

RAPPORT DE STAGE

CHEVREL Floriane

Dans le cadre du stage de **2^{ème} année**

Stage effectué du 02/06/14 au 01/08/14

À : Objectif Sciences International

Domaine de la Chapelle
2, chemin de Rouquette
33210 Preignac

Sur le thème :

Etude de la répartition de la population de panthères des neiges (*Panthera uncia*) dans la réserve de Sarychat-Ertash au Kirghizstan entre 2009 et 2013.

Enseignant-tuteur responsable : Thierry Spataro

Maître de stage : Anne Ouvrard



Floriane Chevrel

① Principes

- Le plagiat se définit comme l'action d'un individu qui présente comme sien ce qu'il a pris à autrui.
- Le plagiat de tout ou parties de documents existants constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée
- Le plagiat concerne entre autres : des phrases, une partie d'un document, des données, des tableaux, des graphiques, des images et illustrations.
- Le plagiat se situe plus particulièrement à deux niveaux : Ne pas citer la provenance du texte que l'on utilise, ce qui revient à le faire passer pour sien de manière passive. Recopier quasi intégralement un texte ou une partie de texte, sans véritable contribution personnelle, même si la source est citée.

② Consignes

- Il est rappelé que la rédaction fait partie du travail de création d'un rapport ou d'un mémoire, en conséquence lorsque l'auteur s'appuie sur un document existant, il ne doit pas recopier les parties l'intéressant mais il doit les synthétiser, les rédiger à sa façon dans son propre texte.
- Vous devez systématiquement et correctement citer les sources des textes, parties de textes, images et autres informations reprises sur d'autres documents, trouvés sur quelque support que ce soit, papier ou numérique en particulier sur internet.
- Vous êtes autorisés à reprendre d'un autre document de très courts passages in extenso, mais à la stricte condition de les faire figurer entièrement entre guillemets et bien sûr d'en citer la source.

③ Sanction : En cas de manquement à ces consignes, la DEVE/le correcteur se réservent le droit d'exiger la réécriture du document sans préjuger d'éventuelles sanctions disciplinaires.

④ Engagement :

Je soussigné (e) Floriane Chevrel

Reconnaît avoir lu et m'engage à respecter les consignes de non plagiat

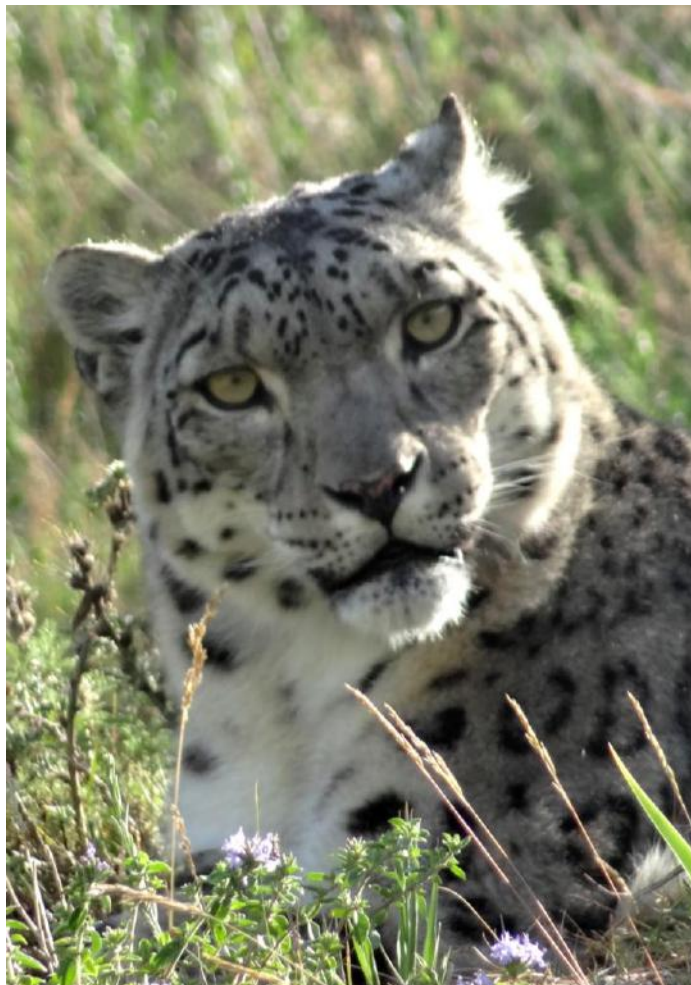
A Nantes le 30/08/14

Signature :

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier :

- Anne OUVRARD, responsable du programme de recherche PANTHERA, grâce à qui j'ai pu participer à ce beau projet. Merci pour sa gentillesse, sa patience et son aide indispensable.
- Maxime ROUMAZEILLES, directeur de séjours OSI, pour son aide et son regard critique durant la rédaction du rapport
- L'équipe OSI au Kirghizistan, à savoir Bastien CHAIX et Anne-Lise CABANAT, pour leur gentillesse et leurs explications de terrain
- L'équipe des gardes de la réserve, en particulier Oulan, Mishka et Omourbek, pour leur accueil chaleureux, leur joie de vivre et leur aide, sans laquelle les résultats obtenus seraient bien différents
- L'équipe OSI à Luchon, à savoir Camille LE GOUIL, Papa Ours (Florian PINCHON) et Pierre JULIE pour leur accueil et les supers conditions de travail qu'ils m'ont offertes



Floriane Chevrel

SOMMAIRE

Présentation du stage et de l'étude	2
I. Introduction	2
A. Présentation du cadre de l'étude	2
B. Objectifs et hypothèses	4
II. Matériel et Méthodes.....	5
A. Site d'étude	5
B. Espèce étudiée : la panthère des neiges	6
C. Méthodes d'échantillonnage	9
D. Analyse des données.....	13
III. Résultats.....	14
A. Quelques chiffres.....	14
B. Nombre d'indices de présence trouvés en fonction des différentes zones échantillonnées	15
C. Répartition des transects et des différents indices à l'intérieur des zones.....	17
D. Répartition des indices de présence des concurrents de la panthère (loups).....	26
E. Résultats obtenus grâce aux pièges-photographiques	27
IV. Discussion.....	30
A. Résultats principaux	30
B. Limites de la méthode et perspectives.....	32
C. Conclusion.....	34
ANNEXES	36
Bibliographie	41

Présentation du stage et de l'étude

L'association Objectif Sciences International (OSI), au sein duquel j'ai effectué mon stage, est une Organisation Internationale Non Gouvernementale (ONG) proposant depuis 1992 des vacances et congés scientifiques. Les séjours proposés s'adressent à tous les âges, et sont répartis sur plusieurs continents, à savoir Europe, Asie et Amérique du Nord principalement. Ces séjours visent à sensibiliser les enfants comme les adultes aux problématiques liées à l'environnement, au travers de programmes de recherche scientifiques. Dans ce cadre, le programme PANTHERA emmène chaque été depuis 2007 des participants au sein de la réserve de Sarychat Ertash au Kirghizistan dans le but d'étudier la panthère des neiges, et aussi de découvrir une autre culture et sensibiliser les participants à la préservation d'une espèce protégée et de son habitat.

Lors de ces expéditions, des indices de présence de la panthère des neiges sont relevés, et des pièges-photographiques sont posés. Les données récoltées depuis 2009 avaient jusqu'à présent été consignées avec soin, mais n'avaient jamais été l'objet d'analyses approfondies en vue de publications. Le but de mon stage était donc d'étudier la répartition de la panthère des neiges au sein de la réserve. Pour ce faire, les deux premières semaines ont été dédiées à la préparation de la phase de terrain et à la recherche bibliographique, afin de mieux connaître le sujet d'étude et préparer la rédaction de l'introduction et de la partie « matériel et méthodes ». Les trois semaines suivantes ont été passées dans la réserve de Sarychat Ertash au Kirghizistan, afin de participer aux relevés de terrain et intégrer les méthodes utilisées dans la pratique. Enfin, le dernier mois a été consacré à l'analyse des données obtenues de 2009 à 2013. Pour cela il a été nécessaire de cartographier l'ensemble des données grâce à un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) du nom de QGis avec lequel il a fallu se familiariser (et pour lequel j'ai réalisé un tutoriel spécifique à notre étude). La partie rédactionnelle a pris le plus de temps, car le but était de produire un rapport scientifique se rapprochant le plus possible, en fonction des résultats et du temps imparti, d'une publication scientifique diffusable, entre autres aux partenaires de l'ONG et du programme PANTHERA. J'ai donc rédigé un premier rapport complet à partir de l'ensemble des données à ma disposition, qui a ensuite subi des modifications. C'est dans ce cadre qu'Anne OUVRARD et Maxime ROUMAZELLES m'ont beaucoup aidé et m'ont appris les conventions et exigences d'un tel rapport.

Le rapport suivant correspond donc au travail que j'ai effectué, avec leur aide.

I. INTRODUCTION

La préservation de la biodiversité est aujourd'hui une problématique majeure et récurrente. De nombreuses espèces sont menacées, directement ou indirectement, par les activités humaines. A titre d'exemple, au nombre de plus de 100 000 au début du siècle dernier, les tigres ont perdu plus de 97% de leur population et 94 % de leur territoire en seulement 100 ans (WWF₁). Des associations et ONG se mobilisent en vue de protéger ces espèces, et sensibiliser le grand public, souvent autour d'espèces patrimoniales comme peut l'être la panthère des neiges (*Panthera uncia*, aussi nommée léopard des neiges ou once). Dans ce cadre, l'ONG Objectif Sciences International, et plus précisément le programme PANTHERA, emmène chaque année (saison estivale) depuis 2007 des volontaires dans la réserve naturelle d'Etat de Sarychat-Ertash au Kirghizistan, pour participer aux relevés de terrains qui permettent d'évaluer l'état de la population de panthères au sein de la réserve.

A. Présentation du cadre de l'étude

La panthère des neiges est un félin vivant dans les montagnes himalayennes d'Asie Centrale. Elle est classée « en danger » sur la liste rouge de l'UICN depuis 1986, et fait partie de l'annexe 1 de la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species) depuis 1975 (McCarthy *et al.* 2003), c'est-à-dire que son commerce est formellement interdit. Il resterait à l'heure actuelle entre 4 500 et 7 350 individus à l'état sauvage (Fox 1994 ; McCarthy *et al.* 2003), mais la taille de la population effective (c'est-à-dire en prenant en compte la viabilité des noyaux de population) serait de 2 500 individus environ (Nowell *et al.* 2007). En 1997, grâce à une méthode SIG (Système d'Information Géographique), la superficie de l'habitat potentiel de la panthère était évaluée à plus de 3 millions de km² (Hunter et Jackson, 1997). Cependant, avec une

densité d'une panthère pour 300 km² (McCarthy *et al.* 2003), on obtient une estimation de population de 10 000 individus environ. L'ensemble de cet habitat potentiel n'est donc certainement pas entièrement occupé. La taille totale des territoires abritant la panthère serait donc plus proche de 1 835 000 km² (Fox 1994 ; McCarthy *et al.* 2003), répartie sur 12 pays, à savoir l'Afghanistan, le Bhoutan, la Chine, l'Inde, le Kazakhstan, le Kirghizistan, la Mongolie, le Népal, le Pakistan, la Russie, le Tadjikistan et l'Ouzbékistan (Figure 1). La Chine représenterait à elle-seule jusqu'à 60% de l'habitat potentiel de la panthère des neiges (McCarthy *et al.* 2003).

Plus particulièrement, au Kirghizistan, on estime que la population de panthères des neiges se situe entre 300 et 350 individus, soit environ 6% de la population mondiale (Toropova *et al.* 2005), sur un territoire total de 65 800 km² (Koshkarev, 1989), pour une surface potentielle de 126 162 km² (Hunter and Jackson, 1997). Il a par ailleurs été estimé qu'au Kirghizistan la densité de panthères des neiges dans les zones où celles-ci sont présentes se situe entre 0,8 et 4,7 individus pour 100 km² (ce qui correspond à des territoires allant de 20 à 125 km²), avec une moyenne de 2,35 individus aux 100 km², ce qui correspond à des territoires d'une taille moyenne de 40 km² environ (Koshkarev 1989).

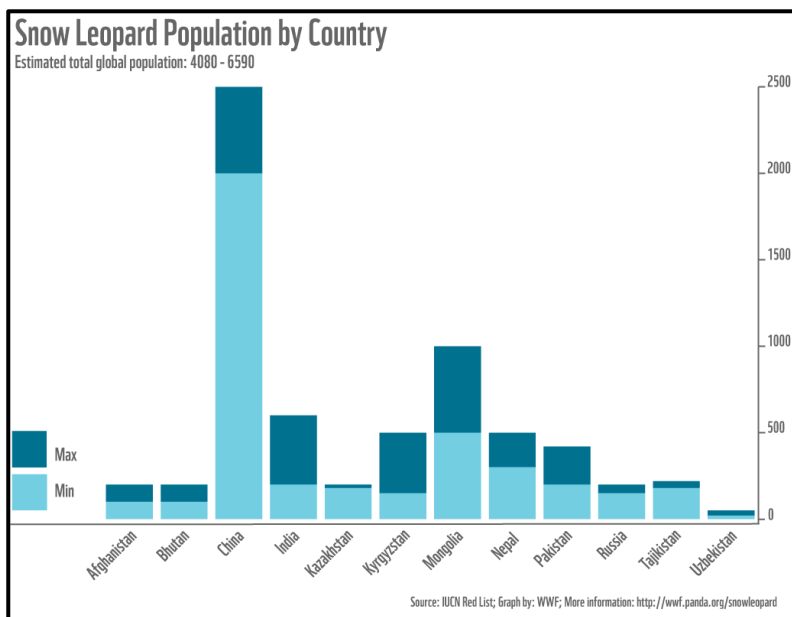


Figure 1 : Nombre de panthères des neiges par pays (WWF2)

La population de panthères des neiges aurait par ailleurs diminué d'au moins 20% pendant les deux dernières générations (16 ans) (UICN). Deux éléments rendent les panthères particulièrement vulnérables. D'une part, leur faible densité implique qu'il faut de grands espaces pour que la population soit viable. De nombreuses aires protégées sont en réalité trop petites pour que la population y soit pérenne (Jackson and Hunter 1996 ; Nowell and Jackson 1996 ; McCarthy *et al.* 2003). D'autre part, le taux de renouvellement de la population est assez faible, c'est-à-dire que la probabilité que les jeunes atteignent l'âge adulte et puissent se reproduire n'est pas suffisamment importante (UICN). Il faut donc que les individus soient suffisamment nombreux, dans des espaces suffisamment grands et bien connectés, pour que la population soit viable.

De plus, les éleveurs, dépendant de leur troupeau, cherchent généralement à en augmenter la taille, ce qui implique davantage de zones pâturées. Cela entraîne une diminution de la nourriture pour les herbivores sauvages tels que les argalis (*Ovis ammon*) et les ibex (*Capra ibex*), et ainsi une diminution du nombre d'individus de ces espèces. Les proies naturelles de la panthère sont donc moins nombreuses, et les territoires sans présence humaine également. La panthère peut dans ces cas-là se rabattre sur les troupeaux domestiques pour subvenir à ses besoins, ce qui entraîne alors une perte notable pour l'éleveur, qui va parfois chercher à tuer la panthère pour éviter de futures attaques.

L'ensemble de ces menaces s'accumulent le long des chaînes trophiques et les espèces en haut de ces chaînes, les grands carnivores, en pâtissent le plus. Ainsi, la panthère des neiges souffre de toutes ces menaces indirectes en plus de menaces plus directes comme le braconnage. Aussi, protéger la panthère des neiges signifie nécessairement protéger son

territoire qui est constitué de vastes écosystèmes. Ces écosystèmes sont le milieu de vie d'une multitude d'espèces (dont certaines menacées), qui se trouvent elles aussi protégées. La panthère est ainsi une « espèce parapluie ». Ce concept, dont la pertinence a été attestée par Branton et Richardson (2010), est donc souvent utilisé comme ligne directrice dans les plans de conservation. De ce fait, la protection de la panthère des neiges répond à des menaces multiples sur ses populations et permet de protéger de nombreuses autres espèces.

De plus, la discrétion de cet animal, ainsi que la grandeur de ses territoires, n'ont pas joué en sa faveur concernant la récolte d'informations précises au sujet de l'évolution de sa population. En effet, très peu d'études s'intéressent précisément à la panthère des neiges qui reste un mammifère peu connu, ce qui rend son étude et sa protection d'autant plus importantes.

C'est pourquoi, en 2006, l'ONG Objectif Sciences International (OSI₁) a créé un programme de recherche et d'éducation nommé PANTHERA qui a permis de mettre en place des expéditions scientifiques et solidaires participatives au Kirghizstan, *Sur les traces de la panthère des neiges*. Tout d'abord avec une expédition pilote entre adultes encadrants, puis avec une première expédition ouverte au public en 2007. Ainsi, entre 2007 et 2013, de nombreuses expéditions ont eu lieu dans la réserve naturelle d'Etat "Sarychat-Ertash", créée en 1995, et avec laquelle une collaboration étroite a été tissée, année après année.

Impliquer dans ces expéditions des personnes scientifiques de tous domaines, et également des personnes issues de formations/métiers non scientifiques, aura permis d'allier conservation et sensibilisation. En effet, tout le travail d'étude et de recherche sur le terrain a été mis en place avec chacune des équipes successives, tout en y ajoutant un volet pédagogique fort. La sensibilisation étant un des arguments les plus importants pour la prise de conscience de l'intérêt de la protection des espèces et des milieux. L'accent est également mis sur la découverte de la culture kirghize, et l'apport d'une aide économique et matérielle aux gardes de la réserve qui accompagnent les participants sur place.

B. Objectifs et hypothèses

Ainsi, dans le cadre de ce projet, l'amélioration de la gestion de la réserve naturelle, à travers une meilleure connaissance de la panthère des neiges, permettra une meilleure conservation de l'espèce. Pour cela, le but de cette étude est de déterminer des patrons de répartition de la population de panthères des neiges dans la réserve naturelle de Sarychat-Ertash. Plus précisément, nos objectifs sont de déterminer :

- Comment évolue la distribution des indices de présence selon les années ?
- Quelle est la taille des zones de présence des panthères sur la réserve, et comment sont-elles réparties ?
- L'utilisation de pièges-photographiques dans la réserve permet-elle un suivi de la panthère de neiges à l'échelle individuelle ?
- Existe-t-il une influence de la présence d'autres espèces de grands carnivores (loup) sur la répartition des zones de présence des panthères ?

Selon McCarthy *et al.* (2003), nous nous attendons à rencontrer la plupart des indices de présences autour de falaises, crêtes, ravin et affleurement rocheux et davantage sur des terrains avec une pente supérieure à 20%, avec une préférence pour les pentes supérieure à 40% (McCarthy *et al.* 2005). Concernant les zones de présence de la panthère dans la réserve, peu d'études y ont été menées excepté en 2008 par McCarthy qui avait prouvé la présence d'au moins trois panthères des neiges, et par les acteurs de la réserve qui ont dénombré 13 individus en 2003 selon divers observateurs (Farrington 2005).

II. MATERIEL ET METHODES

A. Site d'étude

Le Kirghizistan est un pays avec une faune et flore très riches, dont une partie est endémique. Certaines de ces espèces sont en danger, comme c'est le cas pour la panthère des neiges. L'ours (*Ursus arctos*), le manul (*Felis manul*, qui est un petit félin), l'argali (*Ovis ammon*), l'aigle royal (*Aquila chrysaetus*), le gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*), le vautour de l'Himalaya (*Gyps himalayensis*) et le faucon sacré (*Falco cherrug*) sont également inscrits sur la liste rouge de l'UICN, pour ne citer que les plus emblématiques. C'est pour cela que le pays présente de nombreuses aires de protection : en 2001, le Kirghizistan comptait 31 aires protégées conformes à la réglementation de l'UICN, et 40 autres qui ne l'étaient pas. Il y a entre 40 et 60 ans, la panthère des neiges était présente dans quasiment toutes ces aires, mais à présent elle ne se trouve plus que dans les zones de haute montagne peu accessibles (International Snow Leopard Trust and Community and Business Forum).

La réserve de Sarychat-Ertash, où se situe notre étude, est une réserve intégrale située dans la partie Sud-Est de la région du lac Issik-Kul, dans les montagnes du Tian-Shan, entre 2 500 et 5 125 m d'altitude (Farrington 2005). C'est une zone difficile d'accès, assez proche de la frontière chinoise (Figure 2).

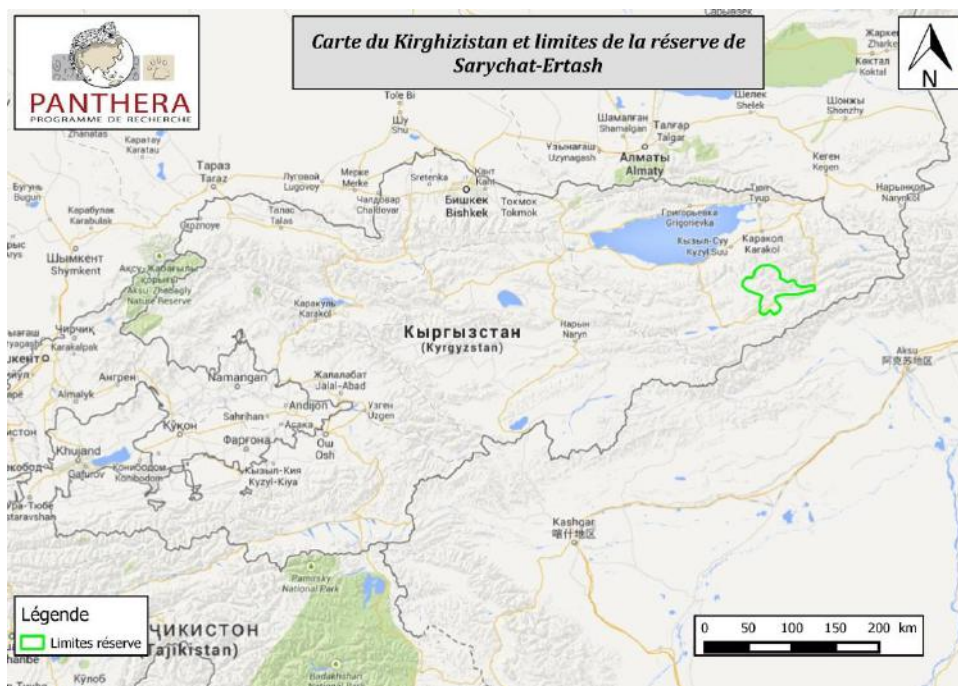


Figure 2 : Si tuation de la réserve de Sarychat-Ertash au Kirghizistan

Cette réserve a été créée en 1995 afin de protéger les panthères des neiges, leurs proies et le vulnérable écosystème dans lequel ces espèces évoluent et dont elles dépendent. L'aire totale de la réserve est actuellement de 149 000 ha (Figure 3). Il s'agit d'une réserve intégrale, c'est-à-dire sans activité humaine. Un permis est donc nécessaire à toute personne souhaitant y pénétrer, et il est réservé aux gardes de la réserve, ainsi qu'aux scientifiques locaux et internationaux. C'est une zone typique de steppe alpine, au climat rude et fortement continental. La température moyenne annuelle est ainsi de -7,5°C, avec des moyennes mensuelles de -21,5°C et +4,2°C en janvier et juin respectivement (plan de gestion de la réserve). Les précipitations atmosphériques sont de 295 mm par an, dont 164 pendant les mois de juin et août. On dénombre dans cette réserve 25 espèces de mammifères, dont quatre d'entre elles sont inscrites sur la liste rouge de l'UICN, à savoir la panthère des neiges, l'ours, le manul et l'argali (plan de gestion de la réserve).

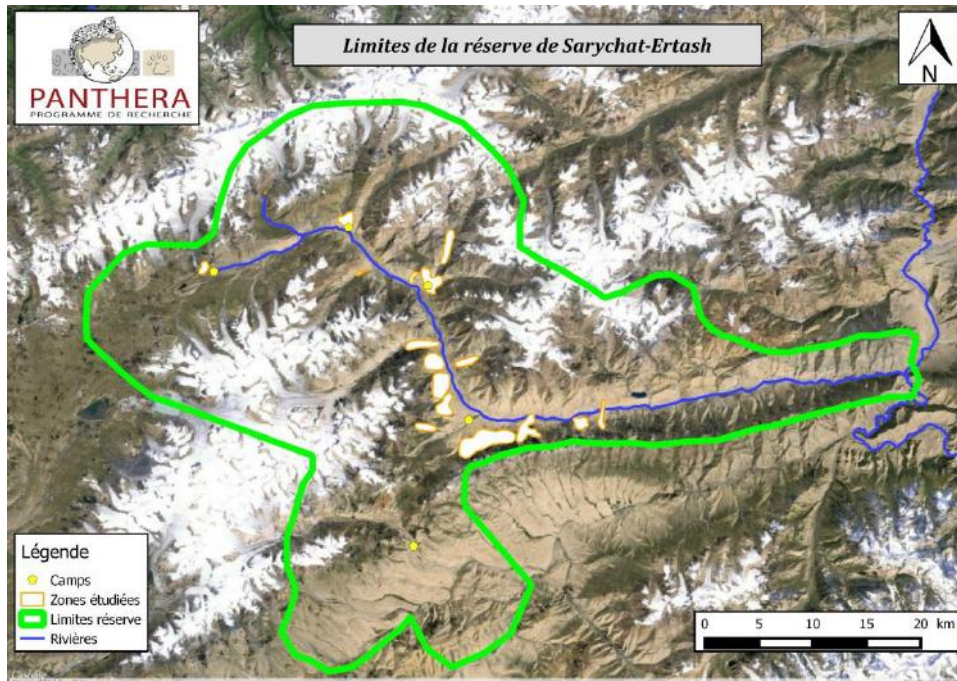
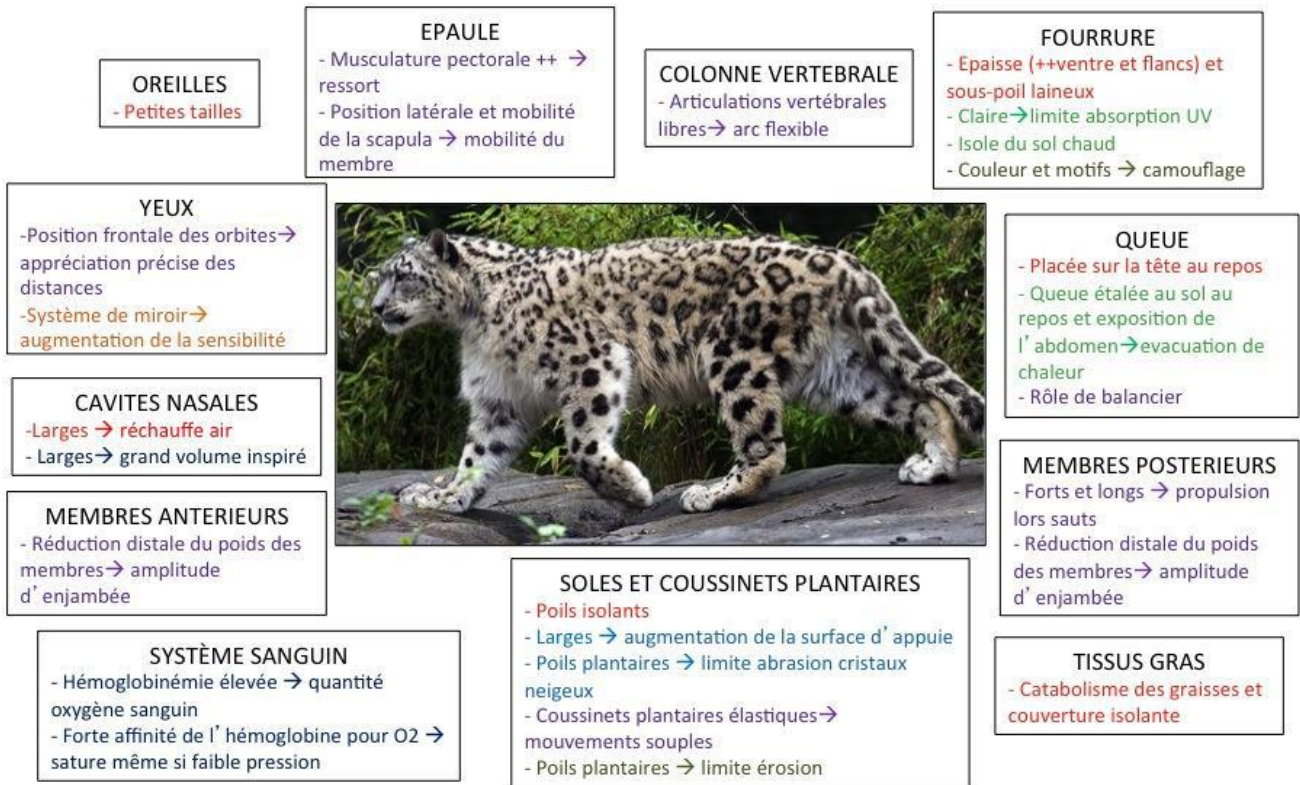


Figure 3 : Limites et reliefs de la réserve de Sarychat-Ertash, Kirghizistan

Un plan de gestion de la réserve a été rédigé en 2007 afin de définir les objectifs à atteindre jusqu'en 2015. La réserve naturelle a ainsi pour but « d'étudier et de préserver l'écosystème unique de haute montagne du Tian-Shan central, de soutenir l'héritage culturel, d'améliorer les conditions économiques et sociales des communautés locales sur le territoire de la réserve et alentours ».

B. Espèce étudiée : la panthère des neiges

La panthère des neiges, *Panthera uncia*, est une espèce de la famille des Felidae. C'est un animal extrêmement bien adapté à son environnement (Figure 4). La panthère des neiges présente en effet un pelage gris blanchâtre avec des rosettes gris foncé, lui permettant de se camoufler à merveille dans son milieu constitué principalement de roches et de neige. Elle présente d'autres adaptations à la vie en haute altitude telles que des membres raccourcis (60 cm de hauteur à l'épaule pour une longueur du corps entre 0,9 et 1,15 m), ainsi qu'une queue mesurant jusqu'à un mètre de long, soit 75 à 90 % de la longueur du corps (Hemmer 1972, Fox 1989, Jackson 1992), lui permettant de s'équilibrer lors des sauts et de conserver sa chaleur corporelle en s'enroulant dedans durant les périodes les plus froides. La panthère des neiges possède également une cavité nasale élargie permettant de palier le manque d'oxygène en inspirant un volume d'air plus important, et de réchauffer l'air extérieur avant que celui-ci n'atteigne les poumons. Enfin, ses pattes particulièrement larges lui permettent de se déplacer dans la neige sans s'enfoncer (McCarthy et al. 2007 ; Snow Leopard Trust₁). Les mâles sont environ 30 % plus grands que les femelles et pèsent généralement entre 45 et 55 kg, contre 35 à 40 kg pour les femelles (Jackson, 1992).



Hiver froid: éléments d'adaptation de la thermorégulation et mécanismes de lutte contre les pertes de chaleurs.
Chaleur diurne estivale: éléments d'adaptation de la thermorégulation et lutte contre la chaleur.
Evolution dans un milieu enneigé: éléments d'adaptation à la marche sur un couvert neigeux.
Evolution dans un milieu escarpé: éléments d'adaptation à la réalisation de sauts et courses en terrain accidenté.
Evolution en terrain rocheux: éléments d'adaptation à un terrain abrasif et sans couvert végétal de camouflage.
Activité crépusculaire: éléments d'adaptation à une évolution dans un environnement à faible intensité lumineuse.
Evolution à haute altitude: éléments d'adaptation à une faible concentration atmosphérique de dioxygène.

Figure 4 : Adaptations anatomiques et physiologiques de la panthère des neiges (OSL₂)

- **Habitat de la panthère**

La panthère des neiges vit dans les régions montagneuses d'Asie Centrale (Figure 5), généralement entre 3 000 et 5 000 mètres d'altitude, même si elle peut descendre aux environs de 1 000 mètres plus au Nord, en Mongolie et Russie notamment (McCarthy et al. 2003). Le climat y est très froid et sec une grande partie de l'année, avec des variations de température très importantes au cours de l'année ainsi qu'entre le jour et la nuit, ce qui nécessite là encore un certain nombre d'adaptations morphologiques, physiologiques et comportementales (Figure 4). Les paysages sont arides, essentiellement rocheux, sans arbres et escarpés.



Figure 5 : Aire de répartition de la panthère des neiges (Snow Leopard Trust₂; adapté de Fox, 1994)

- **Régime alimentaire**

La panthère des neiges est un prédateur dont les proies principales au Kirghizistan sont les argalis (*Ovis ammon*, espèce de mouflon) et les ibex (*Capra ibex*, aussi appelé bouquetin). Ces deux espèces laissent des indices de présence relativement similaires, mais ne se trouvent pas à la même altitude, les bouquetins vivant généralement au-dessus de 4 000 m d'altitude tandis que les mouflons se trouvent généralement un peu plus bas dans les vallées. Ces animaux vivent le plus souvent en groupes, de mâles, ou de femelles avec leurs petits, et en plus grands troupeaux durant la période d'accouplement. La taille des territoires des panthères est fortement corrélée à la quantité de proies présentes, pouvant ainsi aller de 30 / 60 km² lorsque les proies sont abondantes, jusqu'à 1 000 km² dans le cas contraire. De plus les déplacements des panthères sont aussi fonction de ceux de leurs proies, montant notamment en altitude durant l'été et redescendant l'hiver. La panthère des neiges tue ainsi un gros mammifère tous les 8 ou 10 jours environ, mettant 3 ou 4 jours pour manger sa proie. (Cette sous-partie est adaptée de *Snow Leopard Trust*₃)

La panthère des neiges se nourrit aussi d'animaux plus petits comme les marmottes (*Marmotta baibacina*), lièvres (*Lepus tolai*), et de gros oiseaux comme les tétraogalles (*Tetraogallus himalayensis*) et les perdrix choukar (*Alectoris Chukar*) au Kirghizistan. Un certain nombre d'animaux domestiques tels que les moutons, chèvres, chevaux et jeunes yacks rentrent également dans son régime alimentaire. Ces animaux sont notamment privilégiés lorsque ses proies de prédilection se font plus rares (notamment l'hiver) ou parfois par simple opportunisme.

Enfin, la panthère des neiges mange également une quantité non négligeable d'herbes et de tiges, apparemment en plus forte proportion que chez les autres félins (Snow Leopard Trust₃). Plus particulièrement, elle ingère régulièrement des tiges d'un arbuste (*Myricaria germanica*). Il semblerait que cette plante lui apporterait une source de vitamines, aiderait à la digestion ou aiderait à éliminer des parasites. Aucune de ces hypothèses n'a pour l'instant été testée.

- **Comportement :**

Les panthères des neiges sont habituellement solitaires, à l'exception des périodes de reproduction et des périodes de soin des femelles à leurs petits. Les territoires sont définis par des marquages laissés sous forme de grattages et de jets d'urine contre les rochers, généralement sur des crêtes ou à la base de falaises, mais aussi parfois le long des cours d'eau, qui peuvent former une limite naturelle entre deux territoires. La période d'accouplement se situe entre janvier et mi-mars. Le marquage du territoire est alors particulièrement important, permettant au mâle et à la femelle de

se retrouver. Les petits naissent vers les mois de juin/juillet à raison de 2 ou 3 petits par femelle. Ceux-ci ouvrent les yeux vers 7 jours, peuvent manger de la nourriture solide à l'âge de 2 mois, et commencent à suivre leur mère à la chasse vers 3 mois. Ils ne deviennent indépendants qu'entre 18 et 22 mois, au moment où la femelle va avoir une nouvelle portée. Celle-ci est donc occupée en quasi permanence à nourrir sa progéniture. Il n'est donc pas rare de trouver une mère et ses petits ensemble, comme ont pu le voir parfois les gardes de la réserve naturelle. La maturité sexuelle est atteinte à 2 ans pour les femelles, contre 4 pour les mâles. (Cette sous-partie est adaptée de *Snow Leopard Trust* ₄)

Les panthères sont des animaux dont l'activité est crépusculaire, c'est-à-dire qu'ils se déplacent et chassent principalement à l'aube et à la tombée du jour. Cependant cela est en partie dépendant de la présence humaine. En effet, dans des zones où il y a très peu de personnes, les panthères peuvent être actives également de jour, tandis que dans des zones à plus forte densité de population humaine, l'activité se fera plutôt nocturne. (Cette sous-partie est adaptée de *Snow Leopard Trust* ₅)

Lorsqu'une panthère des neiges tue un gros mammifère, elle reste alors plusieurs jours sur le site pour protéger la carcasse. La probabilité de trouver des indices de présence sur ces sites est donc d'autant plus grande, mais ces zones peuvent être difficiles d'accès.

C. Méthodes d'échantillonnage

Les participants sont généralement de 5 à 10, avec deux éducateurs scientifiques et trois gardes de la réserve. Les déplacements se font à pied et à cheval afin d'atteindre les débuts des zones étudiées qui sont parfois éloignés des camps de base (dont les emplacements et les noms sont dans l'Annexe 2).

- Les indices de présence

Les indices de présence ont été choisis pour étudier la panthère des neiges car il s'agit d'une méthode de suivi appropriée (Jackson et *al.* 2005) et non invasive répondant aux objectifs du programme PANTHERA. Les indices de présence relevés furent ceux de la panthère des neiges, ainsi que ceux du loup afin de constater l'effet de concurrence entre la panthère des neiges et le principal autre prédateur de la réserve de Sarychat-Ertash. En écologie, deux espèces sont concurrentes si elles sont en compétition pour la même niche écologique, qui correspond à l'ensemble des conditions et des ressources abiotiques et biotiques nécessaires au maintien d'une population. Cela signifie que si une des deux espèces prélève une partie des ressources, cela pourra faire défaut à la seconde. Deux espèces n'ont généralement pas exactement la même niche écologique, sinon la concurrence serait trop forte pour qu'il y ait cohabitation. Dans le cas présent, les panthères sont en concurrence avec les loups pour les proies notamment, mais ne le sont pas forcément en ce qui concerne l'offre en cachettes du territoire. Ce sont donc surtout des concurrents alimentaires (Jumabay-Uulu et *al.* 2013).

Les indices de présence relevés ont été les suivants :

- Observation :

La panthère des neiges n'a pour l'instant jamais pu être observée en milieu naturel par nos équipes depuis le début du projet en 2007. En effet, outre le fait que ses territoires soient immenses et particulièrement escarpés, la panthère est un animal très discret possédant des sens bien plus aiguisés que ceux des humains. Elle est donc capable de repérer les personnes qui l'étudient avant que celles-ci puissent l'apercevoir. Les marmottes peuvent également faire office de signal d'alerte général, tout comme le reste de la faune (rapaces par exemple). Enfin, sa capacité de camouflage remarquable et son activité crépusculaire, sont deux éléments supplémentaires qui rendent cet animal très difficile à observer sans une importante préparation et connaissance aigüe du terrain.

- Empreintes :

Les empreintes de panthère des neiges (Figure 6-A) sont caractérisées par une forme globale de la patte arrondie, d'une dizaine de centimètres de hauteur et de largeur. Les griffes, rétractiles, ne sont donc pas visibles. Le coussinet principal présente deux lobes antérieurs et 3 lobes postérieurs. L'empreinte de loup (Figure 6-B), avec laquelle il peut y

avoir confusion, présente quant à elle une forme plutôt rectangulaire, plus longue que large, où l'on peut observer la marque des griffes. Le coussinet principal n'a qu'un seul lobe antérieur, ce qui permet parfois de faire la différence avec l'empreinte de panthère. Dans certaines zones forestières où le lynx et la panthère des neiges peuvent coexister, on peut également confondre une empreinte de jeune panthère avec une empreinte de lynx, mais cette dernière est généralement plus petite. De plus, si c'est une empreinte de jeune panthère des neiges, d'autres traces appartenant à la mère seront généralement visibles à proximité.

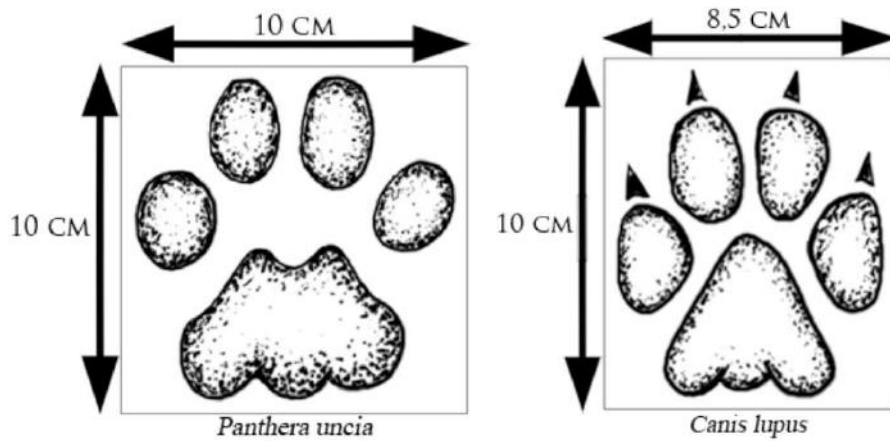


Figure 6 : Modèle d'empreintes de : - A panthère des neiges (à gauche) ; - B loup (à droite) (Anonyme)

Les empreintes les plus faciles à identifier se trouvent aux abords des cours d'eau, dans le sable humide, ou par ailleurs sur des sols assez meubles, qui marquent donc suffisamment. Cependant, même dans ces cas-là, les empreintes ne sont pas toujours évidentes à identifier, car elles ne sont parfois pas entières, ou ont été dégradées par la pluie, par l'eau du cours d'eau ou par le vent. Les traces trop abimées ne sont pas répertoriées. L'empreinte est relevée et notée lorsque plusieurs personnes en ont affirmé l'origine, dont les gardes kirghizes accompagnant l'expédition et ayant beaucoup d'expérience de terrain.

- **Grattages :**

Les grattages sont caractérisés par une trainée de substrat légèrement creusée en surface, avec un petit monticule de terre au bout. Cet indice est caractéristique de la panthère et du loup. La distinction se fait facilement car les grattages de panthère ne mesurent généralement qu'une trentaine voire une quarantaine de centimètres, tandis que les grattages de loup sont beaucoup plus longs, pouvant ainsi atteindre plus d'un mètre. Les grattages servent à marquer le territoire et peuvent donc potentiellement en témoigner une limite. Ces grattages sont souvent accompagnés par des jets d'urine. Ceux-ci ont également été répertoriés, mais sont beaucoup plus difficiles à détecter, et la trace ne dure pas très longtemps dans le temps. Cependant, si certains sont aperçus, notamment sur les rochers alentours d'un grattage, cela peut nous donner une information supplémentaire importante, car les mâles envoient un jet d'urine vers le haut, tandis que les femelles le font plutôt vers le bas.

- **Fèces :**

Les fèces de panthère des neiges sont caractérisées la majeure partie du temps par la présence de tiges de *M. germanica*. Lorsqu'il y en a, il est possible d'attester avec quasi certitude qu'il s'agit d'excréments de panthère des neiges. Dans le cas contraire, il suffit de se fier à la taille et à l'apparence des fèces. Pour cet indice aussi il est possible de confondre avec le loup, mais en réalité le risque est faible car les fèces de loup sont généralement blanches à cause de la calcification des restes d'os présents à l'intérieur. Les fèces d'ours sont quant à elles facilement reconnaissables car beaucoup plus grosses.

Des prélèvements ont été effectués sur les fèces de panthère des neiges afin d'en extraire l'ADN des cellules épithéliales. Cet ADN permet l'identification individuelle. Cependant, les résultats de ces analyses ADN sont encore en cours et n'apparaîtront pas ici. Pour ce faire, la première chose à vérifier était de ne pas contaminer l'échantillon avec

l'ADN du préleveur. Il a donc été nécessaire d'utiliser des gants en latex. Il était également important de prélever une partie de fèces présentant une importante surface externe afin d'avoir le maximum de cellules utilisables dans l'échantillon. Dans les tubes à prélèvement se trouve du gel de silice afin d'éviter toute dégradation de l'ADN par les champignons et autres moisissures véhiculés par l'humidité contenue dans l'échantillon. Les billes de silice sont initialement jaunes, et lorsqu'elles ont atteint leur capacité maximum d'absorption d'humidité, elles deviennent transparentes. Il est d'autre part conseillé, afin d'éviter la dégradation de l'ADN, de garder les échantillons à l'abri du soleil (UV). Par ailleurs, le numéro de l'échantillon, du transect, et la date ont été consignés sur le flacon afin de pouvoir utiliser les données obtenues par la suite.

- **Les transects**

Le temps de travail sur le terrain étant restreint, il a été préférable de concentrer les efforts d'échantillonnage sur les lieux les plus propices à la rencontre des indices de présence de panthères des neiges. Ces lieux ont été identifiés comme étant principalement les crêtes (McCarthy *et al.* 2003). Afin de suivre au mieux les lignes topographiques formées par les crêtes ou les cours d'eau, la méthode des transects est apparue comme la plus appropriée.

Un transect est une ligne virtuelle, ou physique, que l'on met en place pour compter les occurrences d'un phénomène étudié. Les transects réalisés au cours de cette étude n'étaient pas rectilignes car ils suivaient le plus souvent des lignes naturelles de crête ou de cours d'eau. De plus, des détours étaient régulièrement effectués dans le cas d'endroits remarquables comme un pied de falaise, un promontoire rocheux ou une grotte.

L'ensemble de ces transects était réparti sur un certain nombre de zones qui ont chacune été nommées selon la toponymie locale (Figure 7).

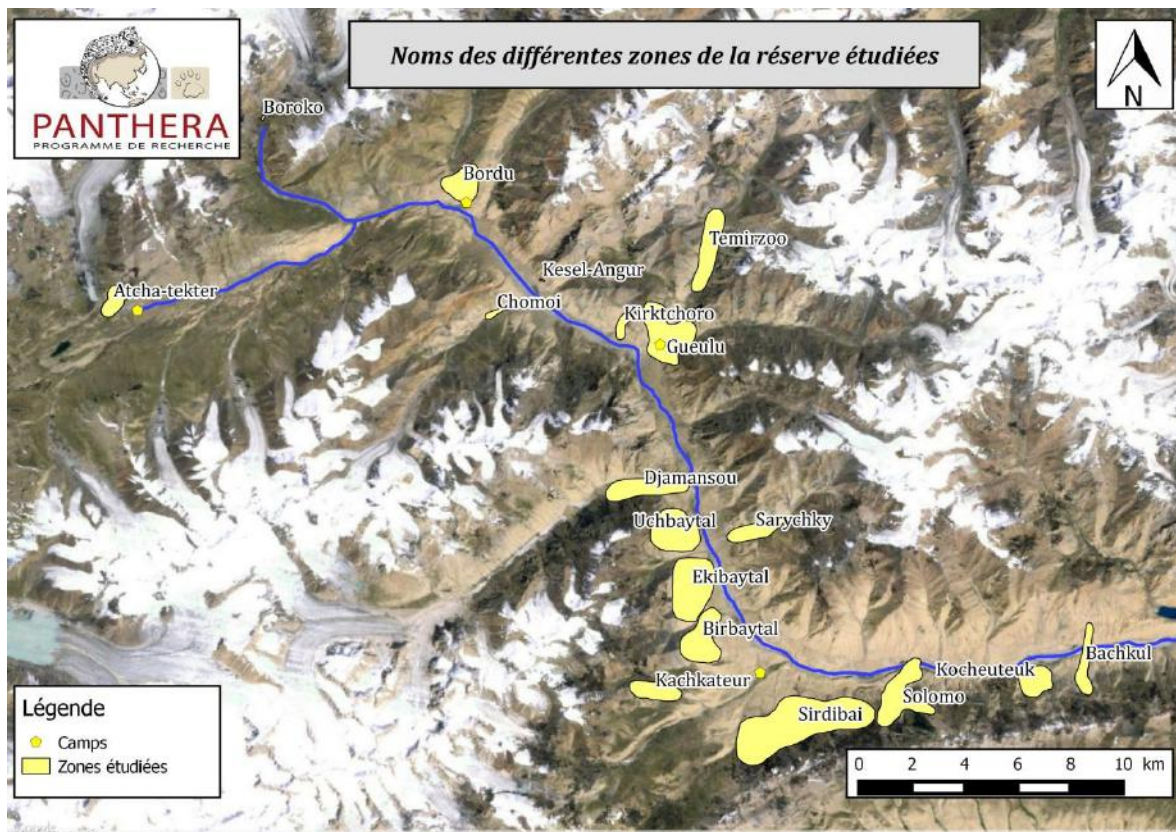


Figure 7 : Répartition et noms des différentes zones étudiées dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

- Les notations :

A chaque indice de présence relevé, il lui a été attribué : la date, le n° du transect, le nom du transect, la position GPS, l'altitude, l'espèce, le type d'indice (empreinte, grattage, fèces...), la quantité, l'aspect (selon si l'indice est plus ou moins récent), le paysage dominant (plaine, forte pente, crête...) et les caractéristiques du lieu (gros rocher, promontoire, arbuste...) (Annexe 1). D'autres éléments ponctuels ont pu être ajoutés : des mesures lorsqu'il s'agissait d'une empreinte, et des numéros de prélèvement pour les fèces. Toute autre précision utile à propos de l'indice a également été consignée, comme par exemple l'orientation de l'empreinte, ou encore s'il s'agit à priori d'un jeune accompagné par sa mère...

Pour chaque transect, les coordonnées GPS et l'altitude du point de début et de fin de celui-ci ont été notifiées afin de cartographier l'ensemble de ces relevés.

- Les pièges-photographiques :

Le piège-photographique est devenu un outil fondamental dans l'étude et la protection d'espèces rares et discrètes comme *Panthera uncia*. Les images récoltées sont de précieux éléments permettant dans certains cas d'identifier l'individu photographié en comparant les motifs de pelage avec d'autres photographies. Cependant, les photos ne permettent pas toujours cette caractérisation (Figure 8). Pour pouvoir le faire, il faut avoir les animaux sous le même angle de vue, avec une qualité d'image suffisante, et être en mesure d'attester la différence ou la similitude sur au moins trois tâches distinctes. Toutefois, même lorsque l'identification est impossible, la photographie reste un indice de présence particulièrement précis, puisqu'elle donne la date et l'heure de passage, ainsi que la température sur certains modèles d'appareil. Il est alors possible de savoir si l'individu est seul ou s'il s'agit d'une mère et de ses petits, et dans certains cas, avec plus ou moins de certitude, s'il s'agit d'un mâle ou d'une femelle, à la carrure et la forme de la tête.



Figure 8 : Photographies obtenues par pièges-photographiques mais difficilement utilisables pour une identification (Objectif Sciences International - PANTHERA)

Ces appareils sont équipés de détecteurs de mouvements à infrarouge. Ils se déclenchent donc lorsqu'un animal passe à proximité. Il faut cependant éviter d'avoir un cours d'eau ou des herbes trop hautes dans le viseur, afin d'éviter que l'appareil ne se déclenche sans arrêt à cause de ces mouvements, et n'épuise la batterie trop rapidement. Ne pas mettre l'appareil trop près d'un terrier de lièvres ou de marmottes, qui passeront trop régulièrement devant l'objectif, peut également être un critère de choix. Mais le critère principal pour poser un piège-photographique reste bien sûr le fait d'être sur un lieu de passage de la panthère. Cela est attesté par des indices de présence dans les parages, et par une topographie caractéristique du lieu comme une crête, un lit de rivière, un promontoire rocheux ou un bas de falaise. L'idéal est un passage étroit par lequel la panthère des neiges a de forte chance de passer si elle est dans cette zone, comme entre une rivière et une falaise par exemple. Il est également possible de définir si l'appareil doit prendre des photographies 24h/24, ou uniquement dans la journée par exemple, selon les habitudes de l'espèce étudiée. Dans le cas de la panthère des neiges, il pourrait ainsi être pertinent de choisir des horaires allant du crépuscule à l'aube, afin de préserver la batterie de l'appareil. Ces appareils sont très résistants, car ils restent généralement un an sur le terrain, y compris l'hiver à 4 000

mètres d'altitude. Les batteries (lithium) ne tiennent la plupart du temps pas une année entière, sauf dans des cas exceptionnels.

Pour poser le piège-photographique, une fois un endroit stratégique défini, il a fallu trouver un rocher auquel il pouvait être accroché, déterminer le bon angle de prise de vue, le nombre de photos par prise, l'intervalle de temps entre chaque, la sensibilité de l'appareil et, pour les appareils en ayant la capacité, choisir entre le mode photo et/ou le mode vidéo. Il a pour l'instant été choisi de prendre des photographies à toute heure de la journée, afin d'avoir le plus de chances possible d'obtenir une photographie, et parce qu'il est également intéressant d'avoir des photographies d'espèces diurnes. Certains pièges furent installés et récupérés au cours du même été, mais la chance d'obtenir des images de faune sur ce laps de temps est bien moindre que sur 6 mois ou une année complète. C'est pourquoi une dizaine d'appareils ont été installés chaque été et récupérés uniquement l'année suivante, ce qui n'empêchait pas de vérifier l'état des batteries et de la mémoire plus régulièrement, afin d'être sûr que le piège puisse tenir suffisamment longtemps.

D. Analyse des données

La méthode générale que nous avons utilisée ici est la méthode de présence-absence. Celle-ci est une méthode qualitative se basant uniquement sur la présence ou non d'une espèce à un moment donné. Elle est utilisée lorsque les données et/ou la méthode d'échantillonnage ne permettent pas d'appliquer une méthode plus poussée qui soit quantitative (comme nous le disions concernant les transects). Cette méthode présente l'avantage de la simplicité, de la facilité d'exécution, et du fait que ceux qui participent aux relevés et analyses n'ont pas besoin de connaissances particulières si ce n'est reconnaître un indice de présence (Elzinga et al. 1998).

Pour une analyse plus claire des résultats, nous avons défini que les variables externes concernant le groupe de participants, leur nombre, âge, condition physique, motivation, connaissances, l'attention portée à la recherche d'indices de présence (elle-même influencée par d'autres facteurs comme la météo) et la cohésion de groupe, n'avaient pas d'incidence sur les résultats. En effet, il était plus que probable que ces paramètres aient une influence sur l'échantillonnage. Mais ces éléments ne sont pas quantifiables, et il n'était donc pas possible d'en tenir compte dans l'analyse des résultats.

Afin de comparer le nombre de transects et le nombre d'indices de présence relevés par année, un histogramme mettant en évidence le nombre de transects et le nombre d'indices par année a été réalisé. Un autre histogramme a été réalisé avec le nombre moyen d'indice de présence par transect en fonction des années afin de rendre compte de l'effort d'échantillonnage. Ceci dans le but d'avoir une vision générale du nombre d'indices obtenus depuis la création du programme, et de savoir si ceux-ci sont linéaires au cours du temps.

Afin de définir quelles zones de la réserve présentent le plus d'indices de présence, un tableau regroupant toutes les informations par zone a été créé. Les coordonnées GPS de chaque indice ayant été consignées, il a ainsi été possible de cartographier l'ensemble de ces informations. Pour ce faire, le logiciel libre en SIG appelé QGIS (QGIS 2014) a permis d'éditer un certain nombre de cartes de la réserve et de ses différentes zones en mettant en avant les informations remarquables choisies :

- Quatre cartes ont été créées, présentant le nombre total d'indices et le nombre de chaque type d'indices (empreintes, fèces et grattages) par zone de la réserve, en fonction de l'effort d'échantillonnage. A noter que pour les fèces et grattages c'est la somme des quantités trouvées qui a été prise en compte, alors que pour les empreintes il s'agit seulement du nombre de fois où celles-ci ont été relevées, afin de ne pas compter une piste d'empreintes comme plusieurs indices de présence alors que cela n'atteste que d'un seul passage. Pour chaque carte, le nombre d'indices a été pondéré par l'effort d'échantillonnage, car toutes les zones de la réserve n'ont pas été étudiées le même nombre de fois. Les valeurs utilisées sont donc le nombre d'indices trouvés dans la zone rapporté au nombre de transects effectué dans cette zone. Enfin, concernant les cartes avec les trois types d'indices, il a été décidé d'utiliser la même échelle afin de pouvoir mieux les comparer visuellement.

- Des cartes présentant la répartition des différents types d'indices à l'intérieur de quelques zones qui se détachent par le nombre d'indices trouvés et le nombre de transect effectués ont été réalisées. Le choix s'est porté sur les zones ayant été échantillonnées au moins trois fois sur plusieurs années, et ayant un nombre moyen d'indices par transect supérieur ou égal à la moyenne générale (calculée à partir du nombre total d'indices trouvés sur l'ensemble des zones et des années, divisé par le nombre total de transects effectués). Cela fait ainsi une sélection de quatre zones, auxquelles nous en avons ajouté deux autres dont les ratios (nombre d'indices / nombre de transects) sont supérieurs à 4 indices par transect. Les résultats de ces zones ont été notés en jaune dans le tableau récapitulatif. Dans ce tableau, les zones ayant un nombre d'indices par transect supérieur à la moyenne, mais dont le nombre d'échantillonnage est trop faible, ont été notées en orange. La zone de Sirdibai a été particulièrement détaillée car elle présente une répartition homogène de ses transects, et fut associée à la zone de Solomo qui se trouve dans la continuité. L'analyse a été faite plus succinctement sur les autres zones sélectionnées, à savoir Uchbaytal, Sarychky, Koilu et Bordu. Pour ce faire, l'ajout des données liées à la localisation des indices de présence sur la zone a été effectué, afin d'étudier si ces indices se concentrent dans une partie seulement de la zone, ou sont répartis de manière homogène sur le territoire ; et d'en tirer si possible des conclusions quant à la répartition des zones de présence de panthère des neiges au sein de la réserve. Dans ce cadre, la répartition des indices a été étudiée sur chaque zone, en faisant pour certaines ressortir la répartition d'un type d'indice en particulier, à savoir les indices frais qui attestent d'un passage récent (moins d'un mois), les grattages qui peuvent marquer une limite de territoire (dont une des cartes a été zoomé afin d'en mettre en évidence la concentration), et les fèces.

Concernant l'étude à partir des résultats des pièges-photographiques, afin de déterminer si l'utilisation de pièges-photographiques dans la réserve de Sarychat-Ertash permet un suivi de population à l'échelle individuelle, deux méthodes ont été mises en place. Dans un cas, seule la patte antérieure gauche était visible et il a été possible de comparer les ocelles sur cette partie du corps (Figure 24). Dans l'autre cas, seule la partie postérieure droite de l'animal était visible sur chaque photo. Un marquage coloré a été réalisé afin de mieux visualiser les tâches similaires (Figure 25). Nous avons alors comparé trois photographies, dont deux représentant le même individu (même passage), afin d'obtenir des résultats plus fiables suite à la comparaison des ocelles.

III. RESULTATS

A. Quelques chiffres

La présente étude se base sur des données de 2009 à 2013, soit cinq saisons de relevés de terrain. Durant ces cinq saisons, un total de 357 indices de présence a pu être récolté, trouvés entre 2 973 et 3 957m d'altitude (la moyenne est de 3 377m). Le nombre de jours passés sur le terrain fut variable selon les années, à savoir 20 jours en 2009, 15 en 2010, 30 en 2011, 45 en 2012 et 2013.

Le nombre de transects effectués ainsi que le nombre d'indices récoltés ont été variables selon les années. A titre d'exemple, durant les périodes d'étude des années 2009 et 2010, de nombreux indices de présence ont été relevés en peu de temps sur le terrain (moyenne d'environ 7 indices par transect), alors qu'en 2012 moins d'indices de présence ont été relevés au vu du temps passé sur le terrain (moyenne de 2,5 indices par transect) (Figure 9 - b).

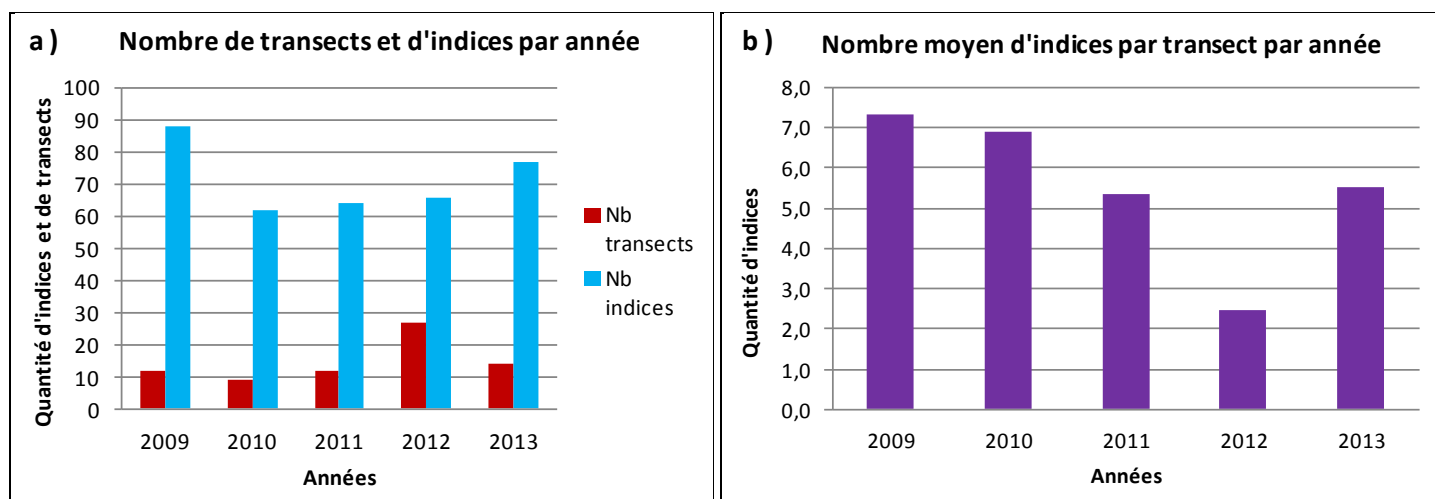


Figure 9 : a - Nombre d'indices de présence relevés et de transects réalisés par année ; b - Nombre moyen d'indices de présence de la panthère des neiges par transect par année, de 2009 à 2013, dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

B. Nombre d'indices de présence trouvés en fonction des différentes zones échantillonnées

D'après la carte ci-dessous (Figure 10) et les données numériques (Tableau 1), il apparaît que seule la zone de Sarychky présente plus de 10 indices par transect effectués. D'autre part, dans six autres zones, à savoir Bachkul, Bordu, Chomoi, Ekibaytal, Kesel-Angur, Sirdibai et Solomo, 5 à 10 indices ont été trouvés par transects. Parmi celles-ci, Bachkul et Bordu présentent les plus forts ratios, à savoir 10 à 9,3 indices par transect respectivement. Il faut cependant noter que Chomoi, Bachkul et Kesel-Angur n'ont été échantillonnées qu'une seule fois chacune, et les trois transects d'Ekibaytal n'ont été effectués que sur deux jours consécutifs. Au contraire, les zones de Sirdibai, Solomo et Uchbaytal ont été échantillonnées 11, 10 et 10 fois respectivement.

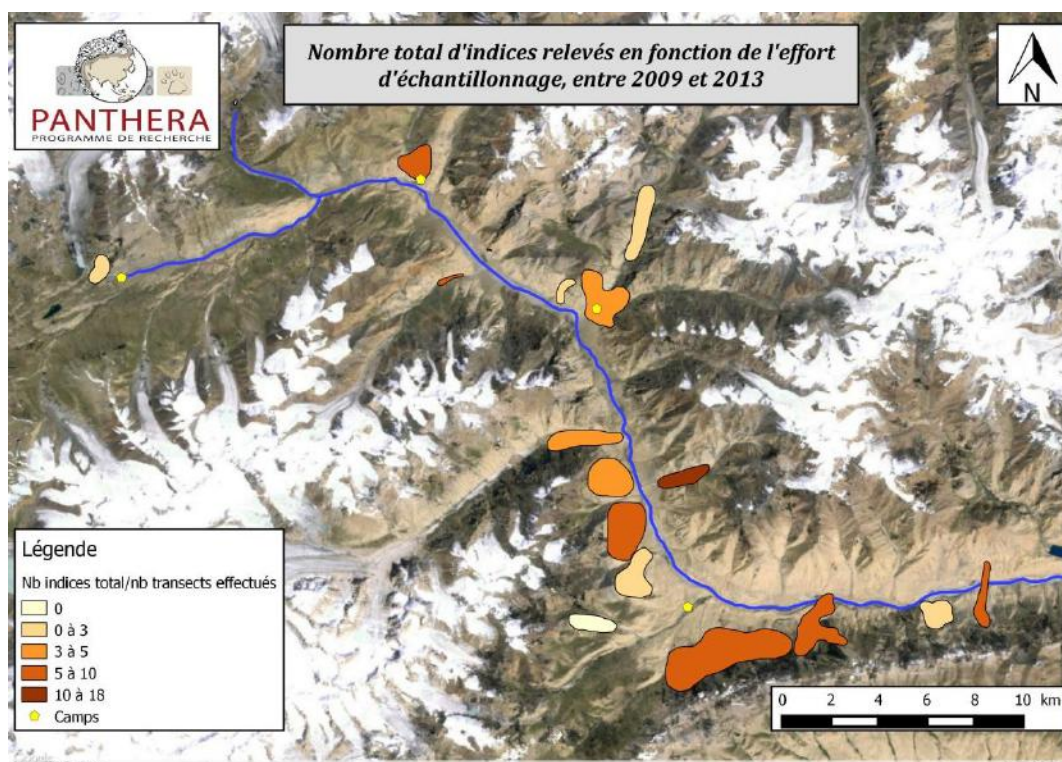


Figure 10 : Répartition des indices de présence de la panthère des neiges relevés en fonction de l'effort d'échantillonnage de 2009 à 2013 par zone de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

A l'inverse, sept zones présentent un ratio inférieur à trois indices par transects, à savoir Atcha, Boroko, Kachkateur, Koyoundou (qui n'apparaît pas sur cette carte) et Temirzoo, pour lesquelles il n'y a eu qu'un unique transect d'effectué, ainsi que Birbaytal et Kocheuteuk qui ont été échantillonnées cinq et quatre fois respectivement.

Toutes zones confondues, le nombre moyen d'indices par transect est de 5,6. En précisant selon chaque type d'indices, cela donne :

- 1,2 empreintes par transect
- 1,8 fèces par transect
- 2,7 grattages par transect

Soit en moyenne 2,25 fois plus de grattages que d'empreintes, et 1,5 fois plus de grattages que de fèces. Concernant les empreintes, huit zones dépassent cette moyenne, et deux seulement présentent un ratio supérieur à 2 empreintes par transect, à savoir Bordu et Ekibaytal (Annexe 3). Pour les fèces, sept zones présentent un ratio supérieur à la moyenne ci-dessus, et trois d'entre elles ont un nombre de fèces par transect supérieur à 4 : Bachkul, Chomoi et Sarychky (Annexe 4). Enfin, sept zones ont un nombre de grattages par transect supérieur ou égal à la moyenne. Parmi celles-ci, trois ont un ratio supérieur ou égal à 4, à savoir Bachkul, Sarychky et Solomo (Annexe 5).

Tableau 1 : Récapitulatif du nombre d'indices trouvés et du nombre de transects effectués dans les différentes zones de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

LIEU	FE	PUG	SC	Total général	Nb transects effectues	FE/nb transects	PUG/nb transects	SC/nb transects	Total/nb transects
Atcha-tekteur	0	1	1	2	1	0,0	1,0	1,0	2,0
Bachkul	4	2	4	10	1	4,0	2,0	4,0	10,0
Birbaytal	4	4	3	11	5	0,8	0,8	0,6	2,2
Bordu	14	9	14	37	4	3,5	2,3	3,5	9,3
Boroko	0	2	0	2	1	0,0	2,0	0,0	2,0
Chomoi	6	0	0	6	1	6,0	0,0	0,0	6,0
Djamansou	1	1	1	3	1	1,0	1,0	1,0	3,0
Ekibaytal	1	9	8	18	3	0,3	3,0	2,7	6,0
Koïlu	14	8	5	27	6	2,3	1,3	0,8	4,5
Kachkateur	0	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	0,0
Kesel-Angur	2	2	3	7	1	2,0	2,0	3,0	7,0
Kirkchoro	5	2	2	9	3	1,7	0,7	0,7	3,0
Kocheuteuk	0	1	4	5	4	0,0	0,3	1,0	1,3
Koyoundou	0	1	0	1	1	0,0	1,0	0,0	1,0
Sarychky	20	7	46	73	5	4,0	1,4	9,2	14,6
Sirdibai	14	20	38	72	11	1,3	1,8	3,5	6,5
Solomo	17	4	48	69	10	1,7	0,4	4,8	6,9
Temirzoo	0	1	0	1	1	0,0	1,0	0,0	1,0
Uchbaytal	21	7	14	42	10	2,1	0,7	1,4	4,2
Moyenne	6,5	4,3	10,1	20,8	3,7	1,6	1,2	2,0	4,8
Total	123	81	191	395	70	1,8	1,2	2,7	5,6

Légende :

- FE = Fèces
- PUG = Empreintes
- SC = Grattages
- Jaune : zones sélectionnées pour l'étude
- Orange : zones à fort potentiel

Les zones de Bordu, Koïlu, Sarychky, Sirdibai, Solomo et Uchbaytal (en jaune dans le tableau 1) étant les plus riches et les plus étudiées, la suite des analyses ne s'est porté que sur ces zones.

C. Répartition des transects et des différents indices à l'intérieur des zones

La répartition et le nombre des transects au sein des différentes zones fut très variable (Figure 11). Sur des zones comme Sirdibai, Ekibaytal et Kocheuteuk, les transects ont été effectués afin de couvrir le maximum de surface, alors que le nombre de transects effectués fut faible au niveau d'Ekibaytal et Kocheuteuk. Pour Sarychky ou Uchbaytal, les transects ont été très régulièrement les mêmes. En effet, Sarychky est une zone de rivière encaissée ne permettant pas de directions variées de transect. Pour Uchbaytal, sur l'ensemble des dix transects effectués, seuls deux n'ont pas suivi la même crête que les autres.

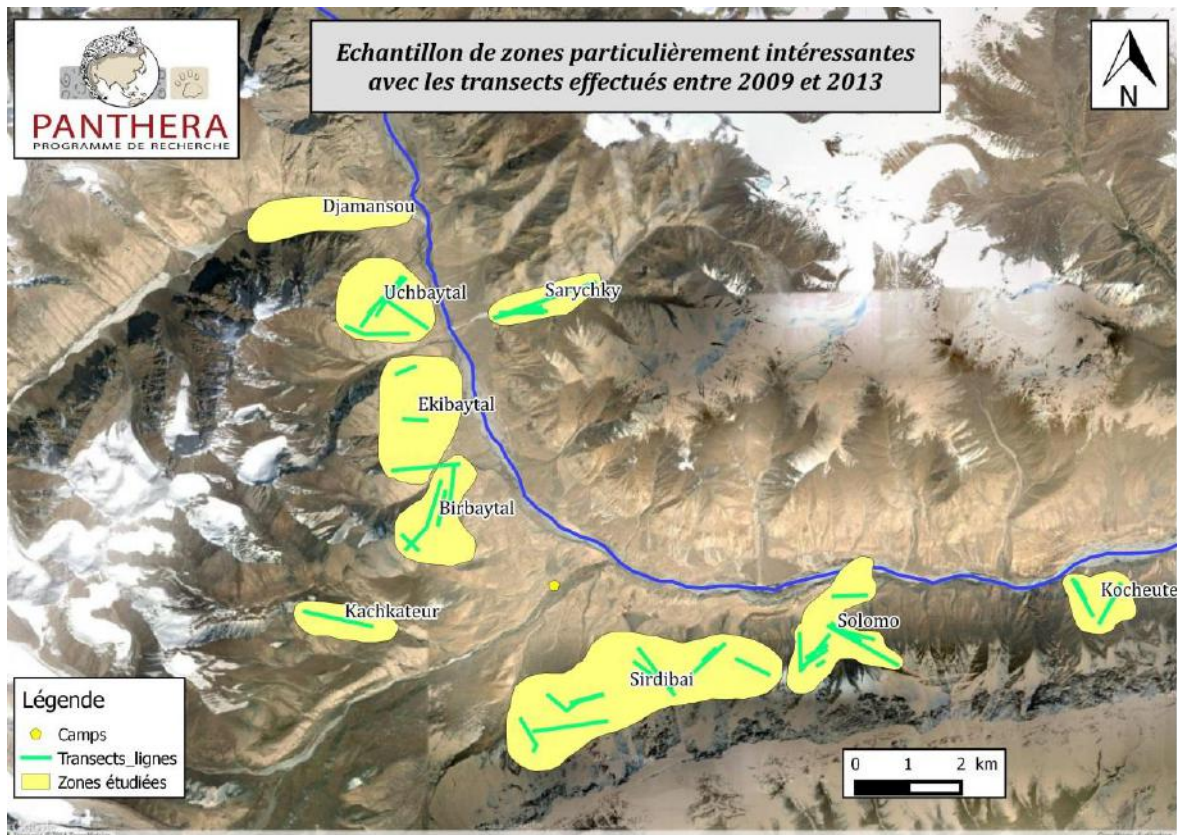


Figure 11 : Répartition des transects à l'intérieur d'une partie des zones de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

- Sirdibai (et Solomo)

La répartition des transects sur Sirdibai a été particulièrement homogène (Figure 12), permettant ainsi une bonne couverture d'étude de la zone. Celle-ci a été échantillonnée au moins deux fois par an à partir de 2010, avec un record de quatre transects en 2012.

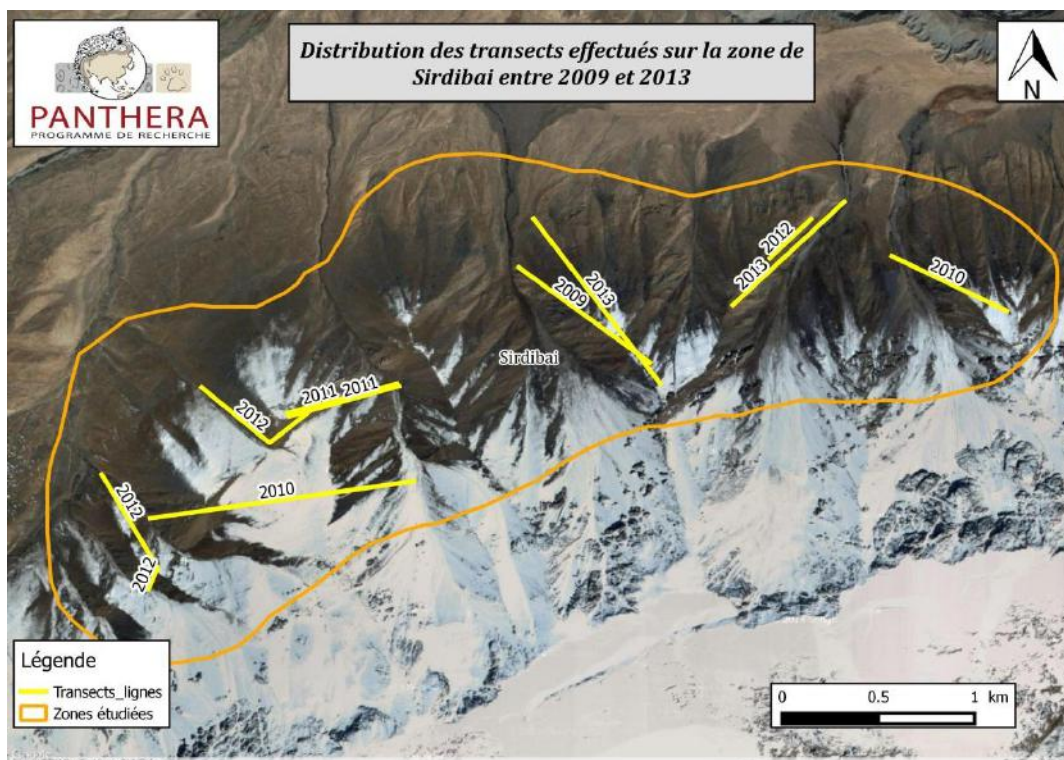


Figure 12 : Distribution des transects réalisés de 2009 à 2013 à Sirdibai dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

Les indices de présence étaient répartis de façon homogène sur l'ensemble des transects (Figure 13). Pour une année donnée, les indices frais ne se trouvaient pas sur l'ensemble de la surface, puisqu'il n'a pas été possible de couvrir toute la zone à chaque fois.

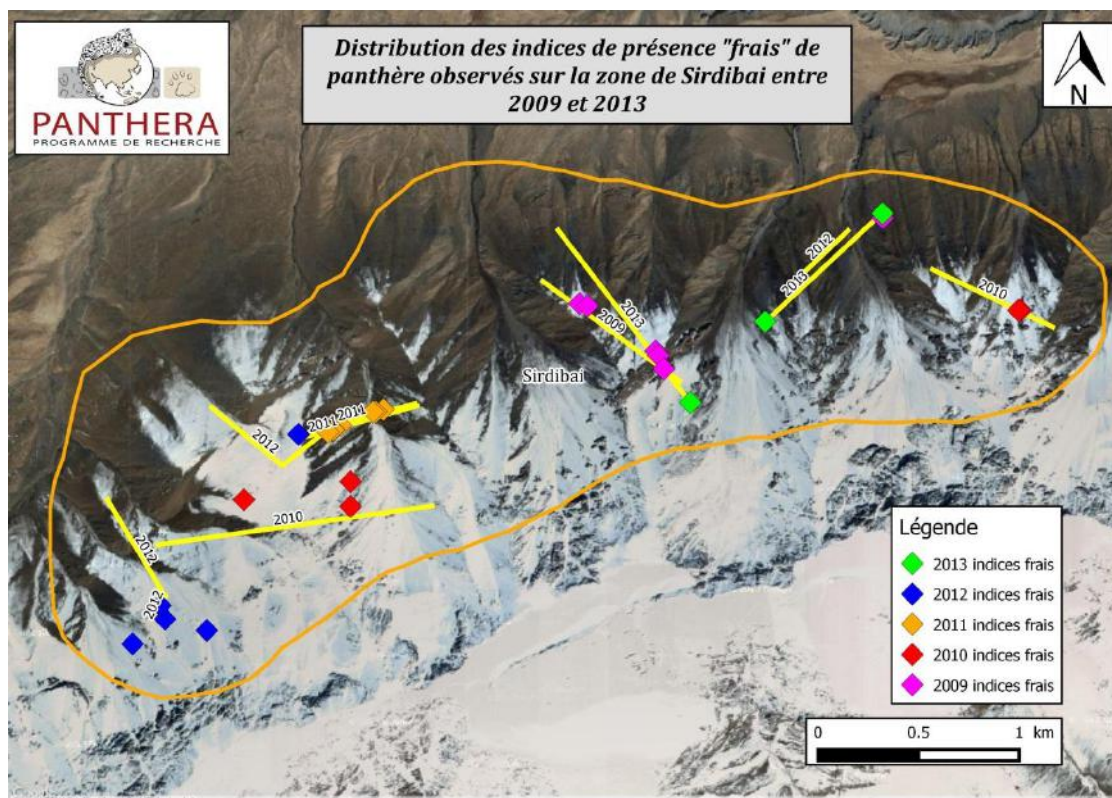


Figure 13 : Distribution des indices de présence d'aspect « frais » (entre un jour et un mois) de la panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 à Sirdibai dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

Les grattages, qui servent à marquer le territoire et peuvent potentiellement en témoigner une limite, se retrouvaient sur l'ensemble de la zone (Figure 14), mais il semblait tout de même y en avoir une concentration plus importante dans la zone centrale (transects des années 2009 et 2013 côte à côte). La densité de grattages aux alentours de Sirdibai, et notamment Solomo (Figure 15), zone pour laquelle nous avons également trouvé de nombreux indices de présence, y était aussi très élevée.

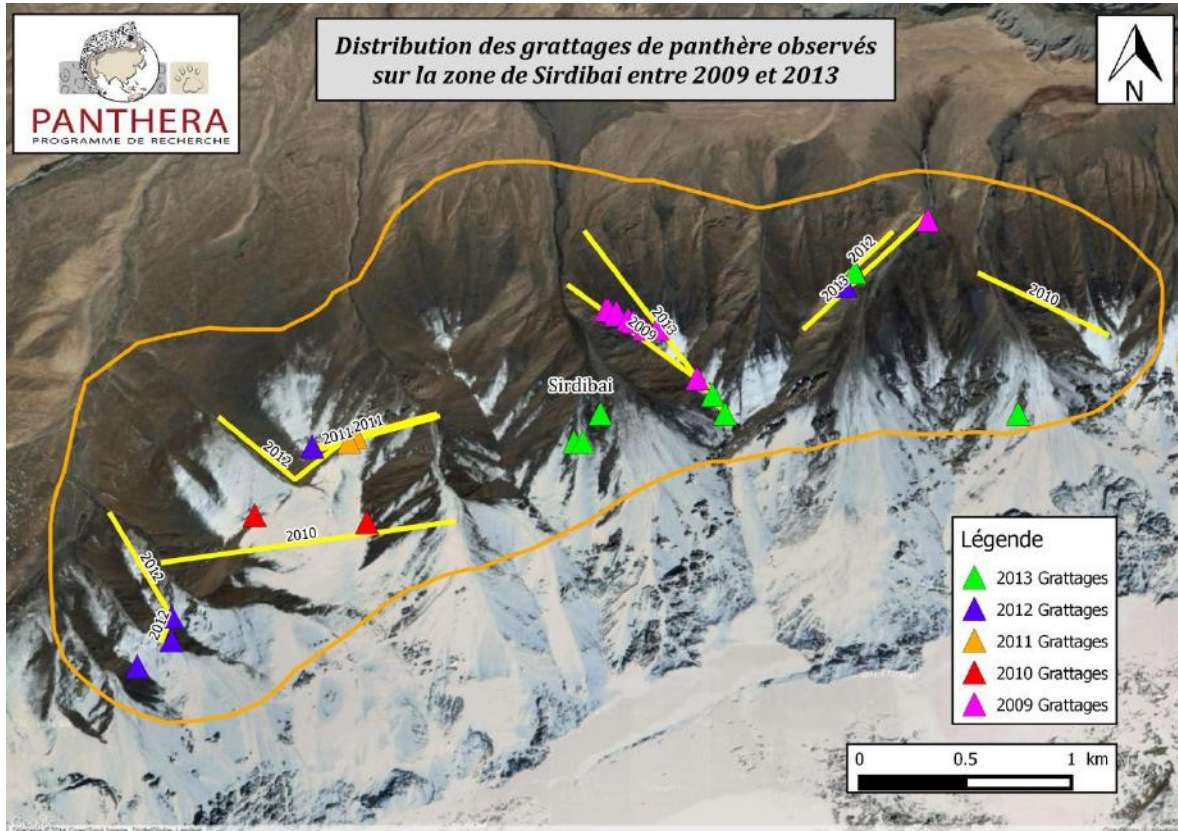


Figure 14 : Distribution des grattages de panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 à Sirdibai dans la réserve de Sa rychat Ertash, Kirghizistan

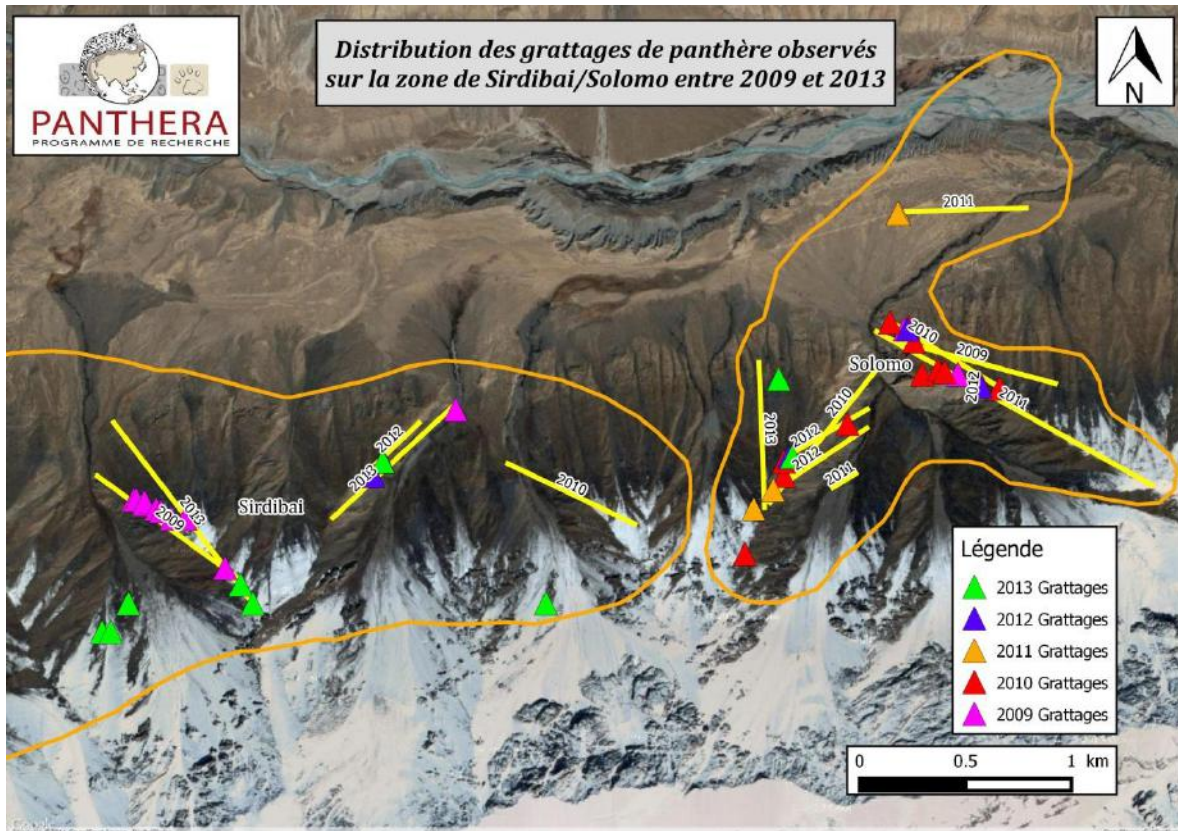


Figure 15 : Distribution des grattages de panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 à Sirdibai et Solomo dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

Concernant Solomo, la quantité de fèces trouvées, comme celle de grattages, y était particulièrement élevée (17 et 48 respectivement). En revanche, le nombre d’empreintes trouvées a été assez faible (4 au total, soit environ une par an), tout comme les indices de présence d’aspect frais. Concernant les indices frais, nous en avons trouvé 12 en 2010 (tous des grattages), quelques-uns en 2009 et 2011 (respectivement 6 et 4), mais plus un seul en 2012 ni 2013. De très nombreux grattages ont été découverts en 2010, à savoir 22 au total, soit près de la moitié des grattages trouvés sur l’ensemble des années. Pour les fèces cependant c’est l’inverse : aucune n’a été trouvée en 2010.

- **Uchbaytal**

En dehors de 2 transects différents, en 2012 et 2013, tous les autres ont été effectués sur une unique crête, et généralement avec les mêmes points de départ et de fin (Figure 16). La quasi-totalité des indices de présence relevés se situaient au même endroit, sur la même ligne, et plus particulièrement au centre de la zone.

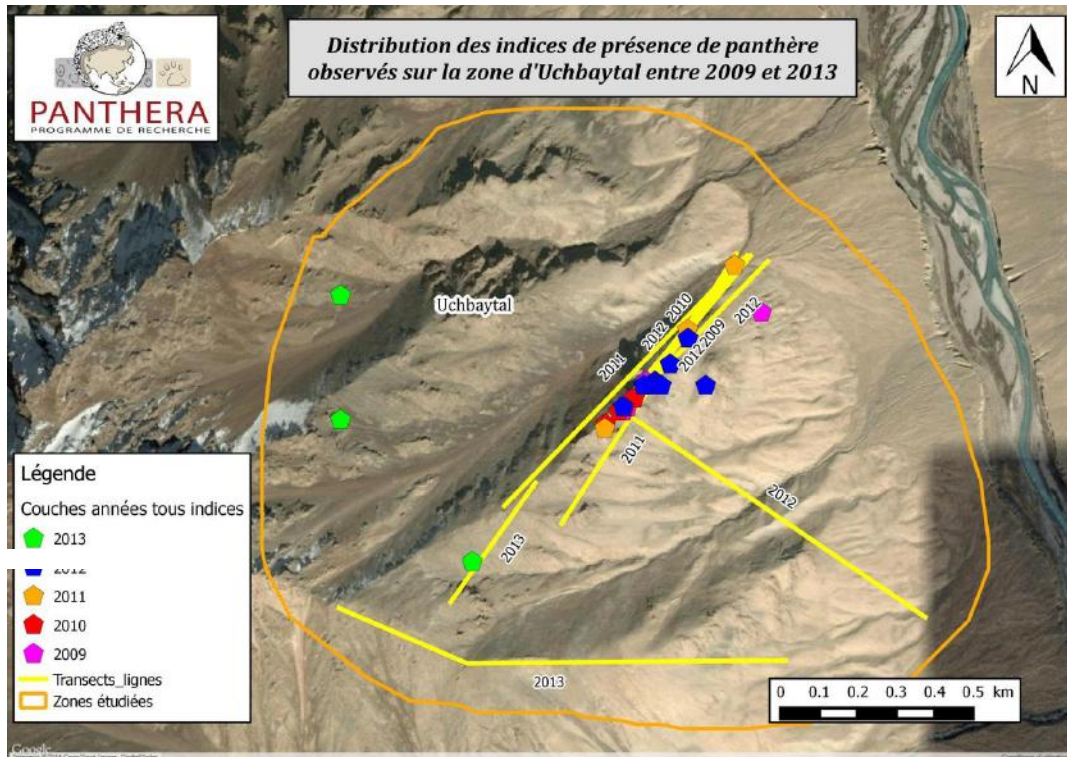


Figure 16 : Distribution des indices de présence de panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 à Uchbaytal dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

Des indices frais n'ont été trouvés qu'en 2010, 2011 et 2012, pour un total de 10 indices frais. Les empreintes ont été rares, à savoir 7 seulement, en 2009, 2011 et 2012. Les grattages ont été plus deux fois plus nombreux (14 au total), mais se concentraient sur une petite zone (Figure 17), en dehors d'un point en 2013. La distribution des fèces, trois fois plus nombreuses que les empreintes (18 au total), a été par ailleurs globalement identique, tout en étant moins concentrée.

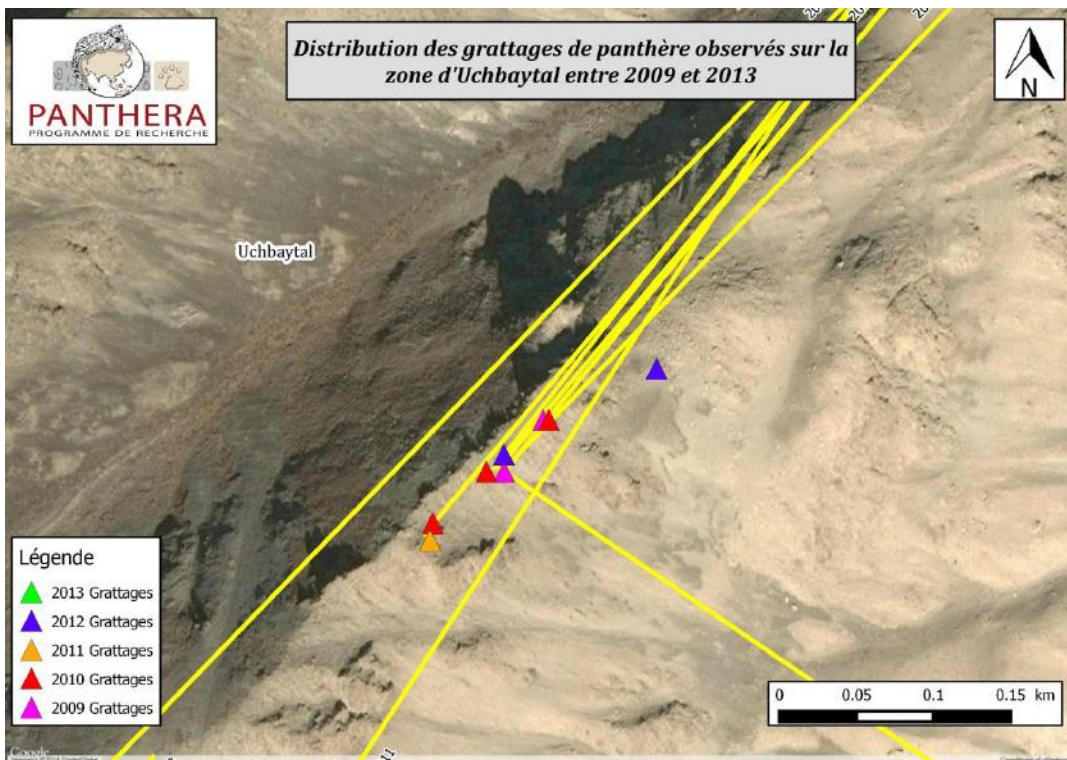


Figure 17 : Distribution des grattages de panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 sur le haut de la crête au centre d'Uchbaytal dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

A ces résultats s'ajoutent trois photographies obtenues grâce aux pièges et attestant de trois passages à l'endroit où l'ensemble des indices de présence étaient concentrés : en août 2009, septembre 2010 et octobre 2010.

- **Sarychky**

A Sarychky, parmi les cinq transects effectués, quatre étaient exactement identiques, et le dernier est simplement plus long (Figure 18). Les indices étaient cependant plus nombreux qu'à Uchbaytal (surtout par rapport au nombre de transects effectués, ici deux fois moins important), et semblaient mieux répartis sur la zone.

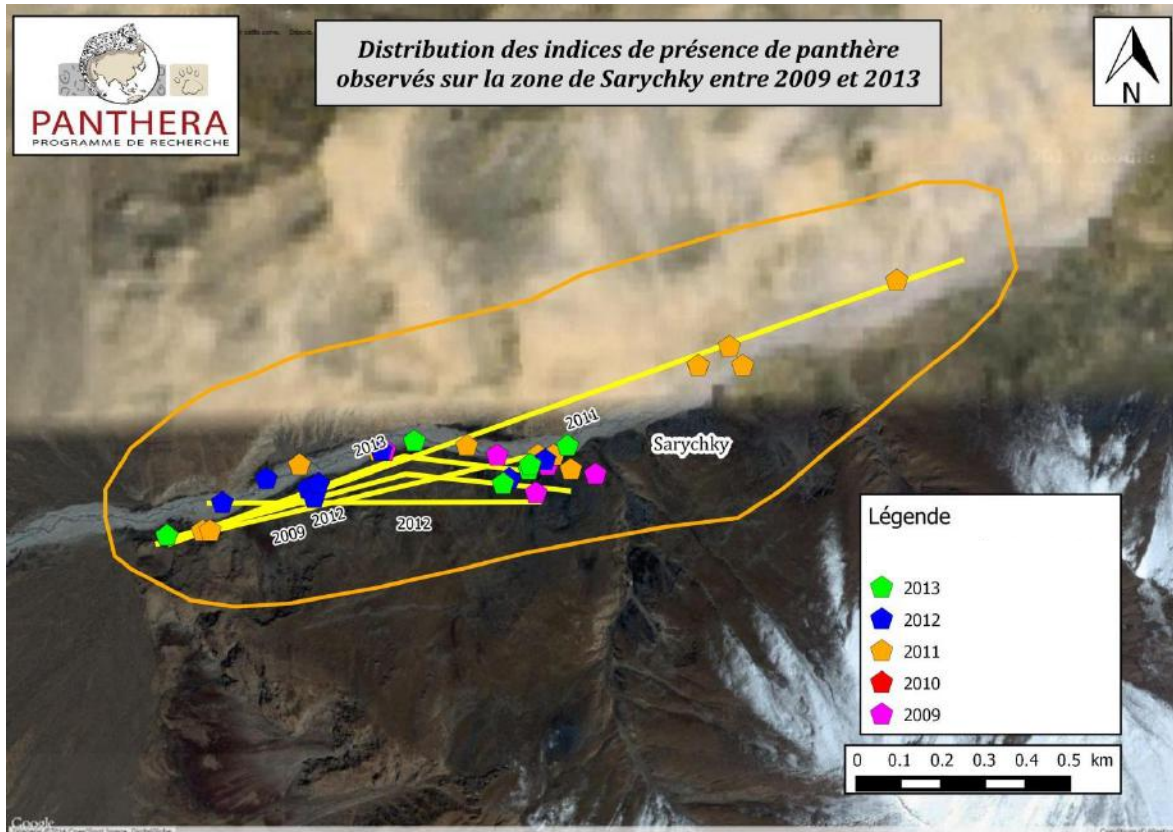


Figure 18 : Distribution des indices de présence de panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 à Sarychky dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

La quantité d'indices frais étaient très élevée, à savoir 19 au total, surtout sur les trois dernières années (7 en 2011, 4 en 2012 et 6 en 2013). A noter qu'aucun transect n'a été effectué dans cette zone en 2011. Enfin, le nombre de grattages étaient vraiment conséquent, avec une moyenne record de 9,2 grattages par transect (Tableau 1), soit 46 grattages au total, dont 3 seulement sur la moitié supérieure qui n'a été échantillonnée qu'une seule fois. A cela s'ajoutent deux photographies prises au même endroit grâce à un piège posé à la fin des transects les plus fréquents, c'est-à-dire environ au milieu de la zone.

- **Koïlu / Gueulu (et Kirkchoro)**

A Koïlu, six transects ont été réalisés, occupant de façon homogène cette zone et notamment les trois crêtes principales (Figure 19). 27 indices de présence ont été trouvés, dont 15 sur la crête centrale, entre « Grand Koïlu », la vallée au-dessus, et « Petit Koïlu », celle en-dessous. Deux transects ont été effectués dans la partie Sud (en-dessous de Petit Koïlu), en 2009 et 2012, mais avec très peu de résultats à chaque fois (un indice trouvé seulement).

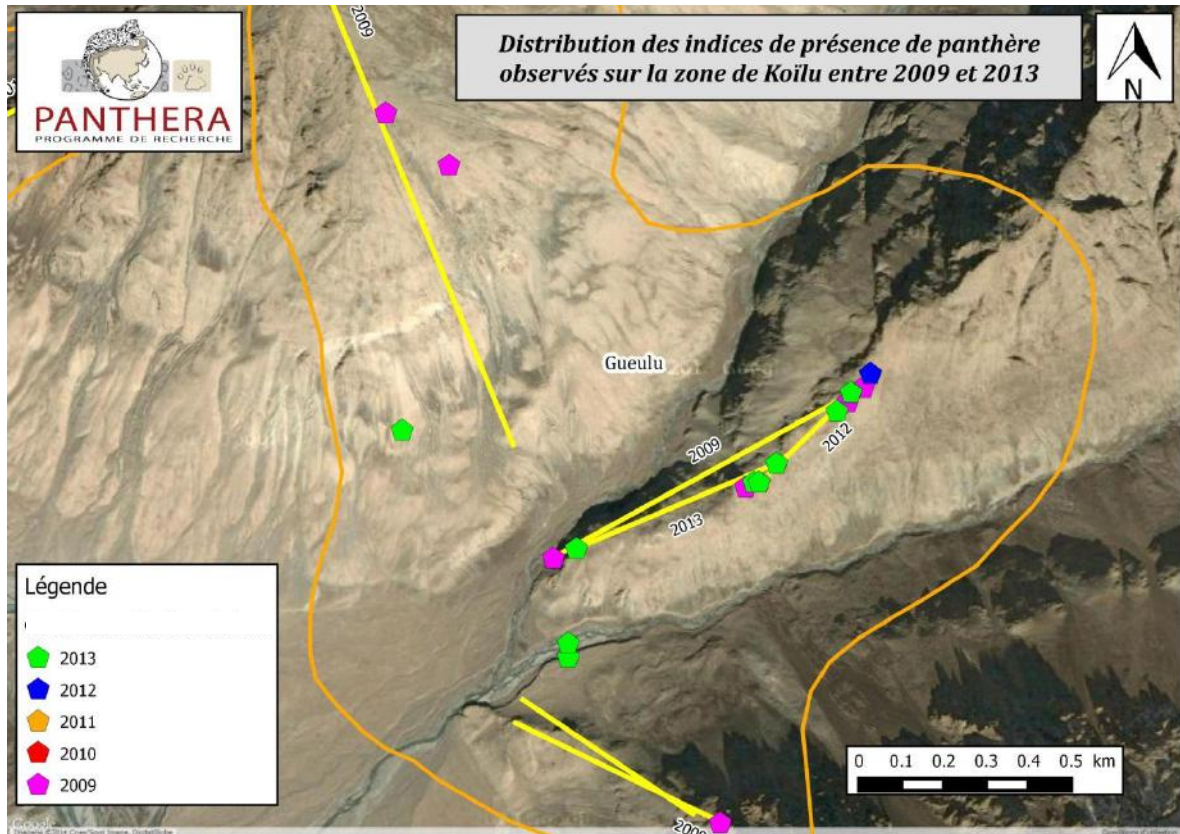


Figure 19 : Distribution des indices de présence de panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 à Koïlu dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

Aucun échantillonnage n'a été effectué sur 2010 et 2011. Cela était dû à l'incapacité de traverser la rivière Ertash à cause d'un niveau d'eau bien trop important en juillet et août 2010 et 2011. En 2012 nous n'avons trouvé qu'un grattage et une fèces, les deux au même endroit. La quasi-totalité des indices de présence de cette zone ont donc été relevés sur deux années seulement : 2009 et 2013.

Au cours de ces deux années, huit indices frais ont été trouvés sur la crête principale et près du cours d'eau. Contrairement aux zones précédentes, peu de grattages ont été trouvés à Koïlu. A l'inverse les empreintes et fèces étaient en nombre relativement important (8 et 14 respectivement), particulièrement bien répartis pour les empreintes. Les fèces étaient également bien réparties en prenant en compte la zone de Kirkchoro qui est proche géographiquement et topographiquement (Figure 20). Trois fèces en 2009, une en 2012 et onze en 2013 ont ainsi été relevés sur les deux zones réunies.

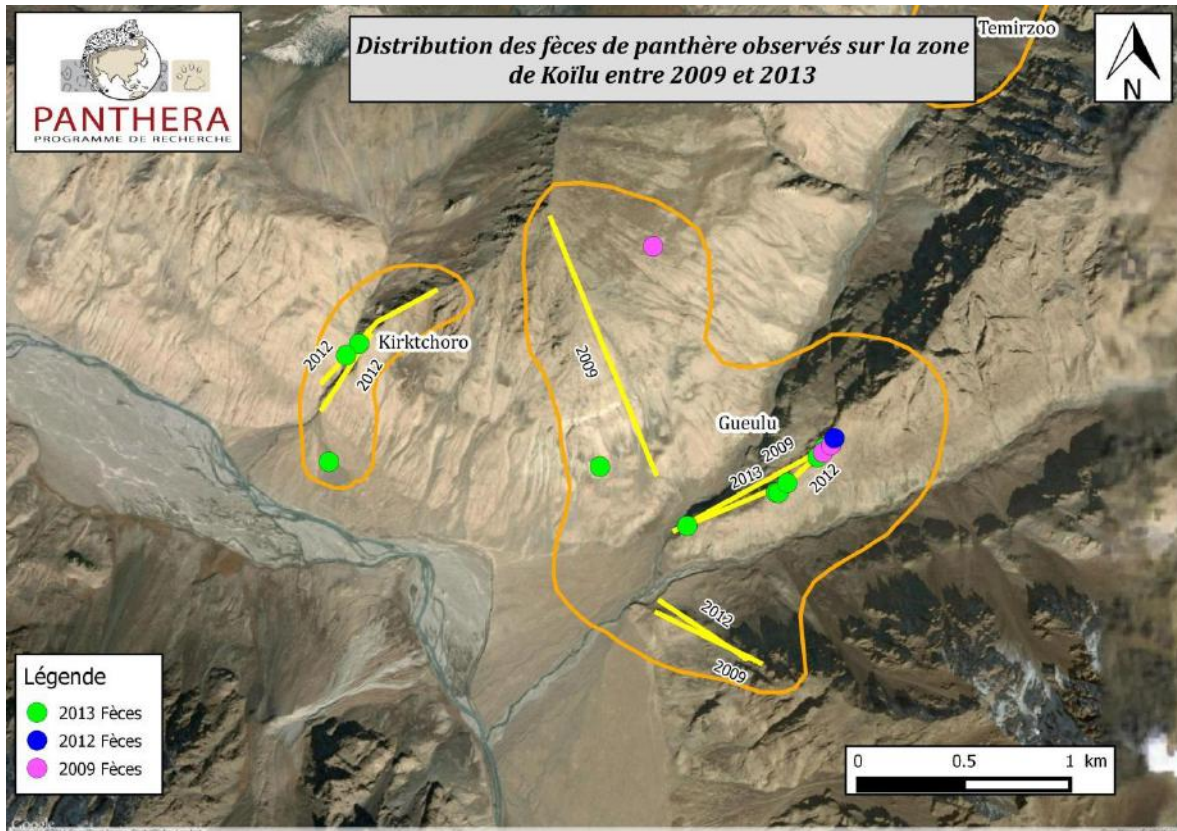


Figure 20 : Distribution des fèces de panthère de neiges relevées de 2009 à 2013 à Koïlu et Kirkchoro dans la réserve de Sa rychat Ertash, Kirghizistan

- **Bordu**

Sur cette zone nous n'avons aucune donnée pour 2010 et 2011, et n'avons trouvé qu'un grattage et une fèces en 2012. Les transects, au nombre de quatre, étaient assez bien répartis sur le territoire (Figure 21), et des indices frais ont été trouvés sur chacun d'entre eux.

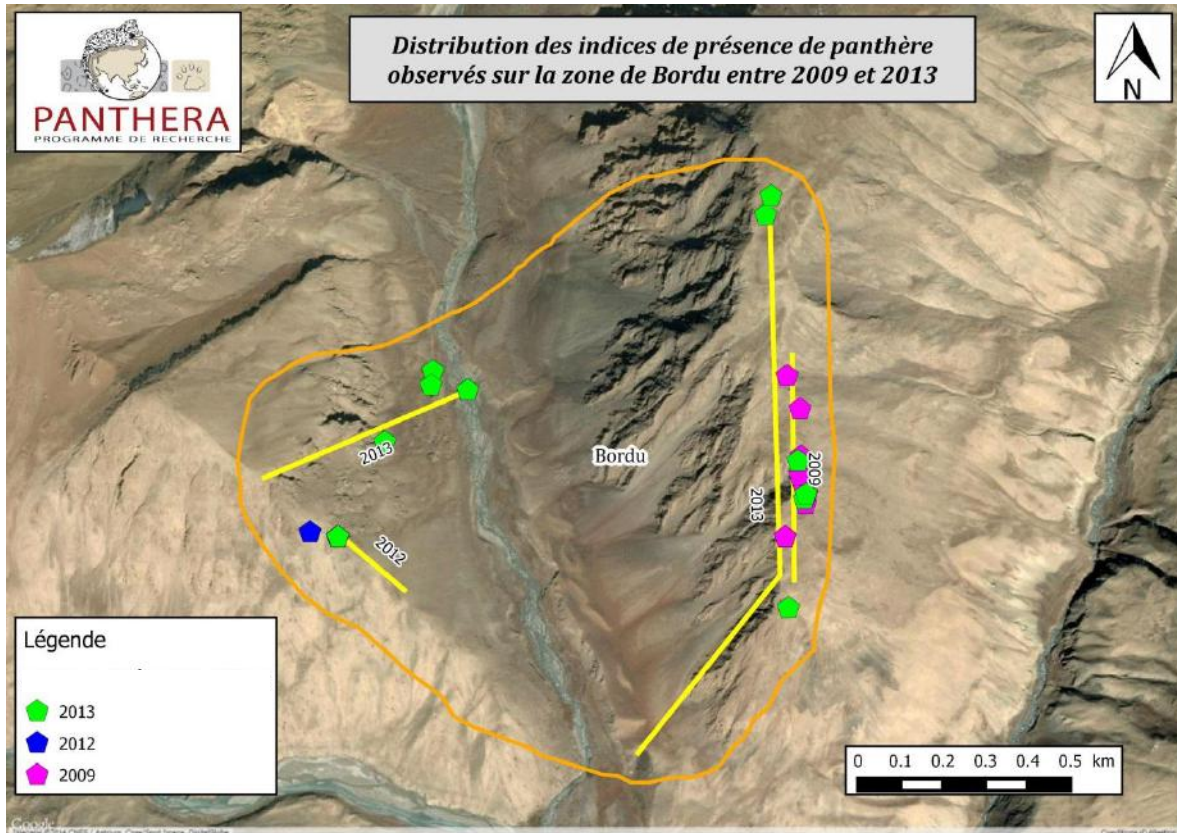


Figure 21 : Distribution des indices de présence de panthère des neiges relevés de 2009 à 2013 à Bordu dans la réserve de Sa rychat Ertash, Kirghizistan

A Bordu, 9 empreintes, 14 grattages et 14 fèces ont été trouvés. Les grattages se situaient en majorité sur la crête est. Concernant les fèces, une a été trouvée en 2009 sur la rive gauche de la rivière, une en 2012 sur la rive droite, et trois de chaque côté en 2013.

D. Répartition des indices de présence des concurrents de la panthère (loups)

Entre 2009 et 2013, 93 indices de présence de loups (empreintes, fèces, et deux grattages) ont été dénombrés. La répartition sur les différentes zones est telle que présentée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Récapitulatif de la distribution des indices de présence (panthère des neiges, loup) sur les différentes zones de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

LIEU	Nb transects effectués	Total indices Panthères	Total indices panthères/nb transects	Total indices Loup	Total indices Loup/nb transects
Atcha-tektek	1	2	2,0	14	14,0
Bachkul	1	10	10,0	2	2,0
Birbaytal	5	11	2,2	5	1,0
Bordu	4	37	9,3	15	3,8
Boroko	1	2	2,0	3	3,0
Chomoi	1	6	6,0	1	1,0
Djamansou	1	3	3,0	0	0,0
Ekibaytal	3	18	6,0	7	2,3
Koïlu	6	27	4,5	29	4,8
Kachkateur	1	0	0,0	0	0,0
Kesel-Angur	1	7	7,0	0	0,0
Kirktchoro	3	9	3,0	1	0,3
Kocheuteuk	4	5	1,3	2	0,5
Koyoundou	1	1	1,0	0	0,0
Sarychky	5	73	14,6	13	2,6
Sirdibai	11	72	6,5	29	2,6
Solomo	10	69	6,9	9	0,9
Temirzoo	1	1	1,0	1	1,0
Uchbaytal	10	42	4,2	14	1,4
Toutes zones	70	395	5,6	145	2,1

Légende :

- Jaune : zones sélectionnées pour l'étude
- Orange : zones à fort potentiel

Parmi les six zones que nous avons précédemment étudiées (en jaune dans le tableau 2), quatre d'entre elles présentaient un ratio « nombre d'indices par transect » supérieur à la valeur toutes zones confondues qui était de 2,1 indices par transect. Les deux autres (Solomo et Uchbaytal) avaient un ratio inférieur, celui de Solomo étant deux fois plus faible que la moyenne toutes zones confondues. De plus, puisque nous comparons avec la moyenne, il faut noter que celle-ci était particulièrement augmentée par l'excellent ratio que présente la zone d'Atcha. Les zones potentiellement intéressantes présentaient également un ratio élevé (sauf la zone de Chomoi).

Le tableau a mis en avant que pour les zones où il y avait un fort ratio (>4) total indices panthères/nb transects, ce même ratio est très petit pour le loup (<2), et réciproquement. La zone de Koïlu faisait office d'exception avec un ratio proche de 5 pour les deux espèces.

Ce qu'ont mis également en évidence le tableau 2 et la figure 22, c'est qu'il y avait certaines zones avec très peu d'indices de présence (Kirktchoro et Kocheuteuk par exemple) panthère et loup confondus, alors que les autres zones avaient en général un ratio total indices/nb transects supérieur à 2 pour les deux espèces.

Enfin, l'altitude moyenne à laquelle se situent les indices de présence de loups est de 3 358 m, contre 3 377 m pour la panthère, ce qui représente une faible différence.

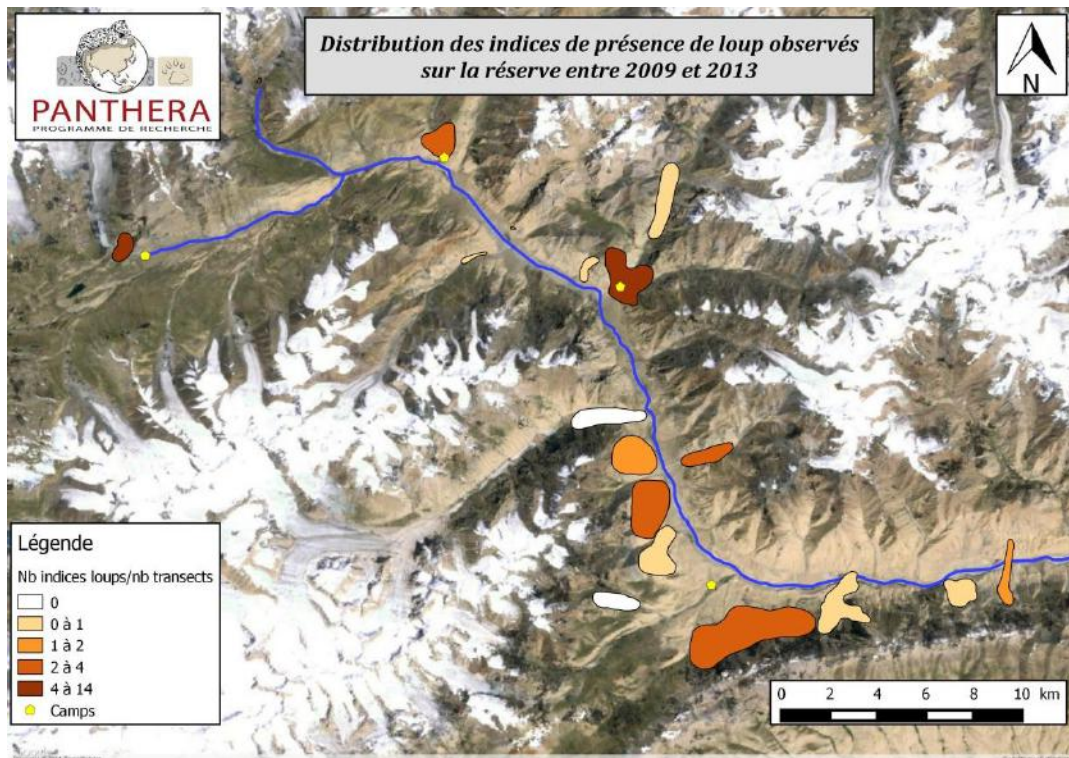


Figure 22 : Nombre d'indices de présence de loup en fonction de l'effort d'échantillonnage sur les différentes zones de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

E. Résultats obtenus grâce aux pièges-photographiques

Du début d'été 2009 au début d'été 2013, des clichés de neuf passages de panthères (photographies en annexes 6 à 9) ont été pris :

- 1 à Uchbaytal en Août 2009 montrant un individu (Annexe 6)
- 2 à Uchbaytal en Septembre et Octobre 2010 montrant une panthère seule sur chaque (Annexe 7)
- 4 à Solomo en Août et Octobre 2011 montrant une panthère seule sur les trois premiers passages, et deux panthères sur le dernier, certainement mère et petit (photographie prise hors période de reproduction), à 45 minutes d'intervalle du troisième passage (Annexe 8)
- 2 à Sarychky en Septembre et Octobre 2011 montrant à chaque fois une panthère des neiges (Annexe 9)
- 0 en 2012

Les panthères qui ont été prises en photographie par le piège à Sarychky à un mois d'intervalle en 2011 montrent les mêmes ocelles sur leur patte antérieure gauche (Figure 23) révélant qu'il s'agissait du même individu. De même, les panthères des deux premiers passages à Solomo en 2011 étaient un même individu (Figure 24). En revanche, les panthères des troisième et quatrième passages n'ont pas pu être identifiées comme étant la même.

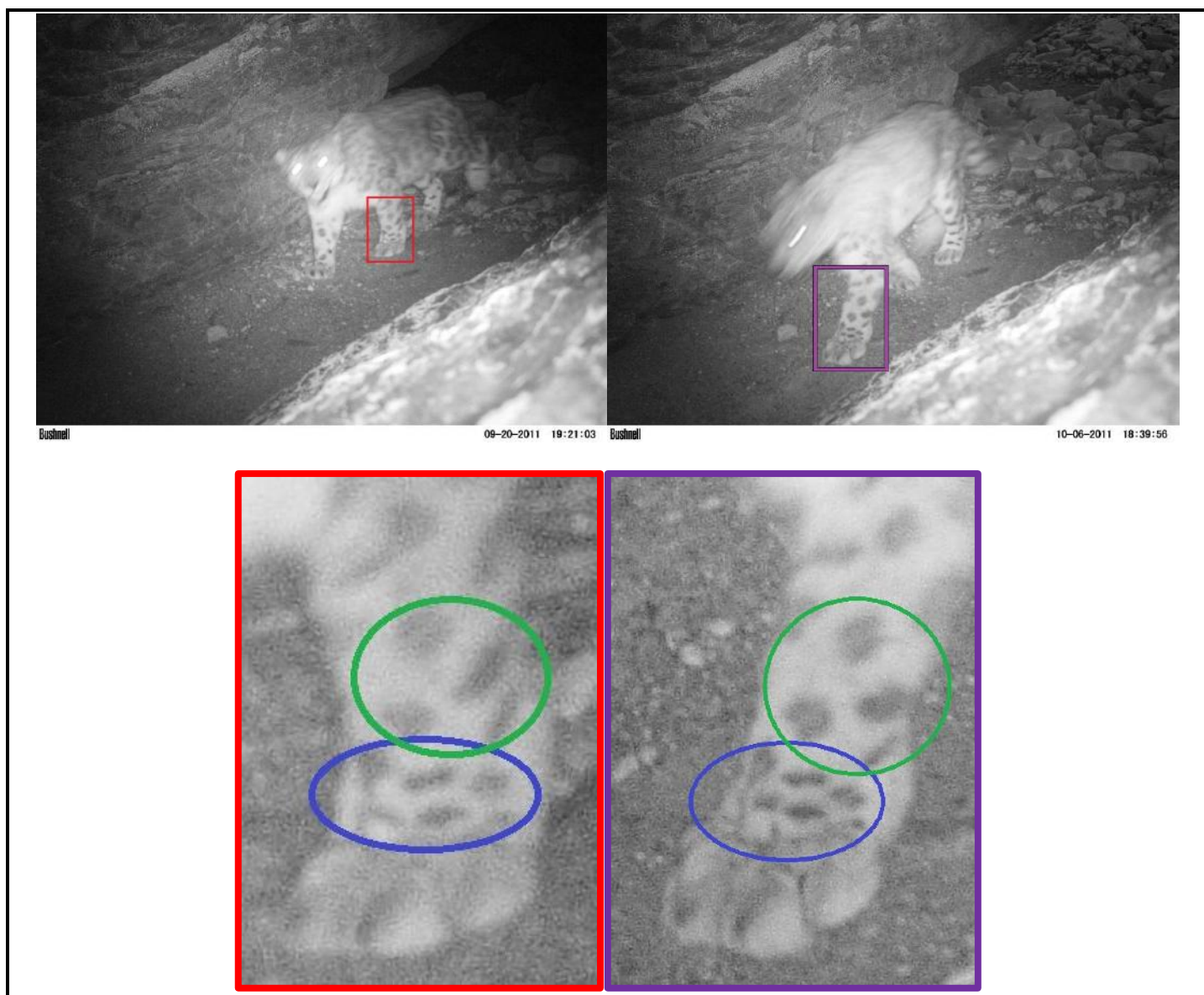


Figure 23 : Comparaison des motifs de la robe d'une panthère sur deux passages différents à Saarychky, les 20 Septembre (à gauche) et 6 Octobre (à droite) 2011 dans la réserve de Saarychat Ertash, Kirghizistan

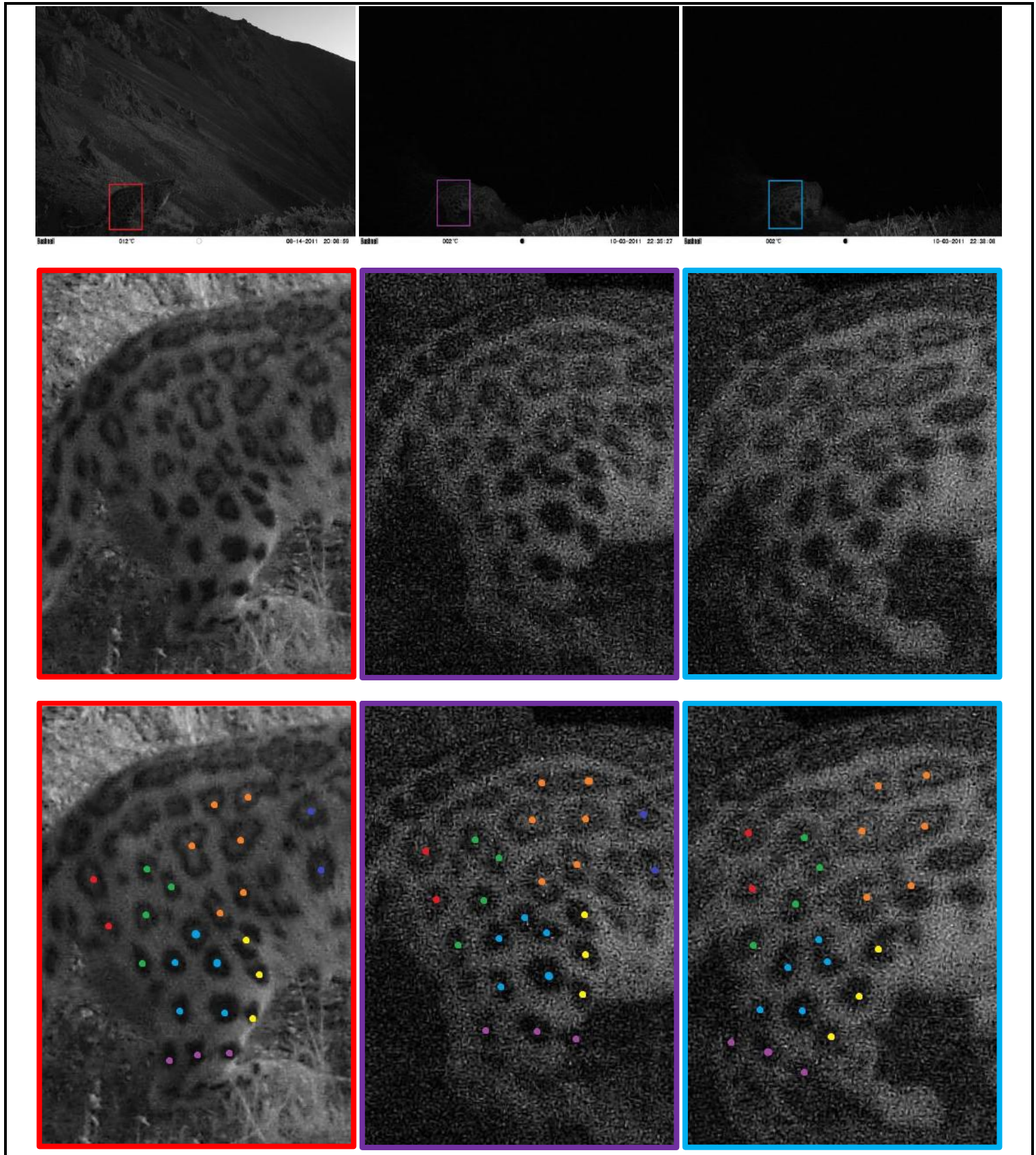


Figure 24 : Comparaison des motifs de la robe d'une panthère sur deux passages différents à Solomo, les 14 Août (photo de gauche) et 3 Octobre (deux photos de droite, représentant le même individu) dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan

IV. DISCUSSION

A. Résultats principaux

Le nombre moyen d'indices par transect a quasiment été divisé par trois entre 2009 et 2012, avant d'augmenter en 2013. D'autre part le nombre de transect effectués a fait plus que doubler entre 2009 et 2012 avant de redescendre en 2013.

Le fait d'augmenter le nombre d'expéditions et donc le temps passé dans la réserve d'une année sur l'autre a pu perturber la faune. Plus particulièrement, l'année 2012 a été la première où des expéditions ont eu lieu dans la réserve dès juin, ce qui pourrait éventuellement expliquer le manque d'indices de présence. Cependant en 2013 il en était de même, et le nombre d'indices a pourtant été plus élevé qu'en 2012, ce qui semble infirmer cette hypothèse. Enfin, la dernière hypothèse serait qu'un nombre important de transects ait été effectué afin de poser, relever, ou vérifier la batterie des pièges photos, et que la recherche d'indices ait dans ce cas été secondaire. Cette dernière hypothèse semble la plus probable, confirmée en partie par le nombre très important de telles actions lors des transects de 2012.

- Nombre d'indices de présence trouvés en fonction des différentes zones échantillonnées

Il semblerait que la panthère des neiges est plus présente dans la partie située autour du camp d'Eshegart, ainsi qu'aux alentours du camp de Bordu. De plus, en dehors de Kachkateur où aucun indice n'a été trouvé, l'ensemble des zones présentent un ratio d'au moins un indice par transect. Si ce résultat est pondéré et ne signifie pas que nous avons toujours trouvé au moins un indice sur chaque transect effectué, il permet tout de même d'attester que la panthère des neiges est présente sur l'ensemble des zones étudiées. Cette présence n'est peut-être pas régulière, c'est-à-dire que nous ne sommes pas en mesure d'affirmer que chaque zone constitue une partie d'un territoire de panthère des neiges. Cependant il est probable que des panthères des neiges se déplacent au moins occasionnellement sur l'ensemble des zones étudiées.

- Répartition des transects et des différents indices à l'intérieur des zones

- Sirdibai et Solomo

En ce qui concerne la zone de Sirdibaï, le nombre d'indices de présence de panthère des neiges atteste de la présence régulière d'une ou plusieurs panthères des neiges. Dans le cas d'une seule panthère, le grand nombre d'indices de présence frais sur l'ensemble de cette zone en période estivale signifie que cet individu arpenterait l'ensemble de cette zone en moins d'un mois. Etant donné que cette zone fait environ 5 km dans sa plus grande longueur, et qu'une panthère parcourt par jour une distance moyenne minimum en ligne droite (McCarty 2005, sud-ouest de la Mongolie) de 5,1 km (variation de 0,5 à 10,8 km), avec plus de déplacements en été (6,8 km/jour) qu'en hiver (3,9 km/jour), cette hypothèse paraît donc acceptable. De plus, la zone de Sirdibai a une superficie d'environ 7 km². Il est donc possible qu'une unique panthère vive dans cette zone là, et que son territoire s'étende même au-delà car la superficie minimale des territoires estimée au Kirghizistan est de 20 km² (Koshkarev 1989). De plus, la présence importante de marquages de territoire (48 grattages sur l'ensemble des 5 années) au niveau de la zone Solomo, constituée d'une crête importante, signifierait la limite du territoire de la panthère de Sirdibai qui s'étendrait plus au nord et à l'ouest de Sirdibai. La concentration de grattages au milieu de Sirdibai, qui était un peu plus importante que sur le reste de la zone, ne semble pas signifier un marquage de territoire, car cette concentration reste faible en comparaison de celle entre Sirdibai et Solomo et un territoire entre ces deux concentrations de grattages serait bien trop petit.

Concernant Solomo, les différences observées concernant la quantité des différents types d'indices relevés selon les années sont difficilement explicables, tout comme la diminution d'indices ces dernières années. Cela est d'autant plus étonnant qu'en 2012 trois transects ont été effectués dans cette zone, pour seulement six indices de présence au total, soit un ratio de deux indices par transect, ce qui est extrêmement peu comparé au ratio toutes années confondues qui est ici de sept indices par transect environ. Nous pouvons émettre l'hypothèse que les territoires ont évolué, et que la présence de panthères dans cette zone a été globalement moins importante ces dernières années.

Enfin, nous pourrions émettre l'hypothèse qu'une unique panthère vit sur le versant sud de la vallée de la rivière Uchköl (celle de la partie basse de la réserve). En effet, si nous regroupons les zones de Sirdibai, Solomo, Kocheuteuk et Bachkul, nous obtenons un territoire d'environ 40 km², ce qui correspond à la moyenne estimée au niveau national (Koshkarev 1989). Il est possible que ce territoire soit encore plus grand, dans le cas où le nombre de proies soit faible, ou plus petit dans le cas inverse.

- **Uchbaytal**

Les deux points les plus à l'ouest et excentrés ont sûrement été mal notés, car ils ne se situent pas aux alentours des transects effectués, à moins que ce ne soit les points de début et fin du transect de 2013 qui aient été mal répertoriés.

Les résultats obtenus concernant la zone d'Uchbaytal attestent d'un passage régulier de panthère des neiges au niveau de cette crête. Nous pourrions émettre l'hypothèse, grâce à la présence concentrée de grattages, que cette crête est une limite de territoire. Cependant, comme nous l'avons vu sur Sirdibai et Solomo, il est possible que des grattages plus nombreux se trouvent sur une crête voisine non échantillonnée. Etant donné l'absence d'information sur le reste de la zone, aucune extrapolation ne peut être effectuée concernant le territoire potentiel d'une panthère à cet endroit. Les données de cette zone sont donc suffisantes pour affirmer qu'il y a une présence régulière de panthère sur cette zone, ce qui est appuyé par l'obtention de photographies en 2009 et 2010, mais pas pour pousser l'analyse plus loin.

- **Sarychky**

Si, de la même façon qu'à Uchbaytal, nous n'avons pas de données sur les crêtes et pentes alentours, les données plus conséquentes obtenues sur cette zone et leur meilleure répartition nous permettent tout de même de supposer qu'il s'agit d'une limite de territoire. Le fait que la rivière forme une barrière naturelle donne d'autant plus de crédit à cette éventualité. Cependant cela reste une hypothèse, et nous pouvons donc pour le moment simplement affirmer qu'une ou des panthères vivent régulièrement sur cette zone, comme nous avons pu le voir sur les deux photos de la même panthère prises à un mois d'intervalle.

- **Koïlu / Gueulu (et Kirkchoro)**

Nous avons affirmé au début que le nombre d'indices par transect était suffisamment élevé dans cette zone (4,5) pour attester d'une présence effective et régulière. Or il apparaît qu'il nous manque quasiment des données sur 3 années (aucun transects en 2010 et 2011 ; très peu d'indices trouvés en 2012). En 2012, il y a tout de même eu deux indices de trouvés, qui plus est d'aspect « frais », ce qui démontre tout de même la présence d'une panthère, mais possiblement moins présente. Nous pouvons également émettre l'hypothèse que le sud de la zone n'est que peu fréquenté par les panthères (un unique indice sur l'ensemble des relevés, en 2009).

- **Bordu**

Nous ne pouvons pas réellement faire d'hypothèses sur cette zone. Encore une fois, nous pouvons simplement affirmer qu'au moins une panthère est présente de façon régulière sur cette zone.

• **Répartition des indices de présence des concurrents de la panthère**

Dans la réserve de Sarychat-Ertash, l'altitude des relevés de présence montre que les loups et les panthères cohabitent, ce qui implique qu'il peut y avoir concurrence pour ces espèces dans la réserve. Il a été observé qu'il y avait des zones évitées par les deux espèces, constituant peut être des patches moins intéressants d'un point de vue des proies. D'après l'observation des données, il apparaît que les fortes concentrations d'indices de présence d'une espèce sont liées à la faible concentration d'indices de présence de l'autre espèce sur la plupart des zones. Ceci indiquerait une concurrence.

La forte concentration d'indices de présence de loup dans la zone d'Atcha (14 en un transect), pourrait indiquer la présence d'une meute dans cette zone.

- Résultats obtenus grâce aux pièges-photographiques

En ce qui concerne l'utilisation de pièges-photographiques, l'identification à l'échelle individuelle reste marginale. En effet, il n'a été possible d'identifier que deux individus à partir de photographies prises à des moments différents. Les panthères sont rarement prises sous le même angle, ce qui est pourtant indispensable dans la comparaison des ocelles. Même lorsque c'est le cas, il reste très difficile de conclure sur la similitude des tâches. Pour le moment et dans notre cas, cet outil reste cantonné à l'information du passage d'une panthère. La seconde limite de cette méthode est la difficulté d'obtention des clichés. Lors de son étude en 2008, McCarthy a été confronté à ce problème dans la réserve de Sarychat-Ertash, où il n'a pu obtenir qu'une unique photographie en sept mois, contre 10 et 28 dans les deux autres sites alors étudiés.

B. Limites de la méthode et perspectives

- Limites de la méthode

Le fait qu'il ait été défini que les paramètres comme l'âge ou la condition physique des participants n'influencent pas les résultats impliquent nécessairement un certain degré de biais dans l'analyse des résultats puisque chaque expédition n'a pas la même puissance d'échantillonnage. Cependant, ce biais est inhérent aux sciences participatives.

Les transects se concentrent parfois trop fortement sur une même zone, sans qu'il y ait suffisamment de variabilité. Cela nous empêche donc d'avoir une vision globale sur l'ensemble de la zone. De plus, les transects n'ont pas été définis de manière aléatoire. Au contraire, nous avons fait le choix de prospecter des zones dont la topographie convienne à la panthère, afin d'augmenter les chances de trouver des indices de présence. Dans ce sens, nous n'avons quasiment aucun transect sur les fonds de vallée par exemple, notamment le long de la rivière principale. Ceci nous empêche donc d'utiliser une méthode statistique qui pourrait nous donner une estimation du nombre de panthères présentes en fonction du nombre d'indices trouvés et de transects effectués (Jackson *et al.* 2005).

Les zones présentées ont été définies plus ou moins arbitrairement, en fonction des transects effectués au départ. Cela permet donc de faciliter l'étude, en pouvant notamment utiliser les noms des zones pour la description, mais elles ne présentent pas toutes la même superficie. Ce biais est nivelé par le fait qu'on ait pris en compte le nombre de transects effectués sur chaque zone (en partie plus important sur de plus grandes zones), mais cela n'est pas suffisant. Nous aurions par exemple pu prendre en compte une zone regroupant Uchbaytal, Ekibaytal et Birbaytal afin de pouvoir comparer les résultats à surface quasi égale avec Sirdibai. De même, il pourrait être intéressant de regrouper les zones de Koïlu et Kirkchoro, qui sont proches géographiquement et topographiquement. Il serait donc intéressant de définir des zones de taille égale, ou de mener l'étude en prenant en compte cette donnée.

La méthode générale que nous avons utilisée ici est la méthode de présence-absence. Celle-ci, comme son nom l'indique, est une méthode qualitative se basant uniquement sur la présence ou non d'une espèce à un moment donné. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle ne fournit pas d'informations concernant l'abondance, la densité de population, ni la condition des individus (Elzinga *et al.* 1998). De plus, il est facile de prouver la présence d'une espèce (il suffit de trouver ne serait-ce qu'un indice de présence), mais l'absence est à l'inverse très compliquée à démontrer. En effet, si aucun indice de présence n'est mis en évidence sur une zone, cela ne suffit pas pour affirmer que l'espèce recherchée n'est pas présente. Il faut alors rechercher les raisons qui auraient pu nous empêcher de trouver des indices de présence, et celles-ci peuvent être nombreuses. Outre les paramètres relatifs au groupe de participants, il se peut que le transect choisi n'ait pas été pertinent, que la météo n'ait pas été bonne et que le vent, la pluie ou le cours d'eau aient détruit les empreintes par exemple, que le relief rende la prospection compliquée, ou encore que le type de substrat (essentiellement rocheux) ne soit pas propice au marquage d'une empreinte. De plus les zones à échantillonner sont extrêmement vastes et il est donc statistiquement peu probable de tomber sur des indices de présence d'animaux aussi rares que la panthère. Enfin, l'échantillonnage ne se fait qu'à une période de l'année (conditions météorologiques obligeant), ce qui introduit nécessairement un biais.

Les hypothèses émises concernant la concurrence entre le loup et la panthère des neiges restent l'objet de nombreuses incertitudes car beaucoup de zones ont été sous échantillonnées par rapport à d'autres (un transect pour Atcha contre dix pour Solomo). De plus, l'observation d'une relation inverse entre la concentration des indices de présence des deux espèces nécessiterait d'être testée statistiquement. Aussi, il serait intéressant de relever les caractéristiques (nombre de proies, végétation, reliefs...) des zones évitées par les deux espèces. Afin de montrer qu'il s'agit bien d'une concurrence alimentaire, il serait intéressant de mener une analyse de régime alimentaire des deux espèces via les fèces. Enfin, la quantité d'indices de présence de loup était largement inférieure à ce que prédisent les gardes suites à leurs observations directes. En effet, il existe certainement un biais dans l'échantillonnage étant donné que les indices de présence sont recueillis en grande partie par des amateurs, qui sont d'avantage focalisés sur la panthère des neiges, amenant un effort et une attention plus importants sur cet animal plutôt que sur le loup. A l'avenir, il faudra être vigilant à cet aspect avec les participants.

- **Perspectives**

Il serait intéressant de continuer à échantillonner les zones de fortes concentrations d'indices de présence, en répartissant les transects de manière plus aléatoire et homogène, et en essayant d'avoir des zones étudiées de même taille, à Bordu, Koïlu et Uchbaytal/Sarychky notamment. Il semble aussi judicieux d'intensifier la recherche sur des zones comme Ekibaital, Chomoi ou Kirkchoro, où beaucoup d'indices de présence ont été trouvés par rapport au nombre de répétition des transects. De même, il pourrait être intéressant de faire des transects sur de nouvelles zones, qui pourraient être définies au préalable par les gardes de la réserve dans le cas où ils y trouveraient des indices de présence, comme par exemple sur la rive gauche de la rivière principale, qui n'a quasiment pas été étudiée en aval de Sarychky (en partie car il s'agit d'un terrain très accidenté, avec des crevasses).

Enfin, il faudrait également continuer à étudier les zones où peu d'indices de présence ont été relevés, afin de voir si ceux-ci attestent réellement d'une présence uniquement périodique de la panthère, ou si cela est dû à des facteurs externes comme nous l'avons évoqué (équipe de participants, conditions extérieures...). Si l'on trouve très peu d'indices malgré l'augmentation de l'effort d'échantillonnage, il sera tout de même intéressant de continuer à étudier ces zones (peut-être de façon plus périodique), afin de vérifier qu'une nouvelle panthère ne s'y est pas installée.

La difficulté réside toutefois dans le fait que les expéditions ont également un fort rôle pédagogique, et qu'il est parfois plus facile d'effectuer des transects connus, où la probabilité de trouver des indices de présence est grande, plutôt que des transects inconnus (d'un point de vue sécurité et pédagogie). Cette donnée instaure un biais dont il faut tenir compte car elle ne permet pas d'obtenir les mêmes résultats qu'avec une ligne directrice d'échantillonnage plus rigoureuse qui pourra être mise en place dès la saison prochaine. De plus, la rivière principale de la réserve, Ertash, empêche généralement la prospection sur sa rive gauche une partie de l'été. C'est d'ailleurs pour cela que depuis 2012 des expéditions ont eu lieu plus tôt, en juin, afin d'arriver sur la réserve à une période où le cours d'eau peut encore être franchit.

Concernant l'échantillonnage en lui-même, il pourrait être intéressant d'utiliser des pièges à poils, qui sont composés par exemple de barbelé attaché à un rocher, et imprégné d'une odeur qui va attirer l'espèce souhaitée afin qu'elle vienne s'y frotter.

Pour aller plus loin à l'échelle individuelle, il serait nécessaire de poser une combinaison de trois pièges photographiques au lieu d'un, ce qui permettrait l'obtention de photographies de chaque partie de l'animal. De plus, davantage d'appareils (40) pourraient être mis en place sur l'ensemble de la réserve afin d'augmenter la probabilité d'obtenir un plus grand nombre de clichés.

Il serait également possible de relever et noter si la *M. germanica* est présente ou non sur les différentes zones, si elle est en quantité importante, et si elle a été mangée. Si nous arrivons à savoir, selon la façon dont la branche a été coupée, si cela a été fait par une panthère ou non, cela nous permettrait d'avoir un nouvel indice de présence utilisable dans l'analyse des résultats.

De nouveaux éléments de méthode pourraient par ailleurs être envisagés, comme étudier la panthère des neiges au travers de ses proies et de leurs comportements. Il s'agit alors de suivre un groupe de proies (des argalis par exemple), d'observer et de quantifier leur comportement de vigilance envers les prédateurs (Ale et Brown 2009). Cependant cette méthode serait difficile à mettre en place avec des participants car il est nécessaire d'avoir une connaissance aigüe du terrain et du comportement des proies.

Enfin, si les indices de présence de loup continuent à être pris en compte, il faudra être particulièrement vigilant à ne pas les négliger lors des phases de terrain, et les noter aussi consciencieusement que celles de panthère, afin d'obtenir des données valables et utilisables.

- **Analyse génétique**

Pour finir, une limite majeure de la méthode basée sur la présence d'indices de présence sur un transect est le fait que cela ne permet pas de différencier les individus les uns des autres. Lorsque les empreintes sont bien délimitées et en nombre suffisamment important, il est parfois possible d'affirmer, par la taille de l'empreinte, que telles et telles traces n'ont pas été laissées par le même individu, mais cela est rare.

Dans certaines conditions les photos obtenues avec les pièges peuvent aider dans ce sens, mais cela reste assez marginal lorsque le nombre de photos obtenues n'est pas très grand. Un autre outil beaucoup plus fiable peut être utilisé dans ce but : il s'agit de l'analyse génétique. En effet, les fèces et les poils contiennent des molécules d'ADN qui permettent de définir avec certitude quel animal a laissé cet indice de présence. Les poils sont rarement relevés, mais les prélèvements de fèces de panthères des neiges sont réguliers. L'explication de la présence d'ADN dans les fèces est la suivante : « Lors du passage de la nourriture dans l'intestin, des cellules épithéliales se détachent de la paroi intestinale et s'agglutinent à la surface des résidus avant qu'ils ne soient éjectés. C'est donc l'ADN provenant de ces cellules qui sert à déterminer l'empreinte génétique d'un individu à partir des fèces. » (Mainguy et Bernatchez 2007)

Les informations obtenues grâce à cet outil sont très utiles car elles permettent donc d'estimer la taille et la répartition de la population (surtout si la surface à couvrir n'est pas trop importante), mais aussi de connaître le sexe de chaque individu, son utilisation de l'espace, ainsi que les liens de parenté entre les individus, et donc de connaître en partie l'état de santé génétique de la population, ainsi que l'évolution de la population (disparition d'un individu, installation d'un jeune...) au cours des années d'étude. Il est également possible de savoir si les traces d'ADN de proies provenaient d'un seul individu, et donc si elle mange une seule proie à la fois, de quels animaux elle se nourrit principalement ; autant d'informations particulièrement intéressantes dans l'étude de cet animal très discret.

Dans ce projet, 111 échantillons ont été prélevés entre 2008 et 2013, et envoyés pour analyse au laboratoire canadien Natural Resources DNA and Profiling Center en Ontario. Les résultats n'ont pas encore été communiqués. Lorsque ce sera le cas, ils devraient permettre de compléter les premiers éléments d'étude présentés ici. Les résultats seront d'autant plus faciles à exploiter si les fèces prélevées sont bien réparties sur la zone étudiée. Par exemple, le nombre de fèces trouvées sur les zones de Koïlu et Kirkchoro réunies est élevé, et leur répartition est homogène. Il sera donc possible grâce aux analyses génétiques de savoir s'il s'agit toujours du même individu entre 2009 et 2013, et si ces deux zones abritent une ou plusieurs panthères des neiges. Les zones de Sirdibai/Solomo, et Bordu seront sûrement également riches en informations.

C. Conclusion

Les résultats obtenus depuis les cinq dernières années, lors des expéditions dans la réserve de Sarychat-Ertash, ont permis d'attester la présence effective d'une population de panthères des neiges au sein de la réserve. La taille de cette population ainsi que sa répartition sur le territoire nous sont encore inconnues car nos données ne sont pour l'instant pas suffisantes. Cependant nous avons pu mettre en lumière des zones particulièrement intéressantes (au nombre de six) en termes de quantité d'indices de présence trouvés, ainsi que trois zones dont le potentiel est à confirmer.

De plus nous avons vu qu'il est très compliqué de tirer des conclusions quant aux limites de territoires, car le nombre de configurations pour la répartition de la population est trop importante, et les critères majeurs que nous ayons, à

savoir les grattages et la topographie, ne sont pas des indicateurs suffisants. Deux hypothèses peuvent cependant être émises à ce sujet :

- Il est peu probable qu'un même territoire soit réparti de part et d'autre de la rivière principale, qui est très difficilement traversable.
- En partant du principe que les proies sont en nombre suffisant, et que les territoires des panthères des neiges ont une surface allant de 20 à 125 km², pour une moyenne de 40 km² (Koshkarev 1989), cela implique que les territoires au sein de la réserve de Sarychat-Ertash peuvent englober plusieurs zones étudiées. Par exemple, il est possible que les zones de Koïlu, Kirkchoro et Temirzoo ne forment qu'un seul territoire.

L'utilisation des pièges-photographiques pourraient nous aider sur ce point, mais le nombre de clichés obtenus est pour l'instant trop faible pour que cela puisse avoir une incidence sur nos résultats.

Concernant le nombre d'individus dans la réserve, la seule hypothèse valable que nous pouvons avancer se base donc sur la littérature. En effet, la réserve présente à l'heure actuelle une surface totale de 1 490 km². Or, au Kirghizistan, la superficie moyenne d'un territoire de panthère est de 40 km² (Koshkarev, 1989). La population totale de panthères dans la réserve pourrait donc théoriquement être d'environ 35 individus. Selon l'étude que McCarthy a effectuée en 2008, la seule conclusion est qu'il y a au moins trois individus de panthère des neiges dans la réserve. D'un autre côté, il a été dénombré 13 individus dans la réserve par divers observateurs en 2003 (Farrington 2005).

D'autre part, nous n'avons pu mettre en lumière de phénomène d'évitement entre la panthère et le loup, dont les indices se retrouvent globalement à la même altitude.

Nous avons également remarqué que si certaines zones présentaient un grand nombre d'indices de présence, nous n'avons cependant parfois aucune information sur celles-ci pendant plusieurs années, dû à l'impossibilité de traverser la rivière. Les résultats sont donc fortement dépendant des conditions extérieures, et de nombreux facteurs, qui influencent également le nombre d'indices trouvés d'une année sur l'autre.

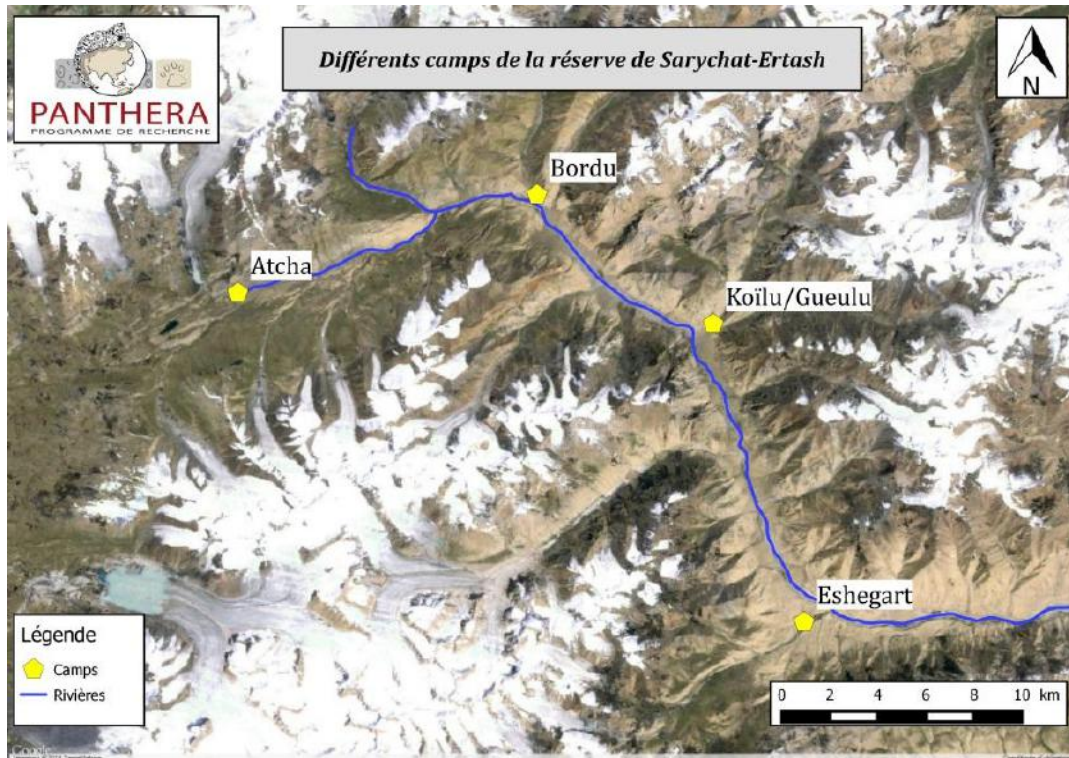
Les analyses génétiques sur les fèces récoltées durant ces cinq années permettront certainement un éclairage beaucoup plus précis de toutes les hypothèses énoncées grâce à ces premiers résultats, apportant ainsi des informations essentielles à la connaissance de la panthère des neiges et à sa protection.

ANNEXES

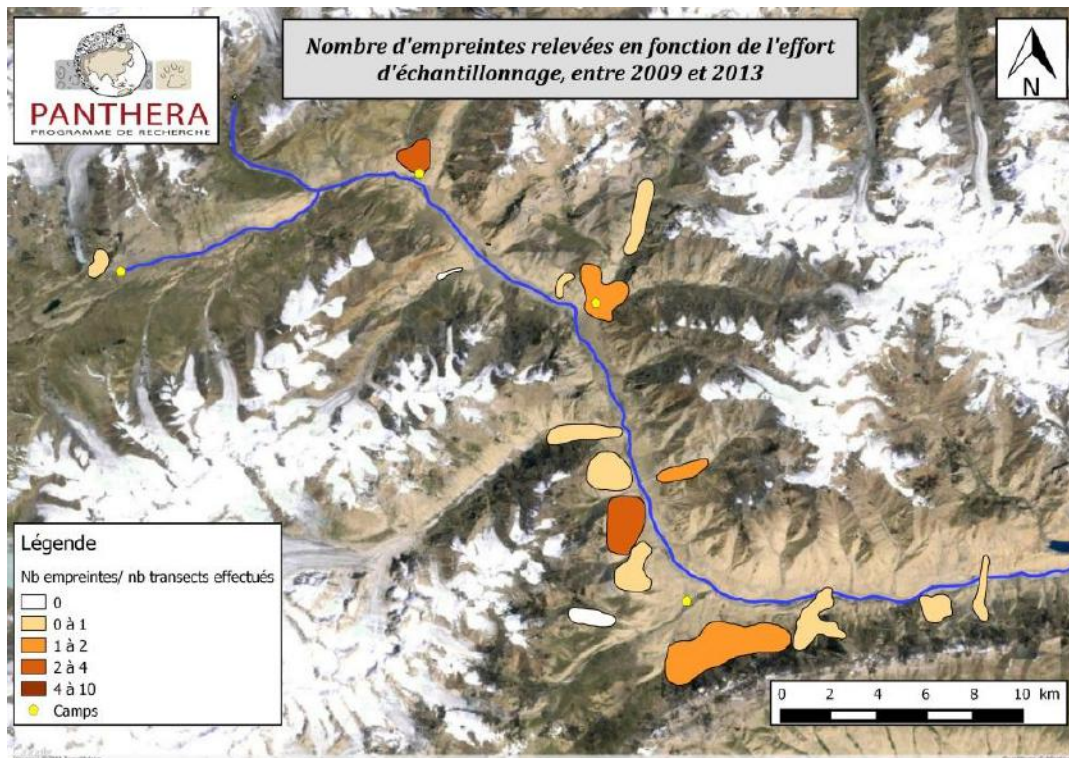
- **Annexe 1** : Notations utilisées pour relever les données

Espèce	Type de signe	Aspect	Paysage dominant	Caractéristiques du lieu marqué
SL = Snow Leopard A = Argali I = Ibex M = Marmota W = Wolf OU = Ours	OBS = Observation PUG = Empreinte SC = Grattage FE = Fèces UR = Urine POI = Poils	VFRE = < 1 semaine FRE = de 1 semaine à 1 mois OLD = > 1 mois VOLD = > 4 mois	PLA = Plaine GROL = Pente douce SROL = Pente forte BTER = Terrain accidenté WVAL = Vallée large NVAL = Vallée étroite GORG = Gorge RIV = Rivière CRE = Crête	CLIF = Falaise BOUL = Gros rocher PROM = Promontoire PASS = Passage étroit BUSH = Arbuste GRAS = Herbe

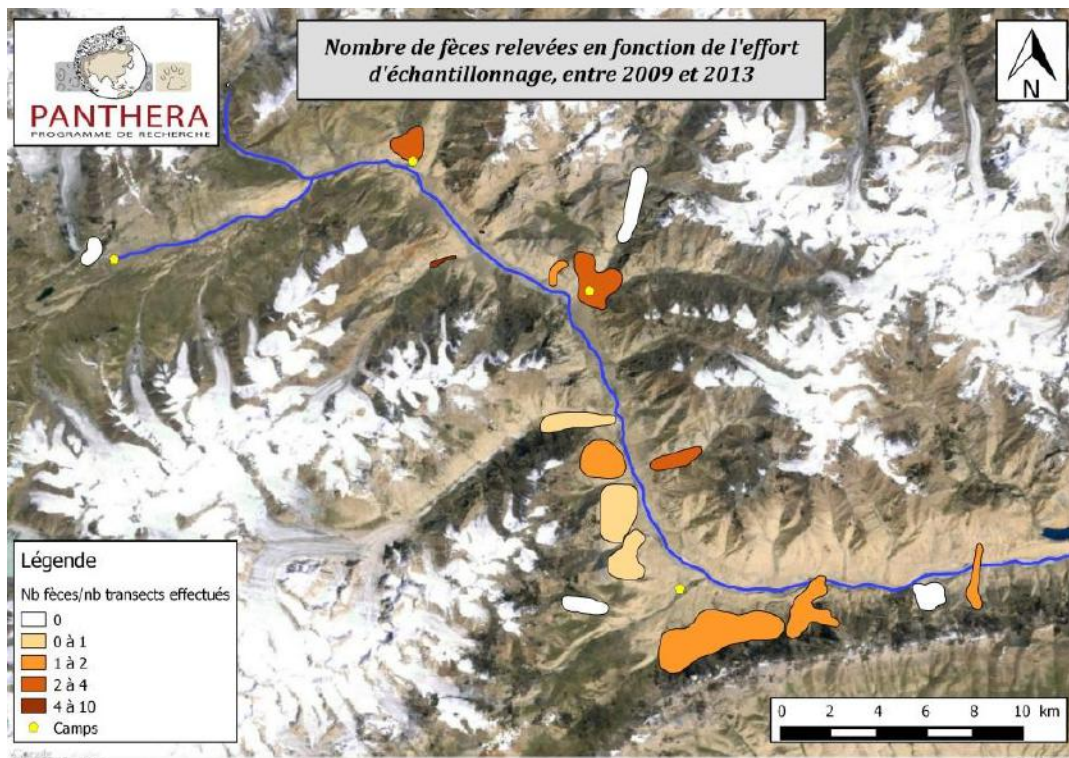
- **Annexe 2** : Noms des différents camps de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



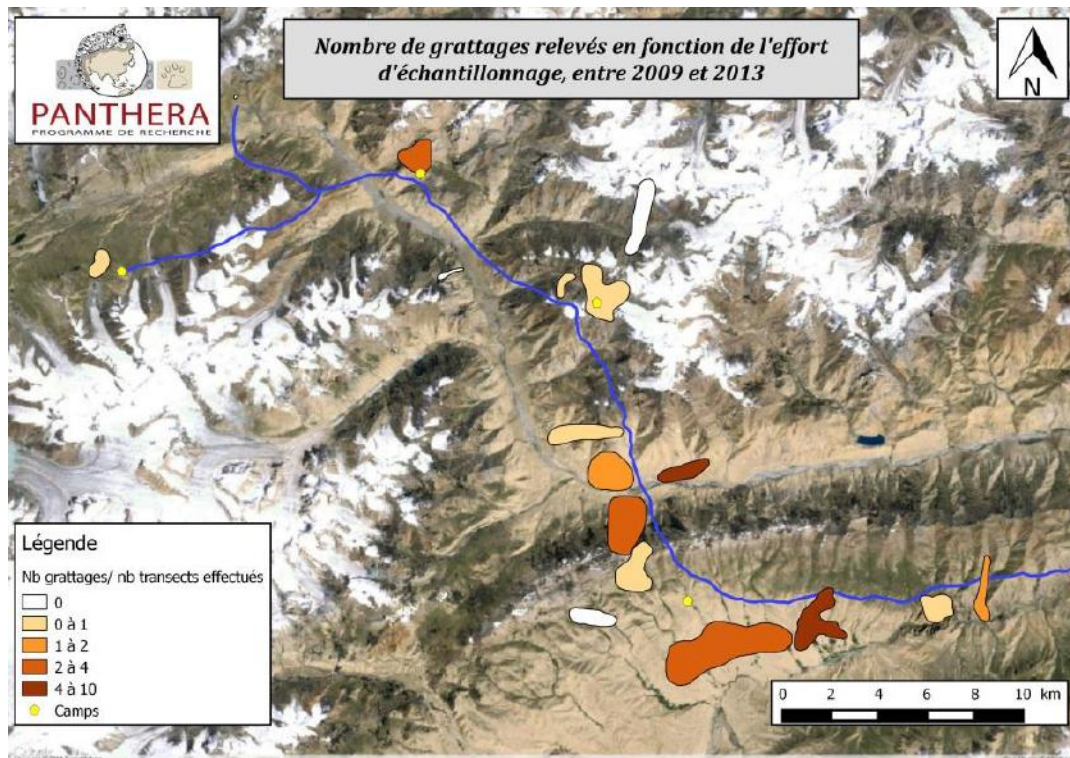
- **Annexe 3** : Répartition des empreintes de panthère des neiges relevées en fonction de l'effort d'échantillonnage de 2009 à 2013 par zone de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



- **Annexe 4** : Répartition des fèces de panthère des neiges relevées en fonction de l'effort d'échantillonnage de 2009 à 2013 par zone de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



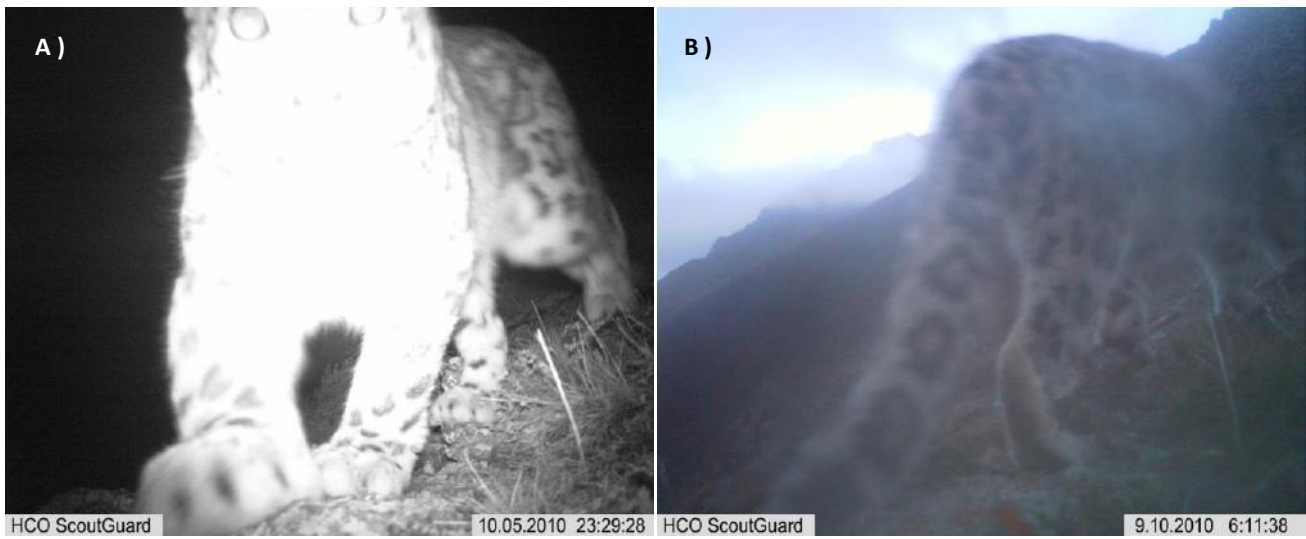
- **Annexe 5** : Répartition des grattages de panthère des neiges relevés en fonction de l'effort d'échantillonnage de 2009 à 2013 par zone de la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



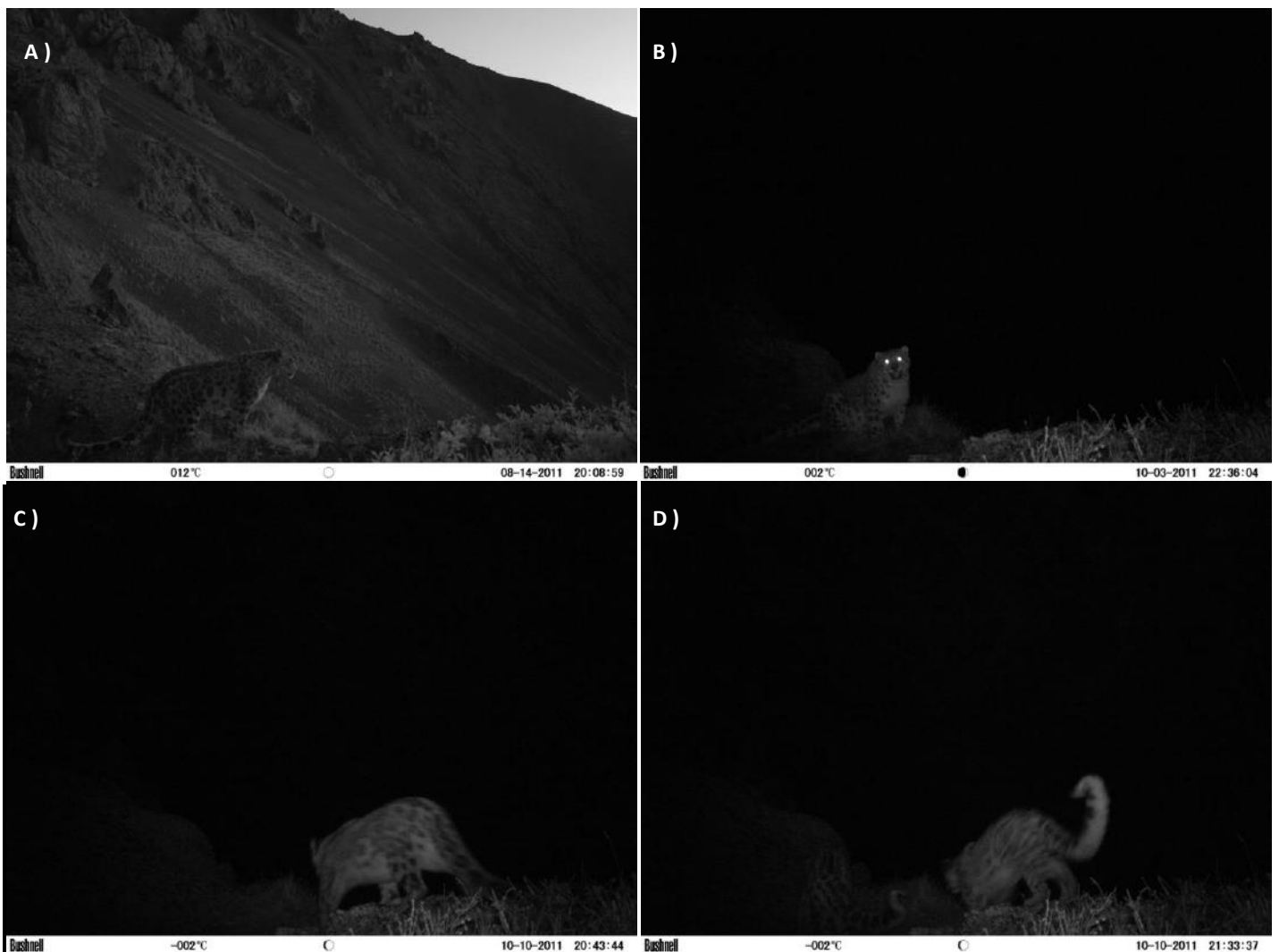
- **Annexe 6** : Panthère des neiges prise grâce à un piège-photographique à Uchbaytal le 13 août 2009 dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



- **Annexe 7** : Panthère(s) des neiges prise(s) grâce à un piège-photographique à Uchbaytal les : A - 10 septembre ; B - 5 octobre 2009 dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



- **Annexe 8** : Panthères des neiges prises grâce à un piège-photographique à Solomo les : A - 14 août ; B - 3 octobre ; C et D - 10 octobre (deux passages à 45 minutes d'intervalle) 2011 dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



- Annexe 9 : Panthère des neiges prise grâce à un piège-photographique à Solomo les : A - 20 septembre ; B - 6 octobre 2011 dans la réserve de Sarychat Ertash, Kirghizistan



Bushnell

09-20-2011 19:21:03



Bushnell

10-06-2011 18:39:56

BIBLIOGRAPHIE

- **Littérature citée**

- Ale, S.B. and Brown, J.S. 2009. Prey behavior leads to predator: a case study of the Himalayan tahr and the snow leopard in Sagarmatha (Mt. Everest) National Park, Nepal. *Israel Journal of Ecology and Evolution* : Vol. 55, 2009, pp. 315–327.
- Branton M. and Richardson J.S. 2010. Assessing the value of the umbrella-species concept for conservation planning with meta-analysis. *Conservation Biology* : Vol 25, No 1, pp. 9-20.
- Elzinga, C.L., Salzer, D.W., and Willoughby, J.W. 1998. Measuring and monitoring plant populations. BLM Technical Reference 1730-1. BLM National Applied Resource Sciences Center. Denver, Colorado.
- Farrington, J.D. 2005. A Report on Protected Areas, Biodiversity, and Conservation in the Kyrgyzstan Tian Shan with Brief Notes on the Kyrgyzstan Pamir-Alai and the Tian Shan Mountains of Kazakhstan, Uzbekistan, and China. Bishkek: U.S. Fulbright Program, Environmental Studies Section.
- Fox, J.L. 1989. A review of the status and ecology of the snow leopard (*Panthera uncia*). Unpublished Report. International Snow Leopard Trust, Seattle, Washington, 40 pp.
- Fox, J.L. 1994. Snow leopard conservation in the wild - a comprehensive perspective on a low density and highly fragmented population. In: J.L. Fox and J. Du Jizeng (eds), *Proceedings of the seventh International Snow Leopard Symposium*, International Snow Leopard Trust, Seattle, WA, USA.
- Hemmer, H. 1972. *Uncia uncia*. *Mammalian Species* 20:1-5.
- Hunter, D.O. and Jackson, R. 1997. A range-wide model of potential snow leopard habitat. Pages 51-56 in: R. Jackson and A. Ahmad (editors). *Proceedings of the 8th International Snow Leopard Symposium*, Islamabad, November 1995. International Snow Leopard Trust, Seattle and WWF-Pakistan, Lahore.
- International Snow Leopard Trust 2003. *Queen of the Celestial Mountains*. Community and Business Forum. Bishkek. 18 pp.
- Jackson, R. 1992. Snow leopard. Unpublished. data sheet, IUCN/SSC/Cat Specialist Group, Bougy-Villars, Switzerland.
- Jackson, R. and Hunter, D.O. 1996. *Snow Leopard Survey and Conservation Hand Book*. International Snow Leopard Trust and U.S. Geological Survey, Science Centre, Seattle, Washington and Fort Collins, Colorado, US.
- Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R. and Hunter, D.O. 2005. *Surveying Snow Leopard Populations with Emphasis on Camera Trapping: A Handbook*. The Snow Leopard Conservancy, Sonoma, California, 73 pp.
- Jumabay-Uulu, K., Wegge, P., Mishra, C. and 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. 2013 *Fauna & Flora International*, Oryx, 7pp.
- Koshkarev, E.P. 1989. *The Snow Leopard in Kirgizia*. Ilim Publishers, Frunze, Kirgizia, USSR. 98 pp.
- Mainguy, J. et Bernatchez, L. 2007. L'analyse de l'ADN sans manipulation des animaux: un outil incontournable pour la gestion et la conservation des espèces rares ou élvives. *Le naturaliste canadien*, vol 131, numéro 1 – hiver 2007, pages 51-58.
- McCarthy, T.M. and G. Chapron. 2003. *Snow Leopard Survival Strategy*. ISLT and SLN, Seattle, USA.
- McCarthy, T.M., Fuller, T.K. and Munkhtsog, B. 2005. Movements and activities of snow leopards in Southwestern Mongolia. *Biol. Conserv.* 124: 527-537.

McCarthy, K.P., Fuller, T.K., Ma, M., McCarthy, T.M., Waits, L. and Jumabaev, K. 2008. Assessing Estimators of Snow Leopard Abundance. The Journal of Wildlife Management : November 2008, Vol. 72, No. 8, pp. 1826-1833.

Nowell, K. and Jackson, P. 1996. Wild Cats. Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Cat Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.

Nowell, K., Schipper, J. and Hoffmann, M. 2007. Re-evaluation of the Felidae of the 2008 IUCN Red List. Cat News 47: 5.

Plan de gestion de la réserve d'Etat de Sarychat-Ertash pour 2007 – 2015.

- Sources internet citées

OSI₁ dans <http://www.objectif-sciences-international.org/>

OSI₂ dans http://www.prog-panthera.com/Habitat-de-la-panthere-des-neiges.html#outil_sommaire_2

QGIS Development Team, 2014. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.
<http://qgis.osgeo.org>

Snow Leopard Trust₁ dans <http://www.snowleopard.org/learn/cat-facts/physical-features>

Snow Leopard Trust₂ dans <http://www.tendua.org/1,001/actions,005/panthere-des-neiges,025.html>

Snow Leopard Trust₃ dans <http://www.snowleopard.org/learn/cat-facts/prey>

Snow Leopard Trust₄ dans <http://www.snowleopard.org/learn/cat-facts/life-cycle>

Snow Leopard Trust₅ dans <http://www.snowleopard.org/learn/cat-facts/behavior>

IUCN dans <http://www.iucnredlist.org/details/22732/0>

WWF₁ dans <http://3200tigres.wwf.fr/!%E2%80%99inde-publie-de-nouveaux-chiffres-sur-les-tigres/>

WWF₂ dans http://wwf.panda.org/what_we_do/endangered_species/snow_leopard/