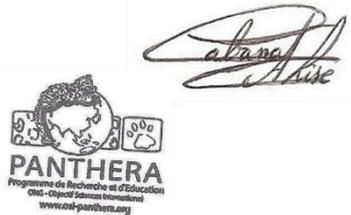

RAPPORT DE STAGE L3

Comment varie l'abondance des indices de présence de Panthère des neiges en fonction des individus détectés sur la zone ?

3 janvier - 31 janvier 2023

Responsable de stage :
Anne-Lise CABANAT

Nom du tuteur :
Charlotte DROMARD



TRACKOEN Léa
Licence SVT (Sciences de la Vie et de la Terre)
BOE (Biologie des organismes et des Écosystèmes)
Années 2022 – 2023

SOMMAIRE :

REMERCIEMENTS :	2
Partie I	3
1. Résumé du stage	3
2.1 Structure du stage	3
2.2 Equipe permanente	4
2.3 Organisations et moyens.....	4
2.4 Partenaires	5
Partie II	5
1. Introduction	5
2. Matériel et méthodes	6
2.1 Zone prospectée :.....	6
2.2 Méthode 1 : Pièges-photographiques	7
2.3 Identification des individus	7
2.3 Méthode 2 : Transects.....	8
2.4 Cartographie	9
Partie III	10
1. Résultats.....	10
2. Discussions	14
3. Conclusion	17
4. Perspectives	18
5. Apports personnelles du stage	18
6. Références bibliographiques.....	19

REMERCIEMENTS :

Je remercie Anne-Lise CABANNAT, de m'avoir fait confiance sur ce projet, pour tous les conseils qu'elle m'a apporté ainsi que pour toutes les connaissances qu'elle partage sur la Panthère des neiges mais aussi sur la réserve de Sarychat-Ertash.

Je remercie Clément BURZAWA qui m'a prodigué de précieux conseils sur la représentation de cartographie SIG et dont les conseils m'ont permis de perfectionner mon travail.

Je remercie Bastien CHAIX pour la confiance qu'il m'a donné et l'autonomie qu'il m'a laissée pour réaliser des cartographies utilisées pour une conférence au Kirghizistan.

Je remercie mes enseignants Charlotte DROMARD et Etienne BEZAULT de m'avoir fait confiance dans le choix de mon stage.

Partie I

1. Résumé du stage

L'objectif du stage était de voir comment varie l'abondance des indices de présence de panthères des neiges (*Panthera uncia*) en fonction des individus détectés sur la zone (via pièges-photographiques). Pour cela, j'ai utilisé les données d'identifications des panthères des neiges par pièges photographiques ainsi que les données des transects en question. L'étude porte uniquement sur la réserve Sarychat-Ertash au Kirghizistan, qui existe depuis 1995, et les principales données utilisées datent de 2021.

J'ai ainsi réalisé différentes cartographies montrant :

- Les différents transects réalisés lors des missions de terrain en 2021,
- La position des pièges photographiques entre 2019 et 2021,
- La représentation des indices de présence de panthère des neiges détectés lors des transects en 2021,
- Le taux d'activité par piège photographique des panthères des neiges sur l'intervalle juillet 2019 – juillet 2021.

Du fait de la pandémie du COVID 19, les membres d'OSI-Panthera n'ont pas pu réaliser d'expédition permettant de récupérer des données en 2020. Ainsi les photos des pièges photographiques de 2021 correspondent à celles obtenues entre juillet 2019 et juillet 2021. De plus, pour affiner l'analyse, des données obtenues entre 2017 et 2019 ont été utilisées afin de les comparer avec l'année 2021.

J'ai ainsi cherché les différents facteurs pouvant traduire une différence d'activité, en m'aidant de publications scientifiques trouvées sur l'interface internet Researchgate. Ainsi, une classification des transects selon le mode d'utilisation possible par les panthères des neiges a tout d'abord été fait, d'après les indications d'Anne-Lise CABANAT qui connaît très bien le site d'étude.

2.1 Structure d'accueil du stage

OSI-Panthera est un programme de recherche participative et d'éducation aux sciences de l'ONG *Objectif Sciences International*, organisation qui promeut l'éducation aux sciences et à la recherche en faveur du développement durable par la participation de volontaires formés sur le terrain. Des bénévoles accompagnent les éducateurs scientifiques sur le terrain et participent ainsi à la collecte de données sur l'espèce mais aussi son écosystème. Le programme est aujourd'hui sous la responsabilité de Anne-Lise CABANAT. A.-L. CABANAT et Bastien CHAIX encadrent les missions au Kirghizistan et C. BURZAWA au Népal ; accompagnés d'autres éducateurs scientifiques et des gardes, guides, villageois des zones d'étude. Les expéditions durent entre 14 et 19 jours.

Le programme a pour objectif l'étude des populations de panthères des neiges (*Panthera uncia*), en Kirghizie et au Népal, via des méthodes non invasives, notamment via une étude génétique et une autre par pièges photographiques (autorisation encore en cours d'obtention au Népal). Un inventaire de la faune locale observée est effectué et la sensibilisation des populations locales à la préservation de l'environnement fait partie des priorités du programme.

Les expéditions au Kirghizistan se font notamment dans deux réserves naturelles : celle de Sarychat-Ertash (depuis 2007) et dans la réserve de Naryn depuis 2016. Les expéditions au Népal sont proposées depuis 2019 avec une pause en 2020-2021 à cause de la crise sanitaire.

Dans le cadre de la collaboration avec les réserves et des organisations locales, plusieurs études non invasives sont menées :

- Un relevé d'indices de présences de la panthère des neiges (fèces, urines, poils, empreintes, grattages, etc.) et l'élaboration de cartographies représentant la densité et la répartition de ces indices.
- L'étude de la population de panthères des neiges par pièges-photographiques (photo identification des individus grâce aux motifs dessinés par les ocelles sur le pelage). L'installation de pièges-photographiques permet également d'obtenir des informations sur le comportement animal, aussi bien de la panthère que de ses proies ou de ses concurrents.
- Le suivi de la population de panthères des neiges grâce à une étude génétique des fèces.
- L'étude du biotope de la panthère : faune générale, végétaux, aspects géologiques, climatiques, etc.).

2.2 Equipe permanente

Au cours de l'année 2015, Bastien CHAIX et Anne-Lise CABANAT sont devenus Responsables du programme Recherche OSI-Panthera et Responsables du programme Pédagogie et logistique Kirghizistan, en parallèle de leurs métiers. B. CHAIX a arrêté, il encadre à présent principalement dans la réserve de Naryn tandis qu'A-L CABANAT est sur la réserve de Sarychat-Ertash. En 2019, à la création des expéditions au Népal, Clément BURZAWA devint Responsable du programme Pédagogie et logistique Népal.

D'autres membres de l'ONG et des éducateurs scientifiques sont bien sûr primordiaux pour le bon fonctionnement du programme, tel que Julie RODE (Assistante de recherche pour le programme OSI-Panthera et Educatrice scientifique pour OSI sur d'autres thématiques), Pierre PEYRET (Educateur scientifique – au Kirghizistan puis au Népal) mais également tous les gardes et guides qui accompagnent les missions.

2.3 Organisations et moyens

De mi-juin à fin octobre, six missions ont été organisées en 2021 au Kirghizistan tandis que deux expéditions ont eu lieu en avril et octobre 2021 au Népal.

C'est lors de ces missions de terrain que des transects sont réalisés par les volontaires dans des lieux d'intérêts (crêtes, fond de vallée, le long d'un torrent, etc.) et que les données des pièges-photographiques sont récupérées voire que de nouveaux pièges-photographiques sont installés. La base de données est mise à jour des observations de faune, des indices de présence, des échantillons, de la pose des piège-photographiques, etc. après chaque mission. Les fèces supposées être de panthère des neiges sont échantillonnées pour une étude génétique.

Les expéditions sont majoritairement financées grâce à la participation financière des volontaires. Les frais de terrain versés par ces derniers couvrent l'ensemble des dépenses sur place (nourriture, logement, transport, éducateur scientifique, garde-chasse, permis d'accès, etc.), mais aussi la majorité des dépenses liées au projet scientifique (matériel scientifique, analyses génétiques, publication d'articles, etc.). Le programme est également ouvert aux dons ce qui permet notamment de financer parfois la venue d'étudiants kirghizes sur le terrain, l'achat de matériel supplémentaire, des analyses génétiques en laboratoire ou encore la valorisation des données obtenues via des publications scientifiques.

2.4 Partenaires

Le programme OSI-Panthera possède plusieurs partenaires, en plus des réserves naturelles. *Pièges photographiques.fr* est le fournisseur du programme en pièges-photographiques depuis le printemps 2010. Le laboratoire *Antagene* qui analyse les échantillons de fèces prélevés sur le terrain. Ils contribuent à l'amélioration des protocoles de terrain. *S(cube)*, une association de culture scientifique et technique qui gère notamment l'exposition du programme OSI-Panthera – Sur les traces de la panthère des neiges. *Ala too bugu*, association kirghize cherchant à développer le pastoralisme et le tourisme durable dans la vallée de Chon Jarguilchak.

Le programme a déjà travaillé auparavant, en partenariat avec le *Snow Leopard Foundation in Kyrgyzstan* et *Ilbirs foundation*, associations kirghizes connues pour la protection de la panthère des neiges au Kirghizstan. Ils continuent de partager des données sur la faune kirghize.

Partie II

1. Introduction

La panthère des neiges (*Panthera uncia*) est un des félins les plus énigmatiques et mystérieux. Elle possède le surnom de « Fantôme des montagnes », témoignant de la difficulté de l'observer dans son milieu naturel. Sa répartition s'étend aujourd'hui dans 12 pays (McCarthy *et al.*, 2017) soit sur 2,8 millions de km² en Asie centrale (Nyhus *et al.*, 2016). Sa distribution est associée exclusivement aux montagnes, la majorité des individus vivent à plus de 2000-2500 m d'altitude (Jackson *et al.*, 1996). Considérée comme vulnérable (VU) d'après l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) (McCarthy *et al.*, 2017), le mimétisme de sa robe, sa densité généralement faible, le type d'habitat extrême et la taille de son territoire en font un animal difficile à étudier et à recenser. Ainsi, la population estimée dans l'ensemble de son aire de répartition oscille entre 2710 et 3386 individus matures (McCarthy *et al.*, 2017).

Au Kirghizistan, la population totale était estimée entre 350 et 400 individus mûres en 2016 (Académie nationale des sciences du Kirghizistan : données inédites ; Nyhus *et al.*, 2016). La réserve naturelle de Sarychat-Ertash, située à l'Est du Kirghizistan, est connue pour la protection de plusieurs ongulés (mouflons *Ovis ammon* et bouquetins *Capra sibirica*) et prédateurs (manul *Otocolobus manul*, lynx *Lynx lynx isabellinus*, loup *Canis lupus*, ours *Ursus arctos isabellinus*) dans les zones d'altitude. D'après une étude de Jumabay-Uulu *et al.* en 2014, la densité d'once (autre nom de la panthère des neiges) dans cette réserve était de 1,38 pour 100 km². Les panthères des neiges préfèrent les terrains montagneux avec des pentes très escarpées, des zones accidentées, rocheuses (Nyhus *et al.*, 2016) et évitent les terrains plats.

Les panthères des neiges ont un dimorphisme sexuel peu marqué : les femelles sont légèrement plus petites et plus légères (poids moyen entre 45-55 kg pour les mâles contre 35-40 kg pour les femelles, McCarthy and Chapron, 2003). Ils se reproduisent à l'âge de 2 ou 3 ans (McCarthy and Chapron, 2003), et la période de reproduction a lieu en février / mars pour des naissances en mai / juin. Les jeunes deviennent indépendants entre 18 et 26 mois, période durant laquelle ils vont parcourir de nombreux kilomètres afin de trouver leur propre territoire (Fox and Chundawat, 2016). La superficie du territoire varie d'un individu à un autre et dépend du sexe ; (ceux des mâles étant plus grands), mais également en fonction de l'abondance des proies sauvages présentes, soit la biomasse alimentaire disponible sur le territoire (McCarthy *et al.*, 2017 ; Suryawanshi *et al.*, 2013). Les crêtes et les rivières non franchissables en certaines saisons font figure de limites de territoires naturelles. Les barres rocheuses et les blocs rocheux

isolés sont eux des objets remarquables dans le paysage qui sont intéressants en termes de site de marquage pour l'espèce.

En raison du comportement discret du félin énoncé plus haut mais également de la difficulté d'accès à son aire de répartition, l'une des meilleures méthodes non invasives pour surveiller leur population est le piégeage par caméra à déclenchement automatique. Il s'agit d'une méthode largement utilisée pour l'étude et le suivi des félins (Vitkalova and Shevtsova, 2016 ; Sliwa *et al.*, 2018) toutes espèces confondues et des léopards des neiges en particulier (Rode *et al.*, 2021 ; Dorji *et al.*, 2014). Grâce à deux expéditions effectuées à l'été 2021, diverses observations (indices de présence divers) témoignant de la présence de l'espèce ainsi que les données des pièges-photographiques ont pu être récupérées dans cette région. Ce projet est toujours en cours.

Le but de notre étude est de savoir si l'on remarque une corrélation entre la densité d'indices de présence de l'espèce, ou d'un type d'indice de présence et le nombre d'individus contacté sur une même zone.

2. Matériel et méthodes

2.1 Zone prospectée :

La réserve naturelle de Sarychat-Ertash est une aire protégée depuis 1995 qui compose la réserve de biosphère d'Issyk-Kul et constitue un de ces deux « cœurs » (Khanyari *et al.*, 2020). Ainsi, aucune activité économique n'y est autorisée (chasse et pastoralisme compris) et toute entrée est soumise à autorisation. Sa création semble liée à l'établissement de la mine d'or de Kumtor, à l'ouest des limites de la réserve. La réserve a une zone centrale de 78 080 hectares et une zone tampon de 62 062 hectares, ce qui en fait une des plus grandes zones protégées du pays (Knoblauch, 2019). Elle abrite des écosystèmes de haute altitude, de 2000 m à 5500 m au-dessus du niveau de la mer, dans les montagnes des Tien-Shan, dans la partie la plus septentrionale de la chaîne himalayenne. Caractérisée par son climat continental et froid, elle possède une végétation se composant de prairies arides, de prairies humides et de toundra (Zlotin, 1997). Le village le plus proche se nomme Ak-Shiyrak (village des gardes de la réserve) et se trouve à 2800 m sur les Hauts plateaux kirghizes, au sud de la réserve. Elle est traversée, du nord-est au sud-ouest, par la rivière Ertash, l'un des principaux fleuves du Tian-Shan.

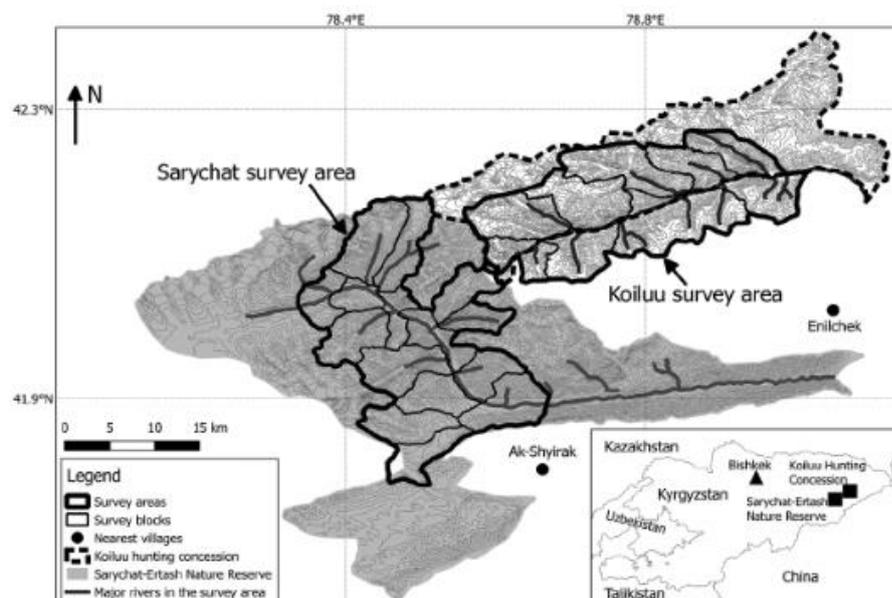


Figure 1. Cartographie représentant la localisation de la réserve naturelle de Sarychat-Ertash au Kirghizistan (la limite comprend les zones tampons et les zones centrales de la réserve) et les villages les plus proches. La partie de la vallée de Koïlou n'est pas à prendre en compte dans le cadre de notre étude. La carte en médaillon montre le Kirghizistan et situe sa capitale Bichkek (triangle) et le site d'étude de Sarychat Ertash (carré sombre inférieur) (Khanyari *et al.*, 2020).

2.2 Méthode 1 : Pièges-photographiques

Comme pour de nombreux autres mammifères discrets et ayant un grand domaine vital, la meilleure méthode pour étudier la panthère des neiges est l'installation de pièges-photographiques. Grâce à cela, on peut estimer le nombre d'individu sur une zone, compter le nombre de mâles et femelles, suivre les portées et le mouvement des individus identifiés. Il s'agit d'une méthode non invasive qui a déjà fait ses preuves pour l'étude de cette espèce. Lors des expéditions de l'année 2019, un total de 19 pièges-photographiques a été installé et/ou contrôlé, sous la supervision d'Anne-Lise CABANAT et de gardes de la réserve. L'équipe a utilisé les modèles suivants : 1 Cuddeback « tronc », 1 Bushnell HD, 4 Bushnell Trophycam HD E2, 10 Bushnell Trophycam HD E3, 3 Scoutguard. Ils ont été placés dans des endroits favorables à la présence de panthères des neiges : sur des crêtes, face à des lieux remarquables (barres rocheuses, blocs de pierre), le long d'une rivière, le fond d'une vallée, etc. Chaque appareil a été posé à environ 5 km des autres, fixé à une roche avec une sangle, entre 10 cm et 1m20 du sol avec un angles de 45° par rapport au chemin fréquenté par la faune. Ils ont été réglés en mode caméra, avec des rafales de 3 images, un déclenchement de 0,3 s entre chaque image et 1 s entre chaque rafale, et sans laps de temps ou balayage de champ. Ils enregistrent la faune sur place, toute l'année, sauf si des déclenchements non intentionnels saturent la carte SD et/ou épuisent les batteries ou si la caméra est endommagée ou déplacée par la faune, voire disparue (potentiel vol). Les appareils sont laissés jusqu'à l'expédition suivante (prévue l'année suivante), soit en 2020. Cependant, en raison de la pandémie de COVID 19, les confinements et la fermeture des frontières (aussi bien de la France que du Kirghizistan) ont empêché toute mission l'année 2020. Ainsi, les pièges-photographiques sont restés sur le terrain et ont fonctionné entre juillet 2019 à juillet 2021 pour la plupart. Les images de chaque boîtier ont donc été récupérées au cours de l'année 2021.

2.3 Identification des individus

Un travail de tri, puis d'analyse des images a ensuite débuté. Chaque photo comprenant une panthère des neiges fut répertoriée dans une base de données, ce qui représente 2005 photos de panthères des neiges sur la période de juillet 2019 à juillet 2021. Pour chacune d'entre elles, 3 observateurs ont réalisé l'analyse en triple aveugle. L'observateur devait essayer d'identifier l'individu capturé à l'aide d'un dossier recensant tous les individus déjà observés sur la réserve depuis le début de l'étude. En effet, une méthode manuelle est nécessaire puisqu'actuellement, aucun logiciel n'est suffisamment efficace pour différencier les individus de panthères des neiges, d'après les motifs du pelage (Miguel *et al.*, 2019). Comme les tigres, chaque panthère a des motifs de pelage distincts et uniques qui fonctionnent comme les empreintes digitales chez l'humain (Alexander *et al.*, 2016 ; Sharma *et al.*, 2014). Le dossier répertorie chaque individu, avec un nom qui lui a été attribué, les informations importantes (sexe, âge quand c'est possible, contact avec autres individus, etc.) et surtout des photos de différents profils de l'individu. La zone faciale a une fourrure plus courte et des zones distinctes, ce qui fait que la tête tout comme les membres antérieurs et le bas des reins sont les parties les plus appropriées pour l'identification (Alexander *et al.*, 2015).

Trois lecteurs distincts ont alors examiné de manière indépendante les photos de chaque félin, selon les principes d'identification énoncé par Heibrun *et al.* en 2003 sur le lynx ou encore Jackson *et al.* en 2006 sur la panthère des neiges. Cette méthode fut par ailleurs également utilisée sur la réserve de Naryn par le programme OSI-Panthera (Rode *et al.*, 2021). L'identification d'après leur pelage fut déjà démontrée bien avant sur certaines espèces de grands félins, comme chez le léopard (Seydack *et al.*, 1984). Les résultats de l'analyse de chaque lecteur ont été mis en commun pour obtenir des identifications finales. En cas de désaccord sur une identification individuelle, la photo a été qualifié de « Non identifié ».

Un sexage des individus a été réalisé par la même occasion, lorsque possible. Puisque le dimorphisme sexuel n'est pas très marqué chez cette espèce, il fallait vérifier la présence ou non de parties génitales, si l'individu était dans une position le permettant, une photo de face ne permet pas l'identification sexuelle (Alexander *et al.*, 2015). Au vu de la biologie de l'espèce, lorsqu'un individu est détecté en présence d'un ou plusieurs juvéniles (< 2 ans), on suppose comme femelle le sexe de l'adulte puisque la mère reste avec ses jeunes pendant la période d'élevage.

Pour définir la fréquentation d'un site par les panthères des neiges, il fut considéré que deux « événements » ou passages (d'un individu solitaire, en couple ou mère avec sa portée) sont considérés comme différents lorsque plus de quinze minutes ont passé entre deux photos d'un même individu ou groupe d'individu (Rode *et al.*, 2021).

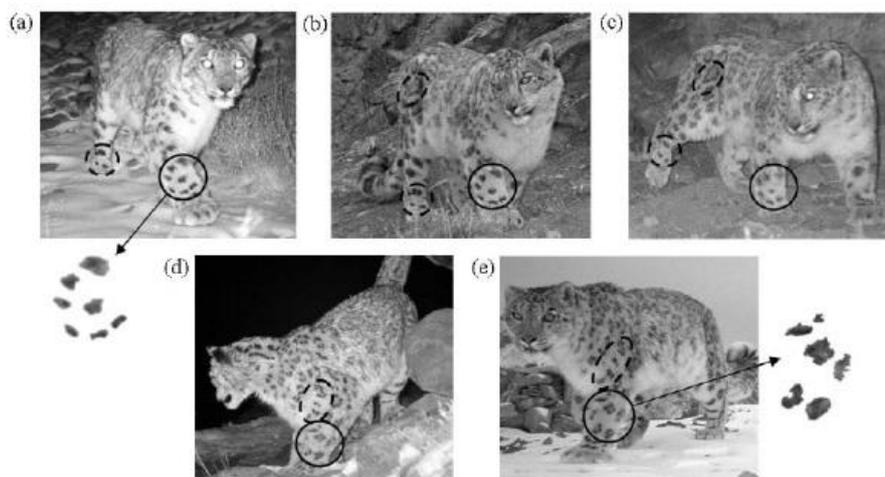


Figure 2. Exemple d'identification de deux individus distincts de léopards des neiges selon le pelage, Parc national Hemis (PNH), Ladakh, Inde. (a, b, c) HNP-1 et (d, e) HNP-3. Les lignes pleines indiquent les caractéristiques principales et les lignes pointillées indiquent les caractéristiques secondaires. Les photos a, b et c indiquent que le nombre de caractéristiques secondaires varie selon la posture du corps. Source : Jackson *et al.*, 2006.

2.3 Méthode 2 : Transects

Les panthères des neiges favorisent certains types de relief pour se déplacer, se reposer mais aussi pour laisser des marques (Lukarevskiy and Umetdbekov, 2011). Ainsi, des transects ont été réalisés sur des lignes virtuelles afin de rechercher des traces d'activité de la panthère. Le marquage du territoire par des grattages et excréments est un comportement typique des félins, et notamment de cette espèce (Lukarevsky *et al.*, 2020, Palomares *et al.*, 2018 ; Ahlborn and Jackson, 1988). La majorité sont retrouvés sur les crêtes de montagne, au niveau des cols, près de gros blocs rocheux ou encore en bas de barres rocheuses. Des marques similaires peuvent également être observées de la même façon au fond des gorges et des vallées, ou encore

le long des rivières. On peut aussi retrouver un rassemblement de grattages, plus ou moins large, qui se forme quand un individu marque au-dessus de celui d'un autre individu. Ainsi, c'est directement lié à la densité de la population du félin sur la zone (Ahlbom and Jackson, 1988 ; Jackson and Hunter, 1996 ; Lukarevskiy *et al.*, 2019). Il s'agit du comportement de marquage le plus typique et le plus facilement reconnaissable puisque dans la zone étudiée, aucun autre animal ne réalise des marques similaires. Il se conserve également plus longtemps que les autres indices de présence (fèces, urine, poils...). Ces traces de grattage ne sont pas tout le temps réalisées dans le but de marquer un territoire mais peuvent aussi indiquer qu'un individu (comme un jeune indépendant) utilise temporairement une zone, ou indique des déplacements. Mais des études comme celle de Lukarevskiy *et al.*, en 2020, tendent à dire que les grattages indiquent la revendication d'une panthère individuelle à un territoire donné.

Les excréments ne sont pas toujours fiables puisqu'ils se détériorent donc on ne peut uniquement se fier à ce type d'indice de présence pour caractériser la fréquentation d'un site par un ou plusieurs individus. De plus, ils peuvent parfois être difficilement discriminables de ceux de loups ou autres prédateurs.

Les traces de frottements par les joues et les glandes pré-orbitales sur les surfaces comme les blocs sont difficilement repérées sur le terrain. Ce qui explique la faible proportion de ce type d'indice dans les résultats obtenus. Il en est de même pour les traces d'urine.

Les onces sont, comme la grande majorité des félins, solitaires et ne se rencontrent qu'en période de reproduction. Ainsi, une augmentation de la densité de panthères des neiges sur un territoire entraîne une augmentation de la tension sociale. Ce qui peut amener alors à une augmentation de l'activité de marquage par chacun des individus revendiquant le territoire. On peut alors considérer que dans les endroits ne présentant que quelques empreintes, sans marque de grattage, ces traces ne sont que la preuve d'un passage accidentel de mâles (Lukarevsky *et al.*, 2020). Il est à noter que, malgré la saisonnalité de la reproduction, l'activité de marquage de l'espèce ne change pratiquement pas au cours de l'année (Lukarevskiy and Purevsuren, 2011), de sorte que les principales routes des animaux restent bien marquées par des grattages toute l'année.

Lors de l'année 2021, dix-huit transects ont été réalisés par les membres d'OSI-Panthera dans la réserve de Sarychat-Ertash, répartis dans une grande partie de la réserve. Lors de ces derniers, tout indice de présence de panthère des neiges a été intégré dans un tableau de données en précisant les coordonnées GPS. Que ce soient les fèces, les traces d'urine, les grattages, la présence de poils, les carcasses de proies, les empreintes ou les pistes. Pour l'étude, ils ont tous été pris en compte sauf les carcasses de proies.

Chaque excrément suspecté de panthère des neiges fut prélevé afin d'être par la suite envoyé au laboratoire pour une étude génétique (génotypage et liens de parenté entre individus).

2.4 Cartographie

Pour toutes les données recueillies, nous avons des coordonnées GPS associées, ce qui a permis d'avoir un aperçu sur carte de la répartition des indices dans la réserve.

Le logiciel QGIS (3.16) a été utilisé pour faire les différentes représentations visuelles et cartes, d'après des bases de données sur Excel (Microsoft Windows). Excel sert également à la réalisation de graphiques et de tableaux, présentés dans ce rapport. Un classeur recensant chaque position de pièges-photographiques, toutes les informations le concernant ainsi que la date de pose, la date de relevé et/ou de contrôle. Chaque classeur Excel dû être sorti sous format de fichier CSV afin d'être intégré simplement dans le logiciel QGIS. Les cartographies avaient pour fond de plan Google Satellite, proposé par le logiciel.

Un total de 10 cartes fut réalisé sur la période de juillet 2019 à juillet 2021 (9 concernant les transects et 1 les pièges-photographiques) en plus des deux cartes représentant les transects et la position des pièges-photographiques sur cette même période. Afin de simplifier la comparaison sur les années 2017 à 2019, 6 cartes supplémentaires ont été réalisés (3 de chaque).

Chaque cartographie fut sortie sous format PDF et sous format PNG, afin d'être intégrées sur de potentiels futurs rapports d'étude. De ce fait, une « trame » de mise en page fut définie pour l'ensemble de cartes.

Partie III

1. Résultats

Tous les pièges-photographiques ont capturés des panthères des neiges sauf deux : le n°4 se trouvant sur le transect *Ortho-Bordou* (piège photographique ayant disparu en mai 2021, probablement volé) et le n°26 sur le transect *Face à Oroï-suu* (car il n'a pas fonctionné du tout). Parmi les 2005 photos du félin capturées, un total de 1357 photos abouti à une identification précise de l'individu contacté, soit environ 68% des photos. Les photos de juvéniles n'ont pas été comptées dans ce décompte, uniquement la mère fut identifiée lorsque possible. L'identification n'a pas permis de donner de résultat quand il fut seulement pris en photo la queue, la fourrure, une partie insuffisante du corps (oreille par exemple). Ou encore lorsque les individus sont recouverts de neiges ou quand la qualité de la photo ne le permet pas (luminosité...). De plus, il suffit qu'un individu montre une partie de son corps pour la première fois pour qu'il ne soit pas reconnaissable.

Pour le bien de notre étude, les transects ne possédant pas de piège-photographique ne seront pas pris en compte puisque l'on ne peut pas comparer la densité et le type d'indice de présence avec la fréquentation du site. C'est le cas de 3 transects : *Kitchi Uch Baital*, *Bich Jilga* et *Siridibai3*. Les deux pièges-photographiques n'ayant pas donné de photo de l'espèce étudiée ne seront pas pris en compte non plus. De la même manière, les lieux où aucun indice de présence ne fut découvert malgré la capture de panthère par piège-photographique ne furent pas utilisés dans le cadre de cette étude (*Kizil djar*, *Koïlou* et *Tchong Bordou*). Le tableau 1 présente les panthères des neiges capturés lors de cette période. Un total de 5 femelles, 8 mâles et 8 individus non sexés furent identifiés entre juillet 2019 et juillet 2021, en plus de deux portées de juvéniles (<1an) dont la mère fut identifiée (non compté pour l'étude). Le graphique (Figure 3) présente les proportions de mâles et de femelles par transect, ainsi que les individus non sexés. Pour ce graphique, les individus non identifiés n'ont pas pu être pris en compte, puisque si on prend par exemple dix photos de panthère non identifiée, elles peuvent aussi bien être toute du même individu que de dix individus différents. Ce que l'on retrouve dans le graphique pour le transect *Kitchi Kashkateur*, dont uniquement des individus non identifiés furent observés.

Tableau 1. Capture de chaque individu identifié par transect / piège-photographique sur la période de juillet 2019 – juillet 2021, avec la détermination du sexe et le nombre total d'individus par transect. Les abréviations suivantes furent utilisées pour les noms des transects : A=Atcha, BB=Bich Jilga, C1=Chomoïl, CK=Château Koïlou, JS=Jaman suu, KK=Kitchi Kashkateur, KSE=Kitchi Sary Etchki, KIK=Kizil Kérégué, OS=Oroï-suu, Si1=Sirdibai1, So=Solomo et TSE=Tchong Sary Etchki

Transect :		A	BB	C1	CK	JS	KK	KSE	KIK	OS	Si1	So	TSE	
N° du PP :		19	16	25	24	12	28	22	18	27	14	10	2	23
Nom	Sexe													
Altynai	♀				X									
Elmikau	♀								X					
Elmijas	♀	X		X					X					
Niabaz	♀													X
Macha	♀											X		
Chagilgan	♂										X	X		
Aiperi	♂				X				X					
Sogusker	♂												X	X
Kelemis	♂		X			X								
Niazov	♂					X		X						X
Finaltinay	♂	X												
Jalgiz	♂										X			
Agim	♂	X							X					
Tortupay	-								X					
Italiya	-									X				
Muktderlik	-								X					X
Sutamsisi	-								X					
Belgisiz	-													X
Kalem	-	X												
Muktar	-							X						
Ilep	-					X								
Nbr total :		4	1	1	2	3	0	2	7	1	2	2	1	5

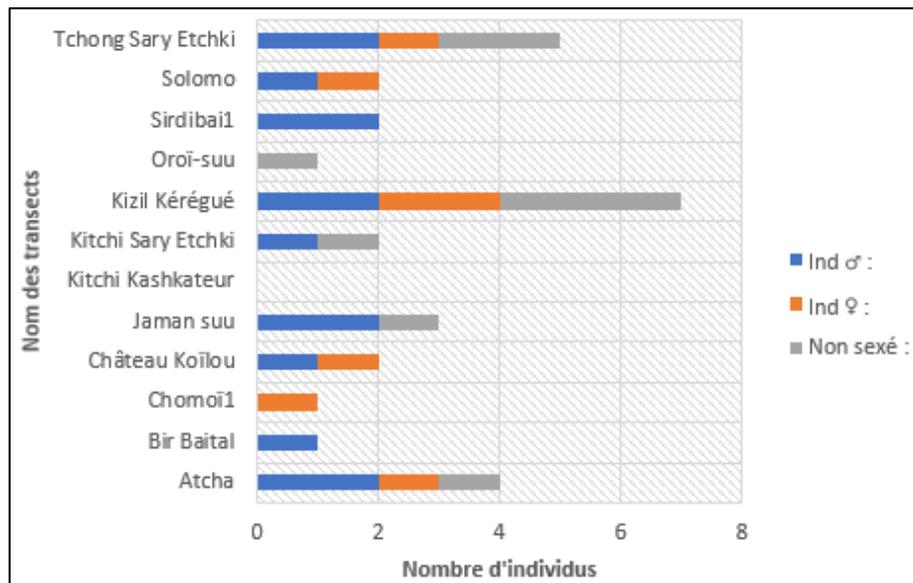


Figure 3. Nombre d'individus de panthère des neiges total capturé sur la période de juillet 2019 – juillet 2021 en fonction du sexe et par transect.

Si on fait une cartographie de ces données, nous pouvons avoir un aperçues territoires minimums occupés par certains individus, les sites plus fréquentés mais également les sites qui semblent montrer une plus grande densité d'individu.

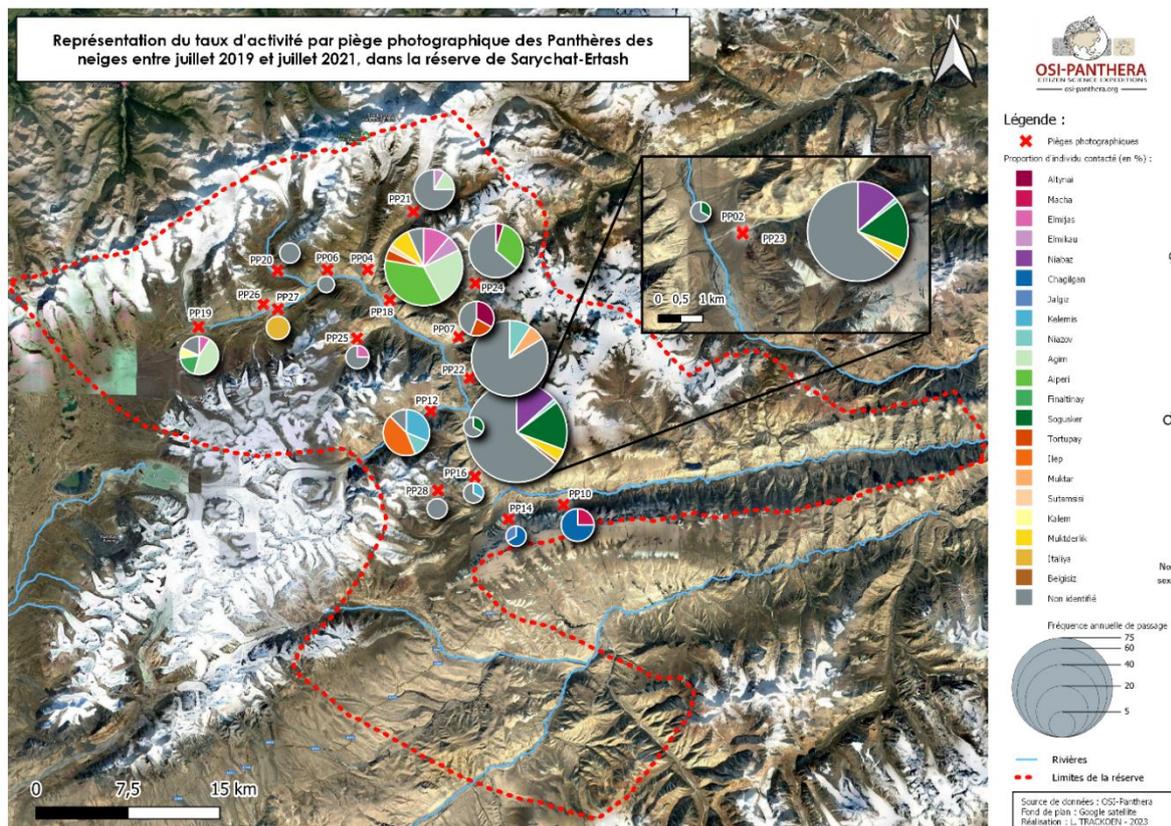


Figure 4. Représentation du taux d’activité par piège-photographique des panthères des neiges entre juillet 2019 et juillet 2021, dans la réserve de Sarychat-Ertash. Les camemberts ont une taille qui varie selon la fréquence annuelle de passage. Pour rappel, un passage équivaut à minimum quinze minutes d’écart entre deux « évènements ». Chaque individu identifié possède une couleur le représentant, dans des tons indiquant son sexe. Les individus non identifiés furent regroupés sous le terme de « Non identifié ». La cartographie sera jointe au rapport en annexes pour faciliter sa lecture, sous format PDF.

Maintenant, si l’on veut croiser ces données à la densité et au type d’indices de présence détectés lors des différents transects réalisés en 2021, on obtient les chiffres présentés dans le Tableau 2. Afin de pouvoir croiser ces chiffres aux individus identifiés par pièges-photographiques, il fallait avoir identifié au moins un individu sexé (mâle et/ou femelle) sur le site. Dans le cas contraire, un individu non sexé (bien qu’identifié, exemple : Ilep) ne donnerait pas assez d’informations sur son comportement (c’est le cas du transect *Oroi-suu* (OS), piège-photographique n°27) et une absence totale d’identification empêcherait d’avoir une idée du nombre minimum d’individus sur le site (transect *Kitchi Kashkateur* (KK), piège-photographique n°28). Après avoir retiré ces deux transects, un total de 121 indices de présence, tout type confondu, fut trouvé lors des expéditions de 2021 le long des transects. On constate que la nette majorité des signes de marquages enregistrés furent des traces de grattage, avec un total de 85 grattages soit 70.1% des indices. Vient ensuite les fèces avec 30 fèces soit 24.8% des indices, loin derrière les traces d’urine et les empreintes avec 2 indices chacun (1.7%) et enfin les poils et les traces de frottement avec 1 indice chacun (0.9%). Aucune piste ne fut trouvée dans les dix transects gardés, mais il est à noter qu’il en fut détecté sur trois transects, dont *Kitchi Kashkateur* (KK). Une cartographie (Figure 5) représentant les indices de présence de panthère des neiges détectés par transect lors de la période d’étude montre l’inégale proportion de marquage réalisés sur les différents sites.

Tableau 2. Nombre d'indices de présence trouvés par transect ainsi que le nombre de passages capturés par piège-photographique de chaque transect. Le nombre d'individus mâles, femelles, et « identifié mais non sexé » fut également précisé pour chacun des transects avec le pourcentage que représente chaque sexe sur la fréquentation totale.

Les abréviations suivantes furent utilisées pour les noms des transects : A=Atcha, BB=Bich Jilga, C1=Chomoï1, CK=Château Koïlou, JS=Jaman suu, KSE=Kitchi Sary Etchki, KIK=Kizil Kérégué, Si1=Sirdibai1, So=Solomo et TSE=Tchong Sary Etchki

Transect :	A	BB	C1	CK	JS	KSE	KIK	Si1	So	TSE	TOTAL
N° du PP :	19	16	25	24	12	22	18	14	10	2 & 23	
Nbr d'indice :	2	70	2	2	1	6	8	18	2	10	121
Empreinte	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Piste	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grattage	1	58	0	0	0	1	4	15	1	5	85
Fèces	0	12	2	2	1	4	3	1	0	5	30
Urine	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Poils	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Frottement	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Nbr passage :	11	3	4	22	16	43	45	3	8	78	233
Ind ♂ :	2 (64%)	1 (33%)	0	1 (31,9%)	2 (43,75%)	1 (9,4%)	2 (60%)	2 (100%)	1 (75%)	2 (17,3%)	
Ind ♀ :	1 (9,1%)	0	1 (25%)	1 (4,6%)	0	0	2 (17,7)	0	1 (25%)	1 (12,9%)	
Non sexé :	1 (9,1%)	0	0	0	1 (43,75%)	1 (7%)	3 (15,5%)	0	0	2 (5,2%)	

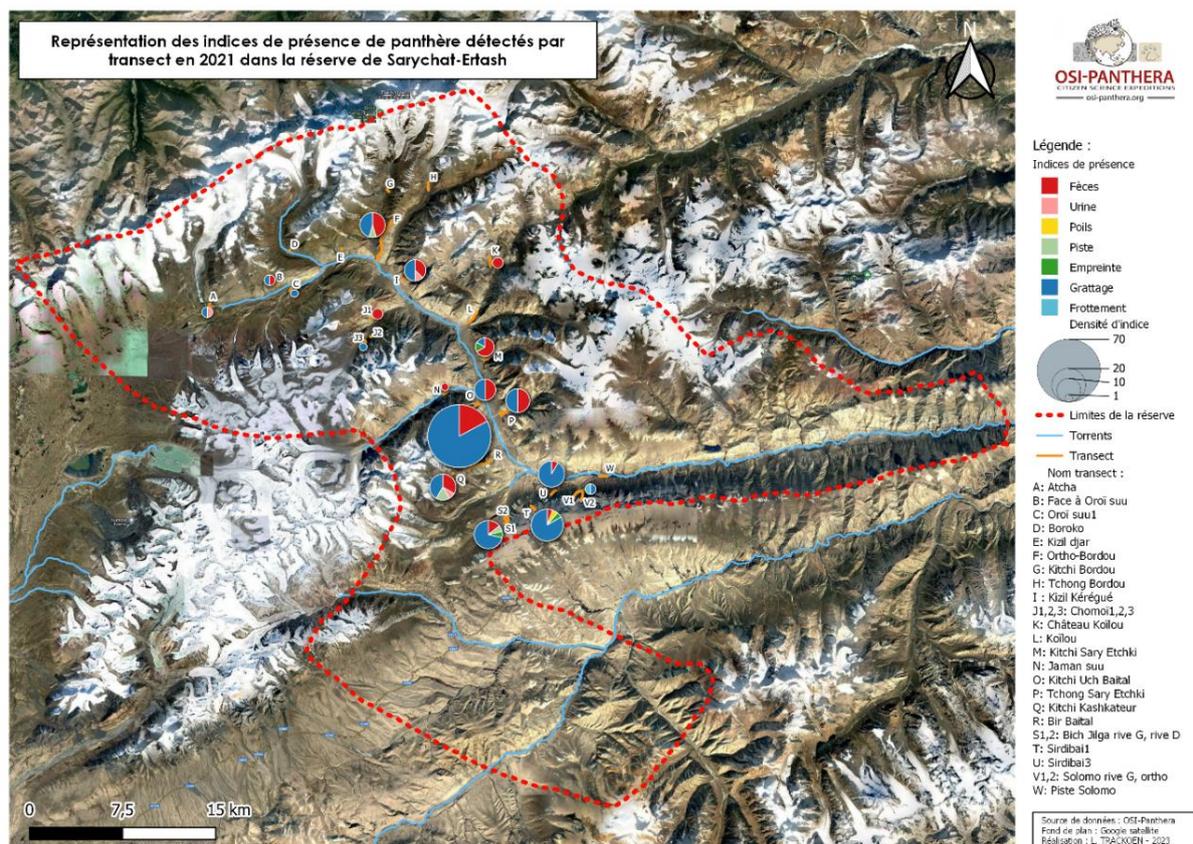


Figure 5. Représentation des indices de présence de panthère des neiges détectés sur les transects lors des expéditions de 2021 dans la réserve de Sarychat-Ertash. La variation de taille des camemberts montre les variations de densité totale d'indice entre les différents sites où furent réalisés les transects. En ligne bleue furent représentées les rivières traversant cette réserve, la plus importante étant l'Ertash, qui la traverse du Nord-Ouest au Sud-Est. La cartographie sera jointe au rapport en annexes pour faciliter sa lecture, sous format PDF.

On constate que les transects *Bir Baital* (BB) et *Sirdibail* (Si1), qui sont localisés sur des crêtes, ont présentés un nombre important de marquages du territoire : respectivement 70 indices de présence et 18 indices de présence. Il s'agit des deux plus grands nombres d'indice total sur un transect. Dans les deux cas, le nombre de traces de grattage fut majoritaire : 58 grattages pour *Bir Baital* soit 82.9% des indices sur le transect, et 15 grattages pour *Sirdibail* soit 83.3%. De plus, d'après le piège-photographique n°14 posé sur *Sirdibail* et le travail d'identification des individus, deux mâles uniquement ont été capturés sur ce transect. Comme sur ce transect, le piège-photographique n°16 posé sur *Bir Baital* n'a obtenu que 3 passages d'individus. Sur ce dernier, un seul passage abouti à une identification : il s'agit d'un mâle.

Cependant, sur les transects *Atcha* (A) et *Château-Koïlou* (CK) qui, pour le premier est sous une barre rocheuse en bout de crête, et pour le deuxième également le long d'une crête, on ne retrouve que 2 indices de présence, et aucune trace de grattage dans le cas de *Château-Koïlou*. Un seul mâle fût identifié sur *Château-Koïlou* (31.8% de la fréquentation totale). Sur *Atcha*, 2 mâles furent capturés soit plus de la majorité de la fréquentation totale (64%) en plus d'une femelle et d'un autre individu (non sexé) sur le même territoire. Il n'y fut retrouvé qu'une seule trace de grattage, en plus d'une trace d'urine.



Figure 6. Photographie satellite du transect de *Bir Baital* (BB) se trouvant le long d'une crête. Le parcours est schématisé en orange. (Source de la photographie : Google Satellite)

Pour les transects suivants : *Kitchi Sary Etchki* (KSE, un bloc rocheux), *Jaman suu* (JS, un gros bloc rocheux), *Tchong Sary Etchki* (TSE, sous une falaise) et *Kizil Kérégué* (KIK, une barre rocheuse), ils ont en commun une fréquence de passage importante voire très importante, supérieure à 16 passages (respectivement 43, 16, 78 et 45 passages) pour un nombre d'individus identifiés entre 2 et 7 individus (respectivement 2, 3 dont 2 mâles, 5 dont 2 mâles et 7 individus dont 2 mâles). Sur ces transects, un nombre important d'indices de présence de panthère fut trouvé : 6 pour *Kitchi Sary Etchki*, 10 pour *Tchong Sary Etchki* et 8 pour *Kizil Kérégué*. Sauf sur le transect de *Jaman suu*. A chaque fois sur les trois autres transects, un taux quasiment aussi important voire égal de fèces et de grattages était trouvé.

Le transect de *Solomo* se situe dans un fond de vallon. Le transect *Chomoïl* est tracé le long d'une falaise dans un vallon étroit. Peu de fréquentation fut perçu par les pièges-photographiques sur ces deux zones, et seulement 2 indices de présence furent trouvés dans les deux cas.

2. Discussions

La présence de différents individus identifiés sur le même piège-photographique (avec un maximum de 7 individus identifiés pour *Kizil Kérégué*) confirme le fait que les panthères

des neiges ont des territoires qui se chevauchent, peu importe leur sexe (Rode *et al.*, 2021 ; McCarthy *et al.*, 2005 ; Ahlborn and Jackson, 1988). Cela rejoindrait aussi l'hypothèse selon laquelle l'espèce posséderait un comportement solitaire, les adultes ne se rencontrant que pour se reproduire. Aussi, l'importante proportion de grattage sur l'ensemble des transects confirme le fait que ce type de marquage laissé par les panthères est celui favorisé par l'espèce, celui qui dure le plus dans le temps malgré les conditions météorologiques (Lukarevsky *et al.*, 2020).

Les transects *Bir Baital* (BB) et *Sirdibail* (Si1) sont localisés sur des crêtes et ont montré un nombre important de marquages de territoire, dont plus de 80% dans les deux cas étaient des grattages. Les photos obtenues des pièges-photographiques respectifs ont indiqué la présence de mâles sur les deux sites. Dans le cas de *Bir Baital* (BB), il n'y eut que trois individus capturés entre le 15/08/20 (dont un mâle nommé Kelemis) et le 23/08/20. Cependant, 7 indices (aussi bien grattage que fèces) étaient considérés comme « frais » c'est-à-dire que l'on peut les estimer à il y a entre une semaine et un mois par rapport au jour du transect (le 04/09/21), en plus d'une fèces et de 2 grattages très frais (inférieur à une semaine). Ainsi, on ne peut pas dire que le site n'a plus été visité par des panthères des neiges entre août 2020 et septembre 2021, le mâle et/ou d'autres individus ont pu marquer cette zone sachant que le piège-photographique est positionné sur une crête secondaire, où moins d'indices furent trouvés (2 fèces). Ce qui expliquerait une densité de marquage très importante. Dans le cas de *Sirdibail* (Si1), 2 mâles furent capturés par pièges-photographiques pour un total de 18 indices de présence dont 15 grattages. Les crêtes étant des limites de territoires naturelles reconnues par de nombreuses études, les résultats obtenus semblent indiquer que cette crête semble être sur une zone de chevauchement entre le territoire de deux mâles. Ce qui pourrait expliquer un marquage important pour communiquer entre eux, que ce soit pour s'appropriier les lieux ou pour laisser des informations évitant toute confrontation.

Pour ce qui est des autres transects se trouvant sur des limites de territoires typiques (*Atcha* (A) et *Château-Koilou* (CK)), on constate peu de marquages recensés sur les deux sites malgré une fréquentation plutôt importante (respectivement 11 passages et 22 passages). D'autant plus que 4 individus différents furent identifiés sur *Atcha* dont 2 mâles qui semblent plus fréquenter le site (64% des passages). Sur *Château-Koilou*, deux individus furent identifiés (1 mâles à 31.9% et 1 femelle à 4.6%). Or, d'après certaines études, une forte activité sur un même territoire par plusieurs individus différents entraînerait une forte tension sociale et ainsi augmenterait le marquage par chaque individu. Cependant, en regardant le nombre d'indices de présence trouvé lors des expéditions réalisées en 2017, 2018 et 2019, on constate que le nombre d'indice de présence étaient majoritairement plus important sur les deux transects (Tableau 3). Ainsi, cela confirmerait l'idée que ces différents transects se situent sur des limites de territoires potentielles, entraînant un marquage du territoire facilitant la communication.

Tableau 3. Nombre d'indice de présence par année sur les transects *Atcha* (sous barres rocheuses) et *Château-Koilou* (sur crête). Aucune piste, trace de frottement et poil ne furent trouvés sur les deux transects lors des expéditions de 2017, 2018 et 2019.

Transect	Atcha (A)			Château-Koilou (CK)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Nbr d'indice :	6	2	4	6	8	7
Empreinte	1	0	0	0	0	2
Grattage	5	1	4	2	4	3
Fèces	0	1	0	3	4	2
Urine	0	0	0	1	0	0

De plus, quatre transects retirés car n'ayant pas de pièges-photographiques, d'image de panthère ou d'individu identifié se situent sur des crêtes ou sous une grande barre-rocheuse et

ont présentés un nombre d'indices de présence de panthère des neiges supérieur à 11 (entre 11 et 14) avec, à chaque fois, une majorité de grattages (entre 5 et 11). Ces zones correspondant à des limites de territoires naturelles potentielles, confirmant davantage l'idée précédente.

Les transects *Kitchi Sary Etchki* (KSE, un bloc rocheux), *Jaman suu* (JS, un gros bloc rocheux), *Tchong Sary Etchki* (TSE, sous une falaise) et *Kizil Kérégué* (KIK, le long d'une barre rocheuse) correspondent à des lieux dits « remarquables ». C'est-à-dire des objets dans le paysage qui détonnent par leur grandeur et les rend visible, tels que des blocs rocheux, des arbres isolés, une falaise, ... qui représentent un intérêt pour laisser un marquage. En détonnant dans le paysage (comme un bloc rocheux isolé), ou en étant une zone de passage incontournable (comme une barre rocheuse impossible à escalader), ces lieux augmentent les chances de fréquentation par les individus passant à proximité. Ce qui explique une fréquentation importante des panthères sur ces sites. Voire plus importante que sur les autres transects étudiés : *Tchong Sary Etchki*, *Kizil Kérégué* et *Kitchi Sary Etchki* sont les trois transects les plus visités par la panthère. *Jaman suu* lui est 5^{ème}. On retrouve également de nombreuses traces de marquage et notamment un taux de grattage important. Ce type d'indice bien plus visuel et durable semble privilégié par l'espèce. Ce n'est pas le cas du transect *Jaman suu* (1 seule fèces) mais cela s'explique par la configuration du site (éboulis) rendant le marquage difficile, tout autant que la réalisation du transect.

Aucune comparaison n'est possible pour *Jaman suu*, *Tchong Sary Etchki* et *Kitchi Sary Etchki* sur lesquels il n'y avait pas de pièges-photographiques avant 2018-2019 pour les deux derniers et qui n'a probablement pas donné de photos de panthère des neiges pour le premier. Cependant, on remarque sur *Kizil Kérégué* un nombre tout de même élevé de passages les années d'expédition précédentes : 14 en 2017, 16 en 2018 et 20 en 2020. Sur les transects hormis *Jaman suu*, on dénombre une densité d'indice de présence plus ou moins forte (Tableau 4) bien qu'elle soit très inférieure aux résultats obtenus lors de l'année 2021. Ces transects ont donc présenté un taux de fréquentation par les panthères des neiges et un taux de marquage important. Cela pourrait correspondre à des zones de marquages pour le territoire, des lieux d'échanges d'information entre les individus visitant ces sites (Ahlborn and Jackson, 1988 ; McCarthy and Chapron, 2003).

Tableau 4. Nombre d'indice de présence par année sur les transects *Tchong Sary Etchki*, *Kizil Kérégué* et *Kitchi Sary Etchki*. Aucune piste, trace de frottement et poils ne fut trouvé sur les deux transects lors des expéditions de 2017, 2018 et 2019. *Jaman suu* ne fut pas ajouté puisqu'en raison de la topographie, seules 2 empreintes furent retrouvées en 2017. Les croix indiquent une absence de transect lors de l'année en question.

Transect	Tchong Sary Etchki (TSE)			Kizil Kérégué (KIK)			Kitchi Sary Etchki (KSE)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Nbr d'indice :	X	6	5	3	1	6	X	5	13
Empreinte	X	0	0	0	0	0	X	0	0
Grattage	X	1	1	0	0	4	X	1	2
Fèces	X	5	3	2	1	2	X	2	11
Urine	X	0	1	1	0	0	X	2	0

Les transects *Solomo* (So) et *Chomoïl* (C1) se situent respectivement dans un fond de vallon et le long d'une falaise dans un vallon. Bien que les données obtenues aussi bien en termes de fréquentation des sites ou en termes d'indices de présences retrouvés ne permettent pas d'émettre de certitude sur l'utilisation de ces sites, le type de milieu où on était réalisé les transects et la structure du paysage ressemblent à une zone potentielle de passage, aussi bien de la panthère des neiges que de ses proies. Le peu de données obtenues pourrait indiquer que ces « routes » se trouvent à l'intérieur de territoire, expliquant un marquage moins important.

Cependant, deux individus furent capturés sur le piège-photographique placé sur *Solomo* : un mâle (fréquentant plus le site : 75%) et une femelle (accompagnée de 2 juvéniles). Les comparaisons avec les années précédentes ne permettent pas d'aboutir à une plus ample compréhension sur la corrélation entre la densité d'indice de présence et l'utilisation du site. Seul *Chomoi* présentait en 2019 un total de 6 indices de présence : 1 piste, 2 empreintes et 3 fèces.

Pour finir, malgré l'étude de Lukarevsky *et al.*, de 2020, les données obtenues ne montrent pas un marquage plus important voir uniquement quand une femelle est présente sur le territoire. Dans leur étude, ils avaient constaté qu'en absence de femelle, le nombre de marquage réalisé par les mâles diminuaient jusqu'à être nul, après un an d'absence de femelle. Ils ont donc constaté que la panthère des neiges ne marque son territoire qu'en présence de femelle.

3. Conclusion

L'identification des individus à partir des motifs de leur pelage sur plusieurs années fournit des informations sur le nombre minimum d'individus présents et leur fréquentation de la zone étudiée (Jackson, 2006). Malheureusement, la relation entre la fréquence des indices de présence et la densité de la panthère des neiges (*Panthera uncia*) est encore difficile à faire. Il est laborieux de la quantifier compte tenu de nombreux facteurs de contradiction (Ahlborn and Jackson, 1988) et d'une difficulté à obtenir les données nécessaires à cette étude. La densité de grattage semble fortement liée à la densité de panthère des neiges (Lukarevsky *et al.*, 2020) et au type d'utilisation de l'habitat. En revanche, certains marquages, comme les pulvérisations olfactives (par jet d'urine) sur les roches parfumées ou les traces de frottement, sont difficiles à détecter et plus éphémères dans la nature. La détection des traces dépend principalement du passage récent d'un individu dans la zone du transect, des conditions météorologiques et du substrat plutôt que de la densité de panthères des neiges dans les environs.

On ne sait pas encore si le sexe de l'individu a une incidence sur l'intensité de marquage, d'autant plus que d'après Schaller *et al.* (1977), les femelles, les mâles et les subadultes d'au moins 1 an et demi marquent intensément, laissant des signes dans des sites bien visibles. Cependant une étude de Ahlborn et Jackson en 1988 montre qu'une plus forte activité de marquage par les deux sexes précède et se poursuit lors des chaleurs. De plus, des types d'indices semblent être privilégiés par l'espèce. Les félins comptent davantage sur les indices visuels que les canidés (Kleiman and Etseberg, 1973), et les panthères des neiges laissent davantage de grattages que les autres félins. Ces marquages sont réalisés sur des promontoires, sous des falaises, sur des crêtes, le long des lits de rivières, sur les sentiers d'ongulés... donc sur des routes fréquemment utilisées par les individus se trouvant sur des zones d'utilisation réciproque pouvant être des zones de chevauchement entre des territoires. Les zones de chevauchement seront d'autant plus marquées que l'activité des individus y sera importante.

Les onces montrent une préférence pour le déplacement et le marquage le long de ces routes, qui sont souvent bien définies par la structuration du milieu : elles sont « dirigées » par des barrières physiques (comme des barres rocheuses, falaises...) et leur fournies un champ dégagé dans au moins une direction. Les panthères concentreront alors leurs efforts sur ces routes pour marquer là où leurs congénères ont le plus de chance de passer. Cela permet un échange d'information entre individus maximisé et de ce fait d'indirectement réduire les conflits territoriaux entre les individus. Ce qui explique un marquage visible pour accroître les risques d'inspections par de potentiels congénères (Gosling, 1981). A ce propos, Koshkarev (1984) a suggéré que "le mouvement le long des points de relief prédominants est l'une des

adaptations les plus importantes de l'animal à la vie dans les hautes montagnes." Il a souligné que ce type de déplacement permet un plus grand potentiel de détection et d'approche réussie des proies. De plus, des grattages sont régulièrement observés au niveau des cols, une zone intéressante pour observer ses proies.

En conclusion, la fréquence d'indices de présence dépend de la densité de la population de panthères des neiges sur la zone, de l'âge (adulte, subadultes, juvéniles), du sexe, ainsi que des caractéristiques du terrain. Mais la densité d'indice n'est pas uniquement influencée par l'abondance de l'espèce.

4. Perspectives

Afin de pouvoir répondre au mieux à cette étude, il faudrait poursuivre les méthodes employées sur les prochaines années.

Lors de l'étude, les échantillons des fèces datant des expéditions 2021 n'ont pas encore été analysés. Ces données auraient permis de compléter les connaissances sur le nombre d'individu sur chaque site, voire les sexes. Surtout, cela aurait permis d'apporter un nouveau point de question par rapport aux liens de parentés entre les différents individus. En effet, certaines études semblent indiquer que, comme pour d'autres espèces de grands félins, les jeunes onces mâles prenant leur indépendance vont plus loin que les femelles, qui elles peuvent occuper des portions du territoire de leur mère (Sharma *et al.*, 2014). Cela permet de diminuer les risques de consanguinité. Un papier est en cours sur le suivi génétique de la population de Sarychat, réalisé par Anne-Lise CABANAT et son équipe.

Il aurait également pu être intéressant de réaliser des transects à la recherche d'indice de présence de la panthère des neiges selon deux périodes saisonnières : avant/pendant les chaleurs et après les chaleurs. Ahlborn et Jackson ont réalisé en 1988 une étude du même type au cours de laquelle ils avaient prévu leurs transects du 28 décembre au 31 mars (correspondant à la période avant et pendant les chaleurs) et du 1^{er} avril au 28 juin (post-chaleur). Cette méthode permettrait de voir l'incidence du comportement reproducteur des individus sur leur marquage. Bien que déjà répondu par les deux scientifiques, il serait intéressant de le confirmer (ou non) sur la réserve de Sarychat-Ertash. Ils ont en effet constaté que l'intensité de marquage avant et pendant la période correspondant aux chaleurs dépassent largement celle observée durant la période post-chaleur. Cependant, les capacités financières et logistiques ne permettent pas cette recherche poussée, et que la zone d'étude est difficilement accessible en plein hiver.

Une étude sur l'activité de marquage des femelles une fois accompagnée de leurs jeunes (juvéniles ou subadultes) pourrait aussi être pertinente. Mais il faudrait pouvoir rattacher chaque indice de présence à la femelle et/ou à ses petits parmi l'ensemble des indices laissés par les différents individus présents sur le territoire.

5. Apports personnelles du stage

Le stage m'a permis de pouvoir approfondir mes compétences sur le logiciel QGIS, mais également sur l'utilisation et la valorisation de données. Voulant m'orienter plus tard dans la recherche et me spécialiser sur les carnivores terrestres ou les chiroptères, ce stage m'a permis d'avoir une première approche sur l'étude d'une population de panthères des neiges. Savoir utiliser confortablement un logiciel de cartographie est primordial dans le domaine de l'environnement et d'autant plus dans l'étude de population animale par exemple. Je ne doute pas que ce stage m'apportera un plus dans la présentation de mon dossier, auprès de master ou d'organismes pour lesquels je postulerai pour un apprentissage. La rédaction de ce rapport m'a poussé à lire de nombreux articles scientifiques (en anglais) et de fournir un gros travail d'analyse des données et de rédaction afin de répondre à ma problématique. Ayant une grande

attache pour le programme OSI-Panthera avec lequel j'ai réalisé ce stage, je compte bien poursuivre ces recherches, lors de l'apport de nouvelles données les années à venir.

6. Références bibliographiques

- Ahlborn, G.G., Jackson, R.M.** 1988. Marking in free-ranging snow leopards in west Nepal: a preliminary assessment. *Proceedings of the Fifth International Snow Leopard Symposium*, pp. 25–49.
- Alexander, J.S., Gopalaswamy, A.M., Shi, K., Riordan, P.** 2015. Face value: towards robust estimates of snow leopard densities. *PLoS One*, 10 (8).
- Alexander, J.S., Zhang ; C., Shi, K., Riordan, P.** 2016. A granular view of a snow leopard population using camera traps in Central China. *Biological Conservation*, 197, pp. 27-31.
- Dorji, T., Thinley, P., Yoenten, S., Namgyal, C., Dagay, Thinley, P., Leki, L.** 2014. *Estimating snow leopard (Panthera uncia) abundance and distribution in Jigme Dorji National Park using camera traps : A technical report.*
- Fox, J.L., Chundawat, R.S.** 2016. Chapter 2 - What is a Snow Leopard ? Behavior and Ecology, Biodiversity of the Worl : Conservation from Genes to Landscapes, in *Snow Leopards*, édité par Thomas McCarthy et David Mallon, *Academic Press*, pp. 13 – 21.
- Gosling, L.M.** 1982 A reassessment of the function of scent marking in territories. *Ethology* 60 (2), pp. 89 - 118.
- Heilbrun, R.D., Silvy, N.J., Tewes, M.E., Peterson, M.J.** 2003. Using automatically triggered cameras to individually identify bobcats. *Wildlife Society Bulletin*, 31 (3), pp. 748-755.
- Jackson, R.M., Hunter, D.O.** 1996 *Snow Leopard Survey and Conservation Handbook // 2nd edition.* International Snow Leopard Trust, Fort Collins Science Center, Washington, Seattle, 120 pp.
- Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R., Hunter, D.O.** 2006. Estimating snow leopard population abundance using photography and capture–recapture techniques. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (3), pp. 772-781.
- Jumabay-Uulu, K., Wegge, P., Mishra, C., Sharma, K.** 2013. Large carnivores and low diversity of optimal prey: A comparison of the diets of snow leopards *Panthera uncia* and wolves *Canis lupus* in Sarychat-Ertash Reserve in Kyrgyzstan. *Oryx*, Firstview (04), pp. 1-7.
- Khanyari, M., Uulu, K.Z., Luecke, S., Mishra. C., Suryawanshi, K.** 2020. Understanding population baselines: status of mountain ungulate populations in the Central Tien Shan Mountains, Kyrgyzstan. *Mammalia*, 85 (1).
- Kleiman, D.G. and J.F. Eisenberg.** 1973. Comparison of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. *Animal Behaviour*, 21 (4), pp. 637 – 659.
- Knoblauch, A.** 2019. Avifauna observations May–August 2014 Sarychat-Ertash state reserve, Kyrgyzstan, in *Sandgrouse n°86*, 41 (1).
- Koshkarev, E.P.** 1984. Characteristics of snow leopard (*Uncia uncia*) movements in the Tien Shan. *International Pedigree Book of Snow Leopards*, 4, pp. 15 – 21.
- Lukarevskiy, V.S, Dalannast, M., Lukarevskiy, S., Damdin, E.** 2019. Status of the Snow Leopard Population (*Panthera uncia*) in Western Mongolia, *Animal and Veterinary Sciences*, 7 (6), pp. 127-132.
- Lukarevskiy, V. S. & Umetsbekov, A.** 2011. O sostoyanii nekotorykh gruppировок irbisa v Kyrgyzstane. *Selevinia Journal*, pp. 162–167 (en russe).
- Lukarevskiy, V.S., Purevsuren, S.** 2011. Sostoyaniye gruppировок irbisa *Uncia uncia* na okhranyayemykh territoriyakh severo-zapadnoy Mongolii. *Zhurnal Selevinia*, pp. 167-174 (en russe).

- Lukarevsky, V.S., Vereshchagin, A.P., Lukarevskiy, S.V.** 2020. The spatial structure of a snow leopard population (*Panthera uncia*, Felidae, Carnivora) in east Kyrgyzstan. *Ecologica Montenegrina*, 33, pp. 17-28.
- Mao, K., Jiang X.** 2019. *Tenth International Conference on Signal Processing Systems*, SPIE, pp. 36.
- McCarthy, T.M., Chapron, G.** 2003. Snow leopard survival strategy. *International Snow Leopard Trust and Snow Leopard Network, Seattle, USA*, pp. 1 – 105.
- McCarthy, T., Mallon, D., Jackson, R., Zahler, P., McCarthy, K.** 2017. *Panthera uncia*. In *The IUCN Red List of Threatened Species, International Union for Conservation of Nature*.
- McCarthy, T.M., Fuller, T.K., Munkhtsog, B.** 2005. Movements and activities of snow leopards in Southwestern Mongolia. *Biological Conservation*, 124 (4), pp. 527-537.
- McCarty, T.M., McCarthy, K., Fuller, T., Ma, M.** 2017. Assessing Estimators of Snow Leopard Abundance. *Journal of Wildlife Management*, 72 (8), pp. 1826 – 1833.
- Miguel, A.C., Bayrakçismith, R., Ferre, E., Bales-Heisterkamp, C., Beard, J., Dioso, M., Grob, D., Hartley, R., Nguyen, T., Weller, N.** 2019. Identifying individual snow leopards from camera trap images. In : Mao, K., Jiang, X. (Eds.), *Tenth International Conference on Signal Processing Systems*, SPIE, pp. 36.
- Nyhus, P.J., McCarthy, T., Mallon, D.P.** 2016. *Snow Leopards: Biodiversity of the World: Conservation from Genes to Landscapes*. Academic Press Inc.
- Palomares, F., González-Borrajo, N., Chávez, C., Rubio, Y., Verdade, L.M., Monsa, R., Harmsen, B., Adrados, B., Zanin, Marina.** 2018. Scraping marking behaviour of the largest Neotropical felids. *PeerJ*, 6.
- Rode, J., Lambert, C., Marescot, L., Chaix, B., Beesau, J., Bastian, S., Kyrbashev, J., Cabanat, A-L.** 2021. Population monitoring of snow leopards using camera trapping in Naryn State Nature Reserve, Kyrgyzstan, between 2016 and 2019. *Global Ecology and Conservation*, 31 (8).
- Schaller, G.B.** 1978. *Mountain Monarchs: Wild Sheep and Goat of the Himalayas*. University of Chicago Press ; New edition. 425 pp.
- Seydack, A. H.W.** 1984. Application of a photo-recording device in the census of larger rain-forest mammals. *South African Journal of Wildlife Research*, 14, pp. 10 – 14.
- Sharma, K., Bayrakçismith, K., R., Tumursukh, L., Johansson, O., Seuger, P., McCarthy, T., Mishra, C.** 2014. Vigorous dynamics underlie a stable population of the Endangered Snow Leopard *Panthera uncia* in Tost Mountains, South Gobi, Mongolia. *PLoS One*, 9 (7).
- Sliwa, A., Wilson, B., Lawrenz, A., Lamberski, N.** 2018. Camera trap use in the study of black-footed cats (*Felis nigripes*). *African Journal of Ecology*, 56 (4), pp. 895 – 897.
- Suryawanshi, K.R., Bhatnagar, Y.V., Redpath, S., Mishra, C.** 2013. People, predators and perceptions: patterns of livestock depredation by snow leopards and wolves. *Journal of Applied Ecology*, 50 (3), pp. 550 – 560.
- Vitkalova, A., Shevtsova E.I.** 2016. A complex approach to study the Amur leopard using camera traps in Protected Areas in the southwest of Primorsky Krai (Russian Far East). *Nature Conservation Research*, 1 (3), pp. 53 – 58.
- Zlotin, R.I.** 1997. Geography and organization of high-mountain ecosystems in the former USSR. Wielgolaski, F. (Eds.), *Ecosystems of the world No. 3: polar and tundra* : Elsevier : Amsterdam, pp. 133–159.