètres	6349	4.20	P.
P_R	Indi	; 500-1	N,	14	Yank
_02	qu	000	66.4	(17:	ov S.
	er	mètres	6676	55-	Menl
		; > 1000	E, 1	18:1	iev
		mètres	633	0)	
			m		

		0-500	37,7	27.0	
		mètres	8644	4.20	
P_R	Indi	; 500-1	N,	14	P.
_03	qu	000	66,5	(12:	Yank
	er	mètres	2727	45-	ov
		; > 1000	E, 2	13:0	
		mètres	457	0)	
			m		

		0-500	37.4	29.0	
		mètres	4100	4.20	
P_R	Indi	; 500-1	N,	14	P.
_04	qu	000	66.3	(15:	Yank
	er	mètres	5857	25-	ov
		; > 1000	E,	15:4	
		mètres	336	0)	
			m		

		0-500	37.6	30.0	
		mètres	4896	4.20	
P_R	Indi	; 500-1	N,	14	P.
_05	qu	000	66.3	(09:	Yank
	er	mètres	2936	55-	ov
		; > 1000	E,	10:1	
		mètres	378	0)	
			m		

		0-500	37.6	30.0	
		mètres	7337	4.20	
P_R	Indi	; 500-1	N,	14	P.
_06	qu	000	66.3	(13:	Yank
	er	mètres	9592	45-	ov
		; > 1000	E,	14:0	
		mètres	885	0)	
			m		

		0-500	37.7	01.0	
		mètres	1432	5.20	
P_R	Indi	; 500-1	N,	14	P.
_07	qu	000	66.4	(16:	Yank
	er	mètres	7154	00-	ov
		; > 1000	E,	16:1	
		mètres	1964	5)	
			m		

		0-500	37.6	02.0	
P_R	Indi	mètres	7875	5.20	P.
_08	qu	; 500-1	N,	14	Yank
	er	000	66.4	(11:	ov
		mètres	7661	05-	

13

**Habitat 2. Les pentes des montagnes couvertes de végétation arbustive** (57 espèces nicheuses) sont couvertes de végétation herbacée et buissonnante de taille moyenne, généralement jusqu'à 2 m de hauteur, mais les zones herbeuses prédominent. Ces zones sont principalement constituées de 'shiblyak' et de végétation semi-savane (Efimenko

2006, <http://iucnca.net/inforeserve572> ). Des enquêtes ont été menées entre c. 1200-1850m d'altitude. Le pâturage y est moins intense et les habitats en général sont moins dégradés avec des caractéristiques essentiellement naturelles.

**Habitat 3. La zone des genévriers** (53 espèces nicheuses) est dominée par les buissons et les genévriers, bien que le couvert herbeux soit également bien développé. Des relevés ont été effectués entre 1 500 et 2 200 m d'altitude. Cet habitat chevauche l'habitat 2, mais les deux diffèrent respectivement par leur apparence générale et la dominance des buissons/arbres et des herbes. Les habitats de cette zone sont en grande partie naturels, avec une composante arborescente bien préservée, principalement *Juniperus seravschanica* , comprenant de nombreux arbres matures.

**Habitat 4. Les zones de piémont et les plaines adjacentes** (30 espèces nicheuses) sont très ouvertes avec une composition végétale simple de plusieurs espèces de graminées basses et arbustives et consistent principalement en pâturages et zones semi-désertiques situées entre 300 et 600 m d'altitude. Ce sont les zones les plus dégradées et le pâturage intensif est en cours.

L'enregistrement opportuniste, associé à d'autres activités menées sur le site, était :

- 23 au 26 mai 2012 – lors de l'Expédition scientifique internationale, liée à l'élaboration de la candidature au patrimoine mondial de l'UNESCO. Les zones visitées étaient Kyrkgyz, Hojapil, Umbardere, Daraydere, Gap-Gotan et autour de la maison d'hôtes du village de Koyten ;
- avril/mai 2013 – lors d'une visite de cadrage de l'Initiative Darwin – Kyrkgyz, Hojapil, Um bardere, Daraydere, Gap-Gotan et autour du siège de la réserve à Bazardepe ;
- 21 au 26 août 2014 – lors d'un atelier de planification de la gestion. Les zones visitées étaient la forêt de genévriers dans la zone centrale et les environs du quartier général de la réserve à Bazardepe ;
- 6 au 9 octobre 2015 – lors de la visite d'évaluation de l'UICN liée à la nomination au patrimoine mondial de l'UNESCO. Les zones visitées étaient Kyrkgyz, Hojapil, Umbardere, Daraydere, Gap-Gotan et autour du quartier général de la réserve à Bazardepe ; et
- 25 au 30 mars 2016 – lors d'un stage d'identification et de suivi des rapaces. Les zones visitées étaient Kyrkgyz, Umbardere, Hojapil, Daraydere, Kojachilgazbaba et plusieurs gorges près du siège de la réserve à Bazardepe.

### 8.3 Résultats

Sur les 229 espèces signalées comme présentes à Koytendag, des recherches récentes en ont enregistré 154 (67%), dont deux espèces nouvelles au Turkménistan - le griffon himalayaen *Gyps himalayensis* et le koel commun *Eudynamis scolopaceus* (Roustamov et al. 2016). Suite à plusieurs observations de vautours présentant des caractéristiques de griffon de l'Himalaya, un oiseau adulte a été photographié le 27 avril 2014 à proximité du pic Airy-baba (3 139 m d'altitude). Des oiseaux isolés ont ensuite été observés plusieurs fois dans différentes parties de la réserve. L'espèce a également été observée en octobre 2015. Le griffon himalayaen est également une nouvelle espèce restreinte au biome pour le site, caractéristique du biome des hautes montagnes eurasiennes (alpines et tibétaines). Le koel commun était une femelle observée dans la vallée de Koytendarya près de Khodjagaraul dans les contreforts de l'escarpement ouest de la chaîne de montagnes de Koytendag le 8 mai 2013. Cet oiseau a été retrouvé mort dans la même zone le 14 mai (Roustamov et al. 2016).

Cinq des huit espèces mondialement menacées connues sur le site ont été enregistrées - le faucon sacré *Falco cherrug* , le vautour percnoptère *Neophron percnopterus* et l'aigle des steppes *Aquila nipalensis* (tous EN) et le gypaète gypaète *Gypaetus barbatus* et le vautour moine *Aegypius monachus* (tous deux NT). Les trois espèces non enregistrées récemment sont le grand aigle tacheté *Aquila clanga* et l'aigle impérial oriental *Aquila heliaca* (tous deux VU) et le busard pâle *Circus macrourus* (NT), qui sont tous de rares migrants de passage ou des visiteurs hivernaux.

De même, dix des onze espèces restreintes à un biome ont été enregistrées - perdrix grise, *Ammoperdix griseogularis* , mésange à poitrine jaune *Parus flavipectus* , mésange gris foncé *Parus rufonuchalis* , paruline à ventre sulfureux *Phylloscopus griseolus* , sittelle *Sitta tephronota* , blanc -gorge à gorge *Irania gutturalis* , Traquet de Finsch *Oenanthe finschii* , Traquet motteux *Oenanthe picata* , Cardinal à ailes blanches *Mycerobas carinipes* et Bruant à poitrine marron *Emberiza stewarti*. La seule omission est le grimpereau à queue barrée *Certhia himalayana* .

Des données ont également été recueillies sur 13 des 17 espèces incluses dans le Livre rouge de données du Turkménistan (2011)– cigogne noire *Ciconia nigra* , faucon crécerellette *Falco naumanni* , faucon sacré , faucon pèlerin *Falco peregrinus* , faucon de barbarie *Falco pelegrinoides* , gypaète percnoptère , vautour percnoptère , vautour moine , circaète *Circaetus gallicus* , aigle des steppes , aigle royal *Aquila chrysaetos* , bonelli l'aigle *Aquila fasciatus* et le moucherolle asiatique *Terpsiphone paradisi* .

La répartition de toutes les espèces mondialement menacées, restreintes au biome et enregistrées dans le Livre rouge du Turkménistan est résumée sur la figure 37.

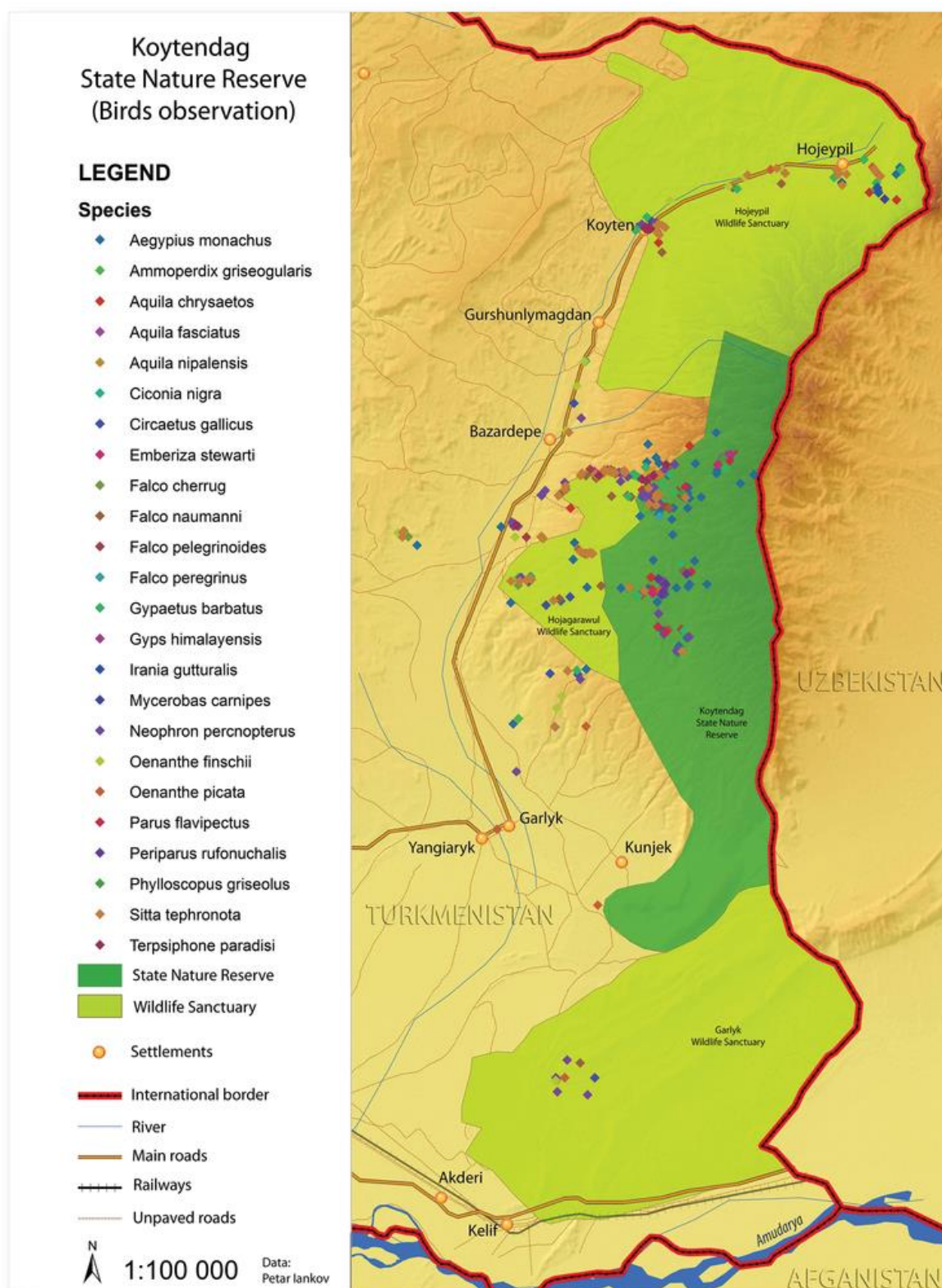


Figure 37.

Sites d'observation des oiseaux d'importance pour la conservation à Koytendag, avril/mai 2014. Carte par Atamyrat Veyisov.



Étant donné que les données de dénombrement ponctuel et de transect ont été recueillies à l'aide de bandes de distance prédéfinies, il sera possible de calculer des estimations de la densité d'oiseaux à l'aide du programme informatique *Distance*. Cependant, cette analyse n'a pas encore été réalisée.

En raison de la durée limitée de l'enquête principale de 2014, ainsi que du manque de données standard collectées systématiquement pour la zone, il a été très difficile d'évaluer les tendances de la population ou de la répartition des espèces clés. Certaines espèces, par exemple la sittelle des rochers, semblent être beaucoup plus nombreuses que ce qui est mentionné dans la littérature (Efimenko 2006) mais il est impossible de dire si cela est dû à une augmentation de la population ou à une sous-estimation dans le passé.

#### 8.4 Débat

Le site abrite clairement une avifaune riche et diversifiée. Il convient de noter en particulier le grand nombre et la variété d'oiseaux de proie, dont cinq espèces de vautours qui sont toutes connues ou susceptibles de se reproduire. Une telle diversité de « grands prédateurs » et de charognards est une indication de la haute qualité globale des habitats et, à l'heure actuelle, des perturbations et des persécutions limitées. Cependant, il existe un risque futur de perturbation accrue par des activités telles que l'escalade, le parapente et la conduite hors route et ces activités doivent être étroitement surveillées et contrôlées.

La découverte de deux espèces d'oiseaux nouvelles au Turkménistan est une indication de la valeur des études futures car des espèces supplémentaires sont susceptibles d'être trouvées, en particulier compte tenu de la proximité du site avec l'Ouzbékistan et l'Afghanistan. En Asie centrale, le griffon himalayen réside principalement dans les zones de haute montagne de l'est de l'Afghanistan, de l'Ouzbékistan, du Tadjikistan, du Kirghizistan et du Kazakhstan, avec une dispersion limitée vers l'ouest en hiver. Cependant, les observations d'au moins un individu à Koytendag en octobre 2015 suggèrent que l'espèce pourrait résider sur le site et pourrait représenter une expansion significative vers l'ouest de l'aire de répartition de l'espèce. Le koel commun était une découverte encore plus importante car l'espèce n'a pas été enregistrée au Kazakhstan (Sklyarenko et al. 2008, Wassink 2015) ou Ouzbékistan (Kashkarov et al. 2008) et Ayé et al (2012) ne l'inclure dans l'Annexe 1 (anciens vagabonds, signalements non documentés et espèces dont les enregistrements sont douteux) que pour l'Afghanistan. Mike Blair *in litt* considère que l'espèce est peu commune, locale, mais régulière en Afghanistan au sud de la chaîne de Khyber, peut-être en raison de la forte augmentation des petits barrages et des systèmes d'irrigation locaux là-bas. L'espèce pourrait être trouvée dans l'extrême sud de l'Ouzbékistan et le sud-ouest du Tadjikistan à l'avenir.

#### 8.5 Recommandations

**8.5.1** Élaboration d'un programme de surveillance systématique et objectif, ainsi que formation connexe du personnel, pour faciliter la planification de la gestion future du site.

**8.5.2** Nomination d'un ornithologue au sein du personnel de la réserve naturelle nationale.

**8.5.3** Évaluation des impacts actuels et futurs potentiels des visiteurs sur les espèces clés, en particulier les rapaces reproducteurs, dans les principales zones touristiques du site et élaboration d'un programme de gestion des visiteurs.

**8.5.4** Élaboration d'une stratégie de pâturage pour les réserves fauniques afin de réduire/inverser les effets du surpâturage et de la dégradation de l'habitat qui en découle.

#### 8.6 Bibliographie

- Ataev K, Vasiliev VI, Gorelova RI, Karavaev AA, Kekilova AF, Sopyev O, Eminov A (1978) Données sur les oiseaux rares et menacés d'extinction du Turkménistan. Bulletin de l'Académie des sciences de la République soviétique turkmène, Série de sciences biologiques 4 : 70-80. En russe
- Ayé R, Schweizer M, Roth T (2012) Oiseaux d'Asie centrale. Bloomsbury, Londres, 336 p.
- Bibby C, Jones M, Marsden S (1998) Bird Surveys, Expedition Field Techniques. Royal Geographical Society, Expedition Advisory Centre, Londres, 134 p. En russe et en anglais
- Bukreev SA (1997) Ornitho-géographie et préservation du Turkménistan. Centre pour la conservation de la faune, Moscou, 160 pp. En russe
- Dementiev GP (1952) Oiseaux du Turkménistan. Académies des sciences de la RSS turkmène, Achgabat. En russe
- Efimenko NN (2004) Oiseaux de la partie occidentale des monts Koytendag. Problèmes de développement du désert 2 : 56-58. En russe

- Efimenko NN (2008) Cadastre des Populations des animaux rares et peu étudiés du Koytendag. Problèmes de développement du désert, 4 : 48-51. En russe
- Kashkarov RD, Welch GR, Brombacher M (eds) (2008) Important Bird Areas in Uzbekistan. Société ouzbèke pour la protection des oiseaux, Tachkent.
- Lunina GA (1990) Nouvelles données sur la faune et l'abondance des oiseaux de rivage dans l'est du Turkménistan. Dans : Problèmes environnementaux. MON. 1. Inventaire des ressources naturelles de la région de Chardjou. Charjou : 103-108. En russe
- Mischenko YV, Scherbak NN (1980) Nouveaux enregistrements d'oiseaux nouveaux et peu étudiés de Turkménie. Dans : Journal of Zoology 1, Kiev : 13-17. En russe
- Livre rouge de données de la RSS turkmène (1985) Plantes et animaux rares et menacés. Achgabat, 413 p.
- Livre rouge de données du Turkménistan (2011) Volume 2 : Animaux invertébrés et vertébrés Ed. 3e, révisé et mis à jour. Achgabat, Ylym, 384 pp.
- Livre rouge de données du Turkménistan (1999) Animaux invertébrés et vertébrés V. 1, deuxième édition, Ashgabat, 371 pp.
- Rustamov AK, Sopyev OS, Karaev M, Atayev ChA, Pinyasova RM (1988) Faune et écologie des oiseaux et des reptiles de la chaîne de Kugitang. Dans : Flint VE (éd.). Animaux rares et mal étudiés du Turkménistan. Achgabat, Ylym : 82-117. En russe
- Rustamov AK, Sopyev OS, Karaev M (1969) Nombre d'oiseaux nicheurs de la crête de Kugitang. In : Ornithologie de l'URSS. 1969. Actes de la 5<sup>e</sup> Conférence ornithologique de l'Union soviétique, Livre 2, Ashgabat, Ylym : 82-117. En russe
- Rustamov AK (1958) Oiseaux du Turkménistan Vol. 2. Académie des sciences de la République soviétique turkmène, Ashgabat, 252 pp. En russe
- Rustamov EA (2013a) Aperçu de la faune aviaire contemporaine du Turkménistan. Dans : Sopyev OS, Herremov ShR (eds) Studies on the Biological Diversity of Turkmenistan (Vertebrata). Société ornithologique de Menzibir, branche Asie centrale, Moscou-Achgabat : 125-169. En russe
- Rustamov EA (2013b) Oiseaux du Turkménistan : Guide de terrain illustré. Ylym, Achgabat.
- Shestoporov EL (1936) Documents sur la faune de la région de Karlyuk de TSSR. Bulletin de la station zoologique du Turkménistan, n° 1, Achgabat : 157-172.
- Rustamov EA, Menliev S, Agryzkov E (2016) Common Koel *Eudynamys scolopacea* nouveau pour le Turkménistan. Ganga 38 (2): 197–198.
- Rustamov EA, Welch GR, Brombacher M (eds) (2009) Zones ornithologiques importantes au Turkménistan : sites prioritaires pour la conservation. Ministère de la protection de la nature du Turkménistan. Ashgabat, 197 pp. (éditions anglaise, russe et turkmène).
- Rustamov EA (2015) Une liste de contrôle annotée des oiseaux du Turkménistan. Ganga 37 (1): 28–56.
- Rustamov EA (2018) Liste de contrôle moderne des oiseaux du Turkménistan, version 2018. Recherche herpétologique et ornithologique : aspects actuels. Dédié au 100e anniversaire d'AK Rustamov (1917–2005). Moscou : KMK Scientific Press. En russe
- Saparmuradov J, Eminov A (1993) Données sur le nombre de certaines espèces d'oiseaux rares et menacées d'extinction dans le sud du Turkménistan. Dans : Étude du monde animal du Turkménistan. Achgabat, Ylym : 109-119.
- Sopyev OS (1979) Données sur les oiseaux de l'Ordre des Galliformes de Kugitang. Dans : Protection of Turkmenistan Nature 5, Ashgabat, Ylym. En russe

- Sopyev OS (2012) Les oiseaux de Koytendag nécessitent une protection spéciale. Dans : Turkmen Nature, Undiscover Miracles of Koytendag, Résumés des rapports de la Conférence scientifique internationale, 23-39 mai 2012, Ashgabat, Ylym : 365-366. En russe et en anglais
- Sklyarenko SL, Welch GR, Brombacher M (eds) (2008) Important Bird Areas in Kazakhstan Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan, Almaty.
- Stepanian LS (1990) Synopsis de la faune ornithologique de l'URSS. M. Sciences. En russe
- Wassink A (2015) Les nouveaux oiseaux du Kazakhstan. Wassink, De Cocksdorp, Texel, Pays-Bas.
- Welch G, Donald P, Thorpe R, Yankov P, Rustamov E (2018) Observations intéressantes de Tallymerjen IBA, Turkménistan, 2015 et 2016. Ganga 40 : 94–97.

## 9. Mammifères

Kiril Georgiev, Shaniyaz Menliev et John Linnell



Figure 38.

Image prise en piège photographique du mâle Markhor *Capra falconeri* (Photo : Réserve naturelle d'État de Koytendag)

### 9.1 Contexte

Plusieurs études ont été réalisées sur la faune mammifère du Koytendag – voir *Bibliographie* – et des espèces sélectionnées, notamment le markhor *Capra falconeri* et l'urial *Ovis orientalis*, ont été suivies annuellement depuis 1995. Un total de 43 espèces de mammifères a été recensé à travers quatre espèces – libyennes jird *Meriones libycus*, ours brun *Ursus arctos*, léopard *Panthera pardus* et gazelle à goitre *Gazella subgutturosa* - n'ont pas été observés au cours des 10 dernières années et sont supposés être localement éteints, et deux espèces - petite jerboa à cinq doigts *Allactaga (Microallactaga) elater* et le campagnol taupe du nord *Ellobius talpinus tancrei* - bien que connus de la région, sont limités aux basses terres bordant la zone protégée. Cinq espèces sont répertoriées dans le Livre rouge 2011 du Turkménistan - la chauve-souris de Geoffroy *Myotis emarginatus* (rare), la chauve-souris européenne à queue libre *Tadarida teniotis* (rare), le lynx eurasiens *Lynx lynx* (en danger critique d'extinction), le markhor (en danger critique d'extinction) et l'urial (en voie de disparition) - avec le markhor et l'urial également répertoriés comme globalement menacés par l'UICN - Quasi menacé et Vulnérable respectivement.

## 9.2 Méthodologie

Le suivi annuel par le personnel de la réserve se fait par des comptages directs aux endroits et/ou aux périodes de l'année où les animaux sont naturellement concentrés - au début de la saison de reproduction automnale dans le cas du markhor et autour des points d'eau en hiver dans le cas de l'urial.

La recherche soutenue par la RSPB s'est concentrée sur le déploiement de 30 pièges photographiques (Bushnell Trophy Cam HD Max - LED noire) pour 71 sessions de stations de pièges photographiques en 2013, 2014 et 2015 - voir figure 39. Les données recueillies sont le résultat de la formation professionnelle du personnel de la réserve à l'utilisation des pièges photographiques et du GPS (2013 et 2014) et de l'utilisation indépendante ultérieure des pièges photographiques par le personnel de la réserve afin d'enregistrer les espèces présentes sur le site et d'obtenir une impression générale de chiffres. Une utilisation plus systématique des pièges photographiques est prévue à l'avenir et s'appuiera sur l'expérience du personnel de la réserve dans l'utilisation de cette méthodologie.

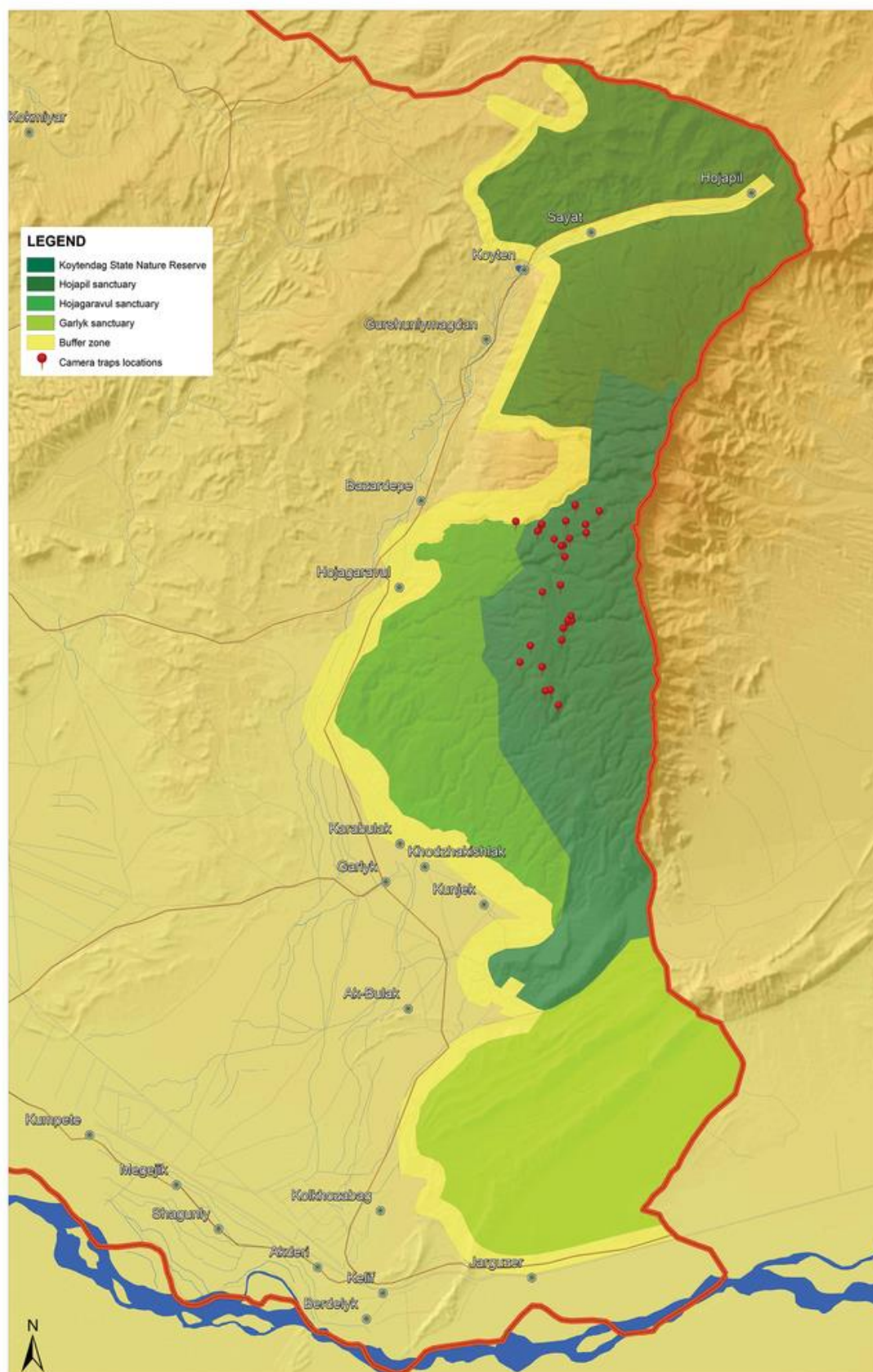


Figure 39.

Emplacements des pièges photographiques à Koytendag. Carte par Atamyrat Veyisov.



### 9.3 Résultats

Le suivi annuel du markhor montre une augmentation du nombre de 69 en 1995 à 882 en 2013 - voir figure40. Il s'agit en partie d'une augmentation réelle du nombre, mais principalement du fait de l'amélioration des techniques de comptage au fil des ans. Le suivi de l'urial montre une augmentation similaire, moins marquée, du nombre de 164 en 1995 à 250 en 2013, mais le nombre a atteint un maximum de 320 en 2010 - voir figure41. Les variations d'une année à l'autre sont considérées comme des fluctuations naturelles.

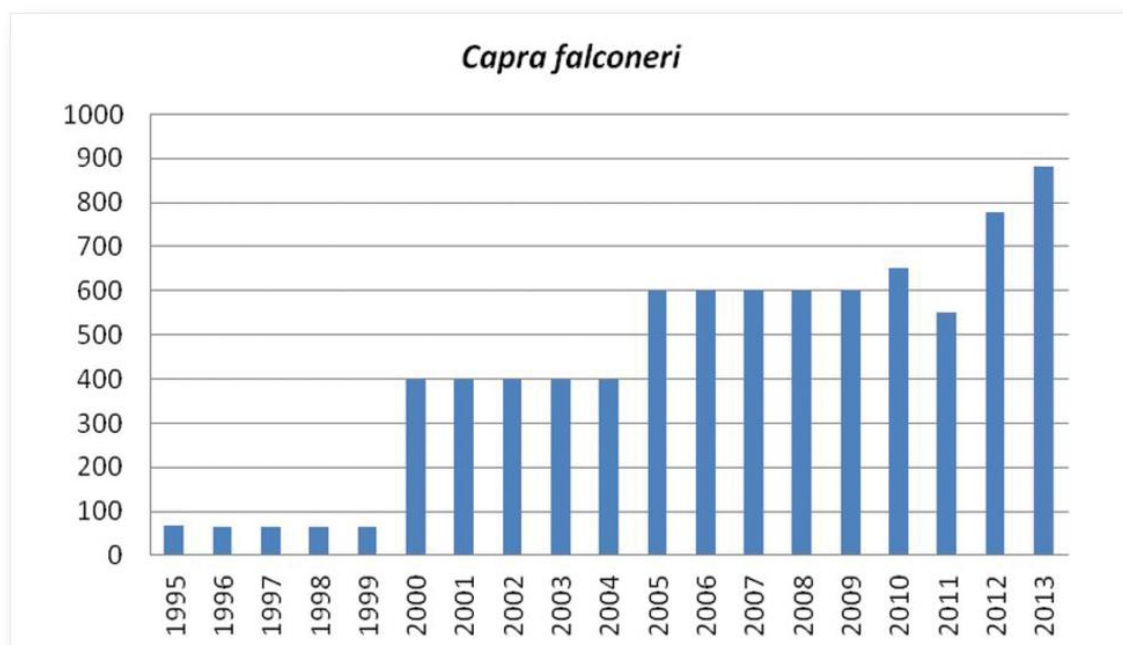


Figure 40.

Tendances de la population de *Capra falconeri* dans la réserve naturelle d'État de Koytendag de 1995 à 2013

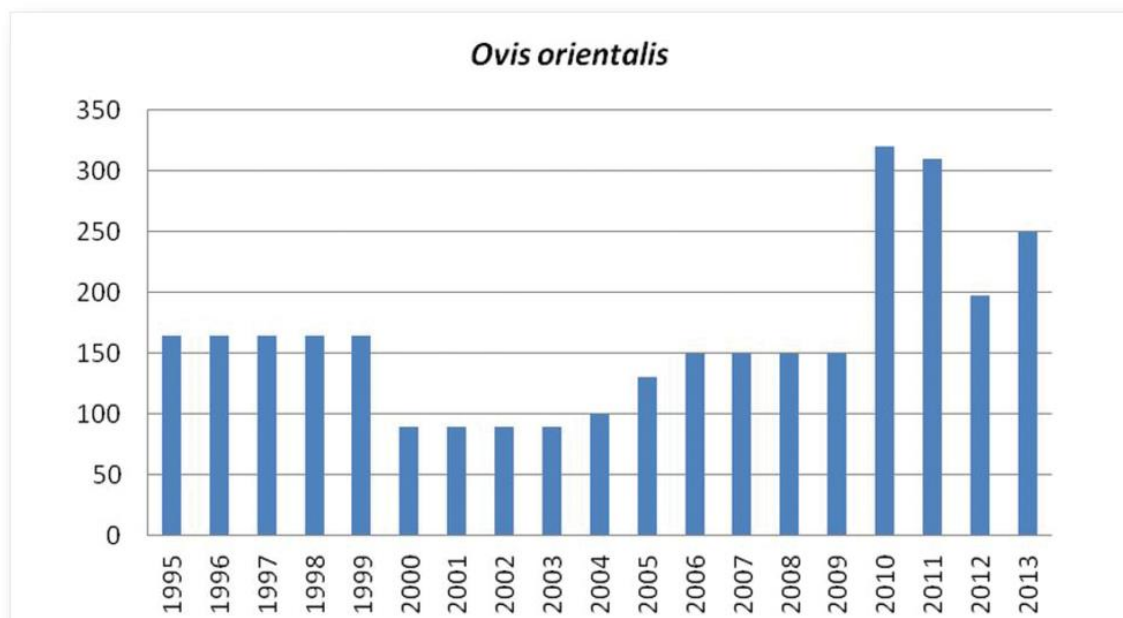


Figure 41.

Tendances de la population d'*Ovis orientalis* dans la réserve naturelle d'État de Koytendag de 1995 à 2013

Dix espèces de mammifères identifiables ont été enregistrées avec les pièges photographiques, un total de 844 événements de mammifères passant des caméras - voir tableau 20. Des événements distincts ont été enregistrés si au moins 10 minutes se sont écoulées entre l'activation de la caméra. Comme certaines caméras étaient placées à des points d'eau, certains événements impliquaient de photographier 10 à 20 personnes au cours de sessions presque continues. Cependant, il convient de noter que la qualité d'image des séquences vidéo sur lesquelles les pièges photographiques ont été configurés pour enregistrer n'était pas très élevée, ce qui rendait difficile l'identification de certaines espèces, c'est pourquoi certaines hypothèses ont été faites sur la base de la distribution connue des espèces.

Tableau 20. [Télécharger au format CSV](#)

Résumé de la fréquence d'enregistrement des pièges photographiques.

Espèces	Nombre d'événements d'enregistrement	% fréquence	commentaires
1 Lièvre tolai <i>Lepus tolai</i>	301	35,7	
2 Markhor <i>Capra falconeri</i>	254	30.1	Les photographies ont révélé une structure de population bien équilibrée, avec de très grands mâles, femelles et jeunes.
3 Lynx eurasiens <i>Lynx lynx</i>	68	8.1	Les photos indiquaient la présence à la fois de femelles reproductrices (suivies de jeunes) et d'animaux isolés. La qualité vidéo était trop mauvaise pour permettre la reconnaissance individuelle.
4 <i>Hystrix indica</i> porc-épic indien à crête	62	7.3	
5 Loup gris <i>Canis lupus</i>	37	4.4	Des photos indiquaient la présence de reproducteurs (photos de chiots) et de meutes pouvant aller jusqu'à 4 individus.
6 Urial <i>Ovis orientalis</i>	36	4.3	Les photographies ont révélé une structure de population bien équilibrée, avec de très grands mâles, femelles et jeunes.
7 Renard roux <i>Vulpes vulpes</i>	35	4.1	
8 Blaireau européen <i>Meles (meles) canescens</i>	24	2.8	Koytendag représente l'une des rares zones où le blaireau européen <i>Meles meles</i> chevauche le blaireau asiatique récemment séparé <i>Meles leucurus</i> . La taxonomie est encore incertaine et les critères morphologiques ne sont pas sans ambiguïté, cependant, il semble que la plupart des 24 images représentent des blaireaux européens.
9 Martre sp. <i>Martes foina</i> ??	15	1.8	La qualité des images n'a pas permis une identification définitive mais il est probable qu'elles représentent la martre du hêtre.
dix Chat sauvage asiatique <i>Felis lybica</i>	12	1.4	La taxonomie du chat sauvage est en constante révision mais les 12 images obtenues sont

considérées comme les plus susceptibles d'appartenir à cette espèce récemment reconnue.

Total	844	100
-------	-----	-----

#### 9.4 Débat

Bien que les espèces de mammifères trouvées à Koytendag ne soient pas très menacées à l'échelle mondiale - la plupart sont LC, avec un VU et un NT - il existe toujours une valeur de conservation importante dans la région. Premièrement, la présence d'une population de markhors en bonne santé est une contribution majeure à la conservation d'une espèce qui a une distribution mondiale très limitée - Koytendag abrite la population la plus occidentale et la plus isolée de cette espèce.

Deuxièmement, la présence de lynx eurasiens et d'urial dans le site représente la limite ouest des populations du Tian Shan. Bien que répandues, les deux espèces ont un statut et une répartition très incertains dans la région, de sorte que la documentation de leur présence à Koytendag est importante. Le nombre élevé de photos de lynx eurasiens est particulièrement positif. Bien que leur écologie dans la région n'ait jamais été étudiée, il est probable que la forte densité de lièvres constitue leur principale source de nourriture.

Troisièmement, et surtout, la présence d'une communauté de mammifères relativement intacte avec de grands prédateurs (loups, lynx), des prédateurs de taille moyenne (renards, martres, blaireaux) et des proies (markhors, urial, lièvres). La seule espèce non détectée était le léopard *Panthera pardus* bien que l'on sache que l'espèce était présente auparavant. Compte tenu de la densité des caméras de piégeage et de la fréquence à laquelle d'autres prédateurs tels que les loups et les lynx ont été détectés, il est très peu probable que les léopards aient échappé à la détection s'ils avaient été présents.

#### 9.5 Recommandations pour les travaux futurs

**9.5.1** Création d'un parc national (catégorie II UICN) couvrant la réserve naturelle d'État et quatre réserves fauniques – 129 047 ha. Cela serait conforme aux recommandations du projet PNUD 3961 *Renforcement de l'efficacité de la gestion du système d'aires protégées du Turkménistan* et de plusieurs documents de planification stratégique du Turkménistan, par exemple le rapport sur l'état de l'environnement du Turkménistan (SOE, 1998), le Plan d'action national pour l'environnement (NEAP, 2002) et le stratégie et le plan d'action nationaux pour la biodiversité (NBSAP, 2002). Les recommandations contenues dans ces documents comprennent (i) le développement d'un « réseau fonctionnel » d'aires protégées ; (ii) l'extension et la rationalisation des Réserves Naturelles Intégrales ; (iii) l'examen de l'état de conservation des aires protégées actuelles ; (iv) la création de nouveaux parcs nationaux et (v) la création de nouvelles aires protégées dans des habitats sous-représentés. En réponse à ces priorités stratégiques, le Ministère de la protection de la nature, aujourd'hui Comité d'État du Turkménistan sur la protection de l'environnement et les ressources foncières, a rédigé un ensemble de propositions de projets visant à orienter la rationalisation et l'expansion des aires protégées. Système jusqu'en 2030 (2009) qui comprend la création de six parcs nationaux (Karakoum central, Magtymguli, Balkan, Koytendag, Serhetabad, Archabil) dans les 20 prochaines années.

**9.5.2** Formation et motivation du personnel, y compris les visites de formation à l'étranger. Cela devrait être organisé à la fois pour le personnel de la réserve naturelle d'État et les principaux responsables du Comité d'État pour la protection de l'environnement et les ressources foncières. La formation devrait inclure la gestion des aires protégées ; Etude et suivi de la biodiversité ; Collecte de fonds ; Implication des parties prenantes ; utilisation du SIG et d'autres méthodologies de haute technologie ; Relations publiques et information ; Éducation, etc. La formation à l'étranger devrait impliquer non seulement les pays occidentaux, mais aussi les anciens pays socialistes, comme la Bulgarie et la Roumanie, qui ont une expérience et un contexte culturel similaires.

**9.5.3** Fourniture d'équipements, sur la base d'une évaluation préliminaire des besoins et directement liée à la mise en œuvre du plan de gestion, ainsi que la formation du personnel à son utilisation. Une attention particulière devrait être accordée à l'élaboration et à la mise en œuvre de programmes scientifiques et de surveillance objectifs.

**9.5.4** La possibilité d'établir des relations de travail étroites avec les administrations chargées de la conservation en Ouzbékistan, en particulier la réserve naturelle d'État de Surkhan qui jouxte Koytendag, devrait être étudiée. Un site transfrontalier offrirait des opportunités de collaboration future, telles que la création d'un parc de la paix, des programmes scientifiques et de surveillance communs, l'échange d'expériences, etc.

## Remarques et recommandations sur le piégeage photographique

Le personnel de Koytendag a fait du bon travail avec les caméras disponibles. Il y a eu quelques erreurs – placer les caméras trop loin du sentier, ou ne pas prendre soin d'enlever la végétation devant la caméra – mais ces erreurs ont été rectifiées avec la pratique. La principale limitation réside dans la qualité des images vidéo réalisées par les caméras et le temps de déclenchement. L'utilisation d'images fixes serait une amélioration par rapport à la vidéo, et l'équipement est adapté pour surveiller la répartition des espèces plus grandes dans le paysage et surveiller l'utilisation des points d'eau, par exemple. Cependant, pour que la reconnaissance individuelle des lynx facilite l'estimation de la population, et pour produire une identification moins ambiguë des petits carnivores (renards, blaireaux, martens), il serait souhaitable de passer à des caméras avec des temps de déclenchement plus rapides (afin qu'elles puissent être placées plus près des sentiers) et avec une meilleure qualité d'image. Le flash blanc produit de meilleures images mais provoque plus de perturbations, et les unités infrarouges de meilleure qualité devraient suffire dans la plupart des cas. Cependant, il aurait été utile de déployer au moins quelques unités avec flash blanc (PAS aux points d'eau) pour accumuler de meilleures images de plusieurs espèces.

Il aurait été utile de déployer des caméras de manière plus structurée, couvrant toute la zone d'étude dans l'espace et dans le temps, y compris les régions basses qui n'ont pas été très bien évaluées dans cette enquête.

La gestion des données pourrait également être améliorée. Bien qu'il soit utile d'extraire les images montrant des animaux de ceux qui ne le font pas, il est crucial que toutes les images soient stockées pour permettre une évaluation de la fonction de la caméra et faciliter l'analyse. La tenue des dossiers pourrait également être améliorée car il n'était pas toujours clair si la fin d'une session était due à la panne d'un appareil photo, à un manque de piles ou à un autre dysfonctionnement.

## 9.6 Bibliographie

- Lukarevsky VS (2000) Faune et état actuel des populations de certaines espèces de grands mammifères dans la chaîne de Kugitang. Problèmes de développement du désert 4 : 12-16. En russe
- Lukarevsky VS (2001) Léopard, hyène rayée et loup au Turkménistan. M. SIGNAR, 128 p.
- Marochkina VV (1993) Matériaux sur les chauves-souris (Chiroptera) du Turkménistan oriental. Mathématiques. Académie des sciences du Turkménistan, ser. Biol. nauk, n° 3 : 51-57.
- Marochkina VV (1995) Documents sur les mammifères carnivores du Turkménistan oriental. Lutreola 5 : 20-23.
- Marochkina VV (1996a) Le rôle des réserves dans l'est du Turkménistan – biodiversité des mammifères. Dans : Les problèmes de la conservation de la nature. Actes de la conférence. Ekaterinbourg : 170-172. En russe
- Marochkina VV (1996b) Notes sur la répartition du campagnol taupe (Rodentia, *Ellobius*) au Turkménistan oriental. Zoologicheskii zhurnal 75, 11 : 1722-1728. En russe
- Marochkina VV (1996c) Le campagnol taupe (Rodentia, *Ellobius*) au Turkménistan oriental. Notes AN Turkménistan 5 : 42-49. En russe
- Marochkina VV (2004) Les résultats de la surveillance de la dynamique des populations de petits mammifères du Turkménistan oriental. Écosystèmes arides 10, 21 : 62-69. En russe
- Marochkina VV, Agryzkov EN (1998) Sur les problèmes de biodiversité du Turkménistan oriental. In Problèmes actuels de la protection de l'environnement et du développement durable au Turkménistan. Ashgabat, 115 pp. En russe
- Marochkina VV, Marinina LS (2003) Inventaire des rongeurs du Turkménistan. Dans la teriofaune de la Russie et des territoires adjacents (VII Congrès Theriological society). Actes d'une rencontre internationale des 6 et 7 février 2003, Moscou. Moscou, 214 pp. En russe
- Shammakov SM, Marinina LS, Marochkina VV, Karryeva ShB (2004) La composition spécifique des amphibiens, des reptiles et des mammifères des réserves du Turkménistan. Problèmes de développement du désert 4 : 45-51. En russe
- Strelkov PP, Sosnovtseva V, Babaev H 1979. Chauves-souris de Turkménie. Trudy Zoologicheskogo instituta AN SSSR [Trans. Zool. Inst. Acad. Sci. URSS] 79 : 3-71. En russe.

- Taryannikov VI, Persianova LA (1991) Sur l'écologie du porc-épic indien. Ecologie, acclimatation et mammifères en Ouzbékistan. Ventilateur. Tachkent : 12-16. En russe
- Weinberg PI, Valdez R, Fedosenko AK (1997) Statut du markhor d'Heptner (*Capra falconeri* Heptner) au Turkménistan. Tourillon de mammologie 78 (3): 826–829.

## Résumé

De grandes expéditions internationales à Koytendag ont été organisées par la RSPB en 2014 et 2015, suite à une mission de cadrage en 2013. Des enregistrements opportunistes, principalement d'oiseaux, ont été réalisés lors de visites techniques séparées entre mai 2012 et mars 2016.

Les résultats les plus significatifs des recherches menées sont les suivants :

### 1 Hydrogéologie

- découverte d'une nouvelle cavité avec plusieurs gouffres asséchés et de l'eau courante près du village de Hojapil. Le diamètre estimé de la cavité souterraine est d'environ 100 m, avec une profondeur d'environ 25 m.
- découverte d'un nouveau gouffre avec un lac asséché au fond.
- découverte d'une nouvelle grotte avec un lac souterrain d'une superficie estimée à 4 400 m<sup>2</sup>, ce qui en fait le plus grand lac souterrain non seulement du Turkménistan mais aussi de tout le territoire de l'Eurasie du Nord.
- confirmation qu'il existe trois systèmes hydrologiques distincts sur le site.

### 2 Flore

Un examen approfondi de la littérature botanique, complété par un travail de terrain limité a confirmé que :

- un minimum de 982 espèces de plantes supérieures sont présentes sur le site, dont 48 espèces endémiques au site lui-même.
- dix espèces répertoriées dans le Livre rouge de données du Turkménistan (2011) et trois espèces – le noyer *Juglans regia* (NT), le pistachier *Pistacia vera* (NT) et une espèce d'amandier *Amygdalus bucharica* (VU) inscrite sur la Liste rouge de l'UICN – sont connues du site.

### 3 Invertébrés vivant en surface

Une enquête en 2015 a abouti à la découverte de plusieurs espèces nouvelles pour la science ou au Turkménistan :

- une nouvelle espèce de scorpion, *Mesobuthus "garelovi"* Fet et al., 2018 – une espèce de scorpion récemment décrite d'Asie centrale
- une nouvelle espèce d'araignée, *Heser stoevi* Deltshv, 2016 avec des spécimens collectés autour de la zone du plateau des dinosaures à Hojapil et à proximité de la grotte de Gulshirin à Garlyk. 10 autres espèces d'araignées ont été identifiées par le Dr Christo Deltshv et le Dr Yuri Marusik.
- Huit espèces de coléoptères nouvelles pour le Turkménistan : *Bembidion aeneum* Germar, 1823, *Chlaenius extensus* Mannerheim, 1825, *Gyrinus distinctus* Aubé, 1838, *Trichophya pilicornis* (Gyllenhal, 1810), *Thinodromus behnei* Gildenkov, 2000, *Gabrieus hissaricus* Schillhammer, 2003, *Quedius novus* Eppelsheim, 1892, et *Galeruca jucunda* (Faldermann, 1836).

Une revue de la littérature a montré que :

- dix-neuf espèces d'invertébrés vivant en surface sont endémiques soit du site, soit du Turkménistan.
- une espèce menacée à l'échelle mondiale *Sago pedo* (VU) est présente (classée EN dans le Livre rouge du Turkménistan)
- cinq espèces supplémentaires sont incluses dans le Livre rouge de données du Turkménistan (2011) – *Saxetania cultricolis* (VU), *Anthia wayheimi* (Rare), *Carabus (Axinocarabus) fedtschenkoi* (Rare), *Melanotus dolini* (Rare) et *Melanoides kainarensis* (VU).



#### 4. Faune des cavernes

Une enquête en 2015 a abouti à la découverte de sept espèces troglodytes nouvelles pour la science :

- a) deux espèces d'amphipodes – *Gammarus troglomorphus* et *Gammarus parvioculatus* ; un dipluran *Turkmenocampa mirabilis* Sendra & Stoev, trouvé dans la grotte de Kaptarhana, trois espèces de collembolles (Collembola) de trois grottes, un coléoptère Latridiidae (Coleoptera) à Kaptarhana.
- b) trois espèces de coléoptères précédemment non enregistrées ont également été trouvées à Gap-Gotan – Bembidion (Ocyturanus) dyscheres, Eremosphodrus (Rugisphodrus) dvorshaki et Cymindis (Paracymindis) asiabadense k ryzhanovskii.
- c) trois espèces d'araignées non enregistrées auparavant ont également été trouvées - *Pholcus parthicus* Senglet, 2008, *Megalepthyphantes nebulosoides* (Wunderlich, 1977) et *Tegenaria* sp.
- d) l'analyse en cours des échantillons peut aboutir à l'identification de nouveaux copépodes cyclopoïdes troglodytiques de Gap-Gotan.
- e) en mai 2012, un coléoptère a été collecté dans une mare de calcaire dans la grotte de Gap-Gotan qui semble être une nouvelle espèce de *Xestodius*, bien qu'aucun n'ait été enregistré en 2015.

#### 5. Poisson

- a) sept des dix espèces enregistrées pour la zone ont été identifiées en 2015.
- b) huit individus de la loche aveugle endémique de Starostin *Troglocobitis starostini* (VU) ont été observés.
- c) deux nouvelles techniques d'enquête sur la loche aveugle ont été testées - l'utilisation d'un véhicule télécommandé pour observer les poissons *in situ* et la collecte d'échantillons d'ADN afin de développer un moyen de détecter la présence de loche aveugle dans des échantillons d'eau pour étudier des endroits inaccessibles aux plongeurs ou aux véhicules télécommandés. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour affiner la méthodologie d'échantillonnage de l'ADN.

#### 6. Amphibiens

Deux espèces ont été enregistrées qui étaient nouvelles sur le site :

- a) Bufo (Pseudepidalea) variabilis à Hojapil en 2014.
- b) *Bufo oblongus* dans le gouffre de Suw Oyuk en 2015.

#### 7. Reptiles

Aucun travail d'enquête dédié n'a été effectué.

#### 8. Oiseaux

- a) sur les 229 espèces d'oiseaux signalées comme présentes à Koytendag, 154 espèces ont été enregistrées entre mai 2012 et mars 2016.
- b) deux espèces nouvelles au Turkménistan ont été observées – le griffon himalayen *Gyps himalayensis* et le koel commun *Eudynamis scolopacea*.
- c) cinq des huit espèces mondialement menacées connues sur le site ont été enregistrées – le faucon sacré *Falco cherrug*, le vautour percnoptère *Neophron percnopterus* et l'aigle des steppes *Aquila nipalensis* (tous EN) et le gypaète gypaète *Gypaetus barbatus* et le vautour moine *Aegypius monachus* (tous deux NT).
- d) dix des onze espèces restreintes à un biome ont été enregistrées - perdrix grise, *Ammodramus griseogularis*, mésange à poitrine jaune *Parus flavipectus*, mésange gris foncé *Parus rufonuchalis*, paruline à ventre jaune *Phylloscopus griseolus*, sittelle *Sitta tephronota*, blanc-gorge à gorge *Irania gutturalis*, Traquet de Finsch *Oenanthe finschii*, Traquet motteux *Oenanthe picata*, Cardinal à ailes blanches *Mycerobas carnipes* et Bruant à poitrine marron *Emberiza stewarti*.
- e) des données ont été recueillies sur 13 des 17 espèces incluses dans Livre rouge de données du Turkménistan (2011) – cigogne noire *Ciconia nigra*, faucon crécerellette *Falco naumanni*, faucon sacré, faucon pèlerin *Falco peregrinus*, faucon de barbarie *Falco pelegrinoides*, gypaète percnoptère, vautour percnoptère, vautour moine, circaète *Circaetus gallicus*, aigle des steppes, aigle royal *Aquila chrysaetos*, bonelli l'aigle *Aquila fasciatus* et le mouche-à-vent asiatique *Terpsiphone paradisi*.

## 9. Mammifères

a) le suivi annuel par le personnel de réserve depuis 1995 a montré une augmentation du nombre de markhor *Capra falconeri* de 69 à 882 en 2013 et d'urial *Ovis orientalis* de 164 à 250, avec un pic de 320 en 2010. Les markhor de Koytendag sont les population la plus occidentale et la plus isolée de l'espèce dans le monde.

Une analyse préliminaire des images des pièges photographiques a révélé ce qui suit :

b) reproduction confirmée du lynx eurasiens *Lynx lynx* . On sait très peu de choses sur la distribution de l'espèce en Asie centrale.

c) de nombreux enregistrements de loup gris *Canus lupus* .

d) de nombreux enregistrements de petits prédateurs tels que le chat sauvage *Felix silvestris* , le renard roux *Vulpes vulpes* et le blaireau *Meles ( meles ) canescens* plus un mustélidé non identifié, peut-être *Martes foina* .

e) de nombreuses mentions de lièvre tolai *Lepus tolai* et de porc-épic à crête *Hystrix indica* , le lièvre tolai étant exceptionnellement commun.

f) la présence du lynx d'Eurasie et du loup gris, tous deux relativement nombreux, et un bon nombre de proies telles que l'urial indiquent qu'il existe une communauté prédateur-proie intacte sur le site.

Pour tous les domaines de recherche, des recommandations pour les travaux futurs sont présentées.

## Remerciements

Le soutien et/ou la participation aux travaux sur le terrain et aux rapports fournis par les personnes suivantes sont grandement appréciés : Dr Guvandyk Poladov, Shirin Karryeva, Dr Jumamurad Saparmuradov, Atamyrat Veyisov, Nurmuhamet Imamov, Nurjow Artykov, Sayfiddin Shaymuradov, Dr Galina Kamahina, Dr Ogulnabat Rahmanova, Maral Sahatova, Aman Kurbanov, Stephanie Ward et Jeremy Holden.

## Liste des contributeurs

Ball, Sarah - Institute of Zoology, Zoological Society of London, Outer Circle, Regent's Park, Londres, NW1 4RY, Royaume-Uni, (séquençage génétique de la loche aveugle de Starostin)

Chobanov, Dragan – Institut de recherche sur la biodiversité et les écosystèmes, Académie bulgare des sciences, 1 Tsar Osvoboditel Blvd, 1000 Sofia, Bulgarie, E-mail : [dchobanov@gmail.com](mailto:dchobanov@gmail.com) (identification des cafards et mantes)

Dedov, Ivaylo – Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, 1 Tsar Osvoboditel Blvd, 1000 Sofia, Bulgarie, E-mail : [idedov@gmail.com](mailto:idedov@gmail.com) (identification des escargots)

Degtyarev, Aleksandr – Speleoclub 13 mm, Moscou, Russie, E-mail : [degtyarev\\_a@mail.ru](mailto:degtyarev_a@mail.ru) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert en hydrogéologie, karst, grottes)

Deharveng, Louis – Institut de Systématique, Evolution, Biodiversité, ISYEB–UMR 7205–CNRS, MNHN, UPMC, EPHE, Sorbonne Université's, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France, E-mail: [deharven@mnhn.fr](mailto:deharven@mnhn.fr) (identification des collemboles)

Deltshev, Christo – Musée national d'histoire naturelle, Académie bulgare des sciences, 1 Tsar Osvoboditel Blvd, 1000 Sofia, Bulgarie, E-mail : [deltshev@gmail.com](mailto:deltshev@gmail.com) (identification des araignées)

Donald, Paul – BirdLife International, Pembroke Street, Cambridge CB2 3QZ, Royaume-Uni, E-mail : [paul.donald@birdlife.org](mailto:paul.donald@birdlife.org) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert oiseaux)

Fet, Victor – Department of Biological Sciences, Marshall University, Huntington, West Virginia 25755-2510, USA, E-mail : [fet@marshall.edu](mailto:fet@marshall.edu) (identification des scorpions)

Georgiev, Kiril – BioSphere Ltd. Conservation de la nature et gestion de projets, Sofia 1612, Lagera, bl. 60, app. 70, E-mail: [kiril\\_boriana@blizoomail.bg](mailto:kiril_boriana@blizoomail.bg) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert mammifères)

Guéorguiev, Borislav – Musée national d'histoire naturelle, Académie bulgare des sciences, 1 Tsar Osvoboditel Blvd, 1000 Sofia, Bulgarie, E-mail : [gueorguiev@nmnhs.com](mailto:gueorguiev@nmnhs.com) (identification des coléoptères)

Gurney, Mark – Royal Society for the Protection of Birds, The Lodge, Sandy, Beds SG19 2DL, UK, E-mail : [mark.gurney@rspb.org.uk](mailto:mark.gurney@rspb.org.uk) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, naturaliste expert)

Holden, Jeremy - Photographe indépendant de la nature, E-mail: [jeremyxholden@gmail.com](mailto:jeremyxholden@gmail.com) (Photos)

Yankov, Petar – Bulgarian Society for Protection of Birds / Birdlife Bulgaria, Nature Conservation Center Poda, Burgas 8000, Bulgarie, E-mail : [petar.yankov@bspb.org](mailto:petar.yankov@bspb.org) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert oiseaux)

Jones, Rachel – Zoological Society of London (ZSL), Londres, Royaume-Uni, E-mail : [rachel.jones@zsl.org](mailto:rachel.jones@zsl.org) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert poisson)

Kamakhina, Galina – Botaniste, consultante indépendante, Ashgabat, Turkménistan, Email : ( [gkamakhina06@mail.ru](mailto:gkamakhina06@mail.ru) ), (vérification des données et informations botaniques)

Karryeva, Shirin – Biologiste, Ministère de l'agriculture et de la protection de l'environnement du Turkménistan et chef de projet national RSPB, Ashgabat, Turkménistan, E-mail : [shirinkarryeva.sk@gmail.com](mailto:shirinkarryeva.sk@gmail.com) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, lobbying, traduction, logistique)

Kovářík, František – Département de zoologie, Université Charles, Viničná 7, CZ-128 44 Praha 2, République tchèque, E-mail : [kovarik.scorpio@gmail.com](mailto:kovarik.scorpio@gmail.com) (identification des scorpions)

Linnell, John – Institut norvégien de recherche sur la nature (NINA), PO Box 5685, Torgard, NO-7485 Trondheim, Norvège, E-mail : [john.linnell@nina.no](mailto:john.linnell@nina.no) (membre [de](#) l'équipe de recherche sur le terrain, spécialiste des mammifères)

Ljubomirov, Toshko – Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, 1 Tsar Osvoboditel Blvd, 1000 Sofia, Bulgarie, E-mail : [toshkoljubomirov@gmail.com](mailto:toshkoljubomirov@gmail.com) (identification des fourmis)

Marusik, Yuri – Institut des problèmes biologiques du Nord, RAS, Portovaya Str. 18 68500 Magadan, Russie, E-mail : [yurmar@mail.ru](mailto:yurmar@mail.ru) (identification des araignées)

Menliev, Shanyiaz – Head of Scientific Department, Koyteng State Nature Reserve, Turkmenistan, email: [shaniyazkoytendag@mail.ru](mailto:shaniyazkoytendag@mail.ru) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert en hydrogéologie, flore, faune)

Mountford, Owen-Consultant indépendant, Royaume-Uni, E-mail : [om@ceh.ac.uk](mailto:om@ceh.ac.uk) (botaniste expert)

Pereladov, Mikhail – Institut fédéral russe de recherche sur la pêche et l'océanographie (VNIRO), Laboratoire de recherche côtière, Moscou, Russie, E-mail : [pereladov@vniro.ru](mailto:pereladov@vniro.ru) (membre [de](#) l'équipe de recherche sur le terrain, expert en hydrogéologie, karst, grottes, poissons , Photos)

Rustamov, Eldar – Ministère de l'agriculture et de la protection de l'environnement du Turkménistan et coordinateur national du projet RSPB, Ashgabat, Turkménistan, E-mail : [elldaru@mail.ru](mailto:elldaru@mail.ru) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert en oiseaux)

Sket, Boris – Oddelek za biologio, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, pp 2995, 1001 Ljubljana, Slovénie, E-mail : [Boris.Sket@bf.uni-lj.si](mailto:Boris.Sket@bf.uni-lj.si) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, faune des grottes, photos )

Stoev, Pavel – Musée national d'histoire naturelle, Académie bulgare des sciences, 1 Tsar Osvoboditel Blvd, 1000 Sofia, Bulgarie et Pensoft Publishers, E-mail : [pavel.e.stoev@gmail.com](mailto:pavel.e.stoev@gmail.com) (membre du voyage de recherche, [compilant](#) et montage du rapport de recherche, photos)

Veyisov, Atamyrat – Ministry of Agriculture and Environment Protection of Turkmenistan, and RSPB National Project GIS-expert, Ashgabat, Turkmenistan, E-mail: [atamuratveyis@mail.ru](mailto:atamuratveyis@mail.ru) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, expert en cartes)

Ward, Stephanie -Royal Society for the Protection of Birds, The Lodge, Sandy, Beds, SG19 2DL, Royaume-Uni, Courriel : [stephanie.ward@rspb.org.uk](mailto:stephanie.ward@rspb.org.uk) (coordinatrice du programme RSPB pour l'Asie centrale)

Welch, Geoff – Royal Society for the Protection of Birds, The Lodge, Sandy, Beds SG19 2DL, Royaume-Uni, E-mail : [Geoff.Welch@rspb.org.uk](mailto:Geoff.Welch@rspb.org.uk) (compilation et édition du rapport de recherche)

Zimmerman, Brian – Zoological Society of London (ZSL), Londres, Royaume-Uni, E-mail : [brian.zimmerman@zsl.org](mailto:brian.zimmerman@zsl.org) (membre de l'équipe de recherche sur le terrain, poisson expert, photos)

1 Les pièges à fosse sont la méthode d'échantillonnage standard utilisée dans les grottes karstiques dinariques, la région alpine de la péninsule balkanique, de la Slovénie au nord de l'Albanie et s'étendant à travers le W Coatia, la majeure partie de la Bosnie-Herzégovine et le Monténégro, qui possède une grotte particulièrement riche faune.