Mémoire de stage

présenté par

Annaêl BARNES

pour obtenir le diplôme de

Ingénieur agronome

Sujet :

Etude préliminaire d'un dispositif de compensation écologique dans un écosystème aride à vocation sylvopastorale : cas d'une exploitation minière d'uranium dans la province du Dornogobi en Mongolie

Soutenu publiquement le 25 octobre 2019

à AgroParisTech,

campus de Montpellier

devant le jury suivant :

Bernard FAYE	Examinateur, CIRAD
Simon TAUGOURDEAU	Tuteur de stage, CIRAD
Jérémy VENDE	Enseignant-référent AgroParisTech

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, un grand merci à mon tuteur de stage Simon Taugourdeau, et à Véronique Rayot grâce à qui j'ai pu réaliser ce stage, pour leurs conseils et pour leur soutien. Merci pour cette expérience enrichissante, et de m'avoir fait confiance du début à la fin.

Je remercie Samantha Bazan, pour m'avoir accompagnée dans le Dornogobi, pour sa bonne humeur, ses petits cours de botanique, et sans qui tout le travail botanique réalisé aurait été beaucoup plus difficile. Merci pour toutes ses vérifications concernant la partie botanique de ce mémoire.

Un grand merci à Régis Peltier pour son encadrement dans le Dundgobi, pour ses précieux conseils et toutes ces discussions enrichissantes. Ce fut un plaisir de découvrir une partie du Gobi en sa compagnie.

Je remercie également Jérémy Vende, mon enseignant référent, pour son encadrement, sa disponibilité, son aide, ses conseils et son implication pendant toute la durée de mon stage.

Merci à toute l'équipe Selmet pour son accueil et sa bonne humeur. Je remercie chaleureusement Guillaume, pour son soutien au cours des six mois passés à Selmet, et nos discussions qui ont su enrichir ma réflexion sur ce sujet de stage. Merci à Samir, Xavier et Lionel, pour leur précieuse aide et leurs idées. Merci à Ibra pour sa bienveillance et sa disponibilité. Merci à Vincent, avec qui j'ai pu discuter de la Mongolie et mieux préparer mon séjour dans un pays que je ne connaissais pas. Merci à Jean-Daniel pour ses conseils, et pour m'avoir mis en contact avec *the National Federation of Pasture User Groups*, sans qui je n'aurai pu prolonger mon séjour en Mongolie. Et évidemment, merci à Juliette et Manon pour leur soutien à toute épreuve.

Merci à l'équipe de *Badrakh Energy* grâce à qui mon terrain dans le Dornogobi s'est plus que bien passé. Merci à Anjlai pour ses traductions précieuses et sa gentillesse. Merci à Boyan pour nous avoir conduits tous les jours auprès des éleveurs ou dans les forêts de saxauls. Merci à Lhagva pour sa grande implication et son aide en botanique.

Je remercie également *the National Federation of Pasture User Groups* pour m'avoir accueillie dans leurs bureaux à *Ulaanbataar*. Un grand merci à Gankhuyag Nyam Ochir et à Namulan pour toute l'organisation de la seconde partie de mon terrain, et sans qui elle n'aurait pas été possible.

Merci à Gerlee pour son travail d'interprète à *Gurvansaikhan* et son implication tout au long de la semaine. Merci à Miyar pour avoir été notre chauffeur pour la seconde partie du terrain, mais aussi pour ses petits concerts d'accordéon. Merci à Erduseren pour nous avoir guidés dans le *soum* de *Gurvansaikhan*.

Merci à Paul pour avoir pris le temps de relire ce mémoire, et pour le soutien qu'il m'a apporté tout au long de ce stage.

Merci à mes parents, et notamment mon père pour sa relecture et ses précieux conseils pour la rédaction.

Evidemment, je remercie tous les éleveurs qui m'ont accueillie dans leur *ger*, et qui ont chaleureusement accepté de répondre à mes questions autour d'un lait de chamelle.

GLOSSAIRE

Aïmag : plus grande unité administrative de la Mongolie, équivalent aux provinces

Ger : nom mongol pour la yourte

Nutag : espace utilisé par un éleveur, au sein duquel se trouvent ses campements

Soum : unité administratives Mongole inférieure à l'*aïmag*, équivalent à des districts

RESUME

L'entreprise minière ORANO doit réaliser la compensation écologique du projet pilote de la mine de *Zuuvch Ovoo* dans l'*aïmag* du Dornogobi en plantant 3 300 saxauls/hectares sur 5 hectares. ORANO souhaite étudier et vérifier l'existence de méthodes alternatives, efficaces et faisables pour la compensation de la future mine. Le présent rapport étudie les possibilités de méthodes de compensation alternatives, et les modalités de compensation adaptées au contexte local de la zone de *Zuuvch Ovoo*. Cette étude préliminaire a été réalisée à l'aide d'une méta-analyse d'Etudes d'Impact Environnemental de projets d'aménagements existants ; d'entretiens semi-directifs auprès d'éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* dans le *soum* d'*Ulaanbadrakh*, puis de *Gurvansaikhan*, un autre *soum* du Gobi ; et de mesures de densités de saxauls en conditions naturelles grâce à la méthode des Points Centrés Quadrants. Les résultats de la méta-analyse montrent qu'il existe des méthodes dont ORANO peut s'inspirer. Les résultats issus des entretiens suggèrent qu'une plantation pourrait être menée sur des zones pâturées ; que certains groupes d'éleveurs sont intéressés par une plantation ; et qu'une plantation plurispécifique est plus bénéfique pour les éleveurs et la biodiversité. Enfin, les mesures en forêts naturelles de saxauls montrent que la densité de plantation demandée est trop élevée.

ABSTRACT

The ORANO mining company has to carry out the ecological compensation of the pilot project of the Zuuvch Ovoo mine in the Dornogobi *aimag* by planting 3 300 saxauls/hectares on 5 hectares. ORANO wants to study and verify the existence of alternative, effective and feasible methods for the compensation of the future mine. This report examines the possibilities of alternative compensation methods, and the compensation modalities adapted to the local context of the *Zuuvch Ovoo* area. This preliminary study was carried out using a meta-analysis of the Environmental Impact Assessments of existing development projects ; semi-directive interviews with livestock farmers in the *Zuuvch Ovoo* area in *Ulaanbadrakh soum*, and then in *Gurvansaikhan*, another Gobi *soum* ; and density measurements of saxauls in natural conditions using the Quadrant Center Point method. The results of the meta-analysis show that there are methods that ORANO consider. The results of the interviews suggest that a plantation could be carried out in grazed areas; that some livestock groups are interested in a plantation; and that a multi-species plantation is more beneficial for livestock farmers and biodiversity. Finally, measurements in natural saxauls forests show that the planned planting density is too high.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS 1

GLOSSAIRE 3

RESUME 5

ABSTRACT 5

TABLE DES MATIERES 7

1. INTRODUCTION 14

2. CONTEXTE 17

2.1. Les caractéristiques du désert de Gobi 17

2.1.1. Le Dornogobi et le Dundgobi parmi les trois *aïmags* de la région du désert de Gobi 17
2.1.2 Le désert de Gobi, un désert froid 18
2.1.2. Les écosystèmes et la biodiversité du désert de Gobi 18
2.1.2.1 Les trois sous-régions écologiques du désert de Gobi 18
2.1.2.2 Les quatre différents types d'écosystème du désert de Gobi 18
2.1.2.3 La biodiversité du désert de Gobi 19
2.1.2.4 Les forêts de saxauls : distribution et importance 21
2.1.3. Le pastoralisme dans la région du désert de Gobi 22
2.1.3.1 La place du pastoralisme dans la société mongole 22
2.1.3.2 L'élevage dans la région du désert de Gobi 23
2.1.3.3 Quelques chiffres sur l'élevage d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan* 23
2.1.4. La richesse minérale du désert de Gobi 24
2.1.4.1 La Mongolie ou « le coffre-fort géologique » 24
2.1.4.2 Développement du secteur minier en Mongolie et ouverture à l'international 24
2.1.4.3 L'industrie minière dans la région du désert de Gobi 25
2.1.4.4 Zoom sur le secteur uranifère 25
2.1.4.5 Les dépôts d'uranium du Dornogobi 26

2.2. Les projets miniers uranifères du désert de Gobi : évaluation et gestion environnementale de leurs impacts sur l'environnement 27

2.2.1. L'implantation de l'entreprise ORANO dans le Dornogobi 27
2.2.1.1 L'intérêt d'ORANO pour l'*aïmag* du Dornogobi 27
2.2.1.2 Les gisements uranifères de *Dulaan Uul* et de *Zuuvch Ovoo* 27
2.2.2. Les outils de gestion des impacts des projets miniers sur l'environnement 28
2.2.2.1 L'étude d'impact environnemental pour l'évaluation des impacts sur l'environnement 29

2.2.2.2 La séquence ERC pour « Eviter, Réduire, Compenser » les impacts sur l'environnement 31

2.2.2.3 La compensation écologique : règles et principes pour tendre vers le gain net de biodiversité 32

2.2.2.4 La diversité des mesures compensatoires 33

2.2.2.5 La compensation écologique en Mongolie 34

2.3. La compensation écologique des impacts du pilote de *Zuuvch Ovoo* par la plantation de saxauls 34

3. PROBLEMATIQUE, HYPOTHESES, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE ASSOCIEE 36

3.1. Des questionnements quant à la plantation de saxauls comme compensation écologique du pilote de *Zuuvch Ovoo* 36

3.2. La position d'ORANO vis-à-vis de la plantation de saxauls comme compensation écologique 39

3.3. Problématique de l'étude 39

3.4. Hypothèses de travail 40

3.5. Objectifs et questions de recherche 40

3.6. Méthodologie 41

4. MATERIEL ET METHODES 45

4.1. L'identification de méthodes de compensation écologique applicables dans la zone de *Zuuvch Ovoo* grâce à la méthode des grilles de lecture 46

4.1.1. Le principe des grilles de lecture 46

4.1.2. L'utilisation des données issues des Etudes d'Impact Environnemental pour construire et remplir la grille de lecture « Contexte » 47

4.1.2.1 La sélection d'indicateurs pertinents pour la construction de la grille de lecture « Contexte » 47

4.1.2.2 Remplir la grille contexte : sélection et utilisation d'Etudes d'Impacts Environnemental pertinentes 48

4.1.3. Analyse multivariée des données : situer le projet de *Zuuvch Ovoo* dans le contexte mondial 51

4.1.3.1 Principe de l'Analyse Factorielle Multiple 51

4.1.3.2 Analyse multivariée des données de contexte de mises en place de méthodes de compensation et projection du projet de *Zuuvch Ovoo* 51

4.2. Etude des possibilités de compensation écologique adaptées au contexte pastoral spécifique de la zone de *Zuuvch Ovoo* 53

4.2.1. Les sites d'études : les soums d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan* 54

4.2.2. Les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan* : acteurs clefs pour étudier les modalités de compensation écologique adaptées au contexte pastoral local de *Zuuvch Ovoo* 54

4.2.2.1 Les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* : premiers concernés par la compensation écologique du projet de *Zuuvch Ovoo* 55

4.2.2.2 Les éleveurs de *Gurvansaikhan* : population de comparaison pour la perception des plantations 55

4.2.2.3 Un échantillonnage issu des connaissances et relations des personnes ressources accompagnatrices 56

4.2.3. L'acquisition d'une pluralité de données grâce à une enquête thématique mixte qualitative et quantitative 56

4.2.3.1 Elaboration du guide d'enquête 56

4.2.3.2 Les cinq groupes attendus de données 56

4.2.4. Les analyses des données pour l'étude préliminaire des méthodes de compensation écologiques adaptées au contexte local pastoral de *Zuuvch Ovoo*.....57

4.2.4.1 La description de l'élevage dans la zone de *Zuuvch Ovoo* : précision du contexte pastoral local.....57

4.2.4.2 La cartographie pour représenter l'utilisation du territoire par les éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* et leur troupeau 58

4.2.4.3 La quantification de l'occurrence des espèces citées par les éleveurs pour l'identification d'espèces d'intérêt.....58

4.2.4.4 Etudes des facteurs influençant la perception des éleveurs 59

4.3. Estimation de la densité de saxauls en conditions naturelles 61

4.3.1. Sites d'étude : les forêts naturelles de saxauls dans les *soums* d'*Ulaanbadrakh* et d'*Olziit* 61

4.3.2. Application de la méthode des « Points Centrés Quadrants » en forêts naturelles de saxauls 62

4.3.2.1 Les forêts naturelles de saxauls comme indicateur d'une densité de plantation adaptée aux conditions du Gobi 62

4.3.2.2 La méthode des « Points Centrés Quadrants » appliqué aux forêts naturelles de saxauls 63

4.3.3. Estimation de la densité moyenne le long de chaque axe de relevé 64

5. RESULTATS 67

5.1. Analyse multivariée des données de la grille de lecture Contexte et identifications de méthodes adaptées aux contexte physique, biologique et socioéconomique de la zone de *Zuuvch Ovoo* 67

5.2. Etude du contexte pastoral de la zone de *Zuuvch Ovoo* et des modalités de compensation adaptées 73

5.2.1. Précisions sur le pastoralisme dans la zone de *Zuuvch Ovoo* 73

5.2.1.1 Les éleveurs rencontrés.....73

5.2.1.2 L'élevage comme activité principale 74

5.2.1.3 Le cheptel et sa composition 74

5.2.1.4 L'élevage à *Ulaanbadrakh* : un travail familial.....79

5.2.1.5 Une gestion du troupeau différenciée selon l'espèce, le sexe, l'âge, les besoins et les envies des éleveurs.....80

5.2.1.6 La mobilité, les campements et le « *nutag* ».....82

5.2.2. Visualisation cartographique des déplacements du bétail autour des campements.....83

5.2.3. Résultats de l'enquête ethnobotanique : mise en évidence d'espèces d'intérêt, leurs usages et le type de végétation 86

5.2.3.1 Occurrence des espèces citées par les éleveurs 86

5.2.3.2 Usages des espèces sélectionnées.....87

5.2.3.3 Les types de végétation 88

5.2.3.4 Tri des espèces selon la région de citation et les usages 91

5.2.4. Recueil des perceptions : la perception des plantations et sa compréhension 92
5.2.5. La perception des plantations selon les catégories d'éleveurs 92
5.2.6. L'intérêt porté aux plantations selon les perceptions de l'environnement pastoral.....103
5.2.7. Les plantations : qu'en disent les éleveurs ? 104
5.3. Estimation de la densité de saxauls en conditions naturelles 107

6. DISCUSSION 110

6.1. S'inspirer de méthodes de compensation existantes pour les alternatives à la plantation de saxaul 110

6.1.1. Identification de méthodes adaptées au contexte de *Zuuvch Ovoo* par l'analyse multivariée de données d'étude d'impact environnemental et limites face aux contextes complexes comparés 110
6.1.2. L'utilisation complémentaire de la grille de lecture « Résultats & suivis » 114
6.2. Prise en compte du contexte local pour la plantation : quelles zones, quelles interactions, quelles espèces ? 114

6.2.1. La zone prévue pour la compensation du pilote : zone entièrement pâturée 114
6.2.2. Les facteurs à l'origine de la possibilité d'une interaction éleveurs – plantation 115
6.2.3. Les réticences et les motivations vis-à-vis des projets de plantation.....116
6.2.4. La plantation plurispécifique, bénéfique pour l'élevage et la biodiversité 117
6.2.5. Limite et approfondissement de notre étude face au nombre d'éleveurs dans la zone de *Zuuvch Ovoo*.....119
6.3. Les saxauls en conditions naturelles : indices pour la réussite de la plantation de saxauls 119

7. CONCLUSION 121

8. REFERENCES..... 124

9. LISTE DES ABREVIATIONS..... 131

10. TABLE DES TABLEAUX..... 133

11. TABLE DES FIGURES 136

12. ANNEXES 140

TABLE DES ANNEXES 140
Annexe 1 : indicateurs pour la grille de lecture « Technique » 144
Annexe 2 : indicateurs pour la grille de lecture « Résultats & suivi » 145
Annexe 3 : indicateurs pour la grille de lecture « Contexte » 147

Annexe 4 : méthode de recherche des études d'impact environnementales par l'utilisation de mots clefs 150

Annexe 5 : mise en forme des données préalable à l'analyse multivariée 150

Annexe 6 : termes utilisés en analyse multivariée de données et correspondance avec les éléments de l'étude 151

Annexe 7 : tableau utilisé pour l'Analyse Factorielle Multiple 152

Annexe 8 : guide d'entretien destiné aux éleveurs mongols 155

Annexe 9 : tableau des données et des pourcentages pour la comparaison des échantillons avec la population d'*Ulaanbadrakh* selon SDLA team (2018) 164

Annexe 10 : comparaison graphique de l'échantillon d'éleveurs d'*Ulaanbadrakh* et de la population d'*Ulaanbadrakh* selon SDLA Team (2018) 165

Annexe 11 : tableau des données d'entretien 168

Annexe 12 : méthode pour la représentation des parcours des animaux autour des campements grâce au logiciel QGIS 172

Annexe 13 : triple vérification des correspondances nom vernaculaire – nom latin des espèces citées par les éleveurs 172

Annexe 14 : tableau des données ethnobotaniques destiné à l'analyse 173

Annexe 15 : résultats des tests statistiques préalable aux tests sur les moyennes 177

Annexe 16 : résultats des tests sur les moyennes pour la comparaison de l'échantillon d'*Ulaanbadrakh* et de celui de *Gurvansaikhan* 178

Annexe 17 : calculs Excel et codes R pour la comparaison des moyennes des variables des deux échantillons (données issues de l'annexe 10) 179

Annexe 18 : conversions en Unité Gros Bétail, utilité et valeurs choisies 184

Annexe 19 : distances et hauteurs mesurées dans les forêts naturelles de saxauls du Dornogobi 185

Annexe 20 : distances et hauteurs mesurées dans les forêts naturelles de saxauls du Dundgobi 190

Annexe 21 : code R pour l'analyse factorielle multiple 192

Annexe 22 : fiches descriptives des méthodes de compensation analysées 193

Annexe 23 : extraction des proportions de variances expliquées par les différentes dimensions (axes) 200

Annexe 24 : contribution des groupes aux dimensions 201

Annexe 25 : corrélation et contribution des variables qualitatives aux dimensions 202

Annexe 26 : fiches descriptives des espèces d'intérêt identifiées (réalisées par Samantha Bazan) 203

Annexe 27 : code R pour la Classification Hiérarchique Ascendante 217

Annexe 28 : tableaux descriptifs des catégories d'éleveurs et données quantitatives sur la perception 218

Annexe 29 : code R pour le croisement des données qualitatives de perception de l'environnement pastoral et des plantations 228

1. INTRODUCTION

Les pressions exercées par les activités humaines sur les écosystèmes ont mené à l'actuel déclin de la biodiversité, aujourd'hui considéré comme la sixième crise écologique majeure (Jablonski, 1995, Leakey & Lewin, 1995, Thomas *et al.*, 2004, Novacek, 2007, et Wake & Vredenburg, 2008, dans Ceballos & Ehrlich, 2010 ; Barnosky *et al.*, 2012 dans Regnery, 2013 ; Barnosky *et al.*, 2011 dans Bigard 2018 ; Pagett, 2018). L'érosion de biodiversité est notamment traduite par la disparition d'espèces et la diminution des effectifs au sein des espèces (Millenium Ecosystem Assessment, 2005 ; Ceballos & Ehrlich, 2010 ; BBOP, 2014 ; Pagett, 2018 ; WWF, 2016 dans Bigard, 2018), et ce déclin impacte mondialement le fonctionnement des écosystèmes (Millenium Ecosystem Assessment, dans Slingenberg *et al.*, 2009 ; Pagett, 2018). Les facteurs principaux de l'érosion de biodiversité induits par l'homme sont la fragmentation, la dégradation et la perte d'habitats dus à des changements d'utilisation des terres, la surexploitation des ressources naturelles, la pollution de l'air et de l'eau, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, et le changement climatique (Millenium Ecosystem Assessment, 2005 ; Slingenberg *et al.*, 2009 ; Ehrlich et Ehrlich, 1981, Hughes *et al.*, 1997, et Vitousek, *et al.*, 1997, dans Ceballos & Ehrlich, 2010 ; Maxwell *et al.* 2016 dans Arlidge *et al.*, 2018).

La mise en place de projets d'aménagement, caractérisés par l'implantation de constructions et d'équipements au sol pour la production de biens et de services (Regnery, 2013) est liée au déclin de la biodiversité : elle favorise tous les facteurs de l'érosion de la biodiversité (BBOP, 2014, Bigard, 2018), et particulièrement la fragmentation et la dégradation des habitats naturels (Regnery, 2013). L'impact d'une mine sur l'environnement dépend de la taille des infrastructures, de la durée des opérations minières et de la méthode d'extraction adoptée : une mine à ciel ouvert aura bien plus d'impacts négatifs sur la biodiversité qu'une extraction souterraine (Slingenberg *et al.*, 2009).

Afin de faire face à l'érosion de la biodiversité liée aux projets d'aménagement, la « *mitigation hierarchy* », ou « séquence ERC », « Eviter Réduire (Restaurer) Compenser » est mise en place lors de leur développement (BBOP, 2014 ; BBOP, 2012, et IFC, 2012 dans Arlidge *et al.*, 2018 ; Bigard, 2018). Elle est traduite par des étapes d'évitement, de réduction, de réhabilitation et de compensation, qui doivent permettre d'atteindre au moins un niveau de *« No net loss »* (*NNL*) de la biodiversité, et préférablement d'atteindre un gain net de biodiversité (BBOP, 2014 ; Arlidge *et al.*, 2018 ; Bigard, 2018). Actuellement, 69 pays ont des politiques concernant le *NNL* ou en phase de développement (Maron *et al.*) (Voir **figure 1** ci-dessous)

Figure 1 : pays ayant des politiques concernant le NNL ou en phase de développement (source : Maron et al., 2016)

L'étape de compensation a été identifiée comme un levier pour pallier la perte de la biodiversité par plusieurs organismes internationaux, dont « *The Business and Biodiversity Offsets Programme* » (*BBOP*) (Guérin, 2016 ; Bigard, 2018). Ce dernier est créé en 2004 par l'Organisation Non Gouvernementale (ONG) *Forest trends* (BBOP, 2014 ; Guérin, 2016 ; Bigard, 2018). Le programme rassemble les représentants des grandes entreprises dont les projets impactent l'environnement, les entreprises spécialistes dans la mise en place de la séquence ERC, des institutions financières, des ONG et des agences gouvernementales (Guérin, 2016 ; Bigard, 2018). Le *BBOP* met alors en place des standards et lignes directrices mondiaux pour la compensation des impacts sur l'environnement des projets d'aménagement (Guérin, 2016 ; Bigard, 2018). Quatre règles sont standardisées au niveau international : l'équivalence écologique et temporelle, la faisabilité et l'efficacité des mesures compensatoires, ainsi que dix principes de la compensation écologique, donc la prise en compte du contexte local et l'atteinte de l'objectif « pas de perte nette de biodiversité » (BBOP, 2012 dans Guérin, 2016 ; Bigard, 2018)

L'entreprise minière ORANO est implantée au Canada, au Kazakhstan, au Niger (ORANO, 2019), et en Mongolie pour l'exploitation des ressources uranifères. En Mongolie, l'entreprise est située dans le soum d'*Ulaanbadrakh*, dans la région orientale du désert de Gobi, le Dornogobi : elle possède des licences minières pour le gisement de *Dulaan Uul* depuis 2015, et test l'extraction du gisement de *Zuuvch Ovoo* depuis 2017 sur une zone pilote (ORANO, 2019a). La mise en place de la zone pilote de *Zuuvch Ovoo* a été accompagnée de mesures suivant la *mitigation hierarchy*. Actuellement, ORANO doit mettre en place les mesures compensatoires qui se traduisent par la plantation de saxauls (*Haloxylon ammondendron* (C.A. Mey) Bunge), une espèce ligneuse présente dans le désert de Gobi. Plus exactement, il s'agit d'un projet de plantation de l'ordre de 3 300 individus par hectares sur 5 hectares.

Néanmoins, ORANO émet des doutes sur le fait que la seule plantation de saxauls pourra répondre aux exigences de la compensation tout en étant adaptée au contexte pastoral de la zone de *Zuuvch Ovoo*. Le pastoralisme a en effet une place importante dans la société mongole, et particulièrement dans la région du Gobi : l'élevage pastoral multi-spécifique y est la première utilisation du territoire (Walton, 2010), et doit être pris en compte dans les mesures compensatoires qui seront mises en œuvre.

L'entreprise souhaite donc explorer d'autres possibilités de compensation écologique, adaptées aux conditions et au contexte de la zone de *Zuuvch Ovoo*. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude. Nous tenterons de répondre à la volonté d'ORANO en étudiant les possibilités de méthodes de compensation écologiques alternatives, et les modalités qui seraient adaptées au contexte local de la zone de *Zuuvch Ovoo*. Pour ce faire, nous nous appuierons sur l'analyse comparative de méthodes de compensation existantes ; sur des entretiens menés auprès des éleveurs des *soums* d'*Ulaanbadrakh* puis de *Gurvansaikhan*, *soum* de l'*aïmag* du Dundgobi, afin d'explorer les possibilités de modalités de la compensation écologique à mettre en place ; et sur des mesures de densité en forêts naturelles de saxauls.

2. CONTEXTE

2.1. LES CARACTERISTIQUES DU DESERT DE GOBI

La présente section décrit la région du désert de Gobi, dans laquelle est situé le projet de *Zuuvch Ovoo*, selon ses caractéristiques pédoclimatiques, sa biodiversité, l'utilisation du territoire et sa richesse minérale, notamment en uranium.

2.1.1. LE DORNOGOBI ET LE DUNDGOBI PARMI LES TROIS *AÏMAGS* DE LA REGION DU DESERT DE GOBI

La région du désert de Gobi correspond à trois *aïmags* du désert de Gobi : le Dornogobi, le Dundgobi et l'Omnogobi (Voir **figure 2**). Ces trois *aïmags* correspondent à un territoire de 350 000 km² et sont peuplés par 153 000 habitants (2007) (Walton, 2010), ce qui représente une densité de population moyenne de 0,44 habitant/km². Cette densité, encore plus faible que la densité de population de la Mongolie (2,06 habitants/km²) s'explique par la concentration de la population mongole à la capitale, *Ulaanbaatar* (Maire, 2017). 40% des habitants de la région du désert de Gobi habitent dans les capitales des trois *aïmags*, respectivement *Sainshand*, *Mandalgovi* et *Dalanzagdad* (Walton, 2010).

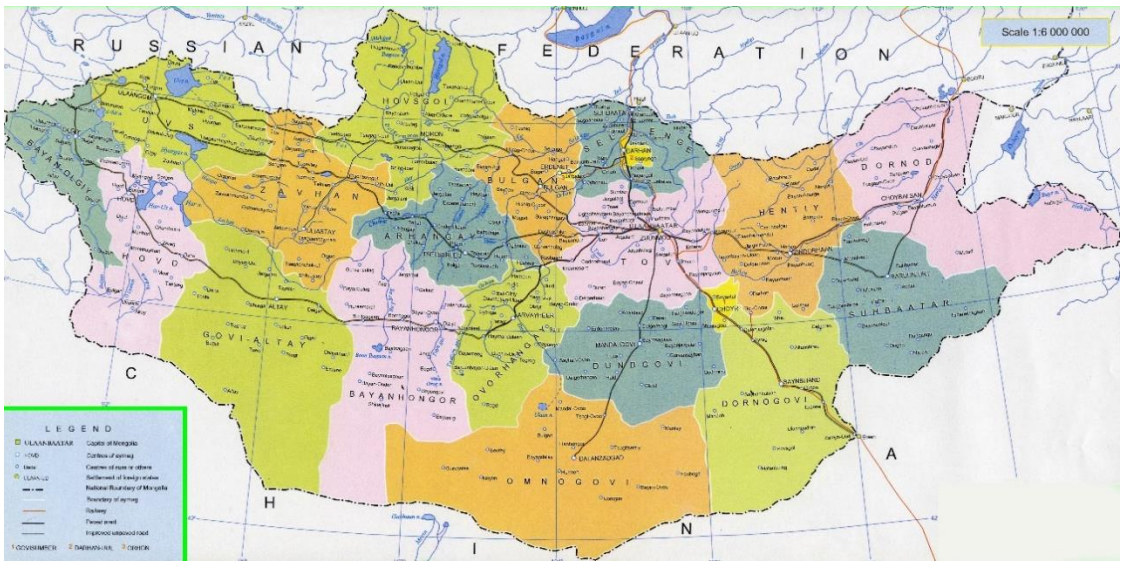


Figure 2 : carte de la Mongolie et des limites administratives des *aïmags* (source : Mapsland, 2019)

2.1.2 LE DESERT DE GOBI, UN DESERT FROID

Six régions écologiques (ou **éco-régions**, définie par Chimed-Ochir *et al.*, 2010 par une « grande unité terrestre ou aquatique contenant un ensemble géographiquement distinct d'espèces, de communautés et de conditions environnementales ») ont été distinguée en Mongolie par Damiran (2005) selon leurs précipitations, températures extrêmes, altitude, types de sol et jours sans gel respectifs. La **région écologique du désert de Gobi** est l'une de ces régions. D'une altitude de 700 à 1400 mètres (Damiran, 2005), le désert de Gobi est constitué de zones désertiques et semi-désertiques (Pfeiffer *et al.*, 2003) ou par les sections semi-arides et arides de la Mongolie (Damiran, 2005). La région du Gobi est soumise à un climat désertique froid : l'hiver y est difficile et long et les étés sont courts (Pfeiffer *et al.*, 2003 ; Tuinhof & Buyanhisnig, 2010). La température annuelle moyenne y est de 4,3°C (Pfeiffer *et al.*, 2003), mais les températures y fluctuent énormément, que ce soit au sein de la journée ou entre l'hiver et l'été (An *et al.*, 2013). En janvier, le mois le plus froid, les températures peuvent descendre à – 20°C et en juillet, le mois le plus chaud, elles peuvent atteindre 30°C (Tuinhof & Buyanhisnig, 2010). Notons que sur le site de *Zuuvch Ovoo*, la température minimum peut atteindre – 32°C et la température maximum + 35°C (Environ LCC, 2015). Les précipitations annuelles dans le désert de Gobi sont faibles : 100 à 125 mm en moyenne (Pfeiffer *et al.*, 2003 ; Damiran, 2005) et 85% sont concentrées pendant l'été, entre les mois de juin et d'août (Damiran, 2005 ; Tuinhof & Buyanhisnig, 2010).

2.1.2. LES ECOSYSTEMES ET LA BIODIVERSITE DU DESERT DE GOBI

2.1.2.1 Les trois sous-régions écologiques du désert de Gobi

Le désert de Gobi est lui-même divisé en **trois sous-régions écologiques** : le *« Dzungarian Gobi Deser*t », dont les températures sont parmi les plus froides et qui reçoit le plus de précipitations ; le plateau *Alashan* caractérisé par une végétation semi-désertique et désertique ; et le désert de Gobi oriental, caractérisé par une végétation arbustive résistante à la sécheresse accompagnée d'herbacées courtes (Chimed-Ochir *et al.*, 2010).

2.1.2.2 Les quatre différents types d'écosystème du désert de Gobi

Chimed-Ochir *et al.* (2010) ont identifié 15 types d'écosystèmes en Mongolie. Les principaux écosystèmes du désert de Gobi sont : les steppes désertiques, les semi-déserts, les véritables déserts et les déserts extrêmement arides (Chimed-Ochir *et al.,* 2010). La répartition des écosystèmes est illustrée sur la **figure 3** (page suivante). Les zones jaunes sont les steppes désertiques, oranges les semi-déserts, marrons clair les véritables déserts et marron foncé les déserts extrêmement arides.

Selon la carte issue de l'étude de Chimed-Ochir *et al.* (2010), le Dornogobi est une mosaïque de steppes désertiques et de semi-déserts, avec quelques zones de véritable désert

(voir **figure 3**). D'après Pfeiffer *et al.* (2003) et Vakanjac *et al.* (2015), le Dornogobi est plutôt classé comme zone semi-désertique, c'est à dire qu'il est composé d'une mosaïque de zones steppiques et désertiques (Pfeiffer *et al.*, 2003 ; Vakanjac *et al.*, 2015). Cette province est l'une des plus chaudes et des plus venteuses de Mongolie, et son altitude varie entre 1200 et 1600 mètres (Vakanjac *et al.*, 2015).

L'*aïmag* du Dundgobi est quant à lui représenté comme région à majorité steppique désertique, et comporte quelques zones de semi-désert au sud (voir **figure 3**) (Chimed-Ochir *et al.,* 2010)

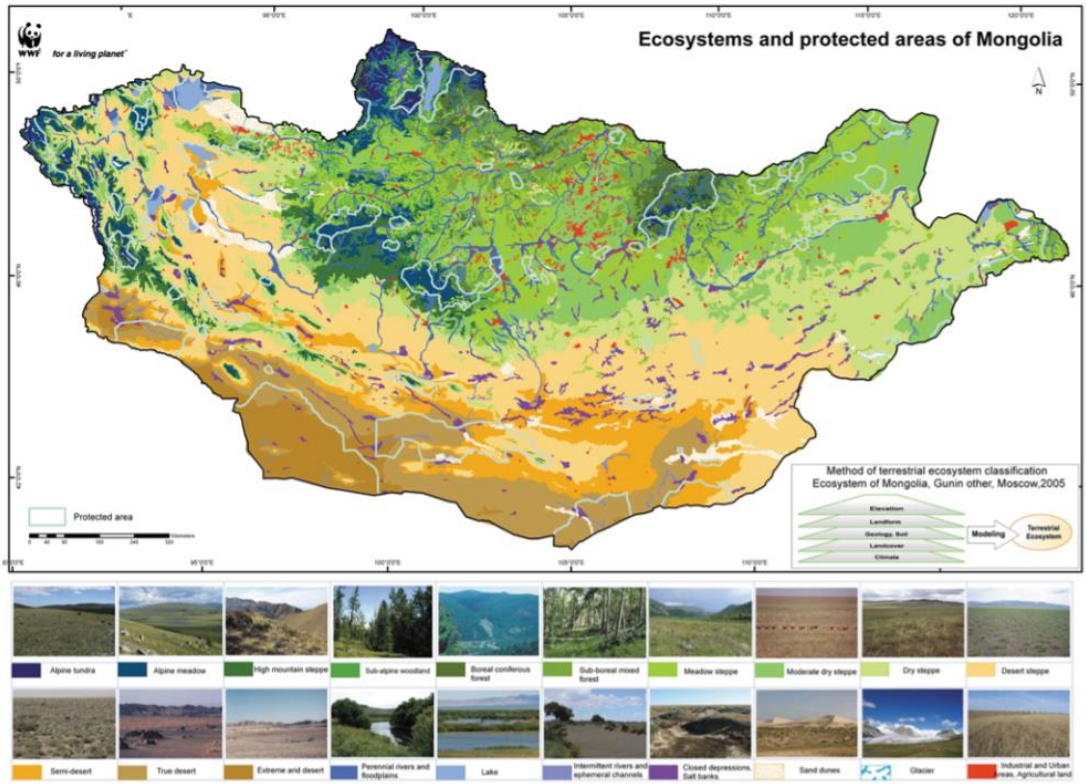


Figure 3 : carte des écosystèmes de la Mongolie (source : Chimed-Ochir *et al.*, 2010)

2.1.2.3 La biodiversité du désert de Gobi

Dans les zones arides de la Mongolie, les faibles températures influent sur la faune et la flore (Pfeiffer *et al.*, 2003). Le désert de Gobi est caractérisé par une végétation très adaptée à la sécheresse (Chimed-Ochir *et al.*, 2010). Les zones semi-désertiques sont représentées par des communautés végétales *Stipa – Allium*, et par une végétation arbustive (du genre *Caragana* ou encore *Artemisia*) (Yunatov, 1950 dans Pfeiffer *et al.*, 2003). Dans les zones complètement désertiques, la couverture végétale est souvent de seulement 1 à 2% (Walter et al, 1983 dans Pfeiffer *et al.*, 2003). Les composantes végétales les plus importantes du désert de Gobi sont : les *Chenopodiaceae*, les *Tamaricaceae*, les *Zygophyllaceae* et les *Asteraceae* (Pyankov *et al*, 2000 dans Pfeiffer *et al.*, 2003). Plus précisément, la partie orientale du Gobi est dominée par les arbustes de type *Caragana* (*Caragana bungei* et *Caragana leucocephala*), *Salsola passerina, Artemisia sp., Potaninia mongolica* et *Nitraria Sibirica*. La strate

herbacée comprend en majorité des *Stipa* (*Stipa gobica* et *Stipa glareosa*). Dans la sous-région de *Dzungarian*, la végétation est en majorité représentée par les saxauls (Chimed-Ochir *et al.*, 2010).

Le Gobi abrite de grands herbivores, comme la gazelle de Mongolie (*Procarpa gutturosa*) et l'âne sauvage de Mongolie (*Equus hemionus*) (Pfeiffer *et al.*, 2003 ; Chimed-Ochir *et al.,* 2010) qui cohabitent sur les pâturages avec le bétail des éleveurs du Gobi (Schaller, 1998 dans Pfeiffer *et al.*, 2003). Le désert est aussi habité par les chameaux sauvages (*Camelus bactrianus ferus*) et les ours du Gobi (*Ursus arctos gobiensis*), ainsi que trois reptiles endémiques du désert de Gobi : le gecko à queue plate, le gecko « à doigts nus » (*Cyrtopodion elongatum*) et le boa des sables (Chimed-Ochir *et al.,* 2010). Les régions montagneuses du désert abritent quant à elles des léopards des neiges, des bouquetins et des *Argalis* (*Ovis ammon*), grand ovin aux larges cornes originaire d'Asie Centrale (Chimed-Ochir *et al.,* 2010). Les oiseaux sont représentés par des populations d'outardes *Houbara*, de lagopède de Pallas, de geais de Henderson, de pluviers siffleurs, de roselins de Mongolie, de *Chukars* (une perdrix), de gypaète de Lammer et de vautours cinéréo (Chimed-Ochir *et al.,* 2010).

Figure 4 : gerbilles du désert de Gobi (*Rhombomys opimus*) (crédit : Annaêl Barnes)

Figure 5 : ânes sauvages de Mongolie (*Equus hemionus*) (crédit : Annaêl Barnes)

Figure 6 : gazelles de Mongolie (*Procarpa gutturosa*) (crédit : Annaêl Barnes)

2.1.2.4 Les forêts de saxauls : distribution et importance

Le saxaul (*Haloxylon ammodendron*) est une *Chenopodiaceae*, et une plante ligneuse du groupe des *Haloxylon* (Kazantseva *et al.*, 2012). Dans le désert de Gobi en Mongolie, les saxauls poussent à proximité les uns des autres (Kazantseva *et al.*, 2012). Cette formation est appelée **forêt de saxauls** (Koksharova, 1983 dans Kazantseva *et al.*, 2012), même si ces formations ne sont jamais très denses (Kazantseva *et al.*, 2012).

Figure 7 : forêt de saxauls dans le Dornogobi (crédit : Annaêl Barnes)

Les forêts de saxauls sont les plus répandues du désert de Gobi de Mongolie : elles occupent environ 2 millions d'hectares (Dorjsuren, 2009 dans Kazantseva *et al.*, 2012). Elles se situent dans la sous-région du plateau *Alashan*, dans les zones aux altitudes les moins

élevées, souvent le long de lits de rivière asséchés et sur des sols sableux (Chimed-Ochir *et al.*, 2010, Kazantseva *et al.*, 2012). Selon Kazantseva *et al.* (2012), le saxaul vit aussi dans les déserts caillouteux et les dépressions. Les forêts de saxauls peuvent pousser sur des sols non salés comme très salinisés, gypseux automorphes ou semi-automorphes (Evstifeev & Rachkovskaya, 1976 dans Kazantseva *et al.*, 2012).

Le saxaul est adapté aux climats secs et arides, notamment grâce à un système racinaire profond et large qui lui permet de capter l'eau en profondeur, de protéger le sol de l'érosion éolienne et d'atténuer les effets des tempêtes de sable (Suvdantsetseg *et al.*, 2008). En outre, les saxauls ont aussi un rôle important pour les populations locales, puisque les forêts de saxauls peuvent servir de fourrage pour le bétail (Suvdantsetseg *et al.*, 2008 ; Kazantseva *et al.*, 2012) : il représente une source permanente de fourrage pour les chameaux, mais aussi pour les chèvres et les moutons qui se nourrissent des rameaux tombés au sol durant l'automne et l'hiver (Kazantseva *et al.*, 2012). Le saxaul représente aussi une source importante de bois de chauffage (Suvdantsetseg *et al.*, 2008, Kazantseva *et al.*, 2012), bien qu'il soit interdit par la loi mongole de couper du saxaul : seul le bois mort peut être utilisé.

2.1.3. LE PASTORALISME DANS LA REGION DU DESERT DE GOBI

2.1.3.1 La place du pastoralisme dans la société mongole

En Mongolie, la surface cultivable totale est d'environ 1,8 millions d'hectares, ce qui représente seulement 1% de la surface du territoire (FAO, 2011). Le pastoralisme couvre quant à lui environ 80% du pays (FAO, 2011). Il s'agit d'un pastoralisme semi-nomade : les éleveurs ont une résidence permanente, et voyagent généralement avec leur famille pendant le printemps et l'été, et retournent à leur résidence permanente durant l'hiver (Koocheki & Gliessman, 2005). Le pastoralisme est un régime d'élevage extensif, c'est à dire que les troupeaux pâturent sur de larges espaces de parcours naturels (FAO, 2011 ; Mardesic, 2018). C'est un système adapté aux conditions arides et semi-arides : la mobilité des éleveurs et de leur troupeau permet une utilisation optimisée, flexible et efficace des ressources naturelles de nourriture limitées des zones arides (Koocheki, 1994 dans Koocheki & Gliessman, 2005).

L'élevage semi-nomade a une place patrimoniale et économique importante dans la société mongole. Activité de production principale depuis 150 ans avant Jésus Christ, le secteur de l'élevage représente aujourd'hui plus de 80% du produit agricole brut de la Mongolie, et fait encore vivre 34% de ses habitants comme seule source de revenu (Shagdar, 2002). En effet, le revenu principal des familles semi-nomades vient de la vente des produits d'animaux : viande, laine, cachemire, lait et dérivés, peau, ou encore crin de cheval (Mardesic, 2018). En général, les familles vendent leurs produits dans les centres des *soums*, dans les centres des *aimags* ou à *Ulaanbaatar* par le biais d'intermédiaires (Mardesic, 2018). Par ailleurs, il constitue une source alimentaire importante des villes, dont la capitale *Ulaanbaatar* (Maire, 2017 ; Mardesic, 2018).

2.1.3.2 L'élevage dans la région du désert de Gobi

Dans le désert de Gobi, l'élevage semi-nomade est la principale utilisation du territoire (Walton, 2010). Le système d'élevage du désert de Gobi présente plusieurs avantages, parmi lesquels : il nécessite peu d'intrants et est peu coûteux car basé sur l'utilisation de ressources naturelles gratuites et renouvelables, c'est un système de production adapté aux conditions environnementales du Gobi, et il permet de combler les besoins en autoconsommation tout en produisant des produits vendables (Walton, 2010).

La multi-spécificité des troupeaux du désert de Gobi permet elle aussi une optimisation de l'utilisation des ressources disponibles. Ils sont généralement composés de chameaux, chèvres et moutons, adaptés aux conditions du désert, mais aussi de chevaux et de vaches (Walton, 2010) : ce sont les « cinq museaux » (Mardesic, 2018 ; Marchina, 2019). L'élevage multi-spécifique permet la mise en place d'un mode de gestion et d'occupation des pâturages différente selon les espèces (Marchina, 2019). Les espèces se complémentent en termes d'utilisation des ressources et du territoire : le gros bétail (« *bod (mal)* ») pâture la plupart du temps en liberté et mange les couches supérieures tandis que le petit bétail (« *bog (mal)* ») reste proche du campement et y rentre tous les soirs, et mange les couches inférieures (Ferret, 2014, dans Marchina, 2019 ; Marchina, 2019). La diversification des espèces au sein du troupeau est aussi un élément important pour procurer une source de nourriture continue aux éleveurs, et pour la capacité de régénération du troupeau après un évènement extrême (Koocheki & Gliessman, 2005), comme les épisodes de *zud*. Les épisodes de *zud* sont fréquents en Mongolie, et de trois types : les « *zud* blanc », de fortes chutes de neige impactantes sur l'alimentation et le déplacement des troupeaux, les « *zud* noirs », qui correspondent à un déficit de précipitation, impactant l'hydratation des troupeaux et une dégradation des qualités nutritives des végétaux, et les « *zud* de fer » qui correspondent à une couche de glace difficile à briser pour les animaux (Marchina, 2019).

2.1.3.3 Quelques chiffres sur l'élevage d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan*

D'après une étude sur les usages de l'eau commandée par ORANO (SDLA Team, 2018), le soum d'*Ulaanbadrakh* est peuplé par 1470 habitants (2018) et s'étend sur 1 137 092 hectares. Parmi ses habitants, on compte 302 foyers d'éleveurs (SDLA Team, 2018). D'après le recensement de 2017, le nombre total de têtes s'élève à 138 649 têtes, dont 4 885 chameaux, 10 731 chevaux, 5 719 vaches, 51 761 moutons et 65 553 chèvres (SDLA Team, 2018). La tendance va vers l'augmentation du nombre de tête au sein du cheptel. Parmi les 50 éleveurs enquêtés lors de cette étude, 37,2% sont sédentaires, 19,1% se déplacent 2 à 4 fois par an, 27% se déplacent 5 à 7 fois par an, et 13,7% se déplacent 8 fois ou plus (SDLA Team, 2018).

Le soum de *Gurvansaikhan* se situe dans l'*aïmag* du Dundgobi. La population dans le soum de *Gurvansaikhan* était de 2690 habitants et 649 foyers étaient des familles d'éleveurs en 2003 (Lise *et al.,* 2006). D'après le recensement de 2003 (Lise *et al.,* 2006), le nombre de têtes total était de 203 059 têtes, dont 1303 chameaux, 8321 chevaux, 2862 vaches, 65 731 moutons et 61 549 chèvres. La tendance allait vers l'augmentation de la taille des troupeaux, toutes espèces confondues sauf pour le nombre de têtes de chameaux qui a diminué de 27% entre 1999 et 2003 (Lise *et al.,* 2006).

2.1.4. LA RICHESSE MINERALE DU DESERT DE GOBI

2.1.4.1 La Mongolie ou « le coffre-fort géologique »

La Mongolie, nommée le « coffre-fort géologique » ou « *Mine-Golia* » (Maire, 2017), est connue aujourd'hui pour ses ressources minérales nombreuses et variées : charbon, cuivre, or, fer, argent, tungstène, zinc ou encore uranium, pour n'en citer que certaines (Pui-Kwan Tse, 2009 ; Maire, 2017). Ses ressources ont pourtant été longtemps peu exploitées. C'est depuis les années 2000 que l'industrie minière a pris une place importante dans l'économie mongole : en 2007, les mines et les carrières contribuaient à 33% du produit national brut (Pui-Kwan Tse, 2009). En 2016, 3 580 licences étaient délivrées sur le territoire mongol, dont 2 022 licences d'exploration et 1 558 licences d'exploitation (Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia, 2017) (voir **figure 8** ci-dessous). Les mines qui recouvrent la plus grande surface du territoire sont les mines de cuivre, de charbon, et d'or : elles représentent ensemble 87% de la surface sous licence d'exploitation en 2007 (BirdLife Asia, 2009)

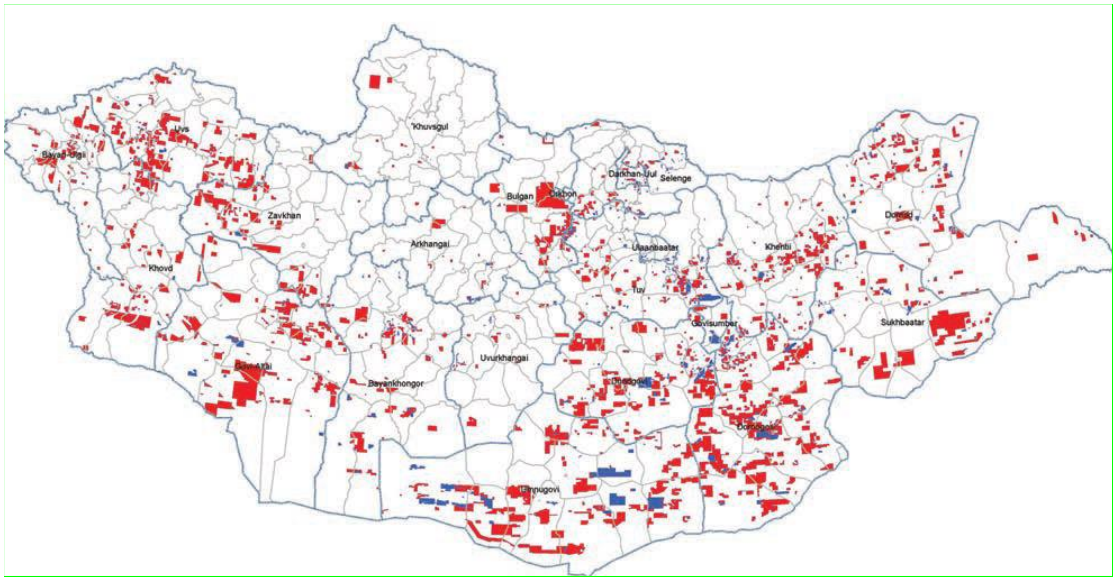


Figure 8 : carte des licences d'exploration (en rouge) et d'exploitation (en bleu) en Mongolie (source : Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia, 2017)

2.1.4.2 Développement du secteur minier en Mongolie et ouverture à l'international

L'évolution des politiques et les lois du secteur minier montre la volonté du gouvernement mongol à attirer les investissements étrangers dans l'exploration et l'exploitation minière (Pui-Kwan Tse, 2009 ; Maire, 2017). Après l'ouverture démocratique de la Mongolie en 1992, le gouvernement a adopté une nouvelle loi minière en 1994 visant à encadrer ce secteur prometteur pour le développement industriel et la croissance

économique de la Mongolie (Maire, 2017). Cette loi a été modifiée en 1997, avec l'aide de la Banque Mondiale (Maire, 2017). La loi minière de 1997 a permis de mettre en place un cadre législatif plus attractif pour les pays étrangers, notamment pour l'exploration minière (Maire, 2017). Elle permettait en outre aux investisseurs de profiter d'une « stabilité fiscale et réglementaire pendant au moins 10 ans » (Maire, 2017). Cette stratégie d'ouverture a porté ses fruits et a été bénéfique à la mise en place de partenariats et de nouvelles phases d'exploration (Maire, 2017). A titre d'exemple, en 2005, l'exploration pétrolière et le secteur minier représentaient 68% des investissements étrangers du pays (Pui-Kwan Tse, 2009). Elle fut de nouveau modifiée en 2006, cette fois-ci pour la mise en place d'un cadre législatif permettant à l'état mongol de disposer de parts dans les gisements découverts lors des précédentes années d'exploration, classés par le parlement comme étant d'une importance stratégique (Maire, 2017).

2.1.4.3 L'industrie minière dans la région du désert de Gobi

Les ressources minérales présentes dans le sud du Gobi sont vues comme une opportunité de développement (BirdLife Asia, 2009). En 2007, 55% de la région du désert de Gobi sont sous licences d'exploration : excepté les zones d'aires protégées, toute la surface des *aïmags* du Dundgobi et de l'Omnogobi sont en exploration (BirdLife Asia, 2009). Le désert de Gobi est en fait la partie du territoire mongol contenant la plus grande quantité de ressources minérales identifiées (BirdLife Asia, 2009). La répartition des licences d'exploitation est semblable à celle des licences d'explorations (voir **tableau 1**) : c'est dans les *aïmags* de la région du sud du Gobi que les licences minières représentent la plus grande surface, plus particulièrement dans les *aïmags* du Dornogobi et de l'Omnogobi (BirdLife Asia, 2009).

Tableau 1 : étendues des licences minières dans les *aïmags* de la région du désert de Gobi (BirdLife Asia, 2009)

	Surface totale (ha)	**Surface sous licence d'exploration (ha)**	**Surface sous licence d'exploration (%)**		**Surface sous licence d'exploitation (ha)**	**Surface sous licence d'exploitation (%)**	
			Par rapport à l'*aïmag*	**Par rapport à la Mongolie**		**Par rapport à l'*aïmag***	**Par rapport à la Mongolie**
Dornogobi	10 914 054	6 565 096	60,2	7,0	43 149	0,4	0,03
Dundgobi	7 424 510	2 165 917	29,2	4,7	5 535	0,07	0,004
Omnogobi	16 309 375	9 328 091	57,2	10,4	168 889	1,04	0,1

2.1.4.4 Zoom sur le secteur uranifère

Plus précisément, le **secteur minier uranifère** se développe fortement depuis les années 2000 (AREVA, [s d]) : aujourd'hui, l'uranium a une part importante dans la stratégie de développement du pays. L'État mongol souhaite se positionner sur le secteur des combustibles nucléaires (Maire, 2017 ; AREVA, [s d]) pour le marché asiatique via le

développement d'une activité minière uranifère, mais aussi par la mise en place de « centres de recherche, de centres de fabrication du combustible, de centrales nucléaires et de projets d'enfouissement des déchets » (Maire, 2017). Par l'adoption de lois favorisant les investissements étrangers entre 1991 et 2005, le pays a ouvert son marché aux grands acteurs du nucléaire qui avaient la capacité financière et technique pour l'établissement de tels projets en Mongolie (Maire, 2017) : partenaires français, russes, chinois, japonais et indiens (AREVA, [s d]).

Les campagnes d'exploration qui en ont découlé ont mis en évidence une grande quantité de ressources exploitables. En 2011, l'Autorité de l'Energie Nucléaire de Mongolie a déclaré 107 licences d'exploration et deux licences d'exploitations de l'uranium (Vakanjac *et al.*, 2015). En particulier, la découverte de deux gisements en particulier de plus de 50 000 tonnes d'uranium a permis à la Mongolie d'entrer en 2013 dans le top 10 des pays aux ressources uranifères les plus importantes (AREVA, [s d]) : les gisements ***Dulaan Uul*** et ***Zuuvch Ovoo*** dans l'*aïmag* du Dornogobi. En outre, d'après le rapport 2014 de « the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency », le cours de l'uranium en Mongolie peut varier de 80 USD/kg d'uranium à 260 USD/kg d'uranium, et les ressources uranifères identifiées en Mongolie avaient augmenté d'un facteur 3,5 entre 2011 et 2013, notamment après la classification de gisements situés dans la zone Sud Est du pays (The OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency, 2014). La ressource en uranium en Mongolie représente donc un intérêt économique potentiel pour la Mongolie et ses partenaires, et un enjeu stratégique à l'échelle nationale.

2.1.4.5 Les dépôts d'uranium du Dornogobi

Dans le Dornogobi en particulier, des quantités importantes d'uranium se sont accumulées naturellement. Il s'agit de dépôts d'uranium de type « *roll front* », qui se forment par les « mouvements des eaux des nappes phréatiques circulant dans les formations sableuses ou conglomératiques perméables » (AREVA, [s d]) (voir **figure 9**). L'uranium présents dans l'aquifère précipite, formant un croissant, le « roll-front », qui migre au cours des temps géologique et pouvant s'accumuler sur de très longues distances, parfois des centaines de mètre (AREVA, [s d]).

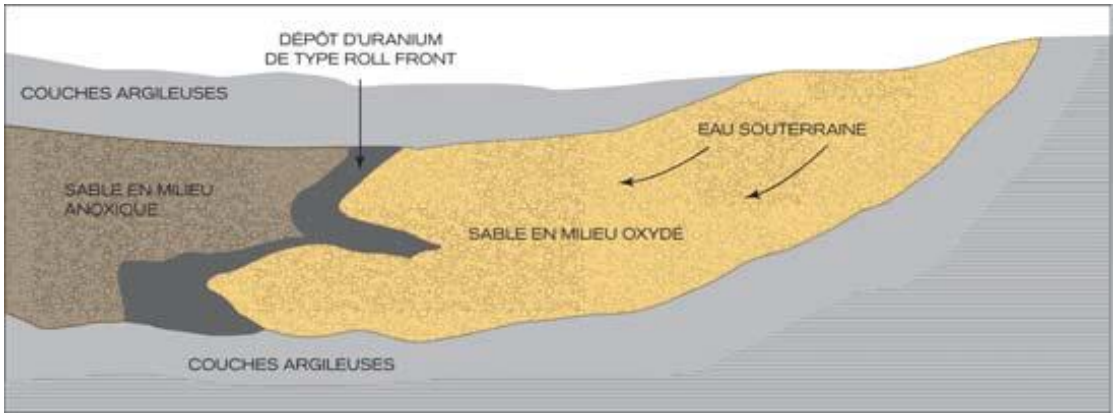


Figure 9 : formation de roll-fronts (source : AREVA, [s d])

2.2. LES PROJETS MINIERS URANIFERES DU DESERT DE GOBI : EVALUATION ET GESTION ENVIRONNEMENTALE DE LEURS IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

Le Dornogobi est une région du Gobi riche en uranium. Les mines d'uranium, comme tout projet d'aménagement, sont soumises à une Etude d'Impact Environnemental, qui sera traduite par des mesures d'Evitement, de Réduction et de Compensation. Notre étude portant sur les mesures compensatoires, nous étudierons plus en détail l'étape de compensation.

2.2.1. L'IMPLANTATION DE L'ENTREPRISE ORANO DANS LE DORNOGOBI

ORANO, anciennement AREVA, est une entreprise française, dans le secteur énergétique, et principalement dans le secteur nucléaire. Ses activités recouvrent l'ensemble du cycle de combustion nucléaire, de l'implantation de la mine à son démantèlement : extraction de l'uranium, conversion, enrichissement de l'uranium, et recyclage (ORANO, 2019b). En Mongolie, ORANO est implanté dans l'*aïmag* du Dornogobi.

2.2.1.1 L'intérêt d'ORANO pour l'*aïmag* du Dornogobi

L'intérêt d'ORANO pour l'*aïmag* du Dornogobi a débuté en 1996. Alors que les géologues de l'entreprise avaient déjà désigné la Mongolie comme un territoire à fortes probabilités de gisement d'uranium, le pays s'est ouvert démocratiquement en 1991 et est devenu politiquement plus stable. De plus, l'ouverture du marché mongole grâce aux lois adoptées entre 1991 et 2005 (voir **partie 2.1.4.2**) a permis à ORANO de s'implanter sur le marché nucléaire mongol, et de faire partie des partenaires investisseurs du pays (Maire, 2017).

2.2.1.2 Les gisements uranifères de *Dulaan Uul* et de *Zuuvch Ovoo*

La compagnie « COGEGOBI », entité via laquelle ORANO mène ses opérations d'exploration, a ainsi pu être créée en 1997 et commencer une phase d'exploration en 1998 dans le but de détecter les zones à forte quantité d'uranium (AREVA, [s d]). Deux importants gisements ont pu être identifiés : celui de *Dulaan Uul* en 2000 et celui de *Zuuvch Ovoo* en 2009, tous deux dans la province du Dornogobi (voir **figure 10**, page suivante) : le premier est estimé à 9 888 tonnes et le second à 54 639 tonnes d'uranium (Maire, 2017). En 2011, la faisabilité de la méthode d'extraction d'uranium du gisement de *Dulaan Uul* a

été démontrée et en 2015, ORANO a obtenu trois licences d'exploitation (ORANO, 2019c). En 2017, ce sont les travaux d'une zone pilote pour le gisement de *Zuuvch Ovoo* qui ont débuté, en partenariat avec la société de l'État mongol Mon-Atom. Mon-Atom est la société nationale mongole, et détient 34 % de la société « Badrakh Energy », en charge de l'exploitation et portant les licences minières attribuées pour les deux gisements. AREVA Mongol, la société mère en Mongolie, détient les 66 % autres (ORANO, 2019c).

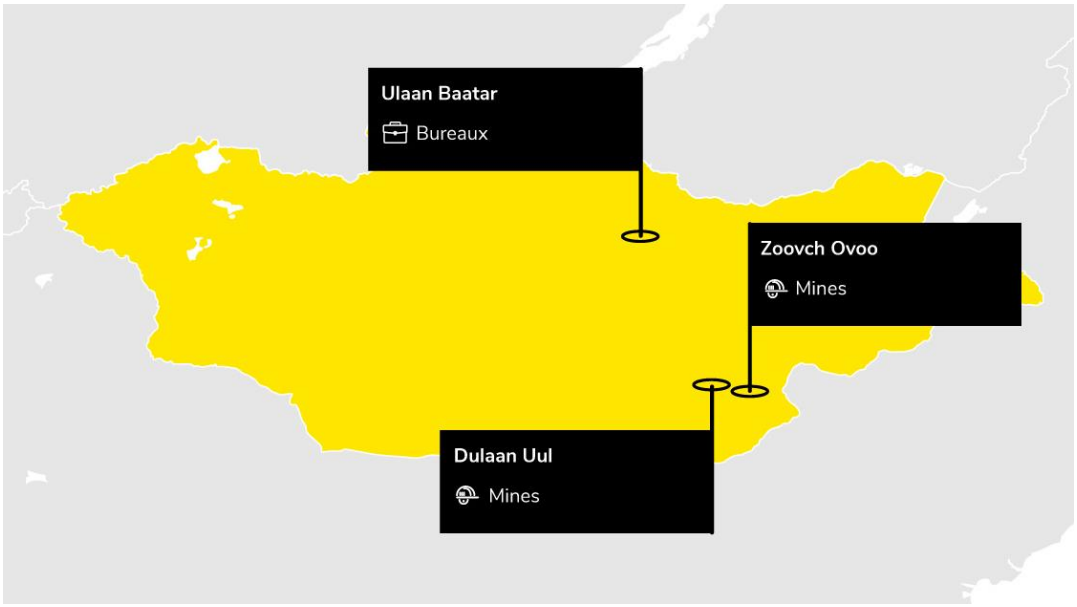


Figure 10 : localisation des gisements de *Dulaan Uul* et de *Zuuvch Ovoo* dans le Dornogobi (source : ORANO, 2019c)

2.2.2. LES OUTILS DE GESTION DES IMPACTS DES PROJETS MINIERS SUR L'ENVIRONNEMENT

Le changement de système économique de la Mongolie a donc ainsi fortement favorisé le développement du secteur minier, et ce dernier joue un rôle essentiel dans l'économie mongole : sa croissance rapide est due en grande partie au développement de ce secteur (United Nation Development Programme, 2016). Cependant, cette transition s'est accompagnée d'impacts de plus en plus nombreux et importants sur l'environnement, surtout dus aux routes et autres infrastructures liées au développement des projets miniers (BirdLife Asia, 2009 ; United Nation Development Programme, 2016). Il a donc été nécessaire de mettre en place un outil d'évaluation et de gestion des impacts de ces projets sur l'environnement. C'est en 2011 qu'a été élaborée « *The Law on Environmental Impact Assessments* » (United Nation Development Programme, 2012). Cette loi cadre la règlementation de la protection de l'environnement via la définition et la mise en place de l'Etude d'Impact Environnemental (**EIE**) (United Nation Development Programme, 2012).

2.2.2.1 L'étude d'impact environnemental pour l'évaluation des impacts sur l'environnement

Un projet minier sera donc soumis à des conditions de mise en place d'une évaluation environnementale, qui se traduit par une EIE. Ainsi, les projets miniers uranifères d'ORANO sont eux-mêmes soumis à une EIE.

L'EIE est définie dans l'article 3.1.6 du premier chapitre de « *The Law on Environmental Impact Assessment* », « *General provisions* » comme « l'identification préalable, l'atténuation et l'élimination des impacts négatifs potentiels, sur la santé humaines et l'environnement, d'un projet mis en place par des individus, des entreprises et organisation commerciales » (Parlement de Mongolie, 2011). D'après l'article 7 de cette loi (Parlement de Mongolie, 2011), celle-ci consiste en deux études distinctes : « *The general environmental impact assessment* » et « *The detailed environmental impact assessment* ». Ces deux études sont décrites dans le **tableau 2** ci-dessous et le **tableau 3** (page 30)

Le **tableau 2** ci-dessous est une description de ce qui est dit sur « *The General Environmental Impact Assessment* » dans « T*he Law of Mongolia on environmental impact assessments* » (Parlement de Mongolie, 2011 : article 7).

Tableau 2 : description de "*The general environmental impact assessment*" (Parlement de Mongolie, 2011)

	Ce que dit la « *Law of Mongolia on environmental impact assessments* »
Quels projets font l'objet d'une évaluation générale préalable des impacts sur l'environnement	Utilisation des ressources naturelles, extraction du pétrole et du gaz naturel, exploitation des ressources en eau, possession et utilisation des terres à des fins commerciales, toute exploitation minière Tout nouveau projet et installations déjà existantes qu'il est prévu de rénover ou agrandir
Qui doit faire la demande d'EIE générale ? A qui ?	Selon le type de projet (classification en annexe du texte de loi), elle est demandée par le porteur de projet à : - l'organisation administrative centrale de l'Etat chargée de la nature et de l'environnement ; - ou à l'*aïmag* et le bureau du gouverneur de la capitale de l'*aïmag*.
Quels sont les éléments de la demande d'EIE générale	Brève description du projet, étude de faisabilité, conception technique, description de l'état initial de l'environnement, avis écrit du soum et du gouverneur de l'*aïmag* concerné
Par qui est-elle délivrée ?	Par des experts chargés de l'évaluation et un expert en chef qui dirige et coordonne l'évaluation, nommés par l'organisation administrative centrale de l'Etat en charge de la nature et de l'environnement Il s'agit d'un bureau d'étude

	Ce que dit la « *Law of Mongolia on environmental impact assessments* »
En combien de temps doit-elle être délivrée ?	Dans un délai de 14 jours ouvré Un délai de 14 jours supplémentaire peut être obtenu selon l'avis de l'expert en chef
Que dit l'EIE générale ?	Le projet doit être rejeté si : - il peut causer des dommages considérables sur l'environnement à cause des technologies, techniques et activités proposées ; - il ne figure pas dans le plan de gestion du territoire ; - ses activités ne sont pas compatibles avec la politique de l'État mongol, l'analyse stratégique ou certaines législations.
Une EIE détaillée est-elle toujours réalisée après l'EIE générale ?	Oui, sauf conditions particulières
Quelle est la règlementation et les lignes directrices de l'EIE générale ?	Approuvées par l'organisation administrative centrale de l'Etat en charge de la nature et de l'environnement. Le règlement donne les lignes directrices concernant les questions relatives à la protection de l'environnement, les études d'impacts (y compris l'évaluation et l'examen des évaluations), et la participation du public à ces évaluations

Le **tableau 3** ci-dessous est une description de ce qui est dit sur « *The Detailed Environmental Impact Assessment* » dans « *The Law of Mongolia on environmental impact assessments* » » (Parlement de Mongolie, 2011 : article 8)

Tableau 3 : description de "*The detailed environmental impact assessment*" (Parlement de Mongolie, 2011)

	Ce que dit la « *Law of Mongolia on environmental impact assessments* »
A quoi sert l'EIE générale préalable ?	L'avis donné lors de l'EIE générale définit les objectifs, les zones d'étude, la portée et la durée des travaux pour l'EIE détaillée
Par qui est réalisée l'EIE détaillée ?	Par une entité juridique mongole autorisée à réaliser l'EIE détaillée
Quels éléments comporte l'EIE détaillée ?	- les données d'état initial de l'environnement et les indicateurs environnementaux étudiés ; - des prédictions et conclusions quant aux impacts négatifs potentiels et majeurs du projet : ampleur, étendue spatiale, conséquences ; - des **recommandations quant aux mesures d'atténuation et d'élimination des impacts potentiels et majeurs sur l'environnement** ; - des recommandations quant aux méthodes et technologies alternatives **permettant de réduire** le niveau de pollution attendu du projet ;

	Ce que dit la « *Law of Mongolia on environmental impact assessments* »
Quels éléments comporte l'EIE détaillée (suite)	- des recommandations sur les méthodes et techniques écologiques ; - l'évaluation des risques liés aux impacts du projet sur la santé humaine et l'environnement si exigé par l'EIE générale ; - pour **les mesures de restauration et les mesures de conservations ex-situ** pour les projets pétroliers, miniers et d'extraction de minéraux radioactifs : discussion quant aux - activités de fermeture de la mine, les objectifs des mesures, la portée des mesures et les indicateurs qui seront considérés ; - une discussion quant aux objectifs, à la portée et aux indicateurs **du plan de gestion environnementale**. Le plan de gestion de l'environnement est composé d'un **plan de protection de l'environnement** et d'un **programme de surveillance de l'environnement** (United Nation Development Programme, 2016). - des notes sur les consultations menées auprès des autorités locales et des communautés potentiellement touchées par le projet ; - d'autres problématiques liées à la strate culturelle et à la nature spécifique du projet.
Quelle est la place du porteur de projet dans l'élaboration de l'EIE détaillée ?	Le porteur de projet est officiellement invité à formuler des observations sur l'EIE détaillée
Qui paye pour l'EIE détaillée ?	Le porteur de projet assume les coûts associés à l'élaboration de l'EIE détaillée
Qui doit prendre connaissance de l'EIE détaillée ?	L'entité juridique mongole doit réaliser 4 exemplaires de l'EIE détailles, chaque exemplaire étant pour : - l'organe administratif central de l'Etat chargé de la nature et de l'environnement ; - le porteur de projet ; - le gouvernement du soum et du district ayant les compétences pour le projet proposé ; - l'entité juridique mongole garde l'exemplaire restant.
Qui vérifie la mise en œuvre de l'EIE détaillée ?	Les gardes forestiers locaux, les inspecteurs de l'environnement de l'Etat, les gouverneurs de tous les niveaux et les l'organe administratif central de l'Etat en charge de la géologie et des mines vérifient que l'EIE a bien été menée pour tout projet mis en œuvre par des particuliers, des entreprises ou des entités commerciales

2.2.2.2 La séquence ERC pour « Eviter, Réduire, Compenser » les impacts sur l'environnement

Les mesures de dites de réduction, d'atténuation, d'élimination, de restauration, de conservation et de gestion recommandées et discutées dans « *The detailed environmental impact assessment* », sont traduites par **la séquence ERC** « Eviter, Réduire, Compenser ». La mise en œuvre de cette séquence a pour but d'atténuer les impacts sur l'environnement prédits par l'EIE (Bigard, 2018). Au niveau international, certains standards ont été élaborés en 2004 par le *Business and Biodiversity Offset Programm* (**BBOP**) via la description de « *the*

mitigation hierarchy ». Celle-ci comporte les étapes suivantes (voir **figure 11**, page suivante) (BBOP, 2012, dans Bigard, 2018 ; Richard, 2019) :

- ***avoidance*** ou **évitement** : elles doivent permettre d'éviter et de supprimer des impacts, notamment lors de la prise de choix liés au projet, en considérant des alternatives quant à la nature du projet, les techniques utilisées ou encore localisation du projet. Elles peuvent être de deux formes : la première correspond à l'évitement lors du « choix d'opportunité », réalisée en amont du projet, et la seconde peut être mise en place une fois le projet bien défini ;
- ***minimisation*** ou **réduction :** elles doivent permettre de réduire, le plus possible, des impacts restant après les mesures d'évitement, afin qu'il ne reste que des impacts négatifs les plus faibles possibles, dits résiduels ;
- ***rehabilitation/restoration*** : mesures prises pour réhabiliter ou restaurer les écosystèmes dégradés, selon les impacts qui ne peuvent pas être complètement évités et réduits ;
- ***offset*** ou **compensation** : elles ont pour objectif de compenser au moins à hauteur des impacts résiduels négatifs, c'est à dire d'avoir un bilan écologique neutre en termes de biodiversité, voire meilleur que celui observé avant l'exploitation. Elles peuvent prendre différentes formes : restauration écologique, création d'habitat ou encore des changements de pratiques agriculturales, par exemple, vers des pratiques plus respectueuses de la biodiversité.

2.2.2.3 La compensation écologique : règles et principes pour tendre vers le gain net de biodiversité

Selon « *The Business and Biodiversity Offsets Programm* » (BBOP, 2012, dans Bigard, 2018), la compensation écologique doit suivre les principes suivants :

- « atteindre l'absence de perte nette de biodiversité ou « no net loss » (**NNL**) (voir **figure 11**, page suivante) ;
- tendre vers le gain net de biodiversité ;
- respecter la hiérarchie ERC ;
- poser les limites de ce qui est compensable ;
- prendre en compte le contexte local (paysager, environnemental, social et culturel) ;
- faire participer les parties prenantes ;
- mettre en œuvre une mesure de compensation de façon justifiée, équilibrée et équitable ;
- fixer des objectifs de résultat sur le long terme,
- être transparent et communiquer les résultats ;
- se baser sur des connaissances scientifiques et respecter les savoir-faire traditionnels lors de la mise en œuvre des mesures de compensation. »

Les règles d'équivalence, de faisabilité et d'efficacité doivent aussi être suivies lors de la mise en place de mesures compensatoires (Bigard, 2018) :

- l'**équivalence écologique** : la perte et le gain de biodiversité doivent être qualitativement et quantitativement équivalents en termes d'espèces, d'habitats naturels, ou encore fonctions écologiques ;

- l'**équivalence temporelle** : le temps entre la perte et le gain de biodiversité doit être le plus court possible, et la durée du gain de biodiversité doit être au moins équivalent à la durée de l'impact sur l'environnement ;
- la **faisabilité** : il doit être possible d'atteindre les objectifs visés par la mise en place des mesures compensatoires écologique ;
- l'**efficacité** : les mesures compensatoires doivent atteindre les résultats escomptés, permettre un gain écologique et être additionnelles, c'est-à-dire qu'elles seules pourraient permettre d'atteindre les objectifs écologiques fixés.

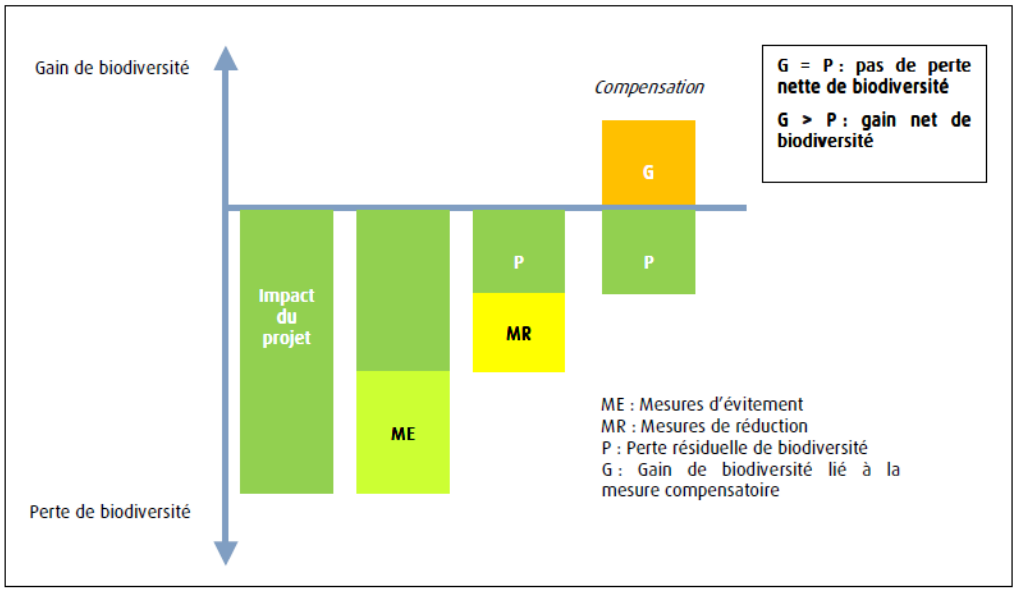


Figure 11 : principe de la séquence ERC pour atteindre le "No Net Loss" ou tendre vers le gain net de biodiversité (source : Richard, 2019)

Notons que la figure ci-dessus ne distingue pas l'étape de restauration. Celle-ci, d'après les standards du BBOP, se situe entre l'étape de réduction et l'étape de compensation (Bigard, 2018).

2.2.2.4 La diversité des mesures compensatoires

La mise en œuvre des mesures de la séquence ERC peut varier selon le pays. En ce qui concerne l'étape de compensation par exemple, la France exige une équivalence écologique stricte, en plus de l'équivalence géographique (compensation à proximité de l'impact considéré) qu'elle impose (Bigard, 2018). En outre, le *BBOP* désigne la compensation (*offset*) comme une mesure pouvant prendre des formes variées, comme la restauration d'habitats dégradés ou encore la protection de zones où une perte de biodiversité est imminente ou prévue (BBOP, dans Bigard, 2018), alors que de telles mesures ne sont pas considérées comme compensatoires en France (MEDDE, 2013, dans Bigard, 2018). Finalement, bien qu'il puisse exister une pluralité de mesures compensatoires à travers le monde, la compensation écologique peut être définie comme « un ensemble d'actions en faveur des milieux naturels, permettant de contrebalancer les dommages causés par la réalisation d'un projet et qui n'ont pu être suffisamment évités ou réduits. » (Guérin, 2016).

2.2.2.5 La compensation écologique en Mongolie

Les mesures compensatoires ne sont pas décrites dans la version de 2011 de « *The detailed environmental impact assessment* » de « *The Law of Mongolia on Environmental Impact Assessments* » précédemment présentées. La compensation écologique est un concept encore nouveau en Mongolie (United Nation Development Programme, 2016). C'est en 2013 que la « *Law on Environmental Impact Assessments* » (2011) est modifiée et qu'une composante sur les mesures de compensation des pertes de biodiversité est ajoutée dans l'article 9 (United Nation Development Programme, 2012). Ces modifications concernent les mines de pétrole, de minerais et de minéraux radioactifs. Elle exige, pour ces projets, que les **plans de protection de l'environnement** (inclus dans le plan de gestion environnemental, comme expliqué dans le **tableau 3**) comprennent des mesures visant à éviter, réduire au minimum, atténuer, éliminer et à **compenser les pertes de la biodiversité** (United Nation Development Programme, 2012). Ces mesures de compensation, d'après la modification du texte de loi de 2013, se traduisent par la mise en œuvre de mesures de conservation de la biodiversité dans d'autres zones, afin de compenser la perte d'habitats naturels causée par l'implantation du projet et des infrastructures associées (United Nation Development Programme, 2012). De plus, un échéancier et un budget prévisionnel doivent maintenant être estimés pour la mise en place des différentes mesures. (United Nation Development Programme, 2012).

2.3. LA COMPENSATION ECOLOGIQUE DES IMPACTS DU PILOTE DE *ZUUVCH OVOO* PAR LA PLANTATION DE SAXAULS

Le projet minier du gisement de *Zuuvch Ovoo* en est encore à la phase de préfaisabilité. La zone pilote de *Zuuvch Ovoo* permettra de tester l'extractibilité du gisement, son rendement, mais aussi une première évaluation de l'impact environnemental du projet minier. Le pilote concerne une zone de 5 hectares, comprenant bâtiments, routes et une petite mine.

Dans « *The Law on Environmental Impact Assessments* » (2011), il n'est pas dit spécifiquement qu'il existe des obligations sur une zone pilote vis à vis des études d'impact, des mesures d'évitement, de réduction et de compensation. Néanmoins, la mise en place d'un pilote, aura tout de même des impacts environnementaux sur la zone. ORANO a fait réaliser une étude d'impact sur la zone pilote, et mis en place des mesures de réduction et d'évitement. Dans le cadre de cette étude d'impact, il leur a aussi été demandé de réaliser une compensation par rapport à la zone pilote. Plusieurs manières de mettre en place une compensation écologique ont été proposées à l'entreprise, et ORANO a choisi la compensation écologique par plantation. Pour ce faire, les autorités mongoles ont donné pour consigne la plantation de 3 300 **saxauls par hectares**, et ce sur **4,98 hectares.**

3. PROBLEMATIQUE, HYPOTHESES, OBJECTIFS ET METHODOLOGIE ASSOCIEE

3.1. DES QUESTIONNEMENTS QUANT A LA PLANTATION DE SAXAULS COMME COMPENSATION ECOLOGIQUE DU PILOTE DE *ZUUVCH OVOO*

La Mongolie est un pays jeune en termes d'exploitation minière, et notamment en termes d'activités uranifères. Elle l'est encore plus en ce qui concerne la compensation écologique. L'entreprise ORANO s'interroge quant au fait que la seule plantation de saxauls permette une compensation écologique optimale, efficace et complète qui suit les principes et règles de la compensation écologique du *BBOP*. D'après l'EIE réalisée sur le projet pilote de Zuuvch Ovoo, la zone est classée comme « pâturage de saxauls dominants » (Yunatov, 1984 dans Environ LCC, 2015 ; Ulziikhutag, 1989 dans Environ LCC, 2015). Plus précisément, il s'agit d'une zone de pâturage hivernale. Bien que le saxaul semble être l'espèce dominante, 16 autres espèces végétales sont listées dans l'étude de l'environnement initial de l'EIE : *Achnatherum splendens, Elymus angustus, Cleistogenes songorica, Stipa gobica, Caragana leucophloea, Oxytropis aciphylla, Carex duriuscula, Ajania achilleoides, Artemisia scoparia, Asterothamnus centrali, Echinops Gmelinii, Anabasis brevifolia, Bassia dasyphylla, Halogeton glomeratus, Salsola collina* et *Salsola passerina* (Environ LCC, 2015). De plus, le saxaul « est l'unique arbre parmi les arbres de la région du désert qui peut créer un ensemble unique de flore et de faune, et former une forêt et un micro-climat » (Environ LCC, 2015). La forêt de saxauls a un rôle important dans la protection du sol contre l'érosion éolienne, le renforcement et la stabilisation des sols sableux ainsi que la préservation des routes, chemins, lacs, étangs et pâturages. » (Environ LCC, 2015).

Si le projet d'exploitation voit finalement le jour, la plantation de 3 300 saxauls par hectare est-elle réalisable ? Cette méthode permettra-t-elle à elle-seule de compenser la perte de biodiversité due à l'implantation et l'exploitation de la mine, en termes de diversité d'espèces, de création d'habitats, ou encore de services écosystémiques rendus ? Prend-elle en compte le contexte local complexe de cette région du Gobi ?

1. « Il doit être possible d'atteindre les objectifs visés par la mise en place des mesures compensatoires écologiques » : la compensation écologique par la plantation de saxaul est-elle faisable ?

o Est-elle faisable vis-à-vis de la présence de bétail sur le territoire ?

Premièrement, la plupart des anciens projets de plantation de saxaul sont des échecs (Mühlenberg *et al.*, 2006). Des projets de plantations ont déjà eu lieu en Mongolie. La banque mondiale a étudié en 2007 sept sites de plantation dans le Sud de la Mongolie : il

s'agit de plantations de saxauls, mais aussi de plantations mixtes avec des espèces importées de Chine (Mühlenberg *et al.*, 2006). Elle a étudié 4 sites de plantation pure de saxauls (voir **figure 12** ci-dessous), et a pu établir un taux de survie pour les 4 premiers sites : ces derniers vont de 0 à 8% (Mühlenberg *et al.*, 2006). La banque mondiale a identifié 4 principales raisons aux échecs des plantations des sites 1 à 4 (Mühlenberg *et al.*, 2006) : la croissance limitée des racines pivotantes due à la forme des contenants dans les nurseries, le peu d'apport d'eau (facteur très important lors du stade juvénile du saxaul), le **pâturage par le bétail au stade de plantule**, et le mauvais choix des sites de plantations (préférablement sur des sols à texture limoneuse et sableuse et à proximité d'une nappe phréatique). Ces quatre éléments **risquent d'être des facteurs limitants à la faisabilité d'un projet de plantation dans le Gobi**, et devront être pris en compte.

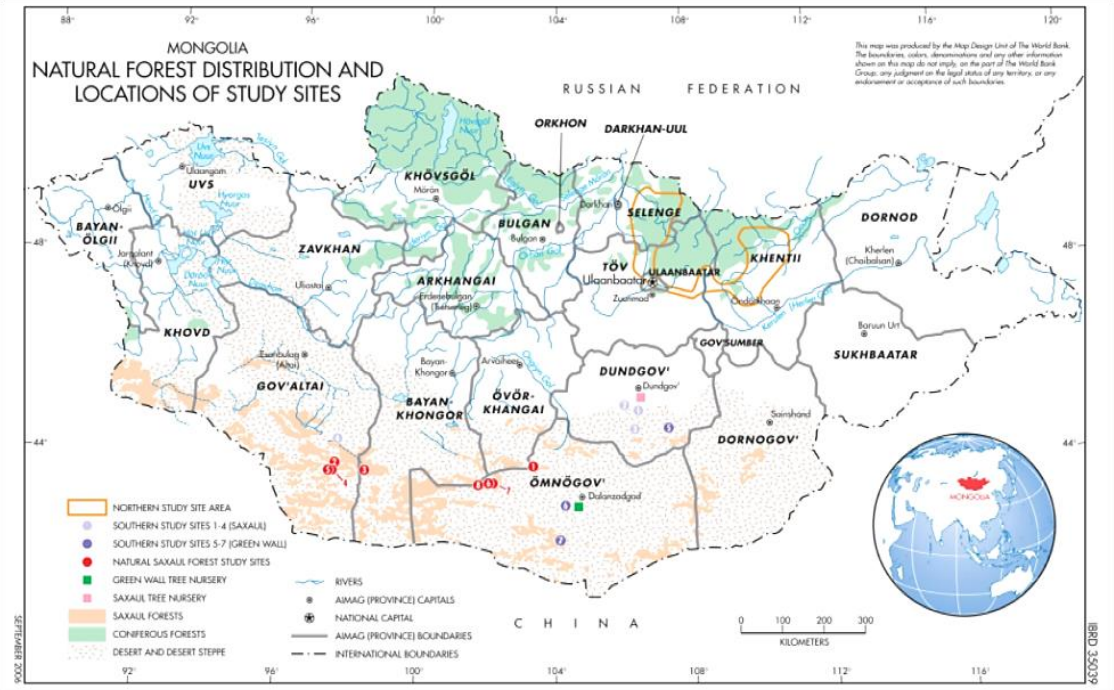


Figure 12 : localisation des sites d'étude de la banque mondiale (en violet clair : localisation des quatre plantations de saxauls étudiées) (source : Mühlenberg *et al.*, 2006)

- **Est-elle faisable vis-à-vis de la densité de plantation demandée ?**

Deuxièmement, la densité de plantation demandée très élevée peut poser question quant à la faisabilité du projet. D'après l'étude de Kazantseva *et al.*, 2012, les populations de saxauls étudiées dans le Gobi ont une densité comprise entre 192 individu par hectare à 900 individu hectare. La densité varie selon l'écotype dans lequel se trouvent les populations de saxauls : c'est dans les dépressions argileuses que la densité de saxauls est la plus faible, et dans les bassins inondables qu'elle est la plus élevée (Kazantseva *et al.*, 2012). Dans les dépressions fermées de sable, elle atteint 640 individus par hectare tandis que dans les plaines de sable, elle est de 320 individus par hectare (Kazantseva *et al.*, 2012). Les densités peuvent certes varier entre la région d'étude de Kazantseva *et al.*, 2012, et la zone englobant le projet de Zuuvch Ovoo, néanmoins **une densité de 3 300 saxauls par hectares semble bien trop élevée et non adaptée à la région du Gobi**, et entraînerait probablement une forte mortalité parmi les individus plantés.

2. « La compensation écologique doit prendre en compte le contexte local (paysager, environnemental, social et culturel) » (1) : la plantation de saxauls comme compensation écologique est-elle adaptée au contexte pastoral local ?

La zone du pilote de *Zuuvch Ovoo* se trouve sur un pâturage hivernal (Environ LCC, 2015). Il s'agit donc d'un territoire utilisé par les éleveurs et leur troupeau. La mise en place de la zone pilote de *Zuuvch Ovoo* aura alors pour conséquences la perte temporaire d'une surface de pâturage hivernal pour le bétail. De plus, la mise en place de plantation nécessitera probablement la mise en défens temporaire des zones de plantations, pendant une durée correspondant à la croissance du saxaul : d'après la banque mondiale (Mühlenberg *et al.*, 2006) les plantules de saxauls sont très appréciées des chameaux et sont donc très vulnérables. Elles nécessitent donc d'être protégées jusqu'à avoir atteint une taille suffisante, c'est-à-dire qu'il faut clôturer l'espace de plantation (Mühlenberg *et al.*, 2006). Il est donc nécessaire de comprendre les systèmes d'élevage de la zone et l'utilisation du territoire par les éleveurs et leur troupeau. Cette compréhension permettrait d'identifier des zones non utilisées par les éleveurs pour le choix du site de plantation et ainsi de ne pas mettre en défens une zone utilisée comme pâturage pour la plantation de saxauls. Si le choix d'une zone non utilisée pour le bétail n'est pas possible (à cause de conditions pédoclimatiques non adaptées à la plantation par exemple), alors il sera primordial que la plantation de saxauls puisse réellement compenser, à terme, la perte temporaire de surface de pâturage pour les éleveurs en devenant une source de ressources fourragères pour leur bétail, notamment leurs chameaux. Néanmoins, nous ne savons pas **quelle sera réellement l'interaction entre les éleveurs, leurs troupeaux et les plantations de saxauls**. A terme, **seront-elles utiles et bénéfiques aux éleveurs et leur troupeau ?**

3. « La compensation écologique doit prendre en compte le contexte local (paysager, environnemental, social et culturel) » (2) : une plantation monospécifique comme compensation est-elle intéressante pour les populations locales ?

En outre, si l'interaction éleveur – plantation s'avère possible, **la plantation monospécifique de saxauls ne répondra peut-être pas complètement aux usages locaux de la biodiversité**. A l'heure actuelle, ORANO est obligé de planter du saxaul. La plantation d'une ou plusieurs autres espèces n'est pas obligatoire, néanmoins une plantation plurispécifique est envisageable. Il s'agirait donc de comprendre et de s'appuyer sur les connaissances botaniques locales afin de vérifier l'intérêt du saxaul pour les éleveurs. Ces connaissances permettraient aussi d'identifier d'autres espèces locales pouvant être plantées à la place ou en association avec le saxaul, si ce dernier se révèle finalement intéressant pour les populations locales.

4. « La compensation écologique doit tendre vers un gain net de biodiversité » : la plantation monospécifique est-elle appropriée pour tendre vers un gain net de biodiversité ?

Aussi, une plantation monospécifique de saxauls ne **permettra peut-être pas de compenser à elle-seule la perte de biodiversité due à la mise en place du pilote de**

***Zuuvch Ovoo*, et surtout de tendre vers le gain net de biodiversité.** Il serait peut-être préférable de favoriser une plantation multi-spécifique afin d'être sûr de tendre vers le gain net de biodiversité. A nouveau, il s'agirait de s'appuyer sur les connaissances et usages locaux. L'utilisation des connaissances locales de la biodiversité végétale serait en effet l'une des meilleures manières d'explorer la diversité d'espèces que peut offrir le désert de Gobi.

3.2. LA POSITION D'ORANO VIS-A-VIS DE LA PLANTATION DE SAXAULS COMME COMPENSATION ECOLOGIQUE

Face aux limites de la plantation de saxauls comme compensation écologique, l'entreprise ORANO souhaite se placer dans une démarche d'anticipation, c'est-à-dire être proactif et force de proposition en ce qui concerne les mesures compensatoires à mettre en place si le projet final de *Zuuvch Ovoo* voit le jour. Elle ne souhaite pas subir une méthode de compensation écologique qui ne se révèle ni écologiquement efficace, ni réalisable. Il s'agit pour l'entreprise de chercher et d'étudier des méthodes de compensation écologiques alternatives, efficaces et réalisables, adaptées au contexte local et répondant aux critères de la compensation. Ainsi, ORANO ne sera pas dans une position passive, mais active, et sera en mesure d'avancer des arguments pour la compensation écologique du projet de *Zuuvch Ovoo*. Cette position est due en partie à l'échelle de temps de l'industrie minière. Un projet minier se déroule sur une cinquantaine d'années entre le moment où le minerai est découvert et celui où la mine sera fermée. Une entreprise minière doit donc être en mesure de réduire toutes incertitudes liées au projet au fur et à mesure. Par exemple, dans le cadre du projet de *Zuuvch Ovoo*, la recherche de méthode de compensation écologique efficaces et adaptées anticipe la création potentielle de nouvelle réglementation environnementale qui pourrait mettre en danger la viabilité du projet minier. De plus, la réussite et la valorisation d'un projet environnemental, tout en étant porteur de l'innovation, peut être bénéfique à l'entreprise pour la mise en place de partenariats futurs.

3.3. PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

C'est dans ce contexte qu'un projet de collaboration entre ORANO et l'UMR Selmet (Unité Mixte de Recherche Systèmes d'élevage méditerranéens et tropicaux) du CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) s'est mis en place. ORANO veut mettre en œuvre une compensation écologique réalisable qui répond aux critères de la compensation. La présente étude cherche donc à répondre à la volonté d'ORANO en étudiant la possibilité de méthodes de compensation écologique alternatives, et les modalités qui seraient adaptées au contexte local de la zone de *Zuuvch Ovoo*.

3.4. HYPOTHESES DE TRAVAIL

Une première hypothèse découle de notre problématique, et cinq autres hypothèses sont issues des questionnements provenantde la réflexion autour de la plantation de saxauls comme compensation écologique du pilote de *Zuuvch Ovoo* :

H1 : « il existe des méthodes de compensation écologique alternatives à la plantation monospécifique de saxauls, adaptées au contexte de la zone de *Zuuvch Ovoo »*

H2 : « il existe des espaces non pâturés par le bétail des éleveurs de *Zuuvch Ovoo* intéressants pour la plantation »

Vérifier la faisabilité du projet : questionnement 1

H3 : « la densité de 3 300 saxauls par hectare est bien trop élevée et met en danger la faisabilité du projet »

Vérifier la faisabilité du projet : questionnement 1

H4 : « une interaction éleveurs – plantation est possible »

Vérifier que la plantation est adaptée au contexte pastoral local de la zone de Zuuvch Ovoo : questionnement 2

H5 : « une plantation multi-spécifique est plus intéressante qu'une plantation monospécifique pour les éleveurs »

Vérifier quel type de plantation est adapté au contexte pastoral local de la zone de Zuuvch Ovoo : questionnement 3

H6 : « la zone de *Zuuvch Ovoo* présente une richesse en espèces végétales qui n'inclue pas seulement le saxaul »

Vérifier qu'il existe une diversité d'espèces végétales en plus du saxaul qui pourraient être utilisées afin de tendre vers un gain net de biodiversité : questionnement 4

3.5. OBJECTIFS ET QUESTIONS DE RECHERCHE

L'objectif de ce travail sera alors d'identifier les possibilités de méthodes de compensation écologique dans un écosystème aride où le pastoralisme est présent. Il s'agira de :

1. étudier les méthodes de compensation écologique mises en place à travers le monde et identifier les méthodes applicables dans le contexte de *Zuuvch Ovoo* (objectif **O1**),
2. comprendre le pastoralisme de la zone de *Zuuvch Ovoo* : système d'élevage, pratiques et l'utilisation du territoire par les éleveurs (objectif **O2**),
3. vérifier l'intérêt du saxaul en termes d'usage pour les populations locales et identifier d'autres espèces d'intérêt pour la plantation (objectif **O3**),
4. comprendre la perception qu'ont les éleveurs des projets de plantation et l'interaction qui pourrait avoir lieu (objectif **O4**),

et **5**. étudier la densité des forêts naturelles de saxauls pour une optimisation, le cas échéant, de sa plantation (objectif **O5**).

Dès lors, notre étude visera à répondre à la question de recherche : **quelles méthodes de compensation écologique réaliser lors de la mise en place d'une exploitation minière d'uranium dans un écosystème aride à vocation pastorale : la province du** Dornogobi **(Mongolie) ?** Cette question comprend trois questions sous-jacentes, qui correspondent chacune à un ou plusieurs objectifs fixés.

Objectif O1 : quelle(s) méthode(s) de compensation écologique est/sont applicable(s) dans le Dornogobi ?

Objectifs O2, O3, O4 : quelle(s) méthode(s) de compensation écologique est/sont adaptée(s) au contexte pastoral local ? Qui se décline elle-aussi en trois sous-questions :

Quelles sont les zones potentielles pour la plantation ?

Quelles sont les espèces d'intérêt pour la plantation ?

Comment les éleveurs perçoivent-ils les projets de plantation ?

Objectif O5 : quelle est la densité de saxaul en conditions naturelles ?

3.6. METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée sera variée et issue de différentes disciplines afin de répondre au mieux à la diversité des questions que soulève notre étude. Afin de répondre au **premier objectif (O1)**, une recherche approfondie des méthodes de compensation écologique appliquées à travers le monde sera réalisée. Les documents recherchés seront les EIE des projets liés à ces mesures compensatoires. Une méta-analyse sera menée sur les données issues de cette recherche via une analyse multivariée. L'analyse multivariée permettra de traiter des nombreuses données d'EIE liées aux contextes physiques, biologiques, socioéconomiques et législatifs de mise en place des méthodes de compensation écologiques de projets sélectionnés aux préalables. Dès lors, le contexte du projet de *Zuuvch Ovoo* pourra être situé parmi les contextes des autres projets, et certaines méthodes qui pourraient être adaptées au contexte du projet minier de *Zuuvch Ovoo* pourront être identifiées.

Une enquête mixte quantitative et qualitative à travers un entretien semi-directif sera menée auprès de 13 éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* et de 12 éleveurs d'un autre *aïmag*, afin de répondre aux **objectifs O2, O3** et **O4**. Les dires des éleveurs seront toujours considérés comme des éléments d'information importants et viendront appuyer nos propos dans cette étude. L'enquête comprendra :

(i) Des questions sur la structure de leur élevage et leurs pratiques. Cette étape aura deux résultats différents. Le premier sera la compréhension des systèmes d'élevage du désert de Gobi et viendra affiner notre connaissance du contexte pastoral de cette région. La seconde sera la connaissance de l'utilisation du territoire par les éleveurs. Cette dernière, qui ne concerne que la partie sur *Zuuvch Ovoo*, sera

représentée spatialement et permettra d'identifier des zones de plantation en accord avec les pratiques du territoire.

(ii) A travers cet entretien, une enquête ethnobotanique sera menée via des questions sur l'alimentation de leur troupeau et leur usage personnel des espèces végétales de la zone, complétées à la suite des entretiens par des recherches et l'aide de botanistes afin d'identifier des espèces d'intérêt pour la plantation.

(iii) Enfin, cet entretien permettra d'appréhender la perception qu'ont les éleveurs des projets de plantation, évaluer l'intérêt qu'ils pourraient y porter et connaître leurs avis sur la faisabilité d'un tel projet. Dans un deuxième temps, des facteurs influençant la perception des projets de plantation seront identifiés. La plantation n'ayant pas encore eu lieu, la notion de projet de plantation sera introduite comme solution à la dégradation des pâturages. Des questions sur la perception de l'environnement pastoral et son évolution seront donc posées au préalable.

Le second *aïmag* dans lequel seront menés les entretiens est le Dundgobi. Plus précisément, ils seront menés à *Gurvansaikhan* où des projets de plantations ont déjà eu lieu (Mühlenberg *et al.*, 2006). Mener le même entretien dans un autre site d'étude devra nous permettre d'identifier les facteurs qui influent sur la perception des plantations.

Le cinquième objectif O5 sera traité grâce à la mise en œuvre de la méthode d'inventaire des Points Centrés Quadrants en forêts naturelles de saxauls, dans les *aïmags* du Dornogobi et du Dundgobi. Cette méthode sera appropriée pour notre étude, puisqu'elle permet d'évaluer rapidement la densité d'une espèce, dans notre cas le saxaul.

L'étude sera divisée en trois par souci de clarté : la première, qui correspond à la situation du projet de *Zuuvch Ovoo* dans le contexte mondial, concernera l'**objectif O1** ; la seconde, qui correspond à une analyse plus spécifique des possibilités de compensation écologique adaptées au contexte pastoral de la zone de *Zuuvch Ovoo*, concernera les **objectifs O2, O3, O4** ; la dernière correspondra à la mesure de la densité de saxauls dans les forêts naturelles du désert de Gobi et donc à l'**objectif O5**. Le **tableau 4** (page suivante) récapitule la démarche de la présente étude.

Tableau 4 : tableau récapitulatif de la démarche de l'étude

	Quelles méthodes de compensation écologique réaliser lors de la mise en place d'une exploitation minière d'uranium dans un écosystème aride à vocation pastorale : la province du Dornogobi **(Mongolie) ?**				
Objectif	**O1 :** Etudier les méthodes de compensation écologiques mises en place à travers le monde et identifier les méthodes applicables dans le contexte du Dornogobi	**O2 :** Comprendre le pastoralisme de la zone de Zuuvch Ovoo : système d'élevage, pratiques et utilisation du territoire	**O3 :** Vérifier l'intérêt du saxaul en termes d'usage pour les populations locales et identifier d'autres espèces d'intérêt	**O4 :** Comprendre la perception qu'ont les éleveurs des projets de plantation et les interactions qui pourraient avoir lieu	**O5 :** Etudier la densité des forêts naturelles de saxauls pour une optimisation, le cas échéant, de sa plantation
Question sous-jacente	Quelle(s) méthode(s) de compensation écologiques est/sont applicable(s) dans le Dornogobi ?	Quelle(s) méthodes de compensation écologique est/sont adaptée au contexte pastoral local ?			Quelle est la densité de saxaul en conditions naturelles ?
		Quelles sont les zones potentielles pour la plantation ?	Quelles sont les espèces d'intérêt pour la plantation ?	Comment les éleveurs perçoivent-ils les projets de plantation ?	
Hypothèse(s)	**H1**	**H2**	**H1** **H5** **H6**	**H4**	**H3**
Méthodologie	Recherche bibliographique des méthodes de compensation écologique appliquée dans le monde Méta-analyse de données d'EIE de projets à travers le monde	Entretiens semi-directifs Représentation des dires des éleveurs via des outils cartographiques	Enquête ethnobotanique au travers des entretiens semi-directifs	Entretiens semi-directifs Etude des facteurs influençant la perception des plantations	Inventaire selon la méthode PCQ pour estimer la densité de saxauls en forêt naturelle

4. MATERIEL ET METHODES

La présente partie sera divisée selon les objectifs de notre étude. La première partie présente l'utilisation d'une analyse multivariée sur des données issues d'EIE, employée pour répondre à l'**objectif O1**. La seconde partie explique les différentes utilisations des données d'entretiens semi-directifs menés auprès des éleveurs d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan*, qui visent à répondre aux **objectif O2, O3, et O4**. La troisième et dernière partie présente les méthodes de mesures de densité de saxauls en forêts naturelles, utilisées pour répondre à l'**objectif O5**. La **figure 13** ci-dessous résume les matériels et méthodes employés et présentés dans ce chapitre.

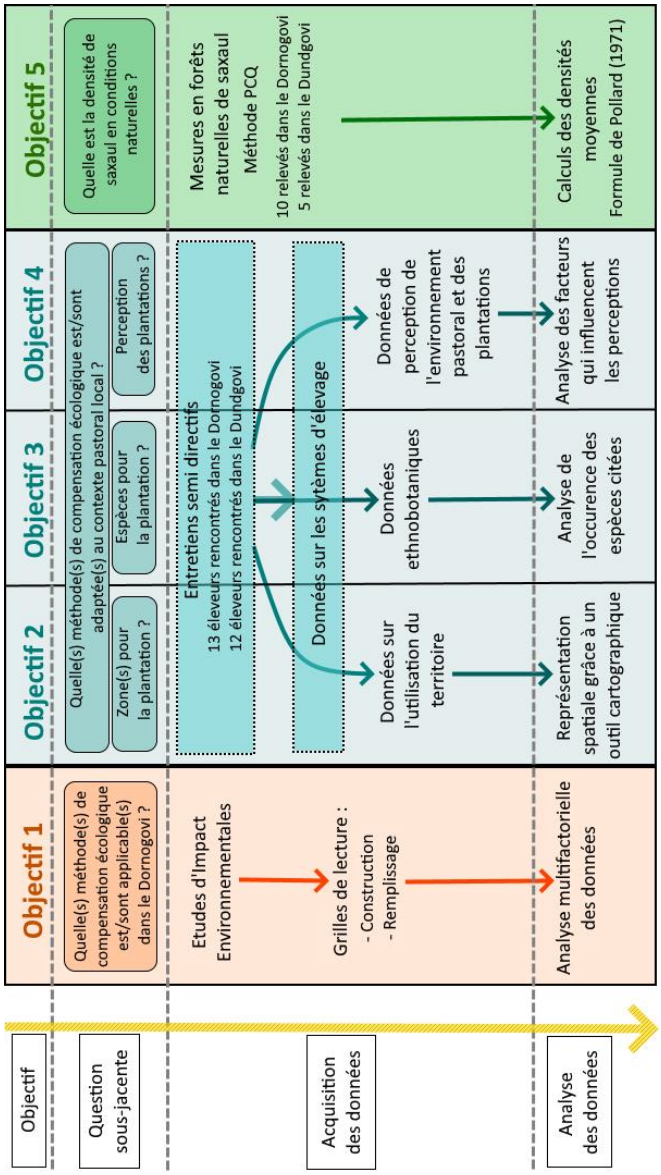


Figure 13 : schéma explicatif des matériels et méthodes employés

4.1. L'IDENTIFICATION DE METHODES DE COMPENSATION ECOLOGIQUE APPLICABLES DANS LA ZONE DE *ZUUVCH OVOO* GRACE A LA METHODE DES GRILLES DE LECTURE

Les matériels et méthodes décrits dans cette partie ont pour but de tester l'hypothèse **H1**, selon laquelle il existe des méthodes de compensation écologique alternatives à la plantation monospécifique de saxauls, adaptée au contexte de la zone de *Zuuvch Ovoo*. Ils permettront d'atteindre le **premier objectif O1** de l'étude : l'identification de méthodes de compensation écologique applicables dans la zone de *Zuuvch Ovoo*. La **figure 14** récapitule les différentes étapes suivies pour atteindre cet objectif, ainsi que les sous-parties auxquelles renvoie chaque étape.

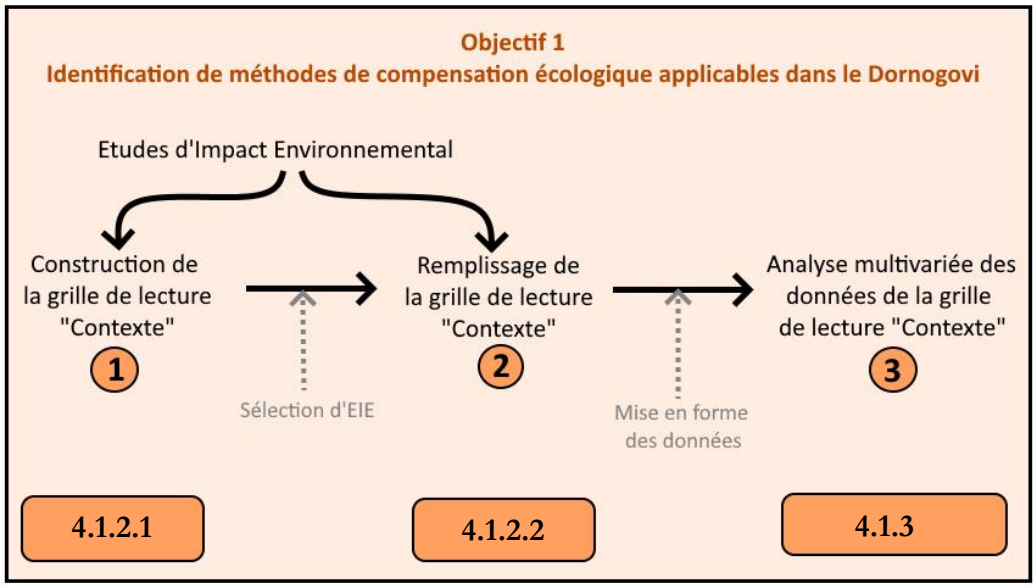


Figure 14 : schéma des matériels et méthodes employés pour l'identification de méthodes de compensation écologique applicables dans la zone de *Zuuvch Ovoo*

4.1.1. LE PRINCIPE DES GRILLES DE LECTURE

Les grilles de lecture pour l'analyse de données existantes ont été utilisées en 2011 par Simon Taugourdeau dans le cadre du projet MULTISWARD (Taugourdeau, 2011). Elles permettent la comparaison de méthodes grâce un panel d'indicateurs préalablement identifiés qui constituent chaque grille. Le principe est le suivant : une grille de lecture est constituée d'un ensemble d'**indicateurs** choisis car pertinents selon les méthodes que l'on souhaite comparer et le but de l'étude. Une méthode est décrite par un ensemble de données. Ces données sont renseignées une à une et permettent de remplir la grille, chaque type de donnée correspondant à un indicateur. A terme, cette démarche permet la comparaison automatique et efficace de méthodes par la comparaison du panel de données qui les constituent.

Dans la présente étude, il s'agit ***(i)*** de sélectionner des indicateurs pertinents pour la caractérisation de méthodes de compensation mises en place à travers le monde, ***(ii)*** de renseigner dans les grilles de lecture toutes les informations liées à une méthode de compensation écologique et qui correspondent aux indicateurs, ***(iii)*** de comparer chaque méthode de compensation écologique par la comparaison des données renseignées.

Initialement, trois grilles de lecture ont été construites : les grilles de lecture « **Contexte** », « **Technique** », et « **Résultats et suivis** ». Chaque grille a une finalité différente :

- La grille « **Contexte** » est divisée en quatre parties. Elle a pour but de décrire le contexte physique, biologique, socioéconomique et législatif de mise en place d'une méthode de compensation écologique, chaque type de contexte correspondant à une partie de la grille.
- La grille « **Technique** » a pour but de décrire les techniques mises en œuvre, uniquement pour les méthodes de compensation écologique **par plantation**. Sa seconde partie décrit ce qui a déjà été réalisé en termes de plantation.
- La grille « **Résultats et suivis** » a pour but de décrire les résultats escomptés et les obtenus par la mise en place d'une méthode, en termes de services écosystémiques. Elle comprend une partie « suivi » qui vise à expliquer les méthodes de suivis des résultats des mesures compensatoires mises en place

Pour des raisons de temps et de faisabilité, les grilles « Technique » et « Résultats & suivis » ont été construites (voir **annexe 1 : « indicateurs pour la grille de lecture « Technique »** et **annexe 2 : « indicateurs pour la grille de lecture « Résultats et suivi »**) mais n'ont pu être complètement exploitées. La description de l'acquisition et de l'analyse des données se concentrera donc sur l'élaboration et l'utilisation de la grille « Contexte ».

4.1.2. L'UTILISATION DES DONNEES ISSUES DES ETUDES D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL POUR CONSTRUIRE ET REMPLIR LA GRILLE DE LECTURE « CONTEXTE »

Les EIE sont des documents riches en informations concernant les méthodes de compensation écologique. Elles sont les **documents principaux** utilisés pour construire et remplir la grille de lecture « Contexte ».

4.1.2.1 La sélection d'indicateurs pertinents pour la construction de la grille de lecture « Contexte »

Les EIE comprennent des parties intéressantes pour la sélection d'indicateurs pertinents à la construction de la grille « Contexte » :

- **L'étude de l'environnement initial** (également appelé « point zéro ») décrit les états initiaux du milieu physique, biologique et socioéconomique. Elle comporte ainsi une série d'indicateurs intéressants pour la description des contextes de mise en place des méthodes des compensations écologiques.

- **Le cadre législatif** nous informe de la législation à laquelle sont soumis les projets et notamment s'il existe une législation concernant la compensation écologique dans les pays considérés. Il permet ainsi la sélection d'indicateurs caractérisant les contextes législatifs de mise en place des méthodes de compensation écologique.

Au total, 120 indicateurs ont été identifiés : voir **l'annexe 3 « indicateurs pour la grille de lecture « Contexte »**.

4.1.2.2 Remplir la grille contexte : sélection et utilisation d'Etudes d'Impacts Environnemental pertinentes

Le processus de recherche d'EIE (Voir **l'annexe 4 « méthode de recherche des EIE par l'utilisation de mots clefs »**) est suivi d'un processus de sélection des EIE destinées à remplir la grille de lecture « Contexte ». Au total, **32 méthodes** ont été identifiées (voir **tableau 5**, page suivante) selon les mesures de sélection suivantes :

- Les EIE ne préconisant pas de mesure compensatoire sont éliminées.
- Une sélection géographique : bien qu'il s'agisse de renseigner des méthodes de compensation écologique à travers le monde, ORANO souhaite le recensement de méthode dans les pays suivants :
    - la France : ORANO étant une entreprise française, elle souhaite connaître les méthodes qui s'y appliquent ;
    - l'Australie : il s'agit d'un pays aux nombreuses régions minières, dont certaines présentent des similitudes avec le Dornogobi en termes de contexte pédoclimatique ;
    - l'Asie Centrale, puisque la Mongolie se situe dans cette région du globe.
- Les méthodes de compensation autre qu'écologique n'ont été sélectionnées que dans les cas français, australien et d'Asie Centrale, puisqu'il s'agit de régions d'intérêt pour ORANO. Ces méthodes seront minoritaires par rapport aux méthodes de compensation écologique, mais elles restent pertinentes : si le projet de *Zuuvch Ovoo* voit le jour, l'entreprise pourrait choisir voir mixer parmi plusieurs possibilités de compensation selon leurs faisabilités respectives.
- Les pays dont les méthodes de compensation écologique ne peuvent absolument pas être appliquées dans le Dornogobi ne sont représentés qu'une fois. Par exemple, de nombreuses EIE canadiennes sont accessibles. Néanmoins, la compensation écologique au Canada se fait sur les populations et les habitats des poissons. Le Canada ne sera donc représenté qu'une fois.
- Il n'y a pas de sélection sur le type de projet : celui-ci peut être minier, routier, agricole ou autre.

Tableau 5 : projets dont les Etudes d'Impact Environnemental ont été sélectionnées et type de compensation associée

Pays	Type de projet	Type de compensation	Type de compensation écologique
Amérique du Nord : 2 méthodes			
Canada	Mine	Ecologique	Création/Amélioration/Restauration/ Protection d'habitats
USA	Construction	Ecologique	Création/Amélioration/Restauration/ Protection d'habitats
France métropolitaine : 5 méthodes			
France	Exploitation de roches massives calcaires	Ecologique	Mixte
France	Parc photovoltaïque	Ecologique	Mise en place de haies
France	Exploitation de sable et de graviers	Ecologique	Mise en place de haies
France	Construction : infrastructure	Ecologique	Création/Amélioration/Restauration/ Protection d'habitats
France	Parc éolien	Ecologique	Mise en place de haies
France Outre-Mer : 5 méthodes			
Nouvelle Calédonie	Mine	Ecologique	Plantation
Nouvelle Calédonie	Mine	Ecologique	Enrichissement forestier
Nouvelle Calédonie	Mine	Ecologique	Plantation
Nouvelle Calédonie	Mine	Ecologique	Plantation
Nouvelle Calédonie	Mine	Ecologique	Plantation
Europe hors France : 1 méthode			
Belgique	Parc éolien	Ecologique	Mise en place de haies
Afrique : 5 méthodes			
Burkina Faso	Mine	Ecologique	Plantation

Pays	Type de projet	Type de compensation	Type de compensation écologique
Sierra Leone	Projet hydroélectrique	Ecologique	Création/Amélioration/Restauration/ Protection d'habitats
Kenya	Route	Ecologique	Mise en place de haies
Kenya	Forages d'exploration d'hydrocarbures	Ecologique	Mise en place de haies
Tanzanie	Transports	Ecologique	Mise en place de haies
Océanie : 6 méthodes			
Australie	Mine	Financière	/
Australie	Mine	Socio-culturelle	/
Australie	Mine	Ecologique	Mixte
Australie	Construction : infrastructure	Ecologique	Création/Amélioration/Restauration/ Protection d'habitats
Australie	Mine	Ecologique	Mise en place de haies
Australie	Mine	Ecologique	Création/Amélioration/Restauration/ Protection d'habitats
Asie : 8 méthodes			
Chine	Construction : décharge	Ecologique	Plantation
Inde	Route	Ecologique	Mise en place de haies
Pakistan	Transports	Ecologique	Plantation
Philippines	Construction : décharge	Ecologique	Mise en place de haies
Népal	Amélioration d'un bassin	Ecologique	Plantation
Géorgie	Expansion d'un pipeline	Ecologique	Plantation
Azerbaïdjan	Expansion d'un pipeline	Ecologique	Plantation
Mongolie	Mine	Financière	/

La lecture de chacune des EIE précédemment sélectionnée doit permettre d'extraire les données correspondantes à chaque indicateur de la grille de lecture « Contexte ». Par exemple, pour l'indicateur « nombre d'espèces animales protégées », la lecture de l'EIE d'un projet permet de renseigner le nombre d'espèces animales protégées présentes dans la zone d'étude du projet.

4.1.3. ANALYSE MULTIVARIEE DES DONNEES : SITUER LE PROJET DE *ZUUVCH OVOO* DANS LE CONTEXTE MONDIAL

4.1.3.1 Principe de l'Analyse Factorielle Multiple

L'analyse de données est réalisée au moyen d'une **AFM** (Analyse Factorielle Multiple) sous le logiciel R (Kassambara, 2017). Ce type d'analyse permet de « résumer et de visualiser un tableau de données complexes, dans lequel les individus sont décrits par plusieurs ensembles de variables (quantitatives et / ou qualitatives) structurés en groupes ». Elle « prend en compte la contribution de tous les groupes actifs de variables pour définir la distance entre les individus » (Kassambara, 2017.

L'AFM est basée sur l'Analyse en Composante Principales (ACP) lorsqu'il s'agit de groupes de variables quantitatives, et sur l'Analyse des Correspondances Multiples (ACM) lorsqu'il s'agit de groupes de variables qualitatives (Kassambara, 2017).

L'AFM permet, comme une ACP ou une ACM, de regrouper les variables corrélées en nouvelles variables : ces nouvelles variables sont les **axes principaux** (Baragatti, 2017)**.** Ce sont des combinaisons linéaires des variables d'origine (Baragatti, 2017). Leur variance est maximale et ils sont non corrélés deux à deux (Baragatti, 2017). Ainsi, le nombre de variable est réduit en perdant le moins d'information possible et rend l'analyse plus facile.

Dans la grille « Contexte », les méthodes de compensation sont bien décrites par des données quantitatives et qualitatives, qui sont bien structurées en groupe : contexte physique, contexte biologique, contexte socioéconomique et contexte législatif.

4.1.3.2 Analyse multivariée des données de contexte de mises en place de méthodes de compensation et projection du projet de *Zuuvch Ovoo*

Voir **l'annexe 5 « mise en forme des données préalable à l'analyse multivariée »** puis **l'annexe 6 « termes utilisés en analyse multivariée de données et correspondance avec les éléments de l'étude »** pour plus de compréhension sur les termes utilisés en analyse multivariée de données. Afin d'alléger l'analyse, seulement les groupes de variables qui nous semblent pertinents seront utilisés : le type de sol, les variables de contexte physique quantitatives (pluviométrie, températures, altitude), le contexte biologique terrestre, les variables quantitatives liées à la population, la fréquentation du site, l'utilisation du territoire, l'utilisation des ressources naturelles et le contexte législatif (voir **annexe 7 : « tableau utilisé pour l'Analyse Factorielle**

Multiple »). Les contextes des méthodes 2, 3, 4, 5, 6 sont regroupés : il s'agit de méthodes différentes, mais mises en place dans un même contexte (Nouvelle Calédonie)

Le contexte du projet de *Zuuvch Ovoo* est renseigné directement sous format analysable, grâce à l'EIE de *Zuuvch Ovoo* fournie par ORANO (Environ LCC, 2015). L'individu « *Zuuvch Ovoo* » sera catégorisé comme « individu supplémentaire ». Les méthodes de compensation écologique sont des individus actifs.

Les individus – ou méthodes – ayant des contextes de mise en place similaires seront proches sur le graphique des individus de l'AFM. Ce graphique permet de situer les méthodes de compensation les unes par rapport aux autres selon leur contexte de mise en place. Le projet de *Zuuvch Ovoo*, renseigné comme individu supplémentaire, sera projeté à son tour sur le graphique, proche des méthodes de compensation écologique dont le contexte physique, biologique, socioéconomique et législatif est similaire au sien.

Cette visualisation graphique permet ainsi de situer le contexte du projet de *Zuuvch Ovoo* par rapport à ceux des autres projets, et d'identifier des méthodes de compensation écologique qui seraient applicables en termes de contexte pour la compensation du projet de *Zuuvch Ovoo*.

4.2. ETUDE DES POSSIBILITES DE COMPENSATION ECOLOGIQUE ADAPTEES AU CONTEXTE PASTORAL SPECIFIQUE DE LA ZONE DE *ZUUVCH OVOO*

Les matériels et méthodes décrits dans cette section ont pour but de tester les hypothèse **H1**, **H2**, **H3**, **H4** et **H5** selon lesquelles et permettront d'atteindre **les objectif O2, O3 et O4 de l'étude** : la compréhension des systèmes d'élevage et de l'utilisation du territoire dans la zone de *Zuuvch Ovoo* ; vérifier l'intérêt du saxaul en termes d'usages pour les populations locales et identifier d'autres espèces d'intérêt ; comprendre la perception qu'ont les éleveurs des projets de plantation de saxauls et l'interaction qui pourrait avoir lieu. La **figure 15** illustre les différentes étapes nécessaires pour atteindre chaque objectif et les sous-parties auxquelles renvoie chaque étape.

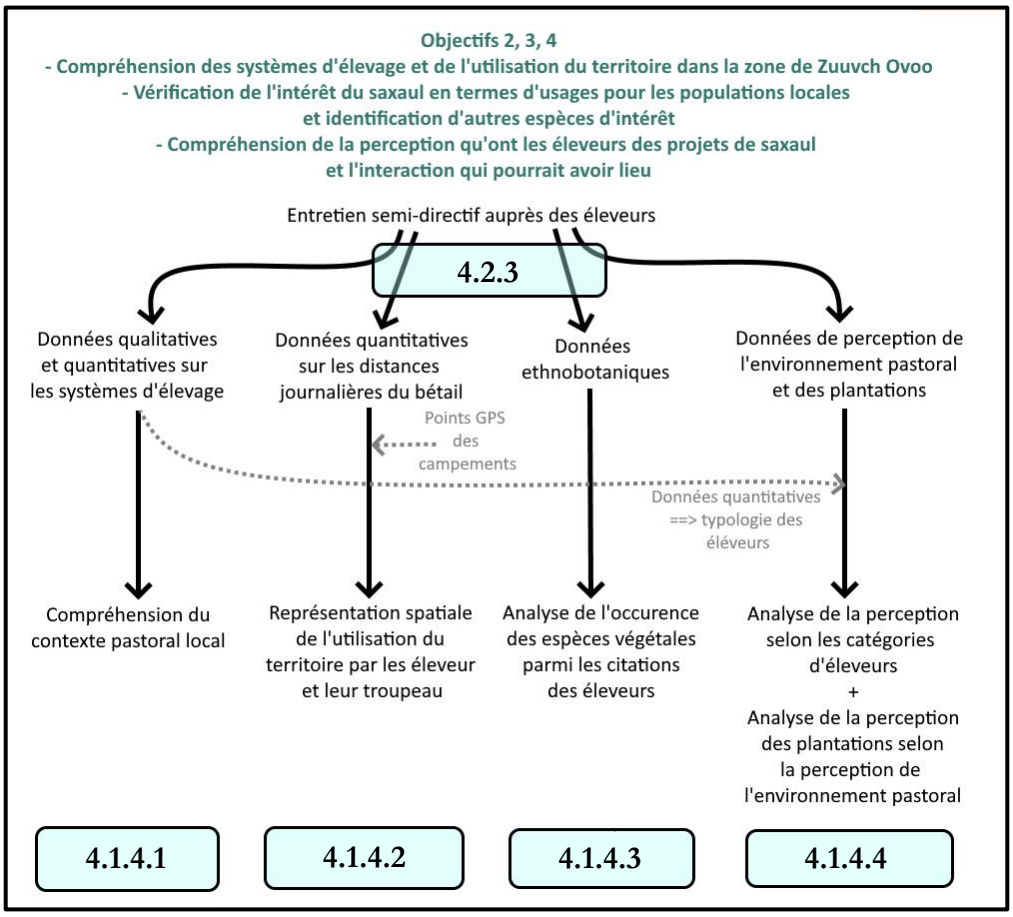


Figure 15 : schéma des matériels et méthodes employés pour l'étude d'une compensation adaptée au contexte pastoral de *Zuuvch Ovoo*

4.2.1. LES SITES D'ETUDES : LES SOUMS D'*ULAANBADRAKH* ET DE *GURVANSAIKHAN*

Les deux sites d'étude se situent dans la région du désert de Gobi. Le premier correspond au *soum* d'*Ulaanbadrakh*, dans l'*aïmag* du Dornogobi et dans lequel se trouve le projet *Zuuvch Ovoo*. Le second correspond au soum de *Gurvansaikhan* dans l'*aïmag* du Dundgobi. Les données sur l'élevage des deux zones ont été renseignées dans la section contextuelle de la présente étude**.** Leur localisation est représentée sur la **figure 16** ci-dessous.

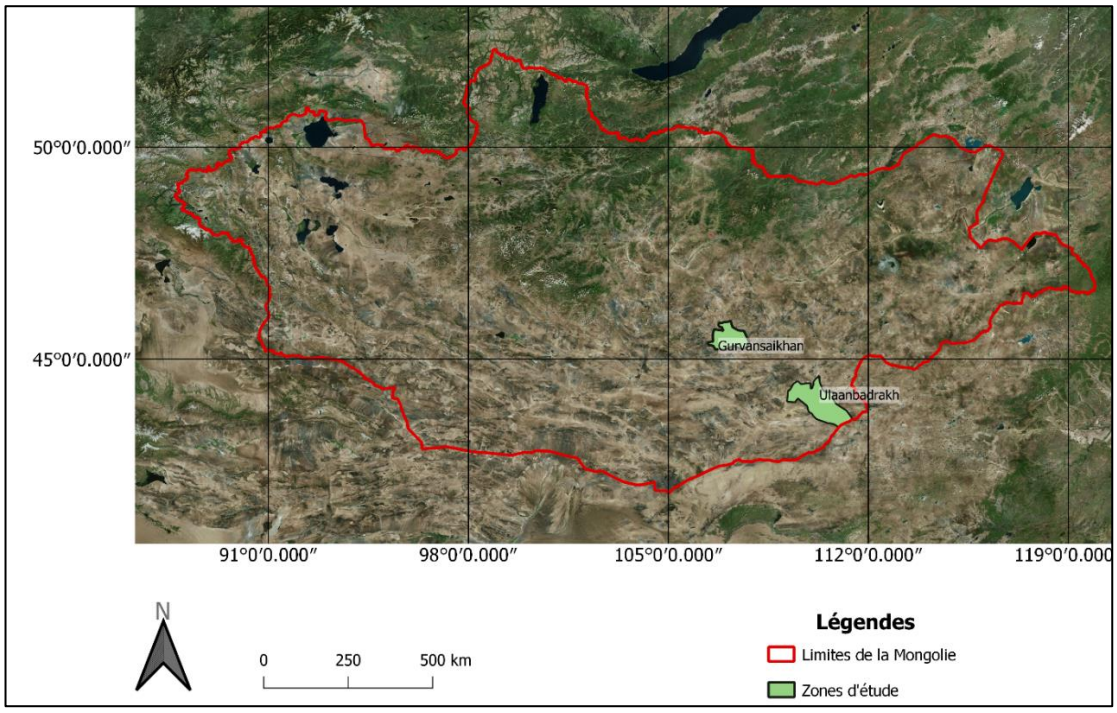


Figure 16 : localisation des zones d'étude, les *soums* d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan* (fond d'image satellitaire : Bing)

4.2.2. LES ELEVEURS D'*ULAANBADRAKH* ET DE *GURVANSAIKHAN* : ACTEURS CLEFS POUR ETUDIER LES MODALITES DE COMPENSATION ECOLOGIQUE ADAPTEES AU CONTEXTE PASTORAL LOCAL DE *ZUUVCH OVOO*

Lors de première phase de terrain du 10/08/19 au 17/08/19, 13 éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* ont été rencontrés, et 12 éleveurs du *soum* de *Gurvansaikhan* ont été rencontrés lors de la seconde phase de terrain du 26/08/19 au 02/09/19. Les acteurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* et *Gurvansaikhan* sont donc uniquement les éleveurs de ces deux *soums*.

4.2.2.1 Les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* : premiers concernés par la compensation écologique du projet de *Zuuvch Ovoo*

Compte-tenu des trois objectifs fixés, cette partie de l'étude est en fait comprise dans un objectif plus global visant à mettre en place une compensation écologique qui prend en compte le contexte local pastoral de la zone de *Zuuvch Ovoo*. De ce fait, les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* sont les premiers acteurs ciblés par cette partie de l'étude.

En effet, les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* sont les personnes ressources les plus fiables concernant la compréhension de l'élevage et de l'utilisation du territoire dans la zone de *Zuuvch Ovoo*, puisqu'ils en sont les acteurs directs. Ils sont aussi les premiers utilisateurs des espèces végétales de la zone, pour l'alimentation de leur troupeau mais aussi pour leur usage personnel. Nous souhaitons donc nous appuyer sur leurs connaissances pour identifier des espèces d'intérêt pour la plantation. De plus, le dispositif de compensation écologique qui sera mis en place se situera sur une zone de pâturage hivernal. Ils sont donc les premiers concernés par les différentes modalités que prendra la compensation écologique du projet de *Zuuvch Ovoo*. Puisqu'ils sont les premiers utilisateurs de la ressource végétale et du territoire, nous devons nous tourner à nouveau vers les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* pour comprendre leur perception des plantations et vérifier qu'elles leur seront vraiment, à terme, utiles et bénéfiques.

De plus, parmi les 13 éleveurs rencontrés dans le Dornogobi, nous avons rencontré les 5 éleveurs dont les campements d'hiver sont proches de la zone du projet de *Zuuvch Ovoo*, qui est, rappelons-le, une zone de pâturage hivernal. Il était primordial de les rencontrer puisque le projet et sa compensation les concernera d'autant plus.

4.2.2.2 Les éleveurs de *Gurvansaikhan* : population de comparaison pour la perception des plantations

Les éleveurs de *Gurvansaikhan* interviennent dans un deuxième temps. Le projet de plantation d'ORANO pour le pilote de *Zuuvch Ovoo* n'a pas encore été mis en œuvre, et à notre connaissance, il n'y avait pas eu de projet de plantation à grande échelle dans le soum d'*Ulaanbadrakh* (Mühlenberg *et al.*, 2006). Nous avons donc identifié une autre zone de la région sud du désert de Gobi dans laquelle des projets de plantations ont déjà eu lieu : *Gurvansaikhan* (Mühlenberg *et al.*, 2006). Les acteurs-cibles lors de la première phase de terrain étant les **éleveurs** d'*Ulaanbadrakh*, nous avons également ciblé les **éleveurs** de *Gurvansaikhan* pour la seconde phase de terrain. Ainsi, il devait être possible de remplir notre but initial : déterminer si l'intérêt pour les projets de plantation était différent entre les éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* et des éleveurs familiers avec les projets de plantation, et ainsi d'évaluer la possibilité d'évolution de la perception des plantations vers un avis positif, si la perception des éleveurs d'*Ulaanbadrakh* s'avérait négative.

4.2.2.3 Un échantillonnage issu des connaissances et relations des personnes ressources accompagnatrices

Le temps disponible pour les phases de terrain étant limité, nous n'avons pas choisi de procéder à une enquête buissonnante qui aurait permis de rencontrer une plus grande diversité d'acteurs. Notre **échantillonnage** est donc principalement constitué d'une sélection d'éleveurs basée sur les connaissances des personnes ressources sur le terrain : Anjlai, chargée des relations locales chez ORANO et notre interprète pendant la première phase de terrain, et Erduseren, experte locale en charge des plantations à *Gurvansaikhan* lors de la seconde phase de terrain. Considérant cette limite exploratoire, nous prendrons en compte le biais induit dans nos deux échantillonnages.

4.2.3. L'ACQUISITION D'UNE PLURALITE DE DONNEES GRACE A UNE ENQUETE THEMATIQUE MIXTE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE

4.2.3.1 Elaboration du guide d'enquête

Un guide d'enquête a été élaboré, inspiré du guide d'entretien réalisé par Ivana Mardesic (Mardesic, 2018) lors de son étude sur la perception de la dégradation des pâturages des éleveurs mongols. Le guide utilisé est structuré en deux grands thèmes selon les données à récolter : la description de **l'éleveur et de l'élevage**, suivi de sa **perception de l'environnement**. La plantation par ORANO n'ayant pas encore eu lieu, la notion de **projet de plantation** est introduite comme solution à la dégradation des pâturages ou au climat difficile, en tant que réserve permanente de fourrage pour les animaux. Voir **annexe 8 : « guide d'entretien destiné aux éleveurs mongols »**.

Les points GPS des campements d'été sont pris à chaque entretien. Les points GPS des campements d'hiver de la zone d'étude de *Zuuvch Ovoo* sont donnés par ORANO : il s'agit de campements fixes. Les localisations des campements de printemps sont déduites des dires des éleveurs, qui les situeront par rapport au campement dans lequel se dérouleront les entretiens.

4.2.3.2 Les cinq groupes attendus de données

Cinq groupes attendus de données se dégagent effectivement de cette enquête. Les données de chaque groupe se croisent, mais chaque groupe de données a une finalité qui lui est propre (voir **tableau 6**, page suivante). Finalement, nos deux échantillons sont faibles et les plantations visitées pendant la deuxième phase de terrain à *Gurvansaikhan* étaient trop jeunes. Notre analyse de la perception qu'ont les éleveurs des plantations sera finalement réalisée selon des catégories d'éleveurs préalablement établies. Ces catégories seront établies selon la mobilité des éleveurs, la taille de leurs troupeaux, le nombre de tête de grand bétail au sein de leurs troupeaux et le nombre de chameaux de ces éleveurs.

Tableau 6 : données d'entretien attendues et finalité(s) associée(s)

Données issues de l'entretien	Finalité(s)
Données qualitatives et quantitatives issues de la partie « L'éleveur et son élevage »	Affiner notre compréhension du contexte local pastoral de *Zuuvch Ovoo*
Données quantitatives sur les distances parcourues par les animaux autour du campement	Comprendre et représenter l'utilisation du territoire par les éleveurs et leur troupeau
Données ethnobotaniques issues des questions sur l'alimentation des animaux en termes d'espèces et sur l'usage humain de ces espèces	Vérifier l'intérêt du saxaul pour la plantation et identifier d'autres espèces d'intérêt
Données quantitatives sur la structure et les pratiques d'élevage	Elaborer des typologies sur les structures et les pratiques d'élevage
Données qualitatives sur la perception de l'environnement pastoral et des plantations	Étudier la perception de l'environnement pastoral et des plantations selon les catégories d'éleveurs préalablement identifiés Etudier la perception des plantations selon la perception de l'environnement pastoral

4.2.4. LES ANALYSES DES DONNEES POUR L'ETUDE PRELIMINAIRE DES METHODES DE COMPENSATION ECOLOGIQUES ADAPTEES AU CONTEXTE LOCAL PASTORAL DE *ZUUVCH OVOO*

4.2.4.1 La description de l'élevage dans la zone de *Zuuvch Ovoo* : précision du contexte pastoral local

L'utilisation directe des données qualitatives et quantitatives issues de la première partie de l'entretien permet d'affiner le contexte pastoral de la zone de *Zuuvch Ovoo*, initialement décrit dans la partie contextuelle de notre étude.

L'échantillon représenté par notre étude étant plutôt faible, nous vérifions tout d'abord sa fiabilité. L'enquête sur les usages de l'eau (SDLA Team, 2018), auparavant utilisée pour décrire l'élevage d'*Ulaanbadrakh* dans la partie contextuelle, est utilisée pour la description de l'échantillon de référence plutôt que la *baseline* d'ORANO, car elle contient des données plus récentes. La comparaison se fait graphiquement sur les données disponibles dans cette enquête, c'est-à-dire les données liées au cheptel et à la mobilité des éleveurs (voir **annexe 9 : « tableau de données et des pourcentages pour la comparaison de notre échantillon avec la population d'*Ulaanbadrakh* selon SDLA Team (2018) »** et **annexe 10 : « comparaison graphique de l'échantillon et de la population d'*Ulaanbadrakh* selon SDLA Team (2018) »**).

Cette étape de vérification est alors suivie d'une étape descriptive permettant de caractériser l'élevage de *Zuuvch Ovoo* en tenant compte de l'éleveur, son troupeau, de la main d'œuvre participant aux activités d'élevage, de la gestion du troupeau ou encore de la mobilité (campement, fréquence et distances). Pour ce faire, le tableau situé en **annexe 11 : « tableau des données d'entretien »** est utilisé, combiné aux propos des éleveurs rencontrés.

4.2.4.2 La cartographie pour représenter l'utilisation du territoire par les éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* et leur troupeau

Les campements des éleveurs et les déplacements des troupeaux de chaque éleveur sont représentés spatialement grâce au logiciel QGIS (Voir **annexe 12 « méthode pour la représentation des parcours des animaux autour des campements grâce au logiciel QGIS »**). Cette représentation spatiale permet de visualiser l'utilisation du territoire par les éleveurs de *Zuuvch Ovoo* et de leur troupeau.

4.2.4.3 La quantification de l'occurrence des espèces citées par les éleveurs pour l'identification d'espèces d'intérêt

Les données ethnobotaniques recueillies lors des entretiens sont d'abord mises en forme sous un tableau complet visant à garder toutes les informations issues des entretiens et chaque détail d'usages et de connaissances renseignées. Il est complété par un travail de recherche des correspondances nom(s) vernaculaire(s) mongol(s) – nom latin (voir **annexe 13 : « triple vérification des correspondances nom vernaculaire – nom latin des espèces citées par les éleveurs »**). Nous utilisons le référentiel taxonomique de « *The Virtual Flora of Mongolia* » (FloraGREIF, 2010) et de « *The Flora of China* » (eFloras, [s d]). Dès lors, un tableau utilisable pour analyse est élaboré (voir **annexe 14 : « Tableau des données ethnobotaniques destiné à l'analyse »**).

A partir de ce dernier tableau, il est possible de représenter graphiquement l'occurrence des espèces parmi les citations des 13 éleveurs d'*Ulaanbadrakh*, des 12 éleveurs de *Gurvansaikhan*, et au sein des citations des 25 éleveurs rencontrés dans les deux régions réunies. Dès lors, nous pouvons déterminer l'importance relative de chaque espèce. Une espèce est dite d'intérêt pour les éleveurs si elle a été citée par au moins **20%** des 25 éleveurs.

Les espèces d'intérêt identifiées sont par la suite décrites selon leur(s) usage(s) respectif(s). Les catégories d'usage sont : alimentation du bétail, alimentation du bétail en hiver (car le site de *Zuuvch Ovoo* comprend des pâturages hivernaux), usage humain (alimentaire ou médicinal), toxique/contre-indiqué, non-appété par le bétail et achat. Il s'agit de vérifier que nous ne considérons pas une espèce comme intéressante pour la plantation si celle-ci s'avère toxique par exemple.

Par la suite, nous visualisons de la répartition des types « Ligneux / Herbacées pérennes / Herbacée non pérenne » parmi les espèces d'intérêt identifiées, puisque ORANO s'intéresse principalement à des espèces végétales de type ligneuse.

L'étape finale est le « Tri » des espèces ainsi sélectionnées et décrites, selon deux clefs de tri : ***(i)*** le nombre d'éleveurs de *Zuuvch Ovoo* ayant cité l'espèce ; et ***(ii)*** le nombre d'usages positifs cités.

4.2.4.4 Etudes des facteurs influençant la perception des éleveurs

Plusieurs intérêts découlent de la compréhension de la perception des projets de plantation et des facteurs qui l'influencent : vérifier ou non la nécessité d'alternatives à la plantation comme compensation ; cibler les éléments à communiquer sur le projet de plantation si ce dernier est mal perçu ; si les zones identifiées comme non utilisées ne sont pas propices à la plantation ou qu'il n'y a pas d'espaces non utilisés : cibler les éleveurs intéressés par la plantation afin de ne pas utiliser les espaces d'éleveurs non intéressés ; cibler les éleveurs intéressés si ORANO décide de mettre en place une gestion participative ; vérifier qu'une interaction plantation – éleveurs serait possible au terme de la croissance des plants : même si certains espaces sont identifiés comme non utilisés aujourd'hui, il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'un territoire d'éleveurs mobiles et que les parcours peuvent être flexible si cela est nécessaire (Marchina, 2019).

L'idée de comparer les perceptions d'une population d'éleveurs familière aux plantations avec les perceptions des éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* a avorté, bien qu'elle ait été le moteur de notre choix pour *Gurvansaikhan* comme deuxième site d'étude. Une autre démarche est donc utilisée pour établir les facteurs ayant une influence sur la perception qu'ont les éleveurs de leur environnement pastoral et des plantations.

Nous vérifions tout d'abord que les systèmes d'élevage des échantillons d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan* ne sont pas significativement différentes [1] (voir **annexe 15 : « Résultats des tests statistiques préalable aux tests sur les moyennes »**, **annexe 16 « résultats des tests statistiques sur les moyennes pour la comparaison des échantillons d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan* »** et **annexe 17 « calculs Excel et codes R pour la comparaison des moyennes des variables des deux échantillons »**), concernant les variables quantitatives issues du tableau présent en **annexe 10 « tableau des données d'entretien »**. Les structures et les pratiques d'élevages étant semblables, à part pour le nombre de chameaux, les deux populations sont regroupées afin d'obtenir un échantillon plus conséquent.

Des typologies d'éleveurs sont établies selon leur **structure** : cheptel total en termes d'Unité Gros Bétail (**UGB**) (voir **annexe 17 : « conversions en Unité Gros Bétail, utilité et valeurs choisies »**), nombre de tête de grand bétail (chameaux, chevaux et vaches), et nombre de tête de chameaux : la taille du troupeau en termes de charge et d'utilisation des pâturages peut influencer la perception de l'environnement pastoral et des plantations, qui peuvent paraître plus utiles pour nourrir un troupeau. Des catégories sont aussi déterminées selon les **pratiques** : nombre moyen de déplacement annuel et distances moyenne entre les campements (km) : la mobilité peut influencer la perception de l'environnement pastoral et inversement, et un éleveur mobile aura probablement peu d'intérêt pour des plantations. La typologie est menée grâce à des Classifications Ascendantes Hiérarchiques selon la méthode de Ward sur le logiciel R (Rakotomalala, [s d]).

Dès lors, la perception peut être représentée graphiquement selon chaque catégorie d'éleveur identifiée via les données de perception recueillies présentes en **annexe 10 « tableau des données d'entretien »**. La visualisation de la perception des éleveurs selon les catégories est finalement complétée par l'utilisation des propos des éleveurs lors des entretiens.

[1] Moyennes significativement différentes pour * $p(H0) < 0,05$

Enfin, la perception des plantations est étudiée en fonction de la perception de l'environnement pastoral. En effet, un éleveur percevant une dégradation des pâturages pourrait être plus intéressé par des projets de plantation.

Cette étude est menée en croisant les données de perception de l'environnement pastoral et des plantations, présentes dans le tableau en **annexe 10 « tableau des données d'entretien »**, grâce au logiciel R (Barnier, 2019)

Figure 17 : photo d'un entretien mené dans le soum d'Ulaanbadrakh (crédit : Samantha Bazan)

(De gauche à droite) Samantha Bazan (botaniste au CIRAD), moi-même, Anjlai (chargée des relations locales et notre interprète à *Ulaanbadrakh*), Buyan (également chargé des relation locales), et l'un des treize éleveurs d'*Ulaanbadrakh* qui nous a invité dans sa *ger* pour répondre à nos questions.

4.3. ESTIMATION DE LA DENSITE DE SAXAULS EN CONDITIONS NATURELLES

Les matériels et méthodes décrits dans cette partie ont pour but de tester l'hypothèse **H3**, selon laquelle la densité de plantation de 3 300 saxauls par hectare est bien trop élevée et rend le projet de plantation infaisable, et d'atteindre le **cinquième objectif O5** de l'étude : étudier la densité des forêts naturelles de saxauls pour une optimisation, le cas échéant, de la plantation de saxauls. La **figure 18** représenté les différentes étapes suivies pour atteindre cet objectif, ainsi que les sous-parties auxquelles renvoie chaque étape.

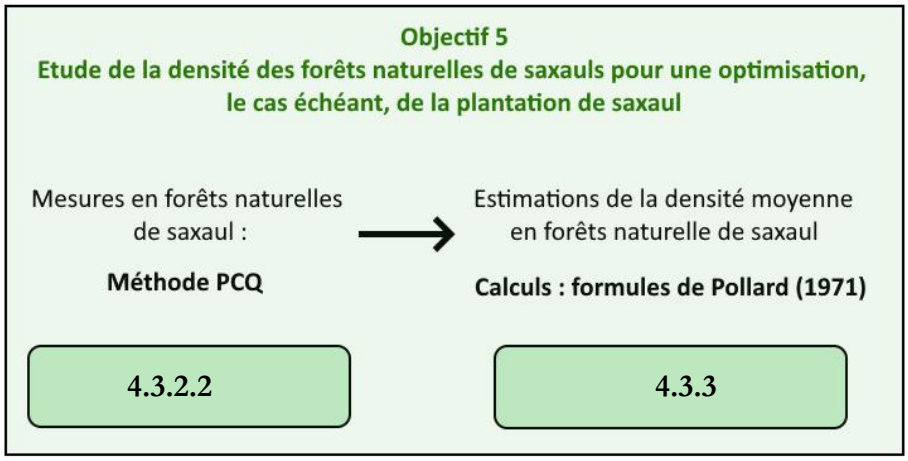


Figure 18 : schéma des matériels et méthodes employés pour l'estimation de la densité de saxauls en forêts naturelles

4.3.1. SITES D'ETUDE : LES FORETS NATURELLES DE SAXAULS DANS LES *SOUMS* D'*ULAANBADRAKH* ET D'*OLZIIT*

Les deux sites d'étude se situent dans la région sud du Gobi. Le premier correspond à nouveau au *soum Ulaanbadrakh*, dans l'*aïmag* du Dornogobi, et le second correspond au *soum* d'*Olziit* dans l'*aïmag* du Dundgobi (voir **figure 19**, page suivante). Les deux sites étudiés correspondent à des forêts naturelles de saxauls. Aussi, le site étudié à *Ulaanbadrakh* est inclus dans la zone de gisement, et dans la zone de plantation proposée dans l'EIE dans le cadre de la compensation écologique pour le projet de *Zuuvch Ovoo*. Nous avons réalisé 10 relevés dans le Dornogobi et 5 dans le Dundgobi.

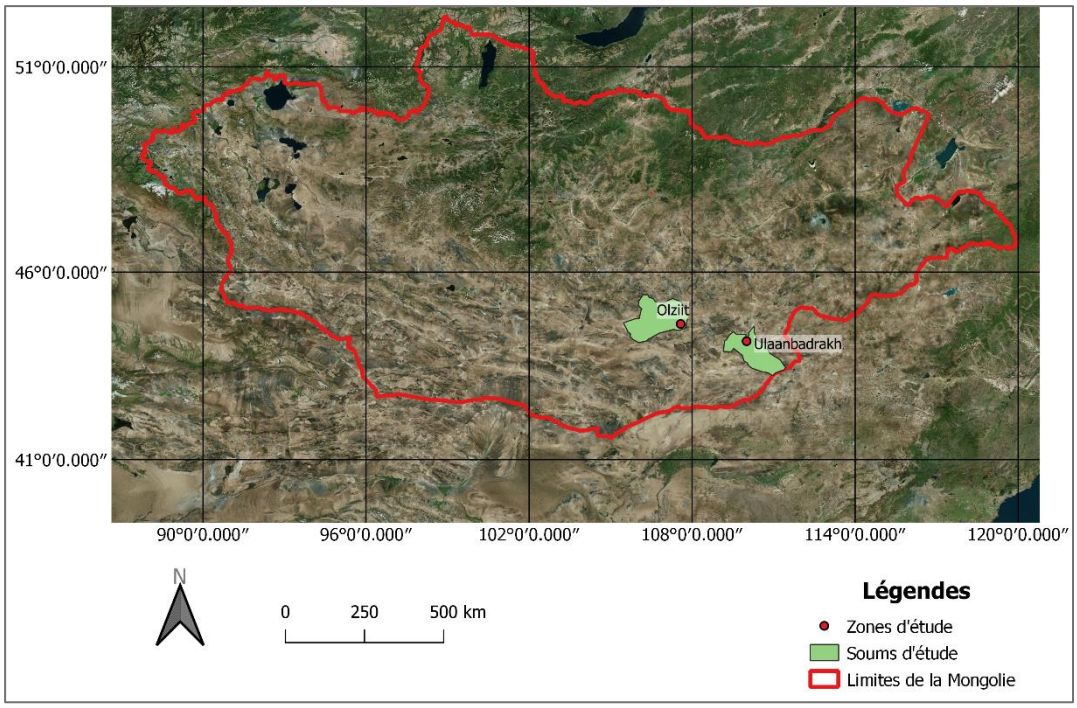


Figure 19 : localisation des soums d'étude pour l'estimation de la densité de saxauls (fond d'imagerie satellitaire : Bing)

4.3.2. APPLICATION DE LA METHODE DES « POINTS CENTRES QUADRANTS » EN FORETS NATURELLES DE SAXAULS

4.3.2.1 Les forêts naturelles de saxauls comme indicateur d'une densité de plantation adaptée aux conditions du Gobi

Les mesures de densités sont réalisées dans les forêts naturelles de saxauls, puisqu'elles représentent à nos yeux le meilleur indicateur d'une densité de plantation adaptée aux conditions du Gobi.

En outre, il s'agit de vérifier que la densité de plantation de 3 300 saxauls par hectare, proposée dans le cadre de la compensation de la zone du pilote, est cohérente. Ainsi, bien que d'autres espèces soient présentes dans les forêts, les mesures sont ciblées uniquement sur le saxaul.

De ce fait, l'échantillonnage ne s'est pas fait aléatoirement : nous nous sommes appuyés sur les connaissances de nos partenaires afin de trouver les forêts de saxauls au sein de la zone de plantation d'ORANO, puis au sein de l'*aïmag* du Dundgobi, dans lequel les forêts de saxauls sont rares et dégradées.

4.3.2.2 La méthode des « Points Centrés Quadrants » appliqué aux forêts naturelles de saxauls

La méthode employée, dite des « Points Centrés Quadrants » (**PCQ**), est décrite par Hiernaux (2016) et Mitchell (2017), et par le schéma ci-dessous (voir **figure 20**)

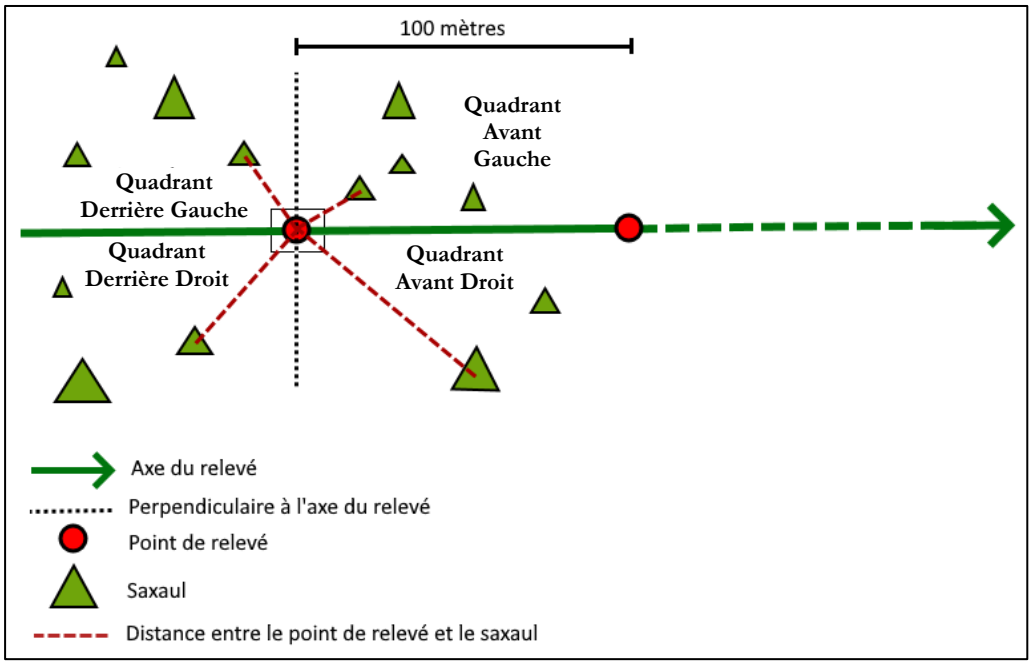


Figure 20 : schéma explicatif de la méthode des "Points Centrés Quadrants"

1. Choix d'un axe de relevé
2. Points de relevés tous les 100 mètres sur cet axe. Afin de rester sur l'axe et d'obtenir des points distants de 100 mètres, nous utilisons un GPS muni d'une boussole.
3. Au niveau du point de relevé, tracer la perpendiculaire à l'axe de relevé afin d'obtenir 4 quadrants (« derrière gauche », « derrière droit », « avant gauche » et « avant droit »)
4. A chaque point de relevé, la distance entre le saxaul le plus proche et le point de relevé (fixe) est mesurée grâce à un mètre.
5. Réitérer l'opération 100 mètres plus loin sur un nouveau point de relevé

Même dans les forêts de saxauls, la densité de saxauls peut être faible. Des variations notables sur sa densité peuvent donc être observées le long d'un axe de relevé. Nous choisissons donc d'établir 6 points de relevés par axe de relevé, afin de prendre un maximum en compte ces variations. Les distances sont mesurées selon la **figure 20** ci-dessus et les explications ci-dessus, mais la hauteur de chaque saxaul pris en compte est aussi mesurée.

La méthode PCQ est appropriée pour répondre à notre objectif. En effet, elle permet une estimation rapide de la densité d'un peuplement possiblement dispersé, ce qui répond à notre limite de temps sur le terrain. Selon Mitchell (2017), l'avantage principal est

la vitesse de l'opération, mais aussi qu'elle nécessite moins d'équipement et de travailleur. Ces avantages répondent aussi à nos contraintes : nous étions 3 à 4 pour faire les mesures, et nous permettent de transporter moins d'équipement dans le désert.

4.3.3. ESTIMATION DE LA DENSITE MOYENNE LE LONG DE CHAQUE AXE DE RELEVE

La densité moyenne en individus/m² est calculée selon la formule de Pollard (1971) (Mitchell, 2017) à partir des données mises en forme (voir **équation 1** ci-dessous) (voir **annexe 19 « distances et hauteurs mesurées dans les forêts naturelles de saxauls du** Dornogobi **»** et **annexe 20 « distances et hauteurs mesurées dans les forêts naturelles de saxauls du** Dundgobi **»**) Son écart-type est la racine carrée de la variance calculée à partir de l'**équation 2** (Mitchell, 2017). Les calculs sont réalisés directement sur Excel.

$$\hat{\lambda} = \frac{4(4n-1)}{\pi \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{4} R_{ij}^2}$$

Équation 1 : formule de Pollard (1971) pour le calcul de la densité moyenne estimée (source : Mitchell, 2017)

$$\mathrm{Var}(\hat{\lambda}) = \frac{\hat{\lambda}^2}{4n-2}.$$

Équation 2 : formule de Pollard (1971) pour le calcul de la variance (source : Mitchell, 2017)

Où **n** = nombre de point de relevé sur l'axe de relevé (*dans notre cas, n = 6*),

et $\mathbf{R^2_{i,j}}$ = la distance au carré entre le point de lecture i et le saxaul du quadrant j (*par exemple : j=1 correspond au quadrant avant gauche, j=2 au quadrant avant droit, j=3 au quadrant arrière droit et j=4 au quadrant arrière gauche)*

Figure 21 : mise en œuvre de la méthode des Points Centrés Quadrants dans une forêt de saxauls du Dornogobi (crédit : Annaêl Barnes)

Devant : Batbaatar (Badrakh Energy) ; derrière, de gauche à droite : Véronique Rayot (ORANO) et Samantha Bazan (CIRAD)

5. RESULTATS

5.1. ANALYSE MULTIVARIEE DES DONNEES DE LA GRILLE DE LECTURE CONTEXTE ET IDENTIFICATIONS DE METHODES ADAPTEES AUX CONTEXTE PHYSIQUE, BIOLOGIQUE ET SOCIOECONOMIQUE DE LA ZONE DE *ZUUVCH OVOO*

La présente section est la partie résultat de l'analyse multivariée sur les données d'EIE, visant à répondre à l'**objectif O1** : l'indentification de méthode(s) de compensation applicable(s) dans la zone de *Zuuvch Ovoo.*

L'AFM a été réalisée à partir du code R disponible en **annexe 21 : « code R pour l'Analyse Factorielle Multiple »**, à partir des données de l'**annexe 7 :** « **tableau utilise pour l'analyse factorielle multiple ».** L'AFM a été réalisée sur 20 méthodes parmi les 32 méthodes recensées. La description des 20 méthodes utilisées est disponible en **annexe 22 : « description des méthodes de compensation analysées ».**

Pour les étapes préalables à la visualisation graphique des individus, voir **annexe 23 : « extraction des proportions des variances expliquées par les différentes dimensions (axes) »**.

La **figure 22** correspond à la contribution des groupes de variables aux dimensions, complétée par l'**annexe 24 : « contribution des groupes aux dimensions »**. La **figure 22** est une illustration de la corrélation entre les groupes de variables. Pour rappel, les groupes de variables sont : le type de sol ; les variables de contexte physique quantitatives (pluviométrie, températures, altitude) ; le contexte biologique terrestre (présence d'espèces protégées selon la réglementation, d'habitats sensibles et d'aires protégées dans la zone d'étude), les variables quantitatives liées à la population, la fréquentation du site, l'utilisation du territoire, l'utilisation des ressources naturelles et le contexte législatif. Les coordonnées de chaque groupe sur un axe considéré correspondent à sa contribution à la construction de l'axe.

Nous pouvons observer sur cette figure les coordonnées de ces groupes sur les axes. Si des groupes de variables ont les mêmes coordonnées sur l'un des deux axes, alors ils ont contribué de la mêmes manières à la formation de cet axe. L'**annexe 24 : « contribution des groupes aux dimensions »** illustre quant à elle la part de contribution de chaque groupe de variables à la construction des axes : cette part est en pourcentage de contribution.

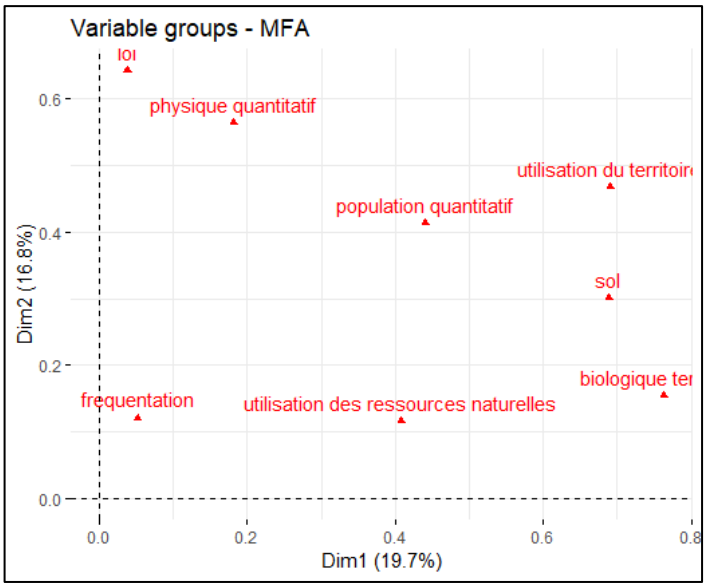


Figure 22 : contribution des variables aux dimensions 1 et 2

La **figure 23** correspond à la contribution des variables quantitatives aux dimensions. La contribution des variables qualitatives aux dimensions, plus difficile à visualiser du fait du grand nombre de variables qualitatives, est disponible en **annexe 25 : « corrélation et contribution des variables qualitatives aux dimensions »**.

En plus d'illustrer la contribution des variables aux dimensions par un système de couleur, ces figures montrent l'association entre les variables (des variables regroupées sur ces graphiques sont corrélées positivement, alors que si elles sont positionnées à l'opposé par rapport à l'origine, elle sont corrélées négativement), la qualité de la représentation de la variables (plus la variables est éloignée de l'origine sur le graphique, mieux elle est représentée), et la corrélation entre les variables et les dimensions (pour une dimension donnée, plus une variable est proche de l'axe considéré, plus elle lui est corrélée).

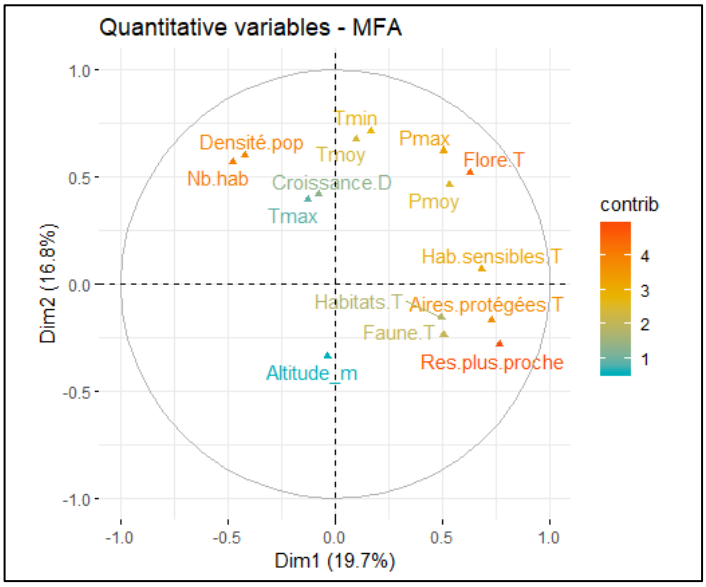


Figure 23 : contribution des variables quantitatives à la définition des dimensions

D'après la **figure 22** et l'**annexe 23**, l'utilisation du territoire, le type de sol, le contexte biologique terrestre et les éléments quantitatifs de la population contribuent le plus au **premier axe**. Parmi les groupes de variables quantitatives, le nombre d'espèces végétales protégées, le nombre d'habitats terrestres sensibles, le nombre d'aires protégées et la distance entre la population et le site du projet contribuent en majorité au premier axe (voir **figure 23**).

Le contexte législatif, les éléments quantitatifs du contexte physique, l'utilisation du territoire et les éléments quantitatifs de la population contribuent le plus au **second axe** (voir **figure 22** et **annexe 22**). Parmi eux, la température minimum et moyenne, la pluviométrie, le nombre d'habitant et la densité de populations sont les variables les plus contributrices (voir **figure 23**).

Enfin, la **figure 24** ci-dessous illustre l'étape finale de notre analyse multivariée : la représentation du graphique des individus.

L'AFM a été réalisée sur 20 méthodes parmi les 32 méthodes recensées. La description des 20 méthodes utilisées est disponible en **annexe 25 : « description des méthodes de compensation analysées »**.

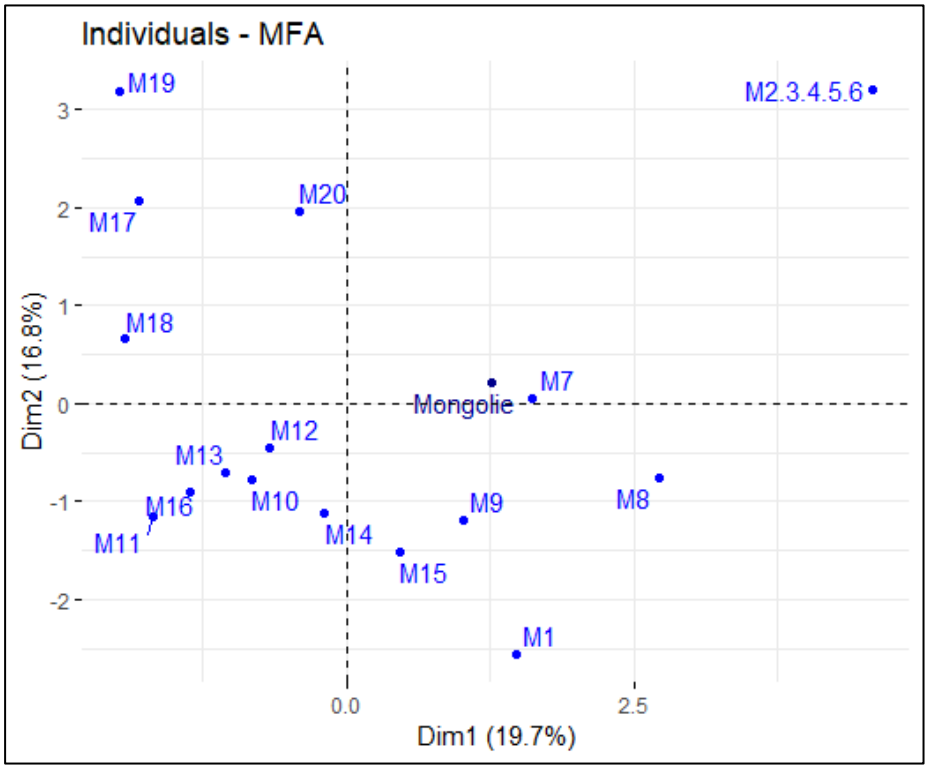


Figure 24 : graphiques des individus ; comparaison du contexte de *Zuuvch Ovoo* aux contextes de mises en place des méthodes 1 à 20 (les contextes des méthodes 1 à 20 et du projet de *Zuuvch Ovoo* sont décrits en **annexe 7**)

D'après sa position sur l'axe 1 (voir **figure 24**) et les explications données préalablement sur la contributions des groupes de variables et des variables aux axes, le contexte de *Zuuvch Ovoo* (« Mongolie ») est caractérisé par un petit nombre d'aires protégées,

d'habitats sensibles et d'espèces végétales protégées, et par une distance faible entre le site de projet et les habitants. D'après sa position sur l'axe 2 (voir **figure 24**) et les mêmes informations que précédemment, il est caractérisé par une faible température moyenne et minimale, une faible pluviométrie, un faible nombre d'habitants et une faible densité de population.

Concernant les groupes de variables qualitatives contributives : le type de sol, l'utilisation du territoire et le contexte législatif, il est caractérisé par un sol sableux, une utilisation du territoire traduite par du pastoralisme, de l'agriculture (dans une moindre mesure), la présence d'aires protégées et de licences minières, et une législation sur les Etudes d'Impacts (**voir annexe 7 : « tableau pour l'Analyse Factorielle Multiple »**).

Le **tableau 7** (page suivante) synthétise les caractéristiques des méthodes 7, 8, 9, 12, 14 et 15 qui sont les plus proches du point représentant *Zuuvch Ovoo* sur le graphique des individu (voir **annexe 7 : « tableau pour l'Analyse Factorielle Multiple »** et **figure 24**). Nous nous concentrons sur les variables contributives pour les variables quantitatives et sur les groupes contributifs pour les variables qualitatives. Le contexte de *Zuuvch Ovoo* est aussi décrit selon ce tableau, afin de comparer les contextes. Les modalités des méthodes 7, 8, 9, 14 et 15 sont décrites de façon détaillée dans la partie « **Discussion** »

Tableau 7 : caractéristiques des méthodes 7, 8, 9, 14, 15 et comparaison avec le contexte de *Zuuvch Ovoo*

	M7	**M8**	**M9**	**M14**	**M15**	**ZO[2]**	**Méthode(s) la (les) plus proche(s)**
Texture du sol[3]	S	G	SA	LC	SA	S	M7
Utilisation du territoire identique à ZO	3	5	5	2	3	**5 usages**	M8, M9
Nombre d'aires protégées	1	1	2	3	2	1	M7, M8
Nombre d'habitats sensibles	0	4	2	0	2	0	M7, M12, M14
Nombre d'espèces végétales protégées	0	0	3	13	2	8	M14
Résident le plus proche du site (km)	6,5	19	14	0,65	15	0	M12, M14
Pluviométrie annuelle moyenne	1326,4	1071	167	1036	985,9	90,5	M9
Pluviométrie maximum (mm/mois)	333,1	275,7	25	109	106	26	M9
Température moyenne (°C)	26,4	27,5	20,3	8	9,9	3,8	M14, M15
Température minimum (°C)	15,4	18,5	4,5	-2,1	-3,8	-31	M14, M15
Nombre d'habitants	2262	3400	4873	2116	387	1482	M14
Densité de population (habitant/km²)	214,8	105,5	91,9	28,6	13,4	0,01	M15
Niveau de législation[4]	C	C	C	C	C	EI	/

[2] *Zuuvch Ovoo*

[3] S pour sableuse ; G pour grossière ; SA pour sablo-argileuse ; LC pour limono-caillouteuse

[4] C pour législation sur la compensation ; EI pour législation sur l'Etude d'Impact, pas sur la compensation

Ce qu'il faut retenir

Voir **annexe 22 : « description des méthodes de compensation analysées »** pour la description des méthodes citées ci-dessous, ainsi que la partie **Discussion** de la présente étude.

Le contexte de la méthode 7, qui est le plus proche du contexte de *Zuuvch Ovoo* sur le graphique des individus est surtout semblable au contexte biologique terrestre de *Zuuvch Ovoo*.

La méthode 8 est adaptée à l'utilisation du territoire de *Zuuvch Ovoo*.

La méthode 9 est la plus adaptée à la faible pluviométrie du site de *Zuuvch Ovoo* et à l'utilisation de son territoire.

Les méthodes 14 et 15 sont adaptées à la population, en termes de nombre d'habitant, de leur proximité avec le site et la densité de population.

5.2. ETUDE DU CONTEXTE PASTORAL DE LA ZONE DE *ZUUVCH OVOO* ET DES MODALITES DE COMPENSATION ADAPTEES

La présente partie correspond aux résultats issus des données acquises grâces aux entretiens menés auprès des éleveurs. Elle comprend une section visant à préciser le contexte pastoral de la zone de *Zuuvch Ovoo* ; une partie sur la cartographie des campements et des déplacements du bétail afin de comprendre l'utilisation du territoire et de situer les zones pâturées ; une partie sur l'identification d'espèces d'intérêt pour les éleveurs à partir de l'enquête ethnobotanique ; et une partie sur la perception qu'ont les éleveurs de leurs environnement pastoral et des plantations.

5.2.1. PRECISIONS SUR LE PASTORALISME DANS LA ZONE DE *ZUUVCH OVOO*

5.2.1.1 Les éleveurs rencontrés

Dans le soum d'*Ulaanbadrakh*, 13 éleveurs ont été rencontrés. Parmi les interlocuteurs principaux, 6 étaient des hommes, et 7 étaient des femmes. Les âges des personnes interrogés sont représentés en **figure 25** et en **tableau 8**.

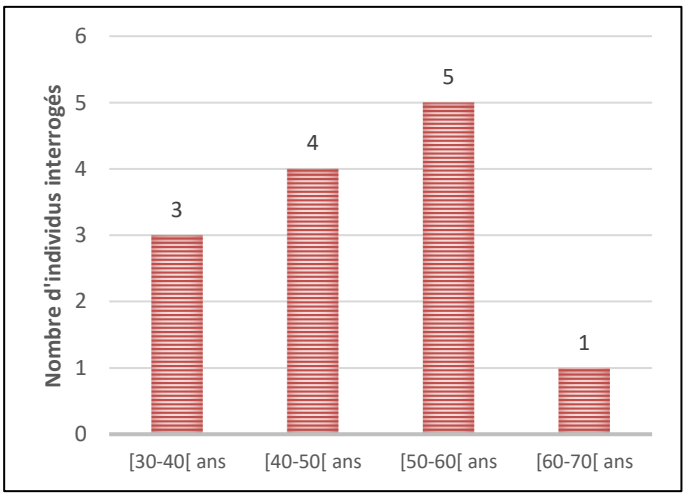


Figure 25 : classes d'âge des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 8 : âge moyen, minimum et maximum des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh*

N=13	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
	47	8,9	32	61

5.2.1.2 L'élevage comme activité principale

L'élevage est l'activité principale au sein des familles rencontrées à *Ulaanbadrakh*. Parmi les 13 éleveurs rencontrés, seulement 2 ne pratiquent pas l'élevage en tant qu'activité principale, et parfois, un autre membre de la famille travaille à l'extérieur (voir **tableau 9**). Bien souvent, les parents des éleveurs rencontrés étaient eux même éleveurs. La plupart sont devenus éleveurs très jeunes pour aider leurs parents, d'autres ont poursuivi leurs études mais ont décidé de retourner dans le Gobi afin de « poursuivre la tradition mongole », traduite par l'élevage semi-nomade. Les éleveurs rencontrés ont obtenu leur troupeau après leur mariage : lors d'une union, on donne des têtes aux jeunes mariés.

Tableau 9 : les activités des familles rencontrées à *Ulaanbadrakh*

N=13	Elevage : activité principale	Elevage : activité secondaire	Autre activité par un autre membre de la famille
Nombre d'individu(s)	11	2	3

Les deux éleveurs dont l'élevage n'est pas l'activité principale possèdent tout de même des troupeaux. Selon l'un d'eux, il est très facile d'avoir son troupeau dans le Gobi. Il existe en effet certains arrangements, même sans relation familiale. Par exemple, au début du printemps, une personne voulant obtenir des têtes ou augmenter son cheptel peut demander à un éleveur 50 femelles enceintes pour les faire accoucher et garder 50% des petits. C'est un arrangement gagnant – gagnant : l'un obtient des têtes en plus, et l'autre éleveur subit moins de pertes lors des accouchements, pendant lesquels il y a de nombreuses femelles et de nouveau-nés à gérer.

5.2.1.3 Le cheptel et sa composition

Toutes les familles n'élèvent pas les « cinq museaux » : le chameau, le cheval, la vache, le mouton et la chèvre, mais toutes les familles élevaient au moins deux espèces différentes. Les **figures 26** et **27** et les **tableaux 10** et **11** illustrent et décrivent le nombre moyen de chameaux, chevaux, vaches, moutons et chèvres en termes d'individu puis en termes d'UGB. La **figure 28** illustre le nombre total d'UGB (pour rappel : « Unité Gros Bétail », et voir **annexe 17 : « conversions en Unité Gros Bétail, utilité et valeurs choisies »**) par famille rencontrée, et montre une forte disparité entre les familles.

Même s'il peut s'agir d'une question de ressources, les éleveurs peuvent aussi choisir quelles espèces ils souhaitent élever en fonction de leurs envies. Par exemple, une éleveuse âgée élevait 4 museaux : chameaux, chevaux, moutons et chèvres, et n'élèvent maintenant que des chameaux et des chevaux. Ne plus élever de petit bétail, qui est souvent très nombreux et mange beaucoup, lui permet de moins se déplacer au cours de l'année : avec les chèvres et les moutons, elle devait se déplacer 5 ou 6 fois par an, alors qu'aujourd'hui, elle ne se déplace que deux à trois fois par an.

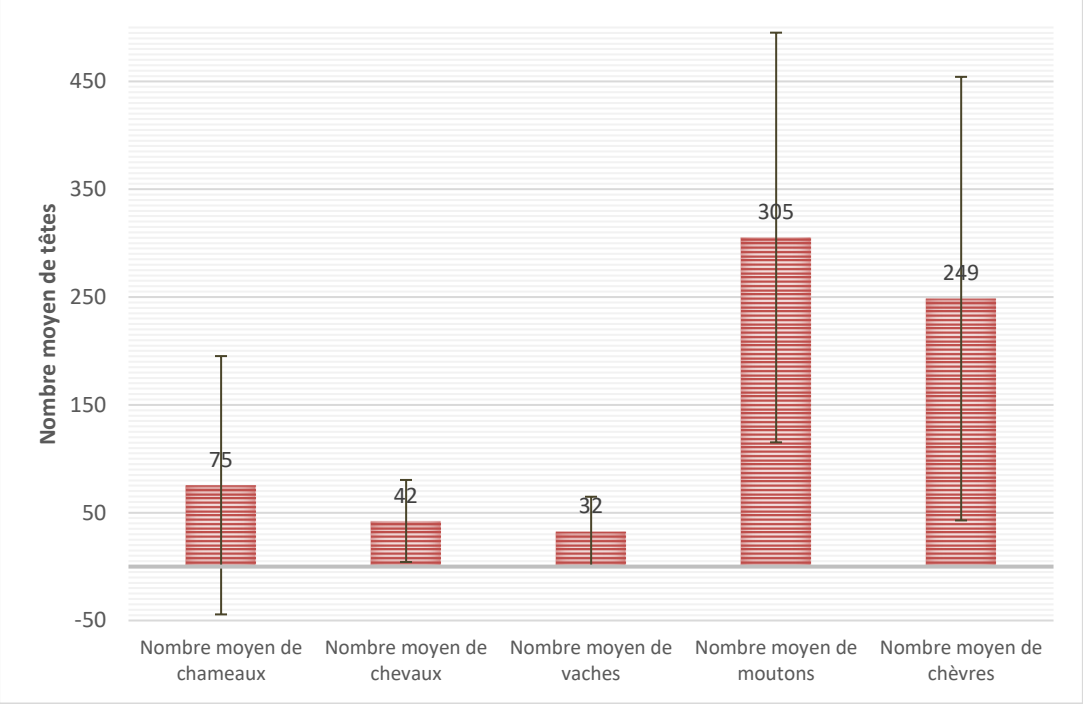


Figure 26 : nombre moyen de chameaux, chevaux, vaches, chèvres et moutons, en termes d'individus, des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 10 : cheptel moyen, minimum et maximum, et nombre moyen, minimum et maximum de chameaux, chevaux, vaches, moutons et chèvres des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh*

N=13	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Cheptel total	704	384	83	1700
Chameaux	75	120	0	450
Chevaux	42	38	0	150
Vaches	32	33	0	100
Moutons	305	190	35	735
Chèvres	249	206	0	735

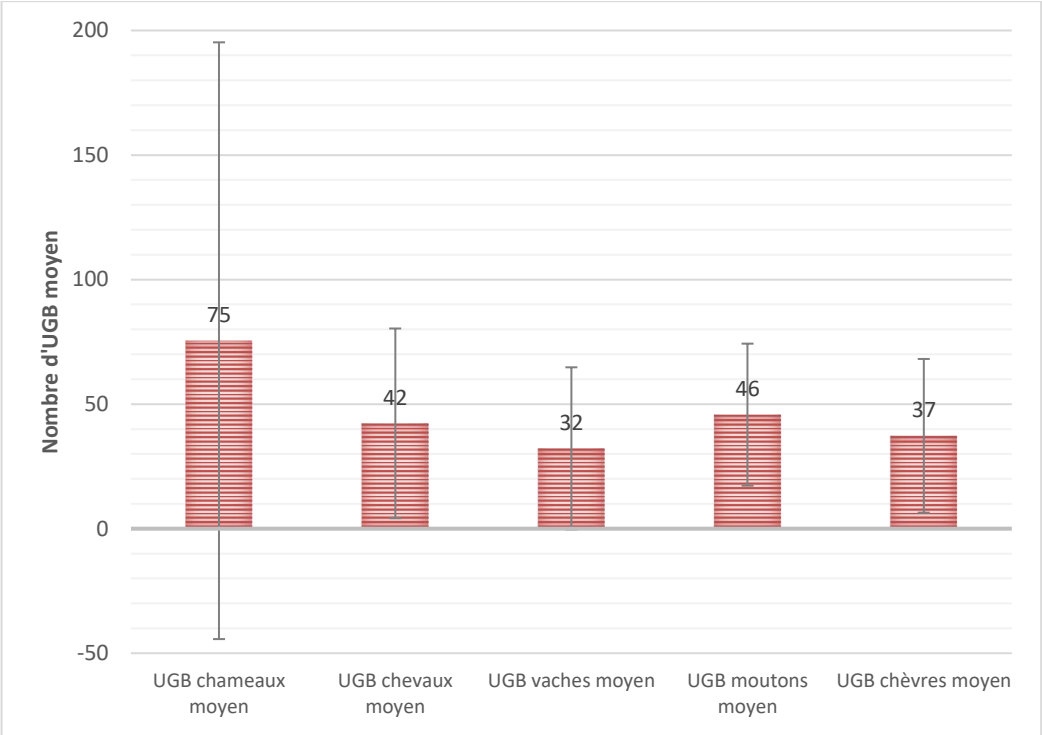


Figure 27 : nombre moyen de chameaux, chevaux, vaches, moutons et chèvres, en termes d'Unité Gros Bétail[5], des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 11 : cheptel moyen, minimum et maximum en termes d'Unité Gros Bétail, et nombre moyen, minimum et maximum de chameaux, chevaux, vaches, moutons et chèvres en termes, d'Unité Gros Bétail, des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh*

N=13	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Cheptel total	233	160	24	615
Chameaux	75	120	0	450
Chevaux	42	38	0	150
Vaches	32	33	0	100
Moutons	46	29	5	110
Chèvres	37	31	0	110

[5] Chameaux, chevaux, vaches : équivalent à 1 UGB
Moutons et chèvres : équivalent à 0,15 UGB

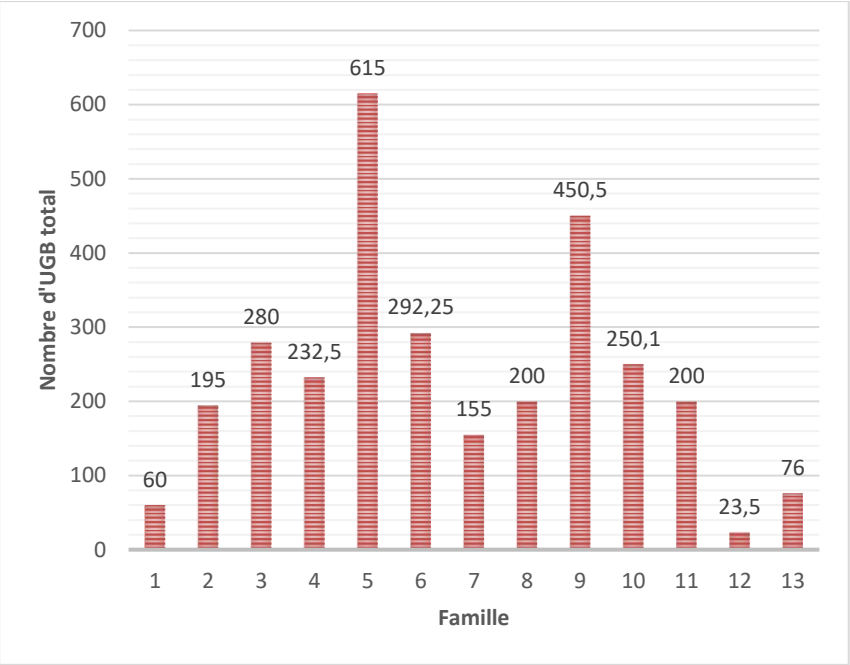


Figure 28 : nombre d'Unités Gros Bétail totales par famille rencontrées à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**)

Figure 29 : chameaux, *Gurvansaikhan* (crédit : Annaêl Barnes)

Figure 30 : chevaux, *Ulaanbadrakh* (crédit : Samantha Bazan)

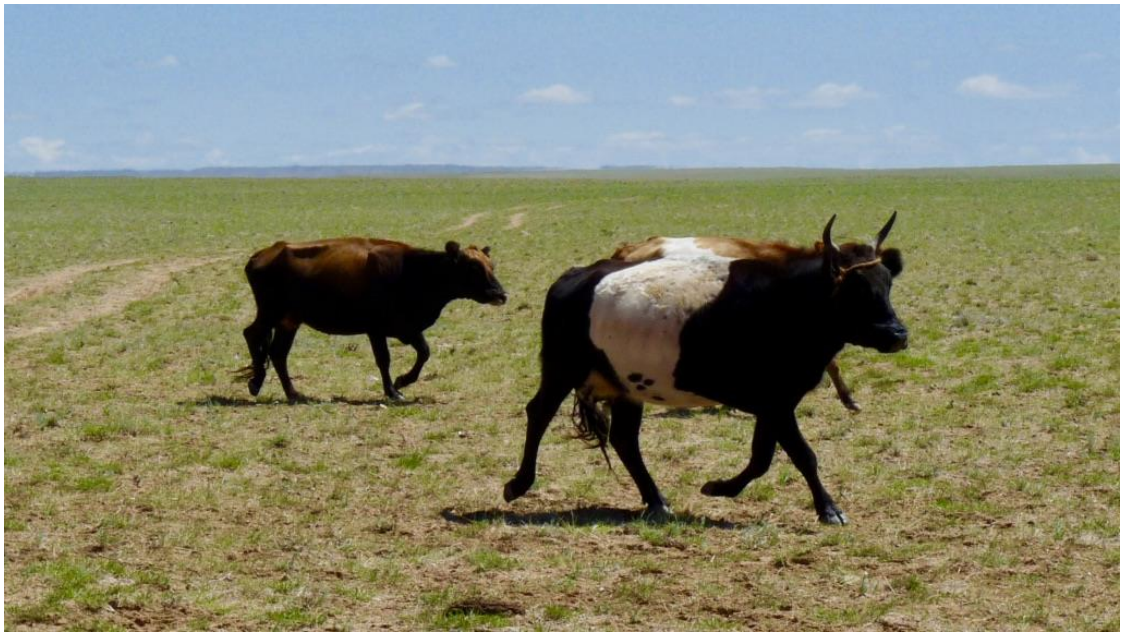


Figure 31 : vaches, *Ulaanbadrakh* (crédit : Annaêl Barnes)

5.2.1.4 L'élevage à *Ulaanbadrakh* : un travail familial

Le **tableau 12** ci-dessous représente la main d'œuvre de chaque famille. Celle-ci se décompose ***(i)*** en éleveurs faisant partie de la famille rencontrée / éleveurs extérieurs à la famille ; et ***(ii)*** éleveurs qui participent de façon permanente aux activités d'élevage / éleveurs qui y participent de manière ponctuelle.

Tableau 12 : nombre d'éleveurs total, permanent, ponctuel, appartenant à la famille et extérieurs à la famille participant aux activités d'élevage parmi les familles rencontrées à *Ulaanbadrakh*

N=13	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Nombre total d'éleveur	3,6	1,8	2	9
Nombre d'éleveurs permanents	1,9	0,8	1	3
Nombre d'éleveurs ponctuels	1,8	2,3	0	8
Nombre d'éleveurs de la famille	3,5	1,8	2	9
Nombre d'éleveurs extérieurs à la famille	0,1	0,3	0	1

L'élevage à *Ulaanbadrakh* est plutôt un travail familial (voir **tableau 12**). En général, la femme s'occupe de l'intérieur de la *ger* et de la traite. Les hommes sachant traire sont rares, mais ils ont tout de même leur rôle lors de la traite, pour rassembler les animaux et les tenir (voir **figure 32**, page suivante). Ces derniers s'occupent plutôt de toutes les activités à l'extérieur, comme monter les clôtures, faire boire les animaux au puits, rassembler les troupeaux ou aller chercher un animal perdu. Néanmoins, si un homme a une activité extérieure, la femme le remplace dans ses activités pendant son absence. Les enfants, grands ou petits, participent aux activités d'élevage quand ils sont avec leurs parents (souvent « nombre d'éleveurs ponctuels » dans **tableau 12**).

Les éleveurs extérieurs à la famille, en tant qu'employés, sont rares (voir **tableau 12**). La plupart des éleveurs disent avoir du mal à trouver quelqu'un de confiance et fiable : deux des éleveurs rencontrés ont embauchés des éleveurs extérieurs, qui sont partis au bout de quelques mois. Un seul des éleveurs rencontrés travaille toujours avec un jeune éleveur qu'il a embauché il y a 2 ans. Ce dernier est payé 1 500 000 *Tugriks* (environ 500 euros), mais peut être payé en chèvres ou en moutons. Ce contrat est aussi une forme d'apprentissage : ce jeune éleveur ne connaissait rien à l'élevage avant, et au fur et à mesures de ces deux années, il a pu obtenir des chèvres et des moutons qui sont mélangées au troupeau de son « chef ».

Figure 32 : traite des juments, Gurvansaikhan (crédit : Annaêl Barnes)

5.2.1.5 Une gestion du troupeau différenciée selon l'espèce, le sexe, l'âge, les besoins et les envies des éleveurs

Les chèvres et les moutons pâturent ensemble (voir **figure 33** ci-dessous). Selon les éleveurs, les moutons sont plus statiques et canalisent les chèvres, plus dynamiques et qui s'éparpillent facilement. Le petit bétail parcourt librement autour du campement et revient le soir : ces derniers sont plus craintifs et plus domestiqués. De plus, ils sont une proie facile pour des prédateurs comme les loups. Le mois de septembre correspond aux chaleurs des chèvres. A ce mois-ci, les chèvres en âge de reproduire sont séparées du reste du troupeau.

Figure 33 : moutons et chèvres pâturant ensemble à *Ulaanbadrakh* (crédit : Annaêl Barnes)

Selon les éleveurs, la séparation petit bétail / grand bétail se fait naturellement : les chèvres et les moutons consomment tout ce qui est disponible autour du campement, le grand bétail pâture donc plus loin.

Les chevaux et les chameaux mâles sont laissés en liberté. Les éleveurs vont les voir de temps en temps, et les font rentrer au campement s'ils ont besoin d'être dressé. Le fait de ne pas avoir à s'occuper de tous les animaux tous les jours permet aux éleveurs d'avoir moins de travail. Quand les juments sont laissées en liberté, plusieurs troupeaux de chevaux peuvent se former : un étalon a un troupeau d'une quinzaine de juments.

Quand les chamelles, les juments ou les vaches ont des petits, elles reviennent au campement tous les soirs avec eux. Lorsque les éleveurs font la traite de l'une de ces espèces, les petits sont attachés devant le campement, à une corde longue et basse (voir **figure 34** ci-dessous), afin que les femelles reviennent au moins deux fois par jour. Néanmoins, cela peut être adapté selon l'envie de l'éleveur. Par exemple, une éleveuse rencontrée, âgée, ne voulait pas traire les chamelles tous les jours. Les chamelles sont donc laissées en liberté avec leurs petits, et lorsqu'il s'agit d'un jour de traite, l'éleveuse les fait revenir au campement avec leurs petits, tous les deux ou trois jours.

Figure 34 : chamelons attachés près du campement, *Ulaanbadrakh* (Crédit : Samantha Bazan)

5.2.1.6 La mobilité, les campements et le « *nutag* »

Parmi les 13 éleveurs rencontrés dans le Dornogobi, seulement un n'était pas mobile. En moyenne, les éleveurs rencontrés déplacent leur campement 3 à 4 fois par an, sur des distances de 11,1 km (voir **tableau 13** ci-dessous).

Tableau 13 : nombre moyen, minimum et maximum de déplacements minimums annuels, et distance moyenne, minimum et maximum parcourue par les éleveurs entre les campements à *Ulaanbadrakh*

N=13	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
Nombre minimum de déplacements annuels	3,6	2,1	0	8
Distance entre les campements (km)	11,1	13,4	0	50

Les campements d'hiver sont fixes, et il s'agit du seul campement enregistré auprès du centre du *soum*. Constitués de mûrs en dur, de bouses séchées, de parties fermées et de clôtures, ils sont utilisés pour garder les animaux au chaud et les protéger du vent. La période en campements d'hiver correspond au mois de novembre jusqu'au mois de février inclus.

Les campements de printemps sont fixes, et ont pour vocation d'accueillir les nouveau-nés. Les petits y grandissent, et dès qu'ils sont en âge de marcher, les éleveurs se déplacent vers le campement d'été. C'est aussi dans les campements de printemps que se fait la tonte des moutons et le peignage des chèvres cachemires. La période en campement de printemps correspond au mois de mars jusqu'au mois de mai inclus. Néanmoins, s'il reste de la végétation autour du campement de printemps ou qu'il y a de la pluie, les éleveurs peuvent y rester plus longtemps. Certains éleveurs n'ont pas de campement de printemps. Dans ce cas, celui-ci est remplacé par le campement d'hiver, dans lequel les familles restent plus longtemps.

Une famille peut avoir plusieurs campements d'été. C'est à cette période de l'année que les éleveurs sont mobiles, et se déplacent en fonction de la végétation et des besoins du troupeau.

Les éleveurs sont donc mobiles, mais ils se déplacent dans leur « *nutag* », c'est-à-dire leur « coin ». C'est dans ce *nutag* que sont situés les campements d'hiver et de printemps, et que les éleveurs choisiront les emplacements de leurs campements d'été. Néanmoins, les déplacements estivaux sont flexibles : s'il n'y a pas de végétation dans leur *nutag*, ils iront plus loin. Les *nutags* peuvent recouvrir de « petites » comme de très grandes surfaces : les campements des éleveurs peuvent s'étendre entre une dizaine de kilomètres les uns des autres jusqu'à parfois à une cinquantaine de kilomètres (voir **figure 37**, page 85).

5.2.2. VISUALISATION CARTOGRAPHIQUE DES DEPLACEMENTS DU BETAIL AUTOUR DES CAMPEMENTS

Les **figures 35** et **36** ci-dessous représentent les déplacements du bétail autour des campements de chaque éleveur rencontré à *Ulaanbadrakh*, selon les informations que ces derniers nous ont donné lors des entretiens. **La figure 35** représente les déplacements en hiver qui peuvent parfois être moins importants qu'en été, représentés sur la **figure 36**. Les déplacements sont illustrés en termes d'UGB, afin de visualiser la charge de chaque troupeau sur le pâturage, et sur la zone de plantation proposée dans l'EIE dans le cadre de la compensation (« zone de plantation d'ORANO », en vert, sur les **figures 35**, **36** et **37**). La **figure 37** représente quant à elle les *nutags* des éleveurs et leur localisation par rapport au site de plantation.

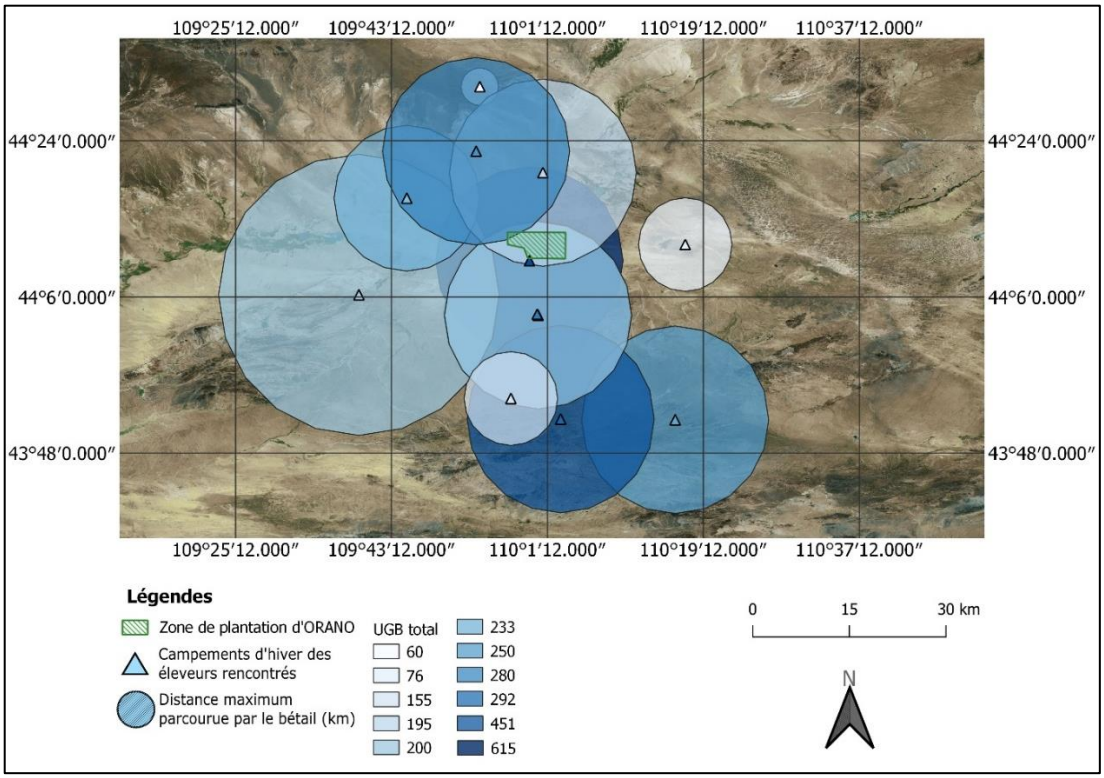


Figure 35 : carte des déplacements du bétail autour des campements d'hiver des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (fond d'imagerie satellitaire : Bing)

L'entièreté de la zone de plantation proposée dans l'EIE dans le cadre de la compensation se situe sur les pâturages d'hiver de cinq familles rencontrées (voir **figure 35**). Les troupeaux concernés représentent une charge totale de 195, 200, 280, 292 et 615 UGB. Ce dernier représente l'UGB le plus importants parmi le troupeau des familles rencontrées.

Nous savions que la zone de plantation proposée dans l'EIE dans le cadre de la compensation, proche du site d'ORANO, était située sur des espaces de pâturages hivernaux. Nous savons maintenant qu'elle est probablement parcourue dans sa totalité par le bétail pendant l'hiver. Nous vérifions à présent si elle peut aussi être exploitée pendant la saison estivale (voir **figure 36**)

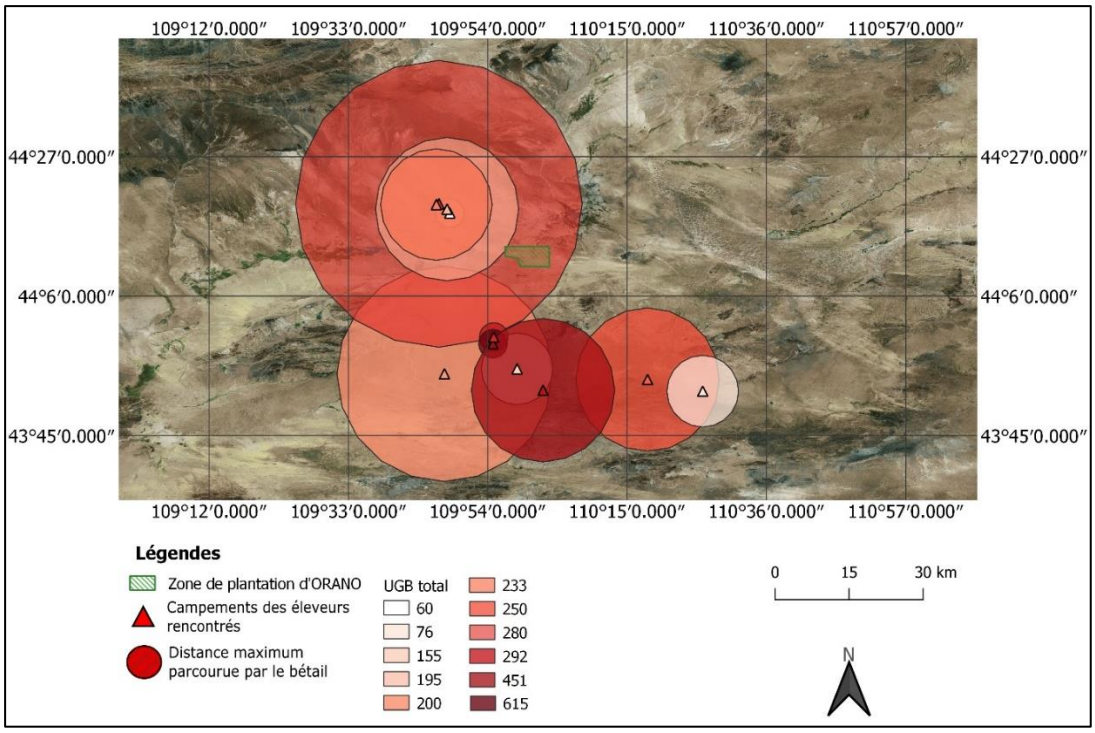


Figure 36 : carte des déplacements du bétail autour des campements d'été des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (fond d'imagerie satellitaire : Bing)

La zone de plantation proposée dans l'EIE dans le cadre de la compensation est située dans une seule zone de pâturage estival (voir **figure 36**). Le troupeau concerné représente un total de 280 UGB, ce qui se situe dans les valeurs d'UGB moyennes hautes par rapport aux éleveurs rencontrés.

Ainsi, bien que le site soit connu comme un pâturage hivernal, il peut aussi être utilisé pendant l'été. Néanmoins, les campements d'été et donc les pâturages d'été sont flexibles, et non fixes comme les campements d'hiver. Nous vérifions alors si le site de plantation est situé dans les *nutags* de certains éleveurs, puisque c'est dans cet espace qui est propre à chaque éleveur que ces derniers se déplacent (voir **figure 37**, page suivante).

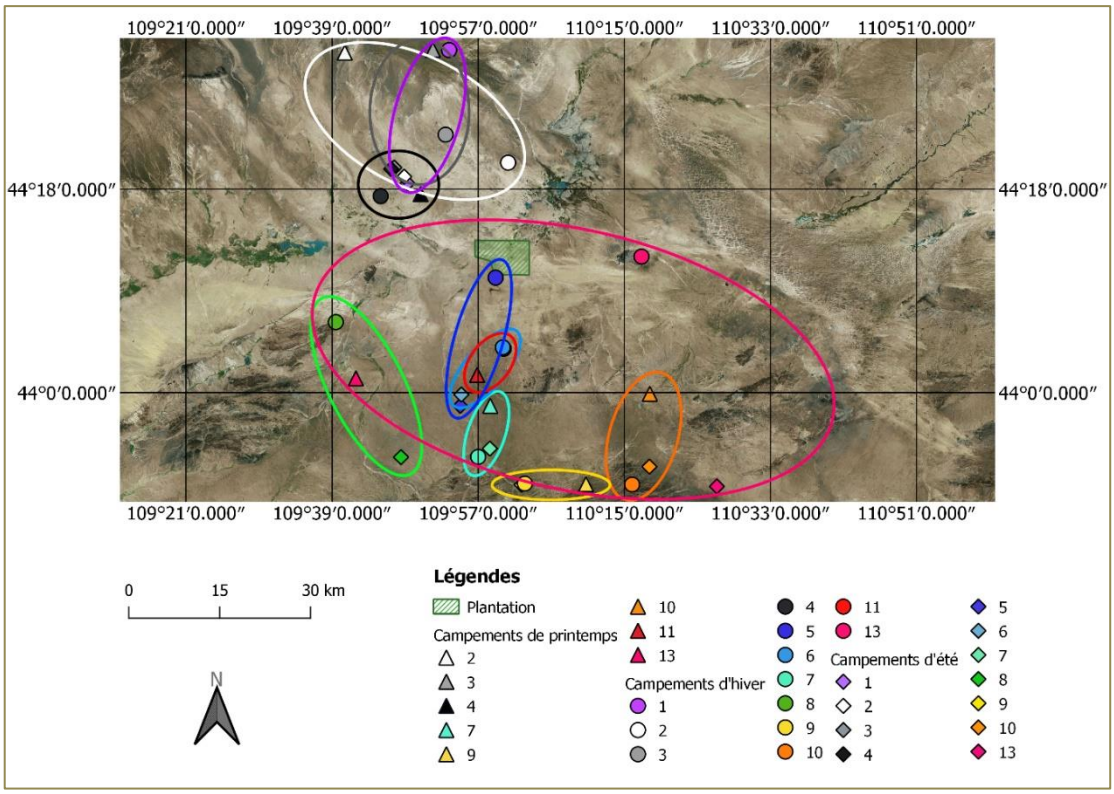


Figure 37 : carte des *nutags* des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (fond d'imagerie satellitaire : Bing)

Le site de plantation est inclus dans les *nutags* de deux des familles rencontrées, représentés par des ellipses sur la carte ci-dessus. Il s'agit des familles n°5 et n°13. Le *nutag* de la famille 10, dont le troupeau pâture cet été sur la zone de plantation d'ORANO, est en fait plutôt éloignée du site de plantation.

Ce qu'il faut retenir

L'entièreté de la zone de plantation proposée dans l'EIE du pilote de *Zuuvch Ovoo* dans le cadre de la compensation est comprise dans les pâturages d'hiver de cinq familles dont les troupeaux représentent des charges moyennes à très importantes sur les pâturages. Bien qu'elle soit majoritairement utilisée comme pâturage d'hiver, elle peut être utilisé comme pâturage d'été : très certainement, certaines années, par les familles sont le *nutag* inclut une partie ou la totalité de la zone de plantation. En outre, les distances parcourues par les animaux peuvent atteindre 30 km par jour pendant l'été, notamment pour le grand bétail. Ainsi, le grand bétail d'une famille dont le *nutags* est éloigné de la zone de plantation proposée dans l'EIE dans le cadre de la compensation, d'une vingtaine ou une trentaine de kilomètres peut potentiellement pâturer sur la zone de plantation.

5.2.3. RESULTATS DE L'ENQUETE ETHNOBOTANIQUE : MISE EN EVIDENCE D'ESPECES D'INTERET, LEURS USAGES ET LE TYPE DE VEGETATION

L'enquête ethnobotanique nous a permis d'établir une liste d'espèces, citées librement par les éleveurs, et les usages qui leurs sont associés. Les correspondances nom vernaculaire mongol – nom latin n'ont pas encore été établies pour chaque espèce**.** Le **tableau 14** indique le nombre d'espèces végétales et d'usages cités par les éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo*, de *Gurvansaikhan* et des deux régions réunies, ainsi que le pourcentage de correspondances nom vernaculaire mongol – nom latin établies. D'après ce tableau, il existe une différence de végétation : seulement 11 espèces parmi les 82 citées sont communes aux deux régions.

Tableau 14 : nombres d'espèces végétales et d'usages cités, nombre d'espèces communes citées dans les deux régions d'étude, et pourcentage de correspondances nom vernaculaire mongol - nom latin établies

	Nombre d'espèces végétales citées	**Nombre d'usages cités**	**Nombre d'espèces citées en commun**	**Pourcentage de correspondances établies**
Zuuvch Ovoo	63	249	11	/
Gurvansaikhan	30	184		/
Les deux régions	82	433	/	67 %

5.2.3.1 Occurrence des espèces citées par les éleveurs

La **figure 38** (page 89) quantifie l'occurrence des espèces dans les citations les éleveurs de *Zuuvch Ovoo*, de *Gurvansaikhan*, et deux régions réunies, en termes de pourcentage. Un pourcentage de 100% d'occurrence parmi les citations des éleveurs des deux régions signifie que l'espèce a été citée par les 25 éleveurs rencontrés. Nous considérons une espèce comme intéressante par les éleveurs si elle a été citée par au moins 20% (**ligne rouge** sur la **figure 38**) des éleveurs des deux régions. Le **tableau 15** (page suivante) établit la liste des espèces ainsi sélectionnées, mise en évidences par une **flèche verte** sur la **figure 38**.

Tableau 15 : nom(s) vernaculaire(s) mongol(s) et nom latin des espèces sélectionnées

Nom(s) vernaculaire(s) mongol(s)	Nom latin
Tooroi ders / Gyalbar ders / Ders	*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski
Khumuul	*Allium mongolicum* Turcz. ex Regel
Taana	*Allium polyrhizum* Turcz. ex Regel
Agi	*Artemisia frigida* Willd.
Hoshuu budaa	*Avena sativa* L.
Khargana	*Caragana*
Khazaar	*Cleistogenes songorica* (Roshev.) Ohwi
Zag	*Haloxylon ammodendron*
Kharmag / Tovstog	*Nitraria sibirica* Pall.
(Bor)budargana	*Salsola passerina* Bunge
Gashuun	*Saussurea amara* (L.) DC. (?)
Khavisgana / Havisgana	*Scorzonera parviflora* Jacq.
Saiirin hyalgana / Mongol / Khyalgana	*Stipa glareoosa* P. Smirn.
Stipa / Goviin hyalgana	*Stipa gobica* Roshev.
Klulaugün undar / Khulangiin undaa / Khulangun undar / Khylangiin undaa	*Zygophyllum rosowii* Bunge (?)
Shereen / Khotir	*Zygophyllum xanthoxylon* (Bunge) Maxim.
But	?

D'après le **tableau 15**, 17 espèces végétales sont intéressantes pour les éleveurs. Néanmoins, les espèces *Gashuun*, *Khylangiin undaa* et *But* ne sont pas retenues pour la suite des résultats, leur correspondance avec un nom latin n'ayant pas encore été déterminée ou étant incertaine. A titre d'information, « *Zag* » corresponde au saxaul.

5.2.3.2 Usages des espèces sélectionnées

Dès lors, les usages associés aux espèces identifiées comme intéressantes sont représentés sur la **figure 39** (page 90). Les espèces « *Taana* », « *Khumuul* » et « *Shereen / Khotir* » ont parfois été citées comme toxiques ou contre-indiquées (voir **figure 39**). Ces trois espèces peuvent être toxiques pour le petit bétail lorsqu'elles sont consommées en trop grande quantité pour *Taana* et *Khumuul*, et lors de la floraison pour *Shereen / Khotir*. Néanmoins, leur toxicité est moindre par rapport à leurs usages alimentaires renseignés qui en font des espèces intéressantes pour la population locale.

Hoshuu budaa (*Avena sativa*) correspond à l'avoine cultivée. Elle est achetée par les éleveurs de *Gurvansaikhan* en prévision d'une saison difficile. Nous décidons de ne pas retenir *Avena sativa* : nous ne savons pas où l'espèce est cultivée en Mongolie, et donc si elle est adaptée aux terres du Gobi.

Trois éleveurs ont indiqué que le saxaul, ou *zag*, pouvait ne pas être consommé par le bétail (voir **figure 39**). Plus précisément, un éleveur d'*Ulaanbadrakh* nous a informé qu'il n'était pas consommé par le petit bétail au stade adulte car trop haut, et parce qu'il abrite

des tiques qui s'accrochent aux chèvres et aux moutons. Un second nous a indiqué qu'il n'était pas consommé par les chevaux, et un troisième affirme qu'il n'est pas consommé par les vaches. Il reste néanmoins une espèce intéressante, particulièrement pour le chameau : il a été cité 7 fois comme source de nourriture du chameau, dont 4 fois comme source de sel et 1 fois comme fourrage hivernal.

5.2.3.3 Les types de végétation

ORANO est plutôt intéressé par la plantation de ligneux. Parmi les 13 espèces sélectionnées, certaines sont des ligneuses, et d'autres sont des herbacées pérennes. Le **tableau 16** ci-dessous indique la répartition Ligneuse / Pérenne parmi les espèces d'intérêt (FloraGREIF, 2010 ; Tungalag, 2016 ; eFloras).

Tableau 16 : proportion de ligneuses et d'herbacées pérennes parmi les espèces d'intérêt

Nom(s) vernaculaire(s) mongol(s)	Nom latin	Type de végétation	
Tooroi ders / Gyalbar ders / Ders	*Achnatherum splendens*	Herbacée pérenne	8 herbacées pérennes
Khumuul	*Allium mongolicum*	Herbacée pérenne	
Taana	*Allium polyrhizum*	Herbacée pérenne	
Khazaar	*Cleistogenes songorica*	Herbacée pérenne	
Khavisgana / Havisgana	*Scorzonera parviflora*	Herbacée pérenne	
Saiirin hyalgana / Mongol / Khyalgana	*Stipa glareosa*	Herbacée pérenne	
Stipa / Goviin hyalgana	*Stipa gobica*	Herbacée pérenne	
Agi	*Artemisia frigida*	Ligneuse	6 ligneuses
Khargana	*Caragana*	Ligneuse	
Zag	*Haloxylon ammodendron*	Ligneuse	
Kharmag / Tovstog	*Nitraria sibirica*	Ligneuse	
(Bor)budargana	*Salsola passerina*	Ligneuse	
Shereen / Khotir	*Zygophyllum xanthoxylon*	Ligneuse	

Figure 38: occurrence des espèces parmi les citations des éleveurs dans les deux provinces, dans le Dornogobi et dans le Dundgobi et indentification d'espèces d'intérêt (fréquence d'occurrence ≥ 20%) (données issues de l'**annexe 14**)

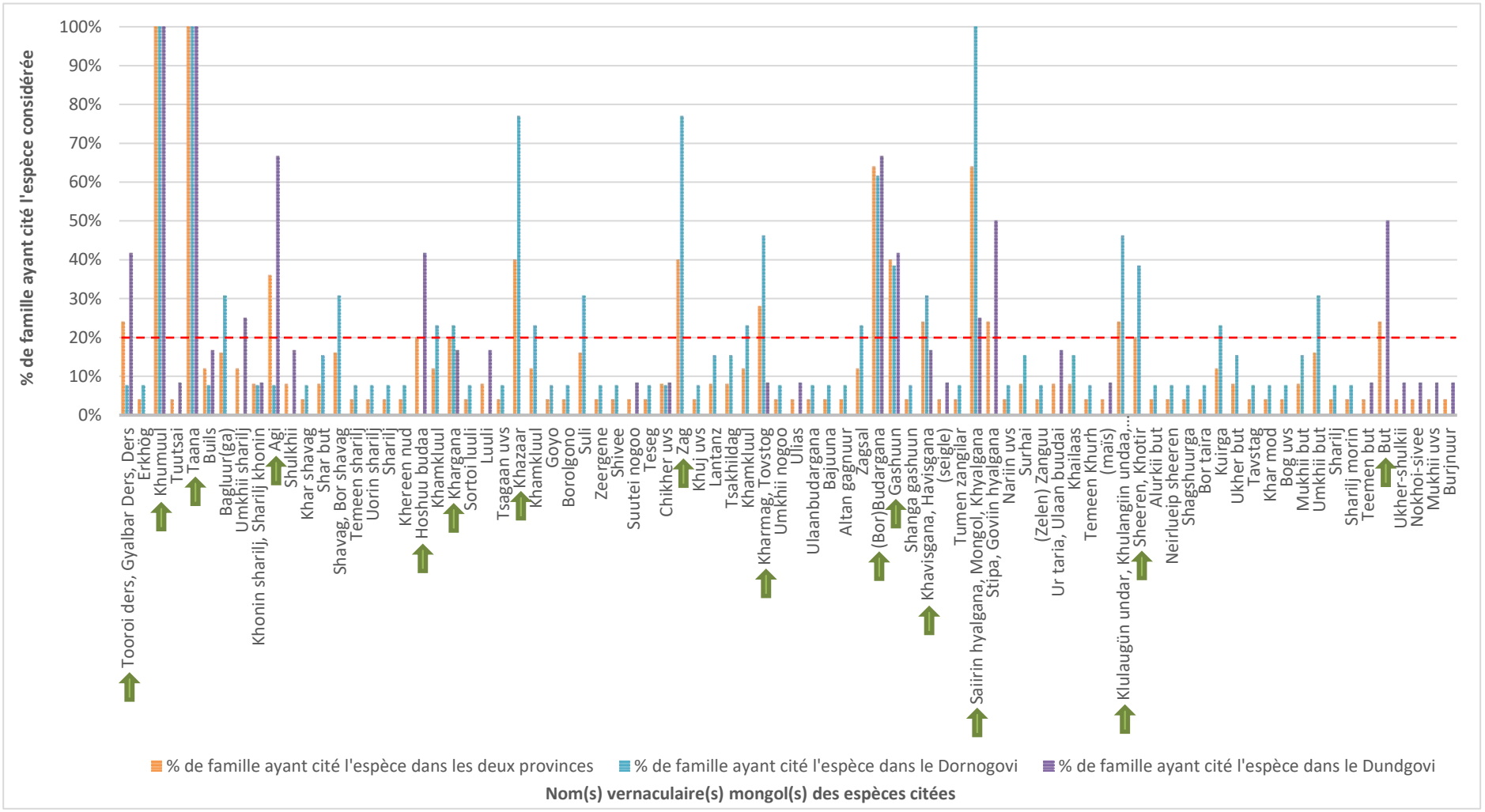
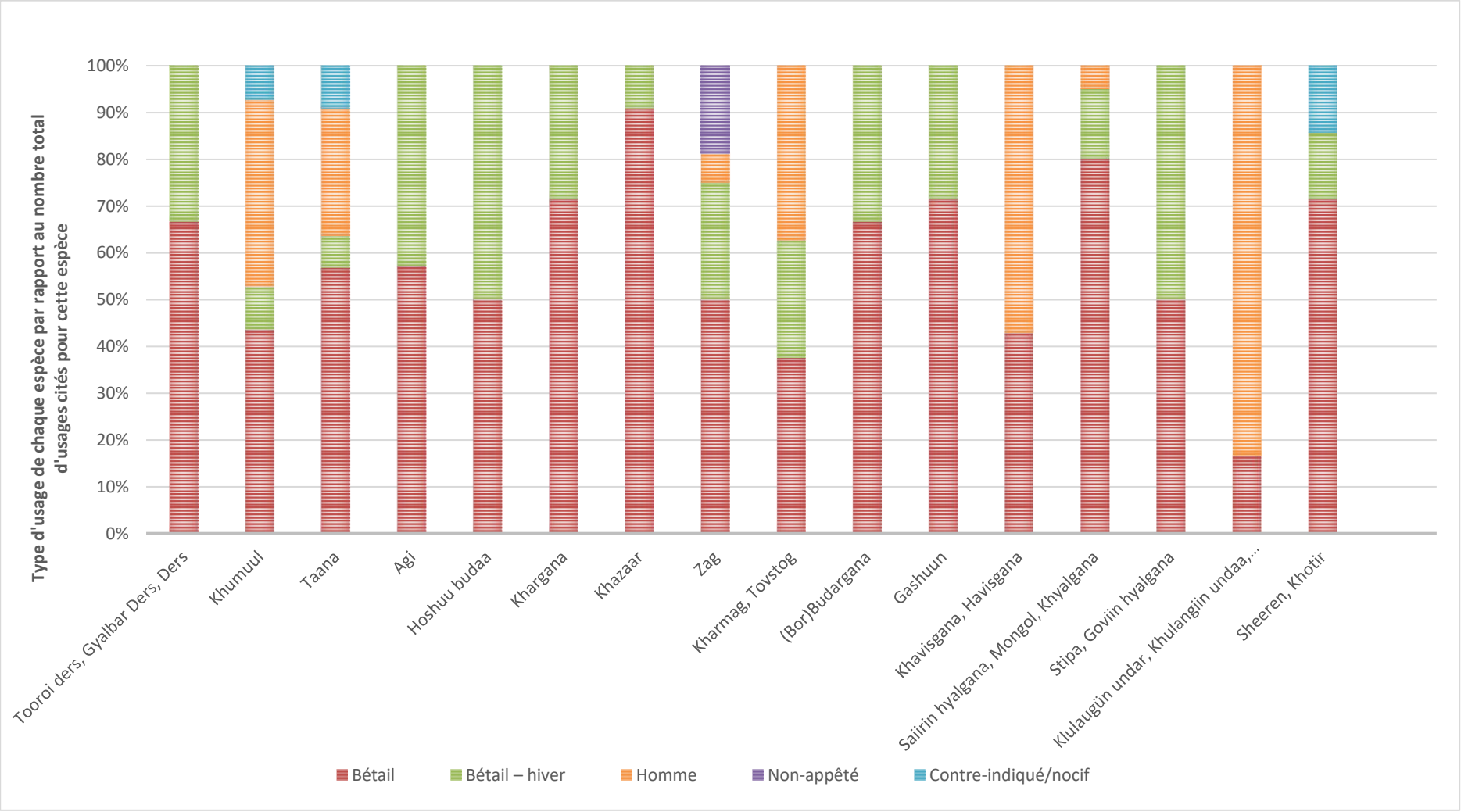


Figure 39 : proportion des usages des espèces retenues (données issues de l'**annexe 14**)



5.2.3.4 Tri des espèces selon la région de citation et les usages

Le **tableau 17** ci-dessous synthétise les informations liées aux 13 espèces précédemment retenues comme intéressantes, et les ordonne selon deux clefs de tri : ***(i)*** le nombre d'éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* ayant cité l'espèce, et ***(ii)*** le nombre d'usages associés.

Tableau 17 : espèces d'intérêt identifiées, triée selon leur occurrence dans les citations des éleveurs de *Zuuvch Ovoo* et selon le nombre d'usages associés

Nom(s) vernaculaire(s) mongol(s)	Nom latin	Type de végétation	Nombre d'usages associés	Nombre d'éleveur ayant cité l'espèce	
				Zuuvch Ovoo	*Gurvansaikhan*
Khumuul	*Allium mongolicum*	Herbacée pérenne	51	13	12
Taana	*Allium polyrhizum*	Herbacée pérenne	40	13	12
Saiirin hyalgana / Mongol / Khyalgana	*Stipa glareosa*	Herbacée pérenne	20	13	3
Zag	*Haloxylon ammodendron*	Ligneuse	13	10	0
Khazaar	*Cleistogenes songorica*	Herbacée pérenne	11	10	0
(Bor)budargana	*Salsola passerina*	Ligneuse	24	8	8
Kharmag / Tovstog	*Nitraria sibirica*	Ligneuse	7	6	1
Shereen / Khotir	*Zygophyllum xanthoxylon*	Ligneuse	6	5	0
Khavisgana / Havisgana	*Scorzonera parviflora*	Herbacée pérenne	7	4	1
Khargana	*Caragana*	Ligneuse	7	3	2
Agi	*Artemisia frigida*	Ligneuse	14	1	8
Tooroi ders / Gyalbar ders / Ders	*Achnatherum splendens*	Herbacée pérenne	6	1	5
Stipa / Goviin hyalgana	*Stipa gobica*	Herbacée pérenne	12	0	6

Ce qu'il faut retenir

Treize espèces d'intérêts ont été mises en évidence. Parmi elles, le saxaul est la première espèce ligneuse d'intérêt. Les entretiens auprès de 13 éleveurs d'*Ulaanbadrakh* ont permis d'établir une liste de 63 espèces différentes qui correspondent à 249 usages (alimentation et médecine) et connaissances (espèces toxiques ou non-appétées). En outre, seulement 11 espèces parmi les 82 espèces citées au total sont communes à *Gurvansaikhan* et *Ulaanbadrakh*. Voir **annexe 26 : « fiches descriptives des espèces d'intérêt »**

5.2.4. RECUEIL DES PERCEPTIONS : LA PERCEPTION DES PLANTATIONS ET SA COMPREHENSION

5.2.5. LA PERCEPTION DES PLANTATIONS SELON LES CATEGORIES D'ELEVEURS

Après regroupement de l'échantillon d'*Ulaanbadrakh* et de l'échantillon de *Gurvansaikhan*, cinq typologies ont été établies sur les 25 éleveurs grâce à la CAH (voir **annexe 27 : « code R pour la Classification Ascendante Hiérarchique »**) : sur le nombre d'UGB total des troupeaux (voir **figure 40**), sur le nombre de têtes de grand bétail : chameaux, chevaux et vaches (voir **figure 42**), sur le nombre de chameaux (voir **figure 44**), sur le nombre de déplacements annuels minimum (voir **figure 46**) et sur la distance moyenne parcourue entre les campements (voir **figure 48**). Les **tableaux 18, 19, 20, 21** et **22** décrivent les catégories d'éleveurs ainsi identifiées (moyenne, minimum, maximum des variables considérée pour l'établissement de ces catégories), et les **figures 41, 43, 45, 47** et **49** illustrent les perceptions de l'environnement pastoral et des plantations par catégories d'éleveurs. Les données dont sont issues les catégories et les perceptions sont disponibles en **annexes 11 « tableau des données d'entretien »**, et les tableurs à partir desquels les perceptions ont été représentées selon les catégories sont disponibles en **annexe 28 « tableaux pour la description des catégories d'éleveurs et les calculs sur les perceptions associées »**

Les trois catégories d'éleveurs établies selon l'UGB total de leurs troupeaux sont : « Faible UGB », « UGB moyen », « Fort UGB » (**voir figure 40** et **tableau 18**). Les perceptions de l'environnement pastoral et des plantations sont représentées en **figure 41**.

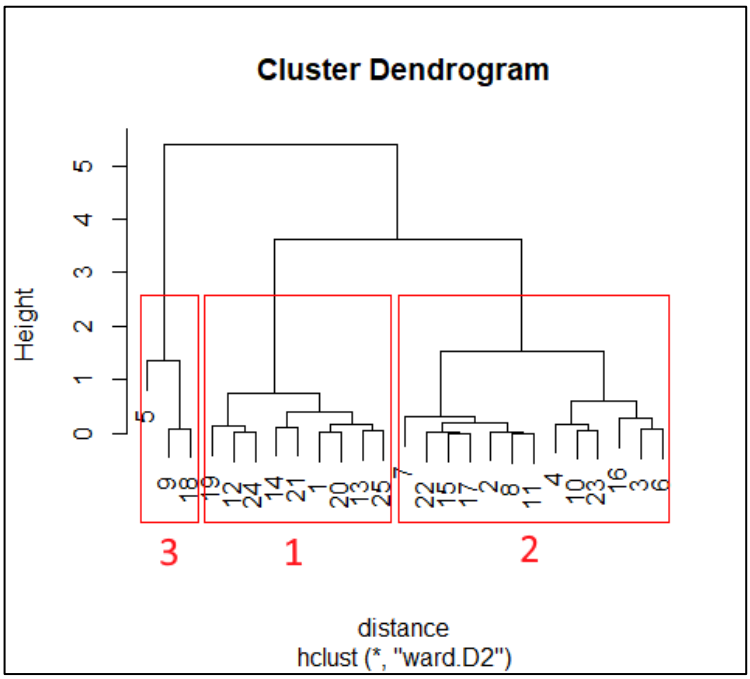


Figure 40 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre total d'Unité Gros Bétail que représente leur troupeau (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 18 : nombre moyen d'Unités Gros Bétail totales, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés

Groupe	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
1 (N=9)	64,8	27,9	21	115,5
2 (N=13)	225,6	43,6	155,0	322,0
3 (N=3)	500,8	76,1	437,0	615,0

Figure 41 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre total d'Unité Gros Bétail de leur troupeau (données issues de l'**annexe 28**)

D'après la **figure 41**, ce sont majoritairement les éleveurs dont le troupeau représente un UGB plus faibles qui ne sont pas satisfaits de l'état du pâturage pour leur bétail. En ce qui concerne la dégradation des pâturages, la différence inter-groupe est moindre, mais c'est à nouveau le groupe « Faible UGB » qui perçoit majoritairement une dégradation des pâturages (voir **figure 41**).

Ce groupe semble intéressé par la plantation (voir **figure 41**), tout comme le groupe « UGB moyen ». Néanmoins, le groupe « Faible UGB » semble penser de la même manière que les deux autres catégories en ce qui concerne la faisabilité d'une plantation dans le Gobi : la majorité des individus de chacune des catégories semble penser que les plantations dans le Gobi ne sont pas réalisables (voir **figure 41**).

La typologie sur la variable « Grand bétail », comprenant nombre de chameaux, chevaux et vaches, a permis d'établir trois groupes d'éleveurs « Faible nombre de tête de grand bétail », « Nombre moyen de têtes de grand bétail » et « Grand nombre de tête de grand bétail (voir **figure 42** et **tableau 19**). L'individu 5 a été volontairement rassemblé avec le groupe 3 (« Grand nombre de têtes de grand bétail ») : il est l'éleveur avec le plus grand nombre de grand bétail. La **figure 43** représente les perceptions de l'environnement pastoral et des plantations de chaque groupe d'éleveurs.

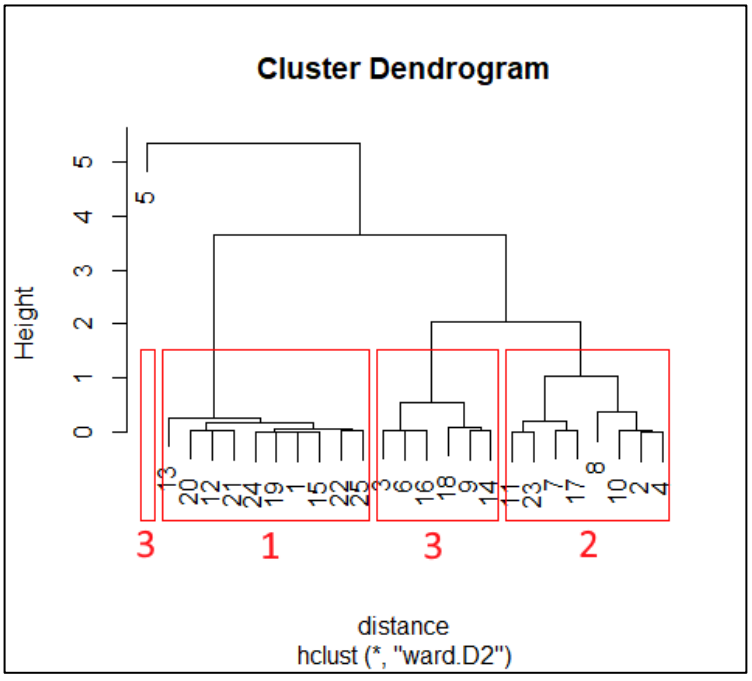


Figure 42 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre de têtes de grand bétail dans leur troupeau (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 19 : nombre moyen de tête de grand bétail, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés

Groupe	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
1 (N=10)	8	7,4	0	31
2 (N=8)	105,1	33,9	60	150
3 (N=7)	263,7	96,1	185	600

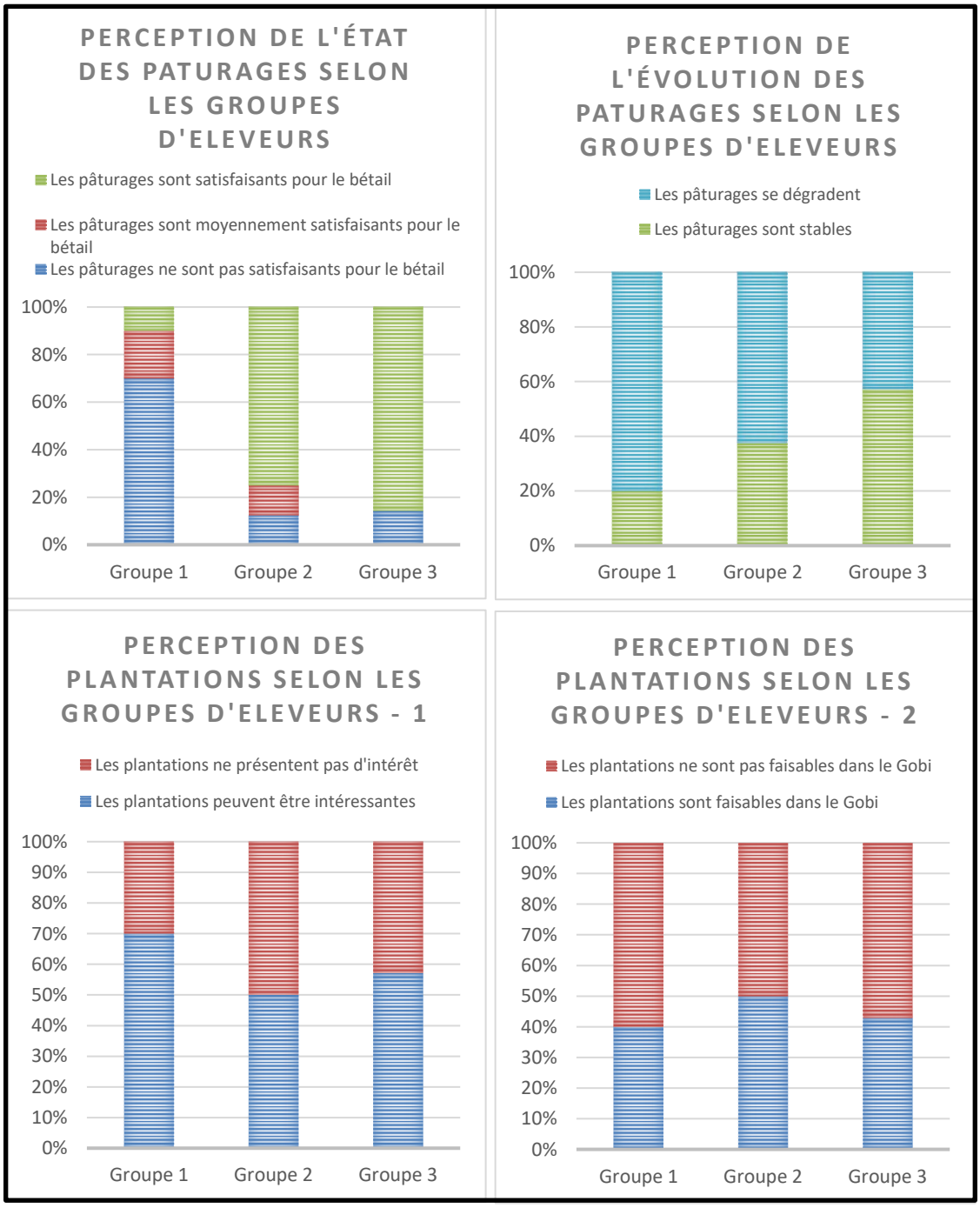


Figure 43 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre de tête de grand bétail de leur troupeau (données issues de l'**annexe 28**)

Les éleveurs dont le troupeau comporte un faible nombre de tête de chevaux, chameaux et vaches considèrent majoritairement les pâturages comme non satisfaisant pour leurs troupeaux (voir **figure 43**). La différence d'opinion entre le groupe 1 et les groupes 2 et 3 à ce sujet est assez marquée (voir **figure 43**). En outre, moins le nombre de tête de grand bétail est important, plus les éleveurs ressentent une dégradation des pâturages (voir **figure 43**).

La différence inter-groupe concernant l'intérêt porté aux plantations n'est pas considérablement différente, et le groupe 2 est le plus intéressé par les plantations avec seulement la moitié de ses éleveurs intéressés (voir **figure 43**). Les plantations dans le Gobi semblent majoritairement faisables pour chaque groupe d'éleveur, et aucun groupe de ne démarque réellement quant à son opinion à ce sujet (voir **figure 43**)

Trois groupes d'éleveurs sont distingués selon le nombre de chameaux que comprend leur troupeau : « Faible nombre de chameaux », « Nombre de chameaux moyen », « Grand nombre de chameaux » (voir **figure 44** et **tableau 20**). L'individu 5, à nouveau, a volontairement été rassemblé avec le groupe 3 (« Grand nombre de chameaux ») Leurs perceptions respectives sont représentées en **figure 45.**

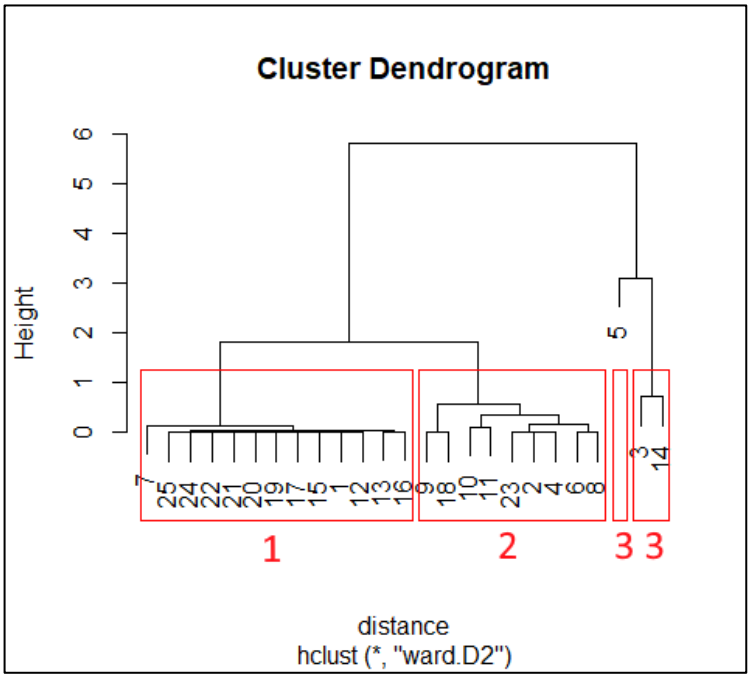


Figure 44 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre chameaux dans leur troupeau (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 20 : nombre moyen de chameaux, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés

Groupe	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
1 (N=13)	1	1,5	0	10
2 (N=9)	55,6	12,8	30	80
3 (N=3)	273,3	117,8	150	450

Figure 45 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre de chameaux de leur troupeau (données issues de l'**annexe 28**)

La majorité des éleveurs dont le troupeau comporte peu ou pas de chameaux perçoivent les pâturages comme moyennement satisfaisant et insatisfaisant, contrairement à la majorité des éleveurs des groupes 2 et 3 (voir **figure 45**). Une différence inter-groupe importante est remarquable concernant l'évolution des pâturages : les éleveurs ayant un nombre important de chameaux considèrent tous les pâturages comme stable, contrairement aux groupe 1 et 2 dont les éleveurs pensent majoritairement que les pâturages se dégradent (voir **figure 45**).

La majorité des éleveurs des trois groupes porte un intérêt aux plantations (voir **figure 45**), tandis que seulement les éleveurs groupe 3 pensent majoritairement les plantations dans le Gobi réalisables (voir **figure 45**)

La typologie sur la variable « nombre de déplacement annuels minimum » a permis de mettre en évidence 4 groupes d'éleveurs, les éleveurs de chaque groupe étant de plus en plus mobiles du groupe 1 au groupe 4 (voir **figure 46** et **tableau 21**). Les perceptions sont représentées en **figure 47.**

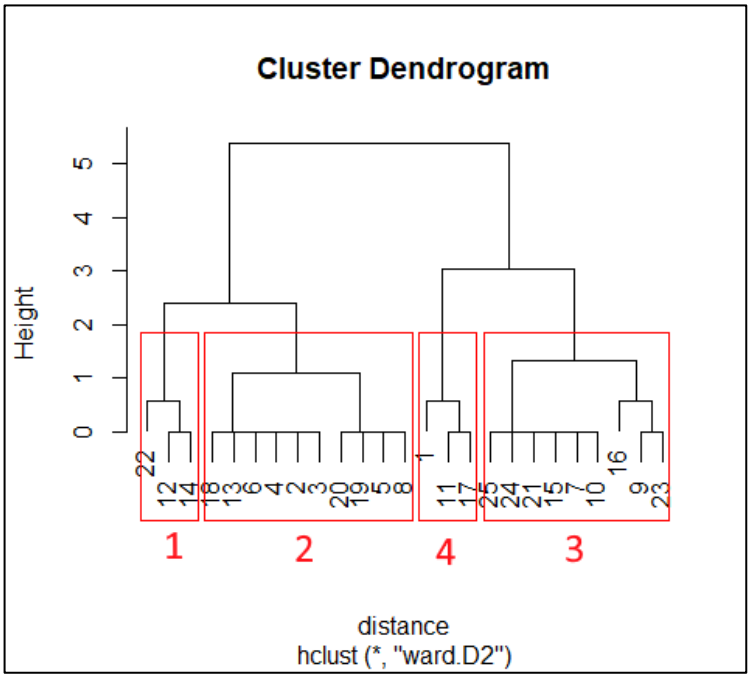


Figure 46 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre minimum de déplacements annuels (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 21 : nombre moyen de déplacements minimums annuels, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés

Groupe	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
1 (N=3)	0,33	0,44	0	1
2 (N=10)	2,6	0,48	2	3
3 (N=9)	4,44	0,59	4	6
4 (N=3)	7,33	0,44	7	8

Figure 47 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre de déplacements annuels minimums (données issues de l'**annexe 28**)

perçoivent les pâturages comme non satisfaisants ou moyennement satisfaisants. Concernant l'évolution des pâturages, seule la majorité du groupe 2 perçoit les pâturages comme stables (voir **figure 47**)

Concernant la perception des plantations, ce sont les éleveurs qui ne se déplacent pas ou peu qui porte un intérêt aux plantations et les pensent faisables. Au contraire, les éleveurs les plus mobiles ne perçoivent pas les plantations comme intéressantes, et les pensent infaisables dans le Gobi (voir **figure 47**).

La typologie sur la variable « Distance moyenne entre les campements (km) », a permis de distinguer quatre groupes d'éleveurs. Le groupe d'éleveurs les plus sédentaire étant le groupe 1, et le plus mobile en termes de distance étant le 4 (voir **figure 48** et **tableau 22**). La **figure 49** représente les perceptions de l'environnement pastoral et des plantations de chaque groupe d'éleveurs.

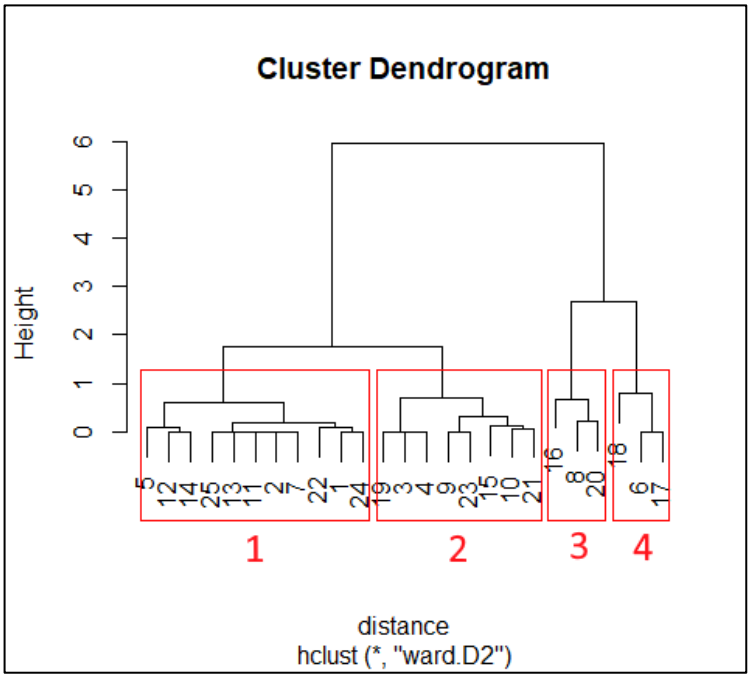


Figure 48 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon la distance moyenne effectuée entre les campements (données issues de l'**annexe 11**)

Tableau 22 : moyenne des distances moyennes parcourues entre les campements, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés (unité : kilomètres)

Groupe	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum
1 (N=11)	3,36	1,65	0	6
2 (N=8)	11,75	2,5	8	15
3 (N=3)	24,33	3,78	20	30
4 (N=3)	46,67	4,44	40	50

Figure 49 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir des distances moyennes parcourues entre les campements (données issues de l'**annexe 28**)

Le groupe 1, dont les éleveurs ne se déplacent pas ou bien sur de faibles distances, est le groupe d'éleveurs pour qui, en majorité, les pâturages ne sont pas satisfaisants (voir **figure 49**). La différence inter-groupe des catégories 1, 3 et 4 n'est pas très importante en ce qui concerne la perception de l'évolution des pâturages, considérés pour la plus grande partie comme dégradés, contrairement au groupe 2 dont la moitié des éleveurs seulement considèrent que les pâturages se dégradent (voir **figure 49**)

Les plantations semblent intéressantes pour la majorité des éleveurs des groupes 1 et 2, soit les catégories d'éleveurs se déplaçant sur les plus faibles distances (voir **figure 49**). Le groupe 2 en particulier pensent les plantations faisables dans le Gobi, tandis que le groupe 3 les considèrent comme infaisables (voir **figure 49**).

Ce qu'il faut retenir

Perceptions selon la structure de l'élevage

La majorité éleveurs dont le troupeau représente un UGB total faible, ayant un petit nombre de têtes de grand bétail (chameaux, chevaux et vaches) et un petit nombre de chameaux perçoivent les pâturages comme insatisfaisants pour leurs troupeaux et en voie de dégradation.

Les éleveurs les plus intéressés par les plantations sont les éleveurs dont le troupeau représente un UGB total faible, mais aussi les éleveurs possédant un nombre important de chameaux.

La plus grande partie de éleveurs considérant les plantations comme faisables sont les éleveurs dont le nombre de chameaux est le plus important, mais aussi les éleveurs possédant peu de têtes de grand bétail.

Les « petits éleveurs » sont plus sensibles à la dégradation des pâturages et à leur état, et sont intéressés par la plantation. En outre, les éleveurs possédant beaucoup de chameaux sont aussi intéressés par les plantations, et les considèrent comme faisables.

Perceptions selon les pratiques d'élevage

Ce sont les éleveurs dont le nombre de déplacements minimums annuels se situe entre 2 et 6 qui perçoivent les pâturages comme non satisfaisants, ainsi que les éleveurs qui ne se déplace pas ou qui se déplacent sur de faibles distances.

La dégradation des pâturages est perçue par tous les éleveurs sauf les éleveurs dont le nombre de déplacement annuels se situent dans la moyenne basse.

Les plantations sont perçues comme intéressantes par tous les éleveurs ne se déplaçant pas ou peu, et par les éleveurs se déplaçant sur de faibles distances et sur des distances moyennes de 11,75 +/- 2,5 km (n=8). Elles ne sont pas du tout considérées intéressantes par les éleveurs les plus mobiles en termes de nombre de déplacements annuels

Elles sont considérées comme faisables par les éleveurs les moins mobiles en termes de nombre de déplacement, et à nouveau par les éleveurs qui se déplacent sur des distances moyennes de 11,75 +/- 2,5 km (n=8). Néanmoins, elles sont considérées comme infaisables par la totalité des éleveurs les plus mobiles en termes de nombre de déplacements annuels, et par les éleveurs dont les distances parcourues se situent dans la moyenne haute.

Si nous regroupons les éleveurs peu mobiles et les éleveurs qui se situent dans les moyennes basses, ce sont les éleveurs moins mobiles sont qui sont les plus sensibles à la dégradation des pâturages et à leur état. Les plantations sont perçues comme intéressantes et faisables par ces mêmes éleveurs.

5.2.6. L'INTERET PORTE AUX PLANTATIONS SELON LES PERCEPTIONS DE L'ENVIRONNEMENT PASTORAL

La **figure 50** ci-dessous présente le croisement des données qualitatives liées à la perception des pâturages et à la perception des plantations. La variable « Satisfaction » renvoie à la perception de l'état actuel des pâturages (pâturages satisfaisants : « Oui » ; pâturages moyennement satisfaisants : « Moy » ; pâturages insatisfaisants : « Non »), « Evolution » correspond à la perception de l'évolution des pâturages (pâturages stables : « S » ; dégradation des pâturages : « D »), et la variable « Plantation » renvoie à l'intérêt porté aux plantations (plantations intéressantes : « Oui » ; plantation inintéressantes : « Non »). Le code R pour le croisement de ces données est disponible en **annexe 29 : « code R pour le croisement des données qualitatives de perception de l'environnement pastoral et des plantations ».**

```
> TC1 <- table(Satisfaction, Plantation)
> TC1
            Plantation
Satisfaction Non Oui
         Moy   1   2
         Non   4   5
         Oui   5   8
> TC2 <- table(Evolution, Plantation)
> TC2
          Plantation
Evolution Non Oui
        D   6  10
        S   4   5
```

Figure 50 : croisement des données qualitatives de perception de l'environnement pastoral et de l'intérêt des plantations, résultat de la commande R (données issues de l'**annexe 11**)

Parmi les éleveurs moyennement satisfaits et insatisfaits de l'état actuel des pâturages, presque la moitié ne sont pas intéressés par les plantations. Ce sont les éleveurs satisfaits de l'état du pâturage qui semblent y porter un intérêt (voir **figure 50**). Parmi les 16 éleveurs qui perçoivent une dégradation des pâturages, 10 sont intéressés par les plantations (voir **figure 50**).

Ce qu'il faut retenir

La majorité des éleveurs qui perçoivent une dégradation des pâturages sont intéressés par les plantations.

5.2.7. LES PLANTATIONS : QU'EN DISENT LES ELEVEURS ?

Pour rappel, les plantations étaient introduites lors des entretiens comme solution à la dégradation des pâturages et aux saisons de plus en plus difficiles dont faisaient part les éleveurs. Lorsque la faisabilité des plantations était abordée, certains éleveurs ont considéré qu'ils étaient les personnes qui mettaient en place la plantation.

Les réticences

Le **manque d'eau** est le principal problème des éleveurs. Lors de nos entretiens, **84% des éleveurs** ont mentionné le problème des pluies de plus en plus tardives. Ce manque d'eau engendre une réticence vis-à-vis des plantations, demandeuses en eau.

« Le niveau d'eau baisse d'années en années donc ce (la plantation) sera difficile »

(Eleveur, *Ulaanbadrakh*)

« Chez nous on manque d'eau donc ce sera compliqué de planter dans le pâturage »

(Eleveur, *Ulaanbadrakh*)

Face au manque de pluie, les plantations ne semblent **pas la priorité des éleveurs réticents**, qui n'en voient pas l'utilité pour les pâturages et leurs troupeaux. Certains proposent plutôt de « tirer dans les nuages ».

« Les plantations n'apporteront pas grand-chose. Le vrai problème, c'est la pluie. »

(Eleveur, *Ulaanbadrakh*)

L'arrosage des plantations est d'ailleurs l'une des premières causes de réticence des éleveurs vis-à-vis des plantations. L'eau est rare, et les éleveurs préfèrent utiliser l'eau pour faire boire leurs troupeaux plutôt que pour des plantations.

« Dans le Gobi, où trouverait-on de l'eau ? […] Et puis on a déjà des soucis à trouver de l'eau pour faire boire les animaux donc où trouver de l'eau pour arroser ? »

(Eleveur, *Ulaanbadrakh*)

Dans le Dundgobi, **50% des éleveurs pensent que les plantations ne sont pas réalisables**, à cause des conditions de sol, de climat, de pluviométrie et d'eau, même si certains étaient intéressés par la plantation.

L'autre élément lié à la réticence des éleveurs est la **présence d'herbivores, domestiqués ou non**, dans le désert de Gobi. Ces derniers, friands des jeunes plantules, voire des plantations adultes pour certaines espèces, peuvent causer l'échec des plantations.

« Les animaux vont partout, ça ne sert pas, ça ne marchera pas »

(Eleveur, *Ulaanbadrakh*)

« Imaginons qu'on prend un endroit assez petit, il faut arroser, puis clôturer, ça vous coûtera très cher et une petite surface, les chèvres et les moutons vont tout manger en une journée »

(Eleveur, *Ulaanbadrakh*)

En outre, deux éleveuses rencontrées dans le Dornogobi **doutent quant au fait que les plantations auront la même qualité nutritive** que les espèces qui poussent de manière spontanée dans le Gobi. De ce fait, ces éleveurs ne sont pas certains de l'intérêt d'une plantation, si les animaux peuvent trouver de la nourriture « naturelle » et de meilleure qualité.

« Je ne sais pas dire si les animaux mangent de l'herbe plantée ou pas »

(Eleveuse, *Ulaanbadrakh*)

« Si vous plantez, est ce que ce sera la même qualité ? J'en doute »

(Eleveuse, *Ulaanbadrakh*)

Les intérêts

Dans le Dornogobi, nous avons rencontré un éleveur qui avait déjà planté des arbres importés de Chine pour **protéger ses cultures**. Néanmoins, il est le seul éleveur du Dornogobi que nous avons rencontré ayant des cultures. Cette utilité ne touche donc pas tous les éleveurs.

D'après un autre éleveur rencontré dans la zone de *Zuuvch Ovoo*, les plantations seraient utiles car la « végétation verte » pousse de moins en moins dans le Gobi. Une plantation qui réussit **protégerait du sable**, et en **diminuant l'avancée du désert**, elle permettrait de préserver les pâturages

Une éleveuse rencontrée dans la zone de *Zuuvch Ovoo*, initialement réticentes aux plantations, proposait finalement de faire un test dans une clôture et **faire du fourrage de printemps pour les jeunes**, qui s'achète entre éleveurs.

Dans la zone de ***Gurvansaikhan***, **58 % des éleveurs** voyaient les plantations comme utile pour l'alimentation du bétail. Cela leur permettrait de **remplacer le fourrage qu'ils doivent acheter** quand le climat est difficile. Avant l'hiver par exemple, ils achètent du fourrage composé d'herbes, d'avoine, de blé, et de *bag sar mal* (un ensemble enrichi en protéines et minéraux) à *Mandalgovi*, le centre de l'*aïmag*, notamment pour les animaux trop faibles et fatigués pour se déplacer sur les pâturages.

Les recommandations

D'après certains éleveurs du Dornogobi et du Dundgobi, pour mener à bien une plantation, il faut planter sur une petite surface, arrosée et clôturée, afin d'empêcher les herbivores de manger les plantations. Plus exactement, **24%** des éleveurs rencontrés pensent qu'il faut **clôturer** une plantation, **44%** pensent qu'il faut **arroser ou irriguer** la plantation et qu'il n'est pas possible de se contenter des pluies, et **12%** pensent que la plantation n'est possible que **sur une petite surface**.

L'un des éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* nous a indiqué que le **saxaul** était le meilleur choix pour une plantation dans le Gobi, car résistant et demandant moins d'entretien que d'autres espèces ligneuses.

« Moi je ne connais pas bien mais j'ai entendu que le saxaul est solide, il pousse lentement mais demande moins d'entretien. […] Dans le Gobi on dit que le saxaul et le chameau sont les plus résistants. Les arbustes sont aussi intéressants mais je ne connais pas les noms. Le saxaul est le mieux. »

(Eleveur, *Ulaanbadrakh*)

D'après un autre éleveur du Dornogobi, les saxauls poussent naturellement dans les creux avec de l'eau en sous-sol. De ce fait, une plantation de saxauls doit être réalisée sur un site avec de l'eau en profondeur, afin de pouvoir arrêter les mesures d'arrosage quand les racines seront assez profondes. D'après ce même éleveur, la plantation de saxauls peut être réalisée dans une zone où une forêt de saxauls existe déjà : les saxauls plantés pousseront avec les autres.

Ce qu'il faut retenir

Les réticences des éleveurs vis-à-vis de la plantation proviennent principalement du manque de pluie, et des conditions environnementales du Gobi, puis de la présence des herbivores et les doutes quant aux qualités nutritives d'espèces plantées.

L'intérêt pour les plantations peut provenir de leurs rôles contre la désertification, mais aussi comme réserve de fourrage pour les animaux plus faibles et lors des saisons difficiles.

D'après certains éleveurs, les plantations sont possibles sur des petites surfaces clôturées et arrosée ou irriguées.

Le saxaul est une espèce adaptée et résistante aux conditions du Gobi, et sa plantation peut réussir à condition de bien choisir le site de plantation.

5.3. ESTIMATION DE LA DENSITE DE SAXAULS EN CONDITIONS NATURELLES

La présente section comprend les résultats des mesures en forêts naturelles de saxauls grâce à la méthode PCQ.

Le **tableau 23** représente les densités moyennes calculées et leurs écart-type grâce à la formule de Pollard, ainsi que les hauteurs moyennes et leurs écart-type calculés pour les 15 points de relevés. La **figure 51** localise les points de relevés, afin de se rendre compte des sols et de la végétation accompagnatrice du saxaul. Les données à l'origine de ces résultats sont disponibles en annexe 19 : **« distances et hauteurs mesurées dans les forêts naturelles de saxauls du** Dornogobi **»** et en **annexe 20 : « distances et hauteurs mesurées dans les forêts naturelles de saxauls du** Dundgobi **»**

Tableau 23 : résultat des mesures en forêts naturelles de saxauls

Point	*Aïmag*	Densité moyenne (individu/ha)	Ecart-type (densité)	Hauteur moyenne (m)	Ecart-type (hauteur)	Minimum (hauteur)	Maximum (hauteur)
1	Dornogobi	**1460,21**	311,32	0,81	0,78	2,7	0,1
2	Dornogobi	**795,62**	169,63	0,61	0,34	1,6	0,1
3	Dornogobi	**230,31**	49,10	0,95	0,47	1,8	0,3
4	Dornogobi	**768,98**	163,95	0,65	0,66	2,7	0,15
5	Dornogobi	**185,42**	39,53	1,32	0,83	3	0,2
6	Dornogobi	**138,30**	27,12	1,30	1,08	3,05	0,15
7	Dornogobi	**537,21**	114,53	0,72	0,28	1,45	0,25
8	Dornogobi	**255,09**	54,38	0,66	0,28	1,2	0,35
9	Dornogobi	**137,21**	29,25	0,48	0,34	1,3	0,2
10	Dornogobi	**341,54**	72,82	0,76	0,29	1,45	0,3
11	Dundgobi	**68,19**	14,54	0,87	0,47	0	1,6
12	Dundgobi	**457,92**	97,63	0,83	0,31	0,4	1,4
13	Dundgobi	**215,50**	45,94	0,81	0,21	0,4	1,25
14	Dundgobi	**84,48**	18,01	2,13	3,24	0,25	17
15	Dundgobi	**646,13**	137,76	0,77	0,26	0,4	1,3

Dans le Dornogobi, d'après nos mesures, les densités moyennes vont de 137,21 saxauls/hectare à 1460 saxauls/hectares (voir **points 1 à 10** dans le **tableau 23**). Dans le Dundgobi, toujours selon nos mesures, dans les forêts de saxaul dégradées, les saxauls atteignent une densité allant de 68,19 saxauls/hectare à 646,13 saxauls par hectares (voir **points 11 à 15** dans le **tableau 23**). Les hauteurs moyennes les plus importantes : 1,32 et 1,3 mètres dans le Dornogobi et 2,13 mètres dans le Dundgobi, sont parmi les peuplements moins denses (voir **tableau 23**)

La variation de densité peut être importante, même sur de petites distances : par exemple, la zone de densité 1 460,21 saxaul/hectare est dix fois plus dense que la zone de

densité 138,3 saxauls/hectare, alors qu'elles ne sont éloignées que de d'un kilomètre environ (voir **figure 51** ci-dessous)

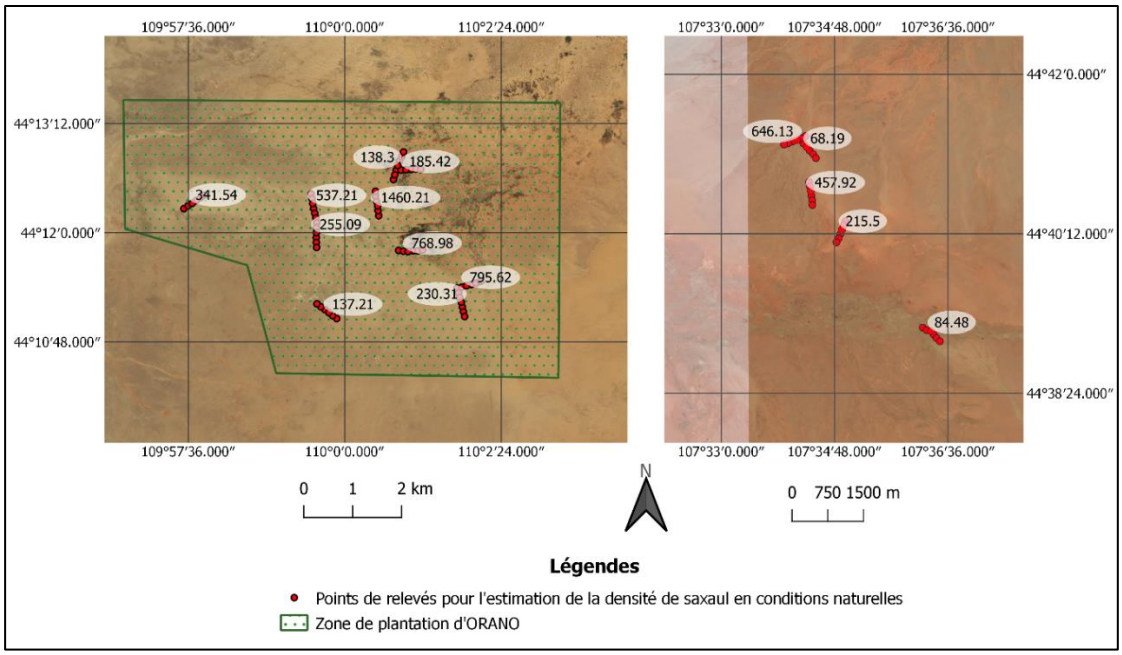


Figure 51 : localisation des points de relevés et densité de saxauls associée (imagerie de fond satellitaire : Bing)

Ce qu'il faut retenir

La densité de saxauls en conditions naturelles peut fortement varier d'un point à un autre.

Les densités de saxauls en conditions naturelles n'atteignent pas, d'après nos mesures, 3 300 individus/hectare.

6. DISCUSSION

L'objectif principal de cette étude préliminaire à la compensation écologique du projet *de Zuuvch Ovoo* était l'identification des méthodes de compensation écologique dans un écosystème aride où le sylvopastoralisme est présent : la zone de *Zuuvch Ovoo* dans le soum d'*Ulaanbadrakh*. Pour ce faire, des outils et une méthodologie ont été déployés afin de répondre aux sous-objectifs et aux questions de recherches qui en découlent, et pour tester les six hypothèses initiales. Notre étude s'articule alors autour de trois points essentiels : l'analyse multivariée de données d'EIE ; l'analyse d'entretien semi-directifs menés auprès des éleveurs du Gobi à *Ulaanbadrakh* et à *Gurvansaikhan* ; et la mesure de densité de saxauls en forêts naturelles.

6.1. S'INSPIRER DE METHODES DE COMPENSATION EXISTANTES POUR LES ALTERNATIVES A LA PLANTATION DE SAXAUL

6.1.1. IDENTIFICATION DE METHODES ADAPTEES AU CONTEXTE DE *ZUUVCH OVOO* PAR L'ANALYSE MULTIVARIEE DE DONNEES D'ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET LIMITES FACE AUX CONTEXTES COMPLEXES COMPARES

Les résultats issus de l'analyse multivariée sur les données d'EIE montrent que le contexte de *Zuuvch Ovoo* est plus proche des contextes de mise en place des méthodes 7, 8, 9, 14 et 15 (voir **figure 24** de la **partie 5.1** et voir **annexe 25 : « fiches descriptives des méthodes de compensation analysées »**). Seulement, est-il réellement possible de transposer ces méthodes au projet de *Zuuvch Ovoo* ?

La **méthode 7**, mise en place en Australie dans le Golfe de Carpentaria pour compenser la mise en place d'une mine de manganèse, est une compensation financière pour supporter la recherche sur les exigences écologiques, la distributions et l'amélioration des habitats des espèces *Conilurus penicillatus* (rongeur) et *Notomys aquilo* (« souris sauteuse »), dont les habitats risquent d'être dégradés par la mise en place de la mine (Hansen Bailey, 2015).

Ces deux espèces sont toutes deux inscrite sur des listes du gouvernement australien (Hansen Bailey, 2015). Le *Conilurus penicillatus* est considéré comme vulnérable d'après le « *EPBC (Environment Protection and Biodiversity Conservation) Act Listed Terrestrial Fauna Species* » et en voie de disparition d'après le « *TPWC (Territory Parks and Widlife Conservation) Act* » (Hansen Bailey, 2015). Le *Notomys aquilo* est quant à lui considéré comme vulnérable, selon l'*EPBC Act* et le *TPWC Act* (Hansen Bailey, 2015). Selon l'Union Internationale pour la

Conservation de la Nature (UICN), le *Conilurus penicillatus* est classé comme vulnérable (UICN, 2015a), et le *Notomys aquilo* est en voie d'extinction (UICN, 2015b).

D'après le **tableau 7**, une méthode inspirée de la **méthode 7** serait appropriée au projet de *Zuuvch Ovoo* car semblable en termes de contexte biologique, notamment pour le nombre d'aires protégées et d'habitats sensibles. Cependant, si nous regardons de plus près, le nombre d'habitats sensibles de la zone d'étude de *Zuuvch Ovoo* et de la zone d'étude de la méthode 7 est de zéro (voir **tableau 7**). En outre, si nous nous référons à l'**annexe 7 : « tableau pour l'analyse factorielle multiple** », le nombre d'habitats sensibles terrestres de la zone de *Zuuvch Ovoo* est de 2, tandis qu'il est de 8 pour la méthode 7, appliquée dans le Golfe de Carpentaria. Concernant le nombre d'habitats total, le projet de *Zuuvch Ovoo* est bien plus proche des méthodes 11 ou 19 par exemple (voir **annexe 7 « tableau pour l'analyse factorielle multiple »**).

Afin de vérifier si cette méthode est vraiment appropriée, nous ne pouvons donc simplement visualiser la **figure 24** et le **tableau 7**. La lecture du chapitre « *Environmental Offset* » de l'EIE liée à la méthode 7 (Hansen Bailey, 2015) explique qu'il s'agit d'agir positivement sur les habitats d'**espèces protégées**. Or, d'après l'EIE réalisée sur le pilote du projet, la mise en place du vrai projet minier de *Zuuvch Ovoo* aura des impacts sur les habitats (Environ LCC, 2015). Lors de la phase de préparation, les machines et les véhicules auront des impacts sur les mammifères, les reptiles et les oiseaux, qui quitteront leurs habitats ; la construction des bâtiments et des équipements aura pour impact la perte d'habitats des mammifères et des invertébrés ; et la phase de production aura pour impact la détérioration des habitats des reptiles (Environ LCC, 2015). La perte d'habitat est l'impact principal du projet sur la faune, et il peut en outre s'agir d'espèces animales protégées, qui sont au nombre de 9 aux alentours de la zone d'étude de *Zuuvch Ovoo* (voir **annexe 7 « tableau pour l'analyse factorielle multiple »**). Une compensation financière par l'étude des habitats des espèces les plus impactées par le projet de *Zuuvch Ovoo* et leur amélioration peut alors sembler appropriée.

La **méthode 8** est une compensation « socio-culturelle » mise en place en Australie pour la compensation d'une mine de minerais de fer, qui vise à mettre en place un support financier et des investissements dans l'éducation et la formation, les programmes pour la jeunesse, la santé et les infrastructures, pour la sauvegarde de la culture aborigène (EcOz Environmental Services, 2012).

A priori, la méthode 8 est adaptée à la zone de *Zuuvch Ovoo* car les utilisations du territoire sont semblables. Elles sont caractérisées par le pastoralisme, la présence d'aires protégées, la présence de mines, et, dans une moindre mesure, l'agriculture (voir **tableau 7**). Cette méthode a pour but la sauvegarde de la culture aborigène australienne, définie dans l'étude d'impact du projet 8 par les cérémonies, les traditions, la musique, les danses et les chants aborigène. Or, le contexte culturel de la zone de *Zuuvch Ovoo* n'est pas le même. La population d'*Ulaanbadrakh* a sa propre culture, et il semble difficile d'appliquer cette méthode, imaginée pour un contexte culturel particulier, à un autre contexte culturel. De plus, nous pouvons nous rendre compte que cette méthode ne répond pas à une compensation qui est en rapport avec le pastoralisme, qui est l'utilisation du territoire de *Zuuvch Ovoo*, et qu'il s'agit de la ressemblance principale entre le contexte de mise en place de la méthode 8 et le contexte de *Zuuvch Ovoo.*

La **méthode 9** correspond à une méthode de compensation écologique visant à compenser le défrichement causé par la mise en place d'une mine de cuivre dans le Sud de l'Australie. Elle comprend la mise en place de zones de réserves selon un ratio 4 :1 pour les zones défrichées revégétalisées et 8 :1 pour les zones défrichées sans revégétalisation (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009). Au total, 126 650 hectares de territoire pastoral aride seront mis en réserves à des fins de conservation, afin de compenser le défrichement de 17 002 hectares dans la péninsule d'Eyre (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009).

Il s'agit ici de calculer les « *SEB area* », c'est-à-dire la surface nécessaire pour un « *Significant Environmental Benefit* » (SEB) : celle-ci est obtenue en multipliant la surface défrichée totale avec le « *SEB ratio* » (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009). Le « *SEB ratio* » est tout d'abord déterminé à partir de l'état initial de la végétation impactée (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009). D'après les études écologiques sur l'impact du projet sur la flore, la végétation dans la zone d'étude est en bon état, ce pourquoi il est proposé à BHP Billiton et Arup Group un ratio de 8:1 : pour un hectare de végétation défriché, la compensation devra être réalisée sur 8 hectares (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009). Cependant, il est supposé dans l'EIE que 75% de la surface défrichée sera revégétalisée rapidement : pour ces zones, le ratio est de 4:1 puisque l'impact sera moins important grâce à la revégétalisation (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009). Ainsi, d'après l'EIE, une surface totale de 17 002 hectares sera défrichée, dont 2 344 hectares revégétalisés et 14 658 hectares non revégétalisés : cela correspond à une « *SEB area* » de 9 376 hectares (surface avec revégétalisation multipliée par 4) auquel sont ajoutés 117 265 hectares (surface sans revégétalisation multipliée par 8) : au total, la « *SEB area* » pour la compensation des surfaces défrichées correspond à 126 641 hectares (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009).

Les zones de réserve potentielles, d'une surface minimum de 126 641 hectares, sont des territoires qui ont subi dans le passé de légères pressions de pâturage par le bétail, et qui contiennent des habitats uniques ou importants pour la biodiversité, à l'abri de l'influence des infrastructures liées à la mine et de l'exploitation minières (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009). Les critères pour sélectionner la zone de réserve adéquate sont les suivants : sa mise en place doit compléter d'autres programmes, notamment de conservation ; elle doit être adjacente à une réserve existante ; elle doit présenter un attrait touristique ; le gain net de biodiversité doit être atteint au fil du temps (elle doit ainsi comporter des espèces inscrites sur les listes actuelles et des habitats uniques ou importants pour la biodiversité) ; sa sélection doit être basée sur la base du « *like for like or better* », c'est-à-dire qu'elle doit se situer dans la même région que celle où a lieu la perte de végétation ; les habitats qu'elle contient doivent être semblables à ceux des zones défrichées ; et elle ne doit pas être déjà utilisée dans le cadre d'un autre programme (BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009)

Une méthode inspirée de la **méthode 9** serait plus adaptée à la faible pluviométrie et à l'utilisation du territoire de la zone de *Zuuvch Ovoo* (voir **tableau 7***)*. Notons que dans le cas présent, la mise en réserve est réalisée sur des « licences pastorales », qui correspondent à des terres louées au gouvernement pour les pâturages. Face à la faible pluviométrie du Gobi, la mise en réserve d'une zone à la place d'une plantation peut sembler approprié. De plus, selon la banque mondiale, il est préférable de protéger des forêts de saxauls existantes et en danger, plutôt que d'investir dans des plantations qui peuvent échouer, et qui, si elles réussissent, ne couvrirons qu'une petite partie des steppes désertiques (Mühlenberg *et al.*, 2006). Cependant, la mise en réserve sur des terres pastorales n'exclue-t-elle pas les éleveurs de ces terres ? L'EIE liée à cette méthode ne mentionne pas quelle place aura le pastoralisme dans cette compensation, alors que dans la zone de *Zuuvch*

Ovoo, la prise en compte des activités pastorales est nécessaire à la bonne mise en place de la compensation du projet.

La **méthode 14** correspond à la plantation de haies équivalentes en termes d'essences et de largeur par rapport à la végétation défrichée lors de la mise en place d'un parc éolien en Belgique (SGS Belgium, 2010). Elle a pour but, via la plantation de haies, de sauvegarder les lieux de nidification et de sources de nourriture pour les populations de passereaux. Il s'agit donc d'une méthode de compensation écologique qui a pour vocation d'agir sur leur habitat.

La **méthode 15** est une méthode de compensation écologique, qui comprend : la réouverture de milieux sur 0,5 à 1 hectare pour le Tetras Lyre ; la diminution des populations de rhododendron et de ligneux envahissants, pour la favorisation de la strate mésophylle et des myrtilles (Epode, 2017). Elle a pour but de compenser la mise en place d'une nouvelle station de ski dans la commune de Villaroger en France.

Les **méthodes 14 et 15** seraient plus adaptées au nombre d'habitants et à leur forte proximité avec le site (voir **tableau 7**). Celles-ci, qui correspondent respectivement à la plantation de haies autour du site et à l'ouverture de milieu pour l'habitat du Tetras Lyre, ne semblent en fait pas avoir réellement d'intérêt vis-à-vis d'une population peu dense et des habitants résidents à proximité du site. De plus, l'ouverture des milieux de la zone de *Zuuvch Ovoo*, dont la végétation est déjà peu dense, ne serait pas pertinente. La méthode 15 n'est donc pas appropriée. La méthode 14 a pour vocation la création d'habitats pour l'avifaune par la plantation de haies. Or, ORANO souhaite, s'ils mettent en place une plantation, que celle-ci puisse réellement supporter la création d'habitats et la biodiversité. De toute évidence, la plantation dans la zone de *Zuuvch Ovoo* ne pourra être sous forme de haies. Néanmoins il est possible de s'inspirer de la méthode qui a été mise en place pour le projet éolien : les espèces plantées sont locales, la plantation est réalisée sur trois fois la surface défrichée, et la plantation est plurispécifique.

Parmi les méthodes sélectionnées, ce sont les méthodes 7 et 14 qui seraient les plus appropriées au projet de *Zuuvch Ovoo*. Cependant, elles ne sont pas complètement adaptées à son contexte : chaque contexte décrit grâce aux grilles de lecture est en réalité une combinaison complexe de nombreux indicateurs. Par exemple, la méthode 14 est mise en place en Belgique, qui n'a pas le même climat que le désert de Gobi. L'analyse multivariée à elle seule ne nous permet pas réellement d'affirmer qu'une méthode sera adaptée ou non au projet de *Zuuvch Ovoo*. Elle permet de mettre en lumière certaines méthodes, mais leur applicabilité doit être vérifiée, et n'est pas toujours vraie. Néanmoins, cette partie a permis la mise en place d'une méthode, qui pourrait être plus efficace avec un petit nombre d'indicateurs ciblés et plus précis, selon les attentes et les buts d'ORANO. Cette partie a aussi permis, par la recherche bibliographique préalable à l'analyse, de compiler 32 méthodes différentes de compensation mises en place à travers le monde, ce qui était l'une des demandes principales d'ORANO.

6.1.2. L'UTILISATION COMPLEMENTAIRE DE LA GRILLE DE LECTURE « RESULTATS & SUIVIS »

En outre, cette analyse pourrait être approfondie à l'aide de la grille de lecture « Résultats et suivis ». Cette dernière a été construite (voir **annexe 2 : « indicateurs pour la grille de lecture « Résultats & suivi »**) mais n'a pas pu être exploitées dans le temps imparti. La partie « résultats » en particulier serait intéressante vis-à-vis des objectifs d'ORANO. Son utilisation consiste à renseigner les services écosystémiques attendus lors de la mise en place d'une méthode de compensation : par exemple, pour la méthode 14, l'un des services écosystémiques attendus est la création d'habitats ; et les résultats obtenus, toujours en termes de services écosystémiques. Cette seconde étape est la principale limite de l'utilisation de la grille « Résultats et suivis ». En effet, les documents ou rapports sur les résultats d'une compensation mise en place sont rares. Il s'agirait alors de contacter des personnes ressource : les entreprises porteuses des projets, les bureaux d'étude ayant participé à l'élaboration de la méthode, les contractants qui ont mis en place la méthode considérée, ou encore les centres de gestion ou de conservation des espaces naturels, qui réalisent des suivis de la végétation. La finalité de cette grille est la comparaison des services écosystémiques attendus et obtenus des méthodes sélectionnées avec les services écosystémiques attendus dans la compensation écologique du pilote de *Zuuvch Ovoo*. Elle permettrait alors de compléter l'analyse réalisée sur la grille de lecture « Contexte » et de mieux cibler les méthodes intéressantes et appropriées en termes de services écosystémiques.

6.2. PRISE EN COMPTE DU CONTEXTE LOCAL POUR LA PLANTATION : QUELLES ZONES, QUELLES INTERACTIONS, QUELLES ESPECES ?

6.2.1. LA ZONE PREVUE POUR LA COMPENSATION DU PILOTE : ZONE ENTIEREMENT PATUREE

La compréhension et la représentation spatiale de l'utilisation des pâturages par les éleveurs et leur troupeau a permis de mettre en évidence le fait que le site de plantation prévue pour la compensation du pilote, mais également la zone de gisement, est entièrement compris dans des espaces de pâturages. Il est compris dans les pâturages d'hiver de cinq familles d'éleveurs (voir **figure 35**), et peut être utilisé comme pâturage estival, d'une part parce qu'il fait partie du *nutag* de deux éleveurs (voir **figure 37**), et d'autre part parce que le bétail, notamment les chameaux, chevaux et vaches, peuvent parcourir de grandes distances autour du campement. Ainsi, cette année, la zone de plantation proposée dans l'EIE dans le cadre de la compensation était pâturée par le bétail d'un éleveur dont le campement se situait à une vingtaine de kilomètres (voir **figure 36**). Selon nos résultats, **il n'existe donc pas de zones non pâturées au sein de la zone de plantation proposée dans l'EIE pour la compensation du pilote de *Zuuvch Ovoo*. Le projet de plantation d'ORANO sera donc menée sur un ou des sites pâturés.**

Or, l'étude de la banque mondiale (Mühlenberg *et al.*, 2006) a montré les impacts négatifs de la présence non gérée du bétail sur les plantations en Mongolie. Sur les quatre sites de plantations étudiés par la banque mondiale dans le Gobi de Mongolie, l'un n'avait aucun survivants, le second présentait un taux de survie de 4% parmi les saxauls, et le troisième un taux de survie de 8% seulement (Mühlenberg *et al.*, 2006). La pression exercée par les herbivores n'est pas la seule cause mentionnée (Mühlenberg *et al.*, 2006), mais son impact est indéniable. D'après Alverson *et al.* (1988) ; Garcia *et al.* (2000) ; Berry *et al.* (2007) dans de Souza *et al.* (2010), le bétail est connu pour avoir un impact négatif sur les plantules et la survie des jeunes arbres, leur présence et le broutage réduisant les taux de survie des arbres, ainsi que la bonne croissance des plantules (Gomez-Aparicio *et al.*, 2004 ; Pollock *et al.*, 2005 ; Sullivan *et al.*, 1995 dans de Souza *et al.*, 2010). Des dommages considérables peuvent être causés par le bétail, notamment lorsque des conflits d'usage ont lieu entre la production de bois et la présence de bétail (Eissenstat *et al.*, 1982 dans Graham & Kingery, 1990), donc entre plantation et élevage. Même la présence d'herbivore domestiques n'est pas le seul facteur mis en cause (Graham & Kingery, 1990 ; Mühlenberg *et al.*, 2006), il doit être pris en compte par ORANO.

Quelle(s) solution(s) s'offre(nt) à l'entreprise pour mettre en place une plantation sur une zone pâturée ? Une première solution envisageable serait de clôturer l'espace de plantation. Mais alors, plusieurs problèmes se posent. Premièrement, un site de plantation de 10 hectares nécessite 2 200 mètres de clôtures (100 mètres * 1000 mètres), et il est presque impossible de préserver l'intégrité d'une telle clôture plus de cinq ans (Mühlenberg *et al.*, 2006). Si la plantation pour la compensation du pilote de *Zuuvch Ovoo* ne concerne « que » 5 hectares, la plantation pour la compensation du vrai projet devra quant à elle être menée sur une surface bien plus importante, et l'entretien de sa clôture sera difficile. Deuxièmement, les opérations de plantation sur des terres utilisées pour l'agriculture sont souvent source de conflits, dû aux impacts environnementaux, sociaux et économiques des plantations, particulièrement lorsqu'il s'agit de plantations à grande échelle (Schirmer, 2007). Les plantations à grande échelle sont définies comme les plantations privées, dont les plantations clôturées, menée par des agences gouvernementales ou des entreprises (Schirmer, 2007). Dans notre cas, ces plantations mettraient temporairement en défens certaines zones de pâturages durant la croissance des plants. Cela peut paraitre difficilement envisageable dans un territoire où clôturer les espaces ne fait pas partie des pratiques, et où les espaces potentiellement clôturés sont utilisés comme pâturages et source de nourriture pour les troupeaux des éleveurs.

6.2.2. LES FACTEURS A L'ORIGINE DE LA POSSIBILITE D'UNE INTERACTION ELEVEURS – PLANTATION

Ainsi, si ORANO souhaite mettre en place une plantation pour la compensation de la mine de *Zuuvch Ovoo*, il faut que les plantations puissent être utilisées, à terme, par les éleveurs. Afin de ne pas causer de désaccord avec des éleveurs qui ne les jugeraient pas utiles, la plantation ne peut se mener sur les pâturages utilisés par ces derniers. Il faut alors préalablement identifier les éleveurs potentiellement intéressés par des plantations comme réserve de fourrage pour le futur, par exemple. Cette manière de procéder pourrait répondre aux problématiques soulevées par la mise en œuvre de plantations clôturées dans des espaces pâturés. En effet, il s'agirait d'un système gagnant – gagnant : en mettant en place

des accords avec des éleveurs intéressés, les clôtures pourraient être entretenues par les familles ciblées (probablement au moyen d'incitations financières) pendant le temps de croissance des plantations (Mühlenberg *et al.*, 2006 ; Schirmer, 2007), les plantations ne seraient pas détruites, et pour les éleveurs intéressés, la plantation pourra devenir une réserve de fourrage. Il n'y aurait alors pas lieu de désaccord entre l'entreprise et les éleveurs dont les pâturages seraient utilisés par la plantation (Schirmer, 2007)

Pour ce faire, une compréhension de la perception des plantations parmi les éleveurs est nécessaire. Quels facteurs influent sur cette perception ? Quels éleveurs seraient susceptibles d'être intéressés par la plantation ? C'est ce que nous avons cherché à comprendre grâce à l'analyse des entretiens semi-directifs menés auprès d'éleveurs d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan*. Nos résultats montrent que la majorité des éleveurs qui perçoivent une dégradation de leurs pâturages sont plus intéressés par la plantation (voir **figure 50**). Les typologies sur les structures et les pratiques d'élevage démontrent le fait que, parmi eux, ce sont les « petits éleveurs » qui perçoivent majoritairement les plantations comme utiles (voir **figure 41**). Les éleveurs les moins mobiles jugent quant à eux les pâturages comme actuellement insatisfaisants pour leur bétail, et sont aussi intéressés par la plantation (voir **figure 47** et **figure 49**). Cette dernière catégorie comprend les éleveurs sédentaires, jusqu'aux éleveurs qui se déplacent au maximum 6 fois par an, et sur des distances maximales de 11,75 +/- 2,5 km (n=8). Enfin, la majorité des éleveurs au grand nombre de chameaux sont aussi intéressés par des plantations et les jugent faisables, même si la plupart des éleveurs ne perçoivent pas les pâturages comme dégradés ou insatisfaisants (voir **figure 45**). **Les interactions entre les éleveurs présentement identifiés et plantation semblent a priori possibles**.

Nous pouvons établir quelques hypothèses quant à l'origine de l'intérêt pour les plantations selon ces catégories d'éleveurs. Par exemple, il est possible que les « petits éleveurs » soient intéressés par une plantation car celle-ci pourrait être suffisante en tant que fourrage complémentaire pour leur troupeau, contrairement aux éleveurs aux grands troupeaux. Aussi, les éleveurs les plus mobiles ne pourraient pas s'occuper d'une plantation, du fait de leurs nombreux déménagements, ou des grandes distances parcourues. Une sédentarité ou une petite mobilité peut donc favoriser l'intérêt pour les plantations. De plus, parmi les 5 museaux, le chameau est celui qui consomme le plus de ligneux : la vache attrape sa nourriture avec sa langue et ne peut pas tout consommer, et le cheval est plus difficile. Cela pourrait expliquer que les éleveurs au grand nombre de chameaux soient intéressés par la plantation. Enfin, les éleveurs qui perçoivent une dégradation des pâturages peuvent être intéressés par les plantations, en prévision d'une plus forte dégradation des espaces pâturés dans le futur.

6.2.3. LES RETICENCES ET LES MOTIVATIONS VIS-A-VIS DES PROJETS DE PLANTATION

Afin que le projet de plantation puisse être établi à long terme, il faut comprendre les sources de réticence et de motivation des populations vis-à-vis de tels projets. Par exemple, la lenteur de la croissance de certaines espèces ligneuses (Hall *et al.*, 2011) et l'insécurité concernant les arrangements de la gestion foncière (Bannister and Nair 2003 ; Degrande *et al.* 2006 ; Fischer and Vasseur 2000, 2002 ; Godoy 1992 ; Salam *et al.* 2000 ; Simmons *et al.* 2002 ; Summers *et al.* 2004 ; Walters *et al.* 1999, dans Garen *et al.*, 2009) peuvent être des facteurs de réticence d'une population vis-à-vis de la plantation. Toujours

d'après Garen *et al.* (2009) il s'avère que les réticences qui subsistent le plus sont souvent dues aux doutes concernant l'intérêt des espèces choisies pour la plantation, le format de plantation, mais aussi aux doutes sur les questions de propriétés des arbres qui seraient plantées (Garen *et al.*, 2009). D'après l'étude de Hall *et al.* (2011) et Osemeobo (1988), les motivations des populations vis-à-vis d'un projet de plantation sont principalement liées aux espèces choisies, si les essences sélectionnées sont utilisables par l'homme, pour des usages domestiques ou pour leurs activités. Parfois, la plantation d'espèces pouvant répondre aux problèmes environnementaux des zones d'étude peut aussi être un facteur motivant. Dans notre cas, en s'appuyant sur les propos des éleveurs rencontrés, une première compréhension des réticences et des motivations vis-à-vis des projets de plantation a pu être établie (voir **partie 5.2.4.3**). Les réticences des éleveurs vis-à-vis de la plantation proviennent des conditions environnementales difficiles du désert de Gobi, dont le sol, le climat, et principalement le manque de pluie et d'eau au sein des nappes phréatiques, qui remettent en question la faisabilité d'un tel projet. Des éleveurs émettent aussi des doutes à cause de la présence d'herbivores, et ne sont pas sûrs des qualités nutritives d'espèces plantées. Les motivations des éleveurs concernant les plantations sont liées au fait qu'elles puissent servir de réserve de fourrage, et aussi, dans une moindre mesure, à leur rôle contre la désertification.

Plusieurs suggestions ont été faites dans le cadre du projet de Garen *et al.* (2009) pour la mise en place de plantations, leur réussite et leur acceptation : augmenter la portée du projet et la participation des populations ; informer les populations quant aux modalités, les choix d'espèces, les techniques, les utilités et les motivations du projet ; diversifier les stratégies de plantation ; et mettre en place une intervention ou assistante à long terme. Aussi, la prise en compte des préconisations en termes d'espèces et de stratégies, et les demandes des habitants liées aux projets est aussi importante pour la bonne réalisation de projets de plantations (Garen *et al.*, 2009). Dans notre cas, d'après certains éleveurs enquêtés, les plantations sont réalisables si elles sont mises en place sur des petites surfaces clôturées et arrosée ou irriguées, et le saxaul est une espèce adaptée et résistante aux conditions du Gobi. L'entreprise ORANO, afin de mener à bien la plantation, pourra mettre en place une communication quant aux modalités et aux utilités du projet de plantation et prendre en compte les préconisations des éleveurs dans le cadre de cette plantation. Cette communication pourra être un levier pour l'évolution de la perception négative qu'ont certains éleveurs des plantations vers une perception positive. Une clarification quant à la propriété des plantations, peut aussi être une étape à prendre en compte, dans le cas où les éleveurs souhaitent pouvoir utiliser les plantations au terme de leur croissance. Vis-à-vis des réticences exprimées, ORANO se doit d'informer et d'échanger avec les éleveurs : des mesures d'arrosages seront-elles prises ? Quelles espèces seront plantées, et sait-on si elles auront les mêmes qualités nutritives que les espèces spontanées ? Comment sera gérée la présence des herbivores ?

6.2.4. LA PLANTATION PLURISPECIFIQUE, BENEFIQUE POUR L'ELEVAGE ET LA BIODIVERSITE

Les résultats de l'enquête ethnobotanique issus des entretiens semi-directifs menés auprès des éleveurs mettent en évidence la pluralité des espèces végétales utilisées et/ou connues par les éleveurs de *Zuuvch Ovoo* et de *Gurvansaikhan*. Au total, 82 espèces ont été citées, et les entretiens menés dans la zone de *Zuuvch Ovoo* ont, à eux seuls, permis d'établir

une liste de 63 espèces différente, qui correspondent à 249 connaissances et usages (voir **tableau 14**). Grâce aux connaissances ethnobotaniques locales, nous avons pu appréhender la diversité des espèces utilisées et connues par les éleveurs. Cette diversité d'espèces végétales utilisées et cette pluralité d'usages mettent en évidence l'intérêt et les bénéfices apportés par une plantation plurispécifique pour la compensation du projet de *Zuuvch Ovoo*. **Une plantation multi-spécifique est donc plus intéressante qu'une plantation mono-spécifique pour les éleveurs**. En outre, parmi les 82 espèces citées, 11 seulement sont communes aux enquêtes menées à *Ulaanbadrakh* et celles menées à *Gurvansaikhan*. **Les connaissances locales en termes d'espèces semblent alors refléter la biodiversité qu'offre un territoire en particulier.**

D'après les études citées précédemment, la combinaison de plusieurs espèces pour la plantation semble en effet être une solution appropriée pour répondre aux besoins divers des populations, qu'ils s'agissent de besoins domestiques ou de besoins liés à des activités agricoles et d'élevage (Osemeobo, 1988 ; Hall *et al.*, 2011). Le caractère plurispécifique d'une plantation permet un multi-usage de cette plantation, adapté au contexte local et aux activités des populations, comme l'utilisation de fourrage, d'ombre, de bois d'œuvre ou encore de bois de chauffe (Cajas-Giron and Sinclair, 2001 ; Harvey *et al.*, 2011, dans Riedel *et al.*, 2012).

Parmi la totalité des espèces citées par les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan*, une liste de 13 espèces a été établie (voir **tableau 17**), à partir de leur occurrence parmi les citations des éleveurs, leur importance relative au sein des citations des éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo* et les types d'usages et de connaissances qui leurs sont associés (voir **figure 38** et **figure 39**). Cette liste comporte 7 herbacées pérennes, or des tests, réalisés en interne, ayant montré que les herbacés reprenaient spontanément, ORANO favorise les espèces ligneuses pour la plantation. Parmi les ligneux, le saxaul apparaît comme première espèce d'intérêt au sein de la liste établie. Son intérêt pour les éleveurs de *Zuuvch Ovoo* est bien vérifié, mais 5 autres espèces ligneuses apparaissent aussi comme espèces d'intérêt : *(bor)budargana (Salsola passerina), kharmag ou tovstog (Nitraria sibirica), shereen* ou *khotir (Zygophyllum xanthoxylon), khargana (Caragana sp.)*, et *agi (Artemisia frigida)*. La zone de *Zuuvch Ovoo* présente donc une richesse végétale intéressante en termes d'utilisations qui n'inclue pas seulement le saxaul. **Cette diversité d'espèce peut et doit être utilisée dans le cadre de la plantation afin de tendre vers un gain net de biodiversité.**

Néanmoins, il n'existe pas forcément de banque de graines pour toutes ces espèces, et celles-ci n'existent pas toutes en pépinières. Cependant, ORANO a déjà réalisé des tests pour la plantation du *khargana* afin de l'associer au saxaul. De plus, il peut coexister avec le saxaul, d'après nos observations en forêts naturelles de saxauls. Il est donc possible de procéder à sa plantation. Toujours d'après nos observations des forêts naturelles de saxaul, *shereen/khotir* et *kharmag/tovstog* sont aussi des espèces qui peuvent s'établir dans les forêts de saxauls. Cette étude préliminaire a permis de mettre en évidence leur intérêt, et devra dès à présent être complétée par des études sur la faisabilité de leur plantation.

6.2.5. LIMITE ET APPROFONDISSEMENT DE NOTRE ETUDE FACE AU NOMBRE D'ELEVEURS DANS LA ZONE DE *ZUUVCH OVOO*

Parmi les 25 éleveurs enquêtés, 13 sont des éleveurs de la zone de *Zuuvch Ovoo*. Or, 88 éleveurs résident et utilisent les pâturages de la zone d'étude du projet (Environ LCC, 2015). La présente étude a donc permis une première exploration et compréhension concernant l'utilisation du territoire, la perception des plantations et les espèces utilisés par les éleveurs et le bétail. Elle donne des premières pistes de réflexion autour des lieux où pourrait être menée la plantation ; de la perception des plantations par les éleveurs, leurs réticences, leurs motivations, et ainsi les interactions élevage – plantation qui pourraient avoir lieu, et leurs préconisations ; et des espèces d'intérêt pour la plantation. Elle devra alors être complétée par la réalisation du même type d'entretien, afin d'approfondir la compréhension et la prévision des interactions entre les plantations, les éleveurs et leur troupeau, et de renforcer les connaissances d'espèces intéressantes à la plantation. Pour les espèces identifiées comme intéressantes, des études de faisabilité quant à leur plantation seraient pertinentes. Ainsi, une compensation écologique qui prendra complètement en compte le contexte local pastoral pourra réellement être mise en place.

6.3. LES SAXAULS EN CONDITIONS NATURELLES : INDICES POUR LA REUSSITE DE LA PLANTATION DE SAXAULS

Les calculs de densité moyenne de saxauls en forêts naturelles montrent **qu'une densité de plantation de** 3 300 **saxauls par hectare est bien trop élevée** (voir **tableau 23**). Une telle densité de plantation entraînerait une forte mortalité des individus plantés. Cette forte densité de plantation peut néanmoins faire partie de la stratégie de l'organisme à l'origine de cette demande : en plantant une grande quantité d'individus, ils s'assurent qu'au moins quelques saxauls pourront arriver au stade adulte. Néanmoins, ORANO ne peut se permettre de réaliser une plantation ou au moins la moitié des arbres ne survivront pas : il s'agit en partie d'un enjeu d'image pour l'entreprise. Dans le cas où l'entreprise mettra en place des plantations pour la compensation du projet final de *Zuuvch Ovoo*, la densité de plantation devra être discutée et diminuée

Les densités et les hauteurs de saxauls peuvent fortement varier d'un point à un autre (voir **figure 51**), probablement à cause des variations des types de sol. Des **études pédologiques** doivent être réalisées en plus des mesures de densités : le choix d'un site dont le type de sol est adapté à la plantation de saxaul est primordial : l'un des facteurs des échecs des plantations dans le Gobi est le choix de sites non appropriés à la plantation de saxauls (Mühlenberg *et al.*, 2006).

7. CONCLUSION

Face aux questions que soulève la plantation monospécifique de saxauls comme compensation écologique du projet minier de *Zuuvch Ovoo* (de l'entreprise ORANO) dans le désert de Gobi, nous avons étudié les possibilités de méthodes alternatives adaptées à un écosystème aride où le sylvopastoralisme est présent. La présente étude montre qu'il existe d'autres méthodes et modalités de compensation, adaptées aux caractéristiques de cette région orientale du désert de Gobi. Néanmoins, du fait du caractère préliminaire et exploratoire de l'étude, certains points mériteront d'être approfondis dans de futures études.

La lecture d'EIE de projets à travers le monde nous a montré la diversité des méthodes de compensation qui pouvait exister. Il est possible de s'en inspirer, si celles-ci sont adaptées au contexte spécifique du soum d'*Ulaanbadrakh*, dans lequel se situe le projet de *Zuuvch Ovoo*. Au total, 32 méthodes ont été recensées, mises en place pour des projets en Amérique du Nord, en Europe, en Afrique, en Asie et en Océanie. Parmi ces 32 méthodes, 20 méthodes ont été comparées entre elles, selon leurs contextes respectifs physique, biologique, socioéconomique et législatif de mise en place ; et ont été comparées au contexte du projet de *Zuuvch Ovoo*. D'après nos résultats tirés de cette analyse, deux méthodes de compensation sont intéressantes pour la compensation du projet de *Zuuvch Ovoo* : une compensation visant à soutenir la recherche sur les habitats des espèces impactées par le projet, et une compensation par plantation multi-spécifique d'espèces locales, sur une surface plus grande que la surface impactée.

Les entretiens semi-directifs menés auprès de 13 éleveurs d'*Ulaanbadrakh* et de 12 éleveurs de *Gurvansaikhan*, un autre *soum* du désert de Gobi, nous ont permis d'étudier les modalités de compensation adaptées au contexte pastoral de la zone de *Zuuvch Ovoo*.

Dans le cas d'une plantation, nos résultats montrent que la zone de plantation d'ORANO prévue pour la compensation du pilote, mais également la zone du gisement, est complètement incluse dans des zones pâturées par le bétail d'éleveurs d'*Ulaanbadrakh*.

Afin de ne pas pénaliser les éleveurs, la plantation doit alors être, à terme, bénéfique et utilisable par les éleveurs et leur troupeau. Nous avons donc vérifié s'ils pouvaient être intéressés par une plantation comme réserve de fourrage. Nos résultats montrent que certaines catégories d'éleveurs : les « petits éleveurs », les éleveurs moins mobiles et les éleveurs de chameaux sont plus intéressés par la mise en place d'une plantation. C'est donc plutôt sur les pâturages utilisés par ces éleveurs que la plantation pourra potentiellement être mise en place.

Enfin, pour être bénéfique aux éleveurs, notre enquête ethnobotanique montre qu'une plantation plurispécifique est plus intéressante qu'une plantation monospécifique de saxauls. Bien que le saxaul soit une espèce intéressante pour les éleveurs et leur troupeau, 12 autres espèces d'intérêt pour la plantation ont été identifiées, dont 5 autres ligneuses. Cette enquête ethnobotanique a permis de recenser un total de 82 espèces connues et/ou utilisées dont 63 par les éleveurs d'*Ulaanbadrakh* et leur troupeau. Ses résultats reflètent donc par ailleurs la diversité d'espèces végétales de la zone de *Zuuvch Ovoo*. Cette diversité

doit être utilisée par ORANO pour mettre en place une compensation par plantation qui tend vers un gain net de biodiversité.

Les mesures de densité en forêts naturelles de saxauls montré qu'une densité de plantation de 3 300 saxauls par hectare est trop élevée par rapport aux densités naturelles du saxauls. Dans le cas de la plantation de saxauls, cette densité de plantation doit donc être diminuée.

La présente étude est une étude préliminaire d'un dispositif de compensation écologique dans un écosystème aride à vocation sylvopastoral. Des études complémentaires devront être menées afin de compléter ce travail. Tout d'abord, l'analyse des méthodes de compensation écologique existantes doit être complétée avec une analyse des résultats obtenus à partir de ces méthodes. En ce qui concerne les entretiens menés auprès des éleveurs d'*Ulaanbadrakh*, ce même entretien devrait être mené auprès des autres éleveurs d'*Ulaanbadrakh* que nous n'avons pas pu rencontrer. Ainsi, ORANO pourra cibler plus précisément les éleveurs intéressés par la mise en place d'une plantation sur leurs pâturages, ainsi que des espèces d'intérêt pour la plantation. Enfin, dans le cas d'une plantation de saxauls, une étude sur les sols doit être réalisée en forêts naturelles de saxauls, afin de comprendre quels sols sont propices à sa plantation.

8. REFERENCES

An S., Couteau C., Luo F., Neveu J., & DuBow M.S. 2013. Bacterial Diversity of Surface Sand Samples from the Gobi and Taklamaken Deserts. *Microbial Ecology*. 66(4), p. 850-860.

AREVA. [s d]. Dossier de presse - Areva en Mongolie. Disponible sur : < http://www.sa.areva.com/news/liblocal/docs/Dossier%20de%20presse/Mongolie/DP_Mongolie_VF.pdf > (Consulté le 21 mars 2019).

Arlidge W.N.S., Bull J.W., Addison P.F.E., Burgass M.J., Gianuca D., Gorham T.M., Jacob C., Shumway N., Sinclair S.P., Watson J.E.M., Wilcox C., & Milner-Gulland E.J. 2018. A Global Mitigation Hierarchy for Nature Conservation. *BioScience*. 68(5), p. 336-347.

Baragatti M. 2017. *Analyse en Composantes Principales (ACP)*.

Barnier J. 2019. Partie 4 - Analyse bivariée. Dans : *Introduction à R et au tidyverse*.

BHP Billiton & Arup Group Ltd. 2009. *Olympic Dam Expansion Draft Environmental Impact Statement 2009 - Appendix I SOILS*. Melbourne, Vic. : BHP Billiton

BHP Billiton Mitsubishi Alliance. 2013. *Environmental Impact Statement - Red Hill Mining Lease*.

Bigard C. 2018. *Eviter-Réduire-Compenser: d'un idéal conceptuel aux défis de mise en œuvre. Une analyse pluridisciplinaire et multi-échelle*. Docteur en écologie fonctionnelle. Montpellier : Université de Montpellier, 319 p.

BirdLife Asia. 2009. *Safeguarding Important Areas of Natural Habitat in Mongolia alongside Economic Development*. Washington, DC : World Bank(Mongolia Discussion Papers).

Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP) P. 2014. *Working for Biodiversity Net Gain : An Overview of the Business and Biodiversity Programme (BBOP)*. Washington, DC :

Ceballos G. & Ehrlich P.R. 2010. The Sixth Extinction Crisis Loss of Animal Populations and Species. *Journal of Cosmology*. 8, p. 1821-1831.

Chimed-Ochir B., Hertzman T., Batsaikhan N., Batbold D., Sainjmyatav D., Onon Yo., & Munkchchuluun B. 2010. *Filling the gaps to protect the biodiversity of Mongolia*. Mongolie : WWF

Damiran D. 2005. Palatability of Mongolian Rangeland Plants. *Circular of Information*. (3), p. 91.

EcOz Environmental Services. 2012. *Chapter 11 Environmental Offsets Western Desert Resources Limites Roper Bar Iron Ore Project*.

eFloras. [s d]. Flora of China. Disponible sur : < http://www.efloras.org/flora_page.aspx?flora_id=2 > (Consulté le 16 octobre 2019).

Egis India. 2011. *Rehabilitation and Upgradation of existing 2-lane to 4- lane of Solapur to Yedshi section of NH-211 from Km 0.000 to Km 85.000 in the state of Maharashtra and Solapur to Sangareddy section of NH-9 from Km 249.000 to Km 493.000 in the state of Maharashtra, Andhra Pradesh and Karnataka - Final Environmental Impact Assessment*.

Egis structure et environnement. 2015. *Etude d'Impact sur l'Environnement - Commune de Yaté et du Mont-Doré Nouvelle Calédonie*.

Environ LCC. 2015. *Detailed environmental impact assessment regarding the pilot project to mine uranium through the in-situ recovery from the Zuuvch Ovoo uranium deposit*.

Environmental Protection Department. 2007. *North East New Territories (NENT) Landfill Extension - Environmental Impact Assessment Report*.

Envol environnement. 2018. *Etude d'Impact sur l'Environnement - Projet Eolien de Mauprévoir - Version actualisée en avril 2018*.

Epode. 2017. *Etude d'impact - Création de la piste variante retour chalet hyvert - domaine skiable des Arcs - Commune de Villaroger*.

FAO. 2011. *AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture - Irrigation in Southern and Eastern Asia in figures*.

FloraGREIF. 2010. FloraGREIF - Virtual Flora of Mongolia. Disponible sur : < https://floragreif.uni-greifswald.de/ >

Foray S. & Gac A. 2018. *Elevage bovin et environnement, les chiffres-clés*. Paris : Institut de l'élevage

Garen E.J., Saltonstall K., Slusser J.L., Mathias S., Ashton M.S., & Hall J.S. 2009. An evaluation of farmers' experiences planting native trees in rural Panama: implications for reforestation with native species in agricultural landscapes. *Agroforestry Systems*. 76(1), p. 219-236.

Graham R.T. & Kingery J.L. 1990. Seedling damage and mortality of conifer plantations on transitory ranges in northern and central Idaho. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*. 14(14), p. 6.

Guérin M. 2016. La compensation écologique à travers le monde : source d'inspiration ? *Les cahiers de Biodiv'2050 comprendre*. (10).

Hall J.S., Love B.E., Garen E.J., Slusser J.L., Saltonstall K., Mathias S., van Breugel M., Ibarra D., Bork E.W., Spaner D., Wishnie M.H., & Ashton M.S. 2011. Tree plantations on farms: Evaluating growth and potential for success. *Forest Ecology and Management*. 261(10), p. 1675-1683.

Hansen Bailey. 2015. *Environmental Impact Statement - Eastern Leases Project*.

Hiernaux P. 2016. *Note de synthèse sur les outils disponibles pour le suivi-évaluation des ressources fourragères et l'établissement de bilans fourragers*.

IATE. 2016. *Exploitation de roches massives calcaires - Demande de renouvellement d'autorisation d'exploitation et d'extension des activités - Etude d'impact*.

Kassambara. 2017. AFM - Analyse Factorielle Multiple avec R: L'Essentiel - STHDA. Disponible sur : < http://www.sthda.com/french/articles/38-methodes-des-composantes-principales-dans-r-guide-pratique/77-afm-analyse-factorielle-multiple-avec-r-l-essentiel/ > (Consulté le 02 octobre 2019).

Kazantseva T.I., Slemnev N.N., Gunin P.D., & Tsooj S. 2012. Structure and productivity of Haloxylon ammodendron communities in the Mongolian Gobi. *Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolei / Exploration into the Biological Resources of Mongolia*. 37(12), p. 405-414.

Koocheki A. & Gliessman S.R. 2005. Pastoral Nomadism, a Sustainable System for Grazing Land Management in Arid Areas. *Journal of Sustainable Agriculture*. 25(4), p. 113-131.

Lise W., Hess S., & Purev B. 2006. Pastureland degradation and poverty among herders in Mongolia: Data analysis and game estimation. *Ecological Economics*. 58(2), p. 350-364.

LUXEL. 2018. *Rapport d'Etude d'Impact - Projet de parc photovoltaïque - Commune de Saint-Eloy-Les-Mines, Lieu-dit « Puit V »*.

Maire A. 2017. *La Mongolie, entre dépendance et politiques développementalistes 1990 - 2016*. Science politique. Paris : Institut d'études politiques de Paris, 835 p.

Mapsland. 2019. Large detailed political and administrative map of Mongolia with roads, railroads and major cities - 1964 | Mongolia | Asia | Mapsland | Maps of the World. Dans : *Mapsland* [En ligne]. Disponible sur : < https://www.mapsland.com/asia/mongolia/large-detailed-political-and-administrative-map-of-mongolia-with-roads-railroads-and-major-cities-1964 > (Consulté le 29 septembre 2019).

Marchina C. 2019. *Nomad's land. Eleveurs, animaux et paysages chez les peuples mongols*. Zones sensibles. France : Zones sensibles, 224 p.

Mardesic I. 2018. *Perception et compréhension de la dégradation des pâturages par les éleveurs nomades mongols. La mise en place de groupes de gestion des*

communes comme solution d'adaptation ? Environnement, Dynamiques, Territoires, Sociétés. Paris : AgroParisTech, 79 p.

Maron M., Ives C.D., Kujala H., Bull J.W., Maseyk F.J.F., Bekessy S., Gordon A., Watson J.E.M., Lentini P.E., Gibbons P., Possingham H.P., Hobbs R.J., Keith D.A., Wintle B.A., & Evans M.C. 2016. Taming a Wicked Problem: Resolving Controversies in Biodiversity Offsetting. *BioScience*. 66(6), p. 489-498.

Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being : Biodiversity Synthesis*. Washington, DC : Millenium Ecosystem Assessment

Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia. 2017. *The annual report 2016 geology mining petroleum heavy industry*.

Mitchell K. 2007. *Quantitative Analysis by the Point-Centered Quarter Method*.

MML-MM Pakistan (Pvt.) Ltd. 2018. *PAK: Karachi Bus Rapid Transit Red Line Project - Environmental Impact Assessment*.

Mühlenberg M., Batkhishig T., Dashzeveg T., Drössler L., Neusel B., & Tsogtbaatar J. 2006. *Lessons From Tree Planting Initatives in Mongolia*. Washington, DC : World Bank(Mongolia Discussion Papers, East Asia and Pacific Environment and Social Development Department).

ORANO. 2019a. Expertise sur tout le site - Tour des implantations - Mines d'uranium. Disponible sur : < https://orano.group/fr/expertise-sur-tout-le-site/tour-des-implantations/mines-uranium > (Consulté le 8 octobre 2019).

---. 2019b. Groupe industriel international. Disponible sur : < https://www.orano.group/fr/groupe/industriel-international > (Consulté le 18 janvier 2019).

---. 2019c. Orano en Mongolie. Disponible sur : < https://www.orano.group/fr/orano-dans-le-monde/mongolie#LactivitOranoenMongolie > (Consulté le 18 janvier 2019).

Osemeobo G.J. 1988. An Impact and Performance Evaluation of Smailholder Participation in Tree Planting, Nigeria. *Agricultural Systems*. 29, p. 117-135.

Pagett R. 2018. Biodiversity Loss. Dans : *Building Global Resilience in the Aftermath of Sustainable Development*. London : Justin Taberham, p. 33-38.

Parlement de Mongolie. 2011. *Law of mongolia on environmental impact assessments*.

Pfeiffer M., Chimedregzen L., & Ulykpan K. 2003. Community organization and species richness of ants (Hymenoptera/Formicidae) in Mongolia along an ecological gradient from steppe to Gobi desert. *Journal of Biogeography*. 30(12), p. 1921-1935.

PGECC. 2010. *L2612- PHI: Visayas Base Load Power Project – Secured Landfill Facility - Environmental Assessment Report*.

Pui-Kwan Tse. 2009. The mineral industry of Mongolia. Dans : *Minerals Yearbook: Area Reports: International 2007: Asia and the Pacific - US Department of the Interior, US Geological Survey*. , p. 18.1-18.3.

Rakotomalala R. [s d]. *Classification automatique sous R - CAH et K-means*.

Regnery B. 2013. *Les mesures compensatoires pour la biodiversité, conception et perspectives d'application*. Ecologie. Paris : Université Pierre et Marie Curie, 255 p.

Richard N. 2019. *Compensation écologique et évaluation environnementale : spécificités et enjeux; limites dans les territoires ultramarins*.

Riedel J., Dorn S., Plath M., & Mody K. 2013. Growth, herbivore distribution, and herbivore damage of timber trees in a tropical silvopastoral reforestation system. *Annals of Forest Science*. 70(1), p. 75-86.

S.A.S. SATMA. 2016. *Projet de Saint-Jean-De-Niost & Pérouges « L'allagnier » Etude d'Impact*.

Schirmer J. 2007. Plantations and social conflict: exploring the differences between small-scale and large-scale plantation forestry. *Small-scale Forestry*. 6(1), p. 19-33.

SDLA Team. 2018. *The results of the survey about the water use among the citizens of Ulaanbadrakh sum,* Dornogobi *province*. Ulaanbadrakh :

SGS Belgium. 2010. *Etude d'Incidences sur l'Environnement - Parc éolien de Fauvilliers*.

Shagdar E. 2002. *The Mongolian Livestock Sector : Vital for the Economy and People, but Vulnerable to Natural Phenomena*.

SIG cours. 2014. Créer une zone tampon avec QGIS 2.0. Disponible sur : < http://www.sigcours.com/fr/quantum-gis/differents-outils-dans-qgis/180-creer-une-zone-tampon-avec-qgis-2-0.html > (Consulté le 18 septembre 2019).

Slingenberg A., Braat L., van der Windt H., Rademaekers K., Eichler L., & Turner K. 2009. *Study on understanding the causes of biodiversity loss and the policy assessment framework*. Netherlands :

de Souza I.F., Souza A.F., Pizo M.A., & Ganade G. 2010. Using tree population size structures to assess the impacts of cattle grazing and eucalypts plantations in subtropical South America. *Biodiversity and Conservation*. 19(6), p. 1683-1698.

Stantec Consulting Ltd. 2013. *Sisson project Environmental Impact Assessment Report*.

Suvdantsetseg B., Fukui H., & Tsolmon R. 2008. Saxaul Forest Area Determination. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. XXXVI. Part B8., p. 1081-1086.

Taugourdeau S. 2011. *Review of existing indicator systems and models at the local level*.

The OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency. 2014. *Uranium 2014: Resources, Production and Demand*.

Tuinhof A. & Buyanhisnig N. 2010. *Groundwater Assessment of the Southern Gobi Region*. Washington, DC : World Bank(Mongolia Discussion Papers, East Asia and Pacific Sustainable Development Department).

Tungalag R. 2016. *The Flowers of the Mongolian Gobi Desert*. Admon. Ulaanbatar : B. Boldgiv

Ujaval G. 2016. Importer des tableurs ou des fichiers CSV — QGIS Tutorials and Tips. Disponible sur : < http://www.qgistutorials.com/fr/docs/importing_spreadsheets_csv.html > (Consulté le 18 septembre 2019).

UICN. 2015a. The IUCN Red List of Threatened Species. Brush-tailed Rabbit-rat. Conilurus penicillatus. Dans : *IUCN Red List of Threatened Species* [En ligne]. Disponible sur : < https://www.iucnredlist.org/species/5224/22450418 > (Consulté le 5 décembre 2019).

---. 2015b. The IUCN Red List of Threatened Species. Northern Hopping-mouse. Notomys aquilo. Dans : *IUCN Red List of Threatened Species* [En ligne]. Disponible sur : < https://www.iucnredlist.org/species/14862/22401364 > (Consulté le 5 décembre 2019).

United Nation Development Programme. 2012. *Project Document : Land Degradation Offset and Mitigation in Western Mongolia*.

---. 2016. *The project « Land degradation offset and mitigation in western mongolia »*.

Vakanjac B.B., Vakanjac V.R.R., Rutherford N.F., & Damnjanovic V.M. 2015. Regional setting and correlation of exploration results for the Naarst uranium deposit Dornogobi Province, southeast Mongolia. *Arabian Journal of Geosciences*. 8(10), p. 8861-8878.

Walton T. 2010. *Southern Gobi Regional Environmental Assessment*. Washington, DC : World Bank(Mongolia Discussion Papers, East Adia and Pacific Sustainable Development Department

9. LISTE DES ABREVIATIONS

AFM : Analyse Factorielle Multiple

BBOP : *Business and Biodiversity Offset Program*

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

EIE : Etude d'Impact Environnementale

EPCB : *Environment Protection and Biodiversity Conservation*

ERC : Eviter Réduire Compenser

NNL : *No Net Loss*

ONG : Organisation Non Gouvernementale

PCQ : Points Centrés Quadrants

SEB : *Significant Environmental Benefit*

Selmet : Système d'Élevage MEditerranéens et Tropicaux

TPWC : *Territory Parks and Wildlife Conservation*

UGB : Unité Gros Bétail

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

UMR : Unité Mixte de Recherche

10. TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : étendues des licences minières dans les *aïmags* de la région du désert de Gobi (BirdLife Asia, 2009) 25
Tableau 2 : description de "*The general environmental impact assessment*" (Parlement de Mongolie, 2011) 29
Tableau 3 : description de "*The detailed environmental impact assessment*" (Parlement de Mongolie, 2011) 30
Tableau 4 : tableau récapitulatif de la démarche de l'étude 43
Tableau 5 : projets dont les Etudes d'Impact Environnemental ont été sélectionnées et type de compensation associée 49
Tableau 6 : données d'entretien attendues et finalité(s) associée(s).....57
Tableau 7 : caractéristiques des méthodes 7, 8, 9, 14, 15 et comparaison avec le contexte de *Zuuvch Ovoo*.....71
Tableau 8 : âge moyen, minimum et maximum des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh*.....73
Tableau 9 : les activités des familles rencontrées à *Ulaanbadrakh* 74
Tableau 10 : cheptel moyen, minimum et maximum, et nombre moyen, minimum et maximum de chameaux, chevaux, vaches, moutons et chèvres des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh*.....75
Tableau 11 : cheptel moyen, minimum et maximum en termes d'Unité Gros Bétail, et nombre moyen, minimum et maximum de chameaux, chevaux, vaches, moutons et chèvres en termes, d'Unité Gros Bétail, des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh*.....76
Tableau 12 : nombre d'éleveurs total, permanent, ponctuel, appartenant à la famille et extérieurs à la famille participant aux activités d'élevage parmi les familles rencontrées à *Ulaanbadrakh*.....79
Tableau 13 : nombre moyen, minimum et maximum de déplacements minimums annuels, et distance moyenne, minimum et maximum parcourue par les éleveurs entre les campements à *Ulaanbadrakh*.....82
Tableau 14 : nombres d'espèces végétales et d'usages cités, nombre d'espèces communes citées dans les deux régions d'étude, et pourcentage de correspondances nom vernaculaire mongol - nom latin établies 86
Tableau 15 : nom(s) vernaculaire(s) mongol(s) et nom latin des espèces sélectionnées 87
Tableau 16 : proportion de ligneuses et d'herbacées pérennes parmi les espèces d'intérêt.....88
Tableau 17 : espèces d'intérêt identifiées, triée selon leur occurrence dans les citations des éleveurs de *Zuuvch Ovoo* et selon le nombre d'usages associés91
Tableau 18 : nombre moyen d'Unités Gros Bétail totales, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés.....93
Tableau 19 : nombre moyen de tête de grand bétail, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés 95
Tableau 20 : nombre moyen de chameaux, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés 97
Tableau 21 : nombre moyen de déplacements minimums annuels, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés.....99

Tableau 22 : moyenne des distances moyennes parcourues entre les campements, minimum et maximum des groupes d'éleveurs identifiés (unité : kilomètres)..... 101
Tableau 23 : résultat des mesures en forêts naturelles de saxauls..... 107

11. TABLE DES FIGURES

Figure 1 : pays ayant des politiques concernant le NNL ou en phase de développement (source : Maron et al., 2016) 14
Figure 2 : carte de la Mongolie et des limites administratives des *aïmags* (source : Mapsland, 2019) 17
Figure 3 : carte des écosystèmes de la Mongolie (source : Chimed-Ochir *et al.*, 2010) 19
Figure 4 : gerbilles du désert de Gobi (*Rhombomys opimus*) (crédit : Annaêl Barnes) 20
Figure 5 : ânes sauvages de Mongolie (*Equus hemionus*) (crédit : Annaêl Barnes) 20
Figure 6 : gazelles de Mongolie (*Procarpa gutturosa*) (crédit : Annaêl Barnes) 21
Figure 7 : forêt de saxauls dans le Dornogobi (crédit : Annaêl Barnes) 21
Figure 8 : carte des licences d'exploration (en rouge) et d'exploitation (en bleu) en Mongolie (source : Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia, 2017) 24
Figure 9 : formation de roll-fronts (source : AREVA, [s d]) 26
Figure 10 : localisation des gisements de *Dulaan Uul* et de *Zuuvch Ovoo* dans le Dornogobi (source : ORANO, 2019c) 28
Figure 11 : principe de la séquence ERC pour atteindre le "No Net Loss" ou tendre vers le gain net de biodiversité (source : Richard, 2019) 33
Figure 12 : localisation des sites d'étude de la banque mondiale (en violet clair : localisation des quatre plantations de saxauls étudiées) (source : Mühlenberg *et al.*, 2006) 37
Figure 13 : schéma explicatif des matériels et méthodes employés 45
Figure 14 : schéma des matériels et méthodes employés pour l'identification de méthodes de compensation écologique applicables dans la zone de *Zuuvch Ovoo* 46
Figure 15 : schéma des matériels et méthodes employés pour l'étude d'une compensation adaptée au contexte pastoral de *Zuuvch Ovoo* 53
Figure 16 : localisation des zones d'étude, les *soums* d'*Ulaanbadrakh* et de *Gurvansaikhan* (fond d'image satellitaire : Bing) 54
Figure 17 : photo d'un entretien mené dans le soum d'Ulaanbadrakh (crédit : Samantha Bazan) 60
Figure 18 : schéma des matériels et méthodes employés pour l'estimation de la densité de saxauls en forêts naturelles 61
Figure 19 : localisation des soums d'étude pour l'estimation de la densité de saxauls (fond d'imagerie satellitaire : Bing) 62
Figure 20 : schéma explicatif de la méthode des "Points Centrés Quadrants" 63
Figure 21 : mise en œuvre de la méthode des Points Centrés Quadrants dans une forêt de saxauls du Dornogobi (crédit : Annaêl Barnes) 65
Figure 22 : contribution des variables aux dimensions 1 et 2 68
Figure 23 : contribution des variables quantitatives à la définition des dimensions 68

Figure 24 : graphiques des individus ; comparaison du contexte de *Zuuvch Ovoo* aux contextes de mises en place des méthodes 1 à 20 (les contextes des méthodes 1 à 20 et du projet de *Zuuvch Ovoo* sont décrits en **annexe 7**)...69
Figure 25 : classes d'âge des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**).....73
Figure 26 : nombre moyen de chameaux, chevaux, vaches, chèvres et moutons, en termes d'individus, des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**) 75
Figure 27 : nombre moyen de chameaux, chevaux, vaches, moutons et chèvres, en termes d'Unité Gros Bétail, des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**).....76
Figure 28 : nombre d'Unités Gros Bétail totales par famille rencontrées à *Ulaanbadrakh* (données issues de l'**annexe 11**).....77
Figure 29 : chameaux, *Gurvansaikhan* (crédit : Annaêl Barnes) 77
Figure 30 : chevaux, *Ulaanbadrakh* (crédit : Samantha Bazan).....78
Figure 31 : vaches, *Ulaanbadrakh* (crédit : Annaêl Barnes) 78
Figure 32 : traite des juments, Gurvansaikhan (crédit : Annaêl Barnes) 80
Figure 33 : moutons et chèvres pâturant ensemble à *Ulaanbadrakh* (crédit : Annaêl Barnes) 80
Figure 34 : chamelons attachés près du campement, *Ulaanbadrakh* (Crédit : Samantha Bazan).....81
Figure 35 : carte des déplacements du bétail autour des campements d'hiver des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (fond d'imagerie satellitaire : Bing) 83
Figure 36 : carte des déplacements du bétail autour des campements d'été des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (fond d'imagerie satellitaire : Bing) ...84
Figure 37 : carte des *nutags* des éleveurs rencontrés à *Ulaanbadrakh* (fond d'imagerie satellitaire : Bing).....85
Figure 38: occurrence des espèces parmi les citations des éleveurs dans les deux provinces, dans le Dornogobi et dans le Dundgobi et indentification d'espèces d'intérêt (fréquence d'occurrence ≥ 20%) (données issues de l'**annexe 14**).....89
Figure 39 : proportion des usages des espèces retenues (données issues de l'**annexe 14**).....90
Figure 40 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre total d'Unité Gros Bétail que représente leur troupeau (données issues de l'**annexe 11**).....92
Figure 41 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre total d'Unité Gros Bétail de leur troupeau (données issues de l'**annexe 28**).....93
Figure 42 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre de têtes de grand bétail dans leur troupeau (données issues de l'**annexe 11**).....94
Figure 43 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre de tête de grand bétail de leur troupeau (données issues de l'**annexe 28**).....95
Figure 44 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre chameaux dans leur troupeau (données issues de l'**annexe 11**) 96

Figure 45 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre de chameaux de leur troupeau (données issues de l'**annexe 28**) 97
Figure 46 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon le nombre minimum de déplacements annuels (données issues de l'**annexe 11**) 98
Figure 47 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir du nombre de déplacements annuels minimums (données issues de l'**annexe 28**) 99
Figure 48 : dendrogramme à l'origine des groupes d'éleveurs établis selon la distance moyenne effectuée entre les campements (données issues de l'**annexe 11**)..... 100
Figure 49 : perceptions de l'environnement pastoral et des plantations selon les groupes d'éleveurs établis à partir des distances moyennes parcourues entre les campements (données issues de l'**annexe 28**) 101
Figure 50 : croisement des données qualitatives de perception de l'environnement pastoral et de l'intérêt des plantations, résultat de la commande R (données issues de l'**annexe 11**)..... 103
Figure 51 : localisation des points de relevés et densité de saxauls associée (imagerie de fond satellitaire : Bing) 108

12. ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : INDICATEURS POUR LA GRILLE DE LECTURE « TECHNIQUE » 144

ANNEXE 2 : INDICATEURS POUR LA GRILLE DE LECTURE « RESULTATS & SUIVI » 145

ANNEXE 3 : INDICATEURS POUR LA GRILLE DE LECTURE « CONTEXTE » 147

ANNEXE 4 : METHODE DE RECHERCHE DES ETUDES D'IMPACT ENVIRONNEMENTALES PAR L'UTILISATION DE MOTS CLEFS 150

ANNEXE 5 : MISE EN FORME DES DONNEES PREALABLE A L'ANALYSE MULTIVARIEE 150

ANNEXE 6 : TERMES UTILISES EN ANALYSE MULTIVARIEE DE DONNEES ET CORRESPONDANCE AVEC LES ELEMENTS DE L'ETUDE 151

ANNEXE 7 : TABLEAU UTILISE POUR L'ANALYSE FACTORIELLE MULTIPLE 152

ANNEXE 8 : GUIDE D'ENTRETIEN DESTINE AUX ELEVEURS MONGOLS 155

ANNEXE 9 : TABLEAU DES DONNEES ET DES POURCENTAGES POUR LA COMPARAISON DES ECHANTILLONS AVEC LA POPULATION D'*ULAANBADRAKH* SELON SDLA TEAM (2018) 164

ANNEXE 10 : COMPARAISON GRAPHIQUE DE L'ECHANTILLON D'ELEVEURS D'*ULAANBADRAKH* ET DE LA POPULATION D'*ULAANBADRAKH* SELON SDLA TEAM (2018) 165

ANNEXE 11 : TABLEAU DES DONNEES D'ENTRETIEN..... 168

ANNEXE 12 : METHODE POUR LA REPRESENTATION DES PARCOURS DES ANIMAUX AUTOUR DES CAMPEMENTS GRACE AU LOGICIEL QGIS 172

ANNEXE 13 : TRIPLE VERIFICATION DES CORRESPONDANCES NOM VERNACULAIRE – NOM LATIN DES ESPECES CITEES PAR LES ELEVEURS 172

ANNEXE 14 : TABLEAU DES DONNEES ETHNOBOTANIQUES DESTINE A L'ANALYSE 173

ANNEXE 15 : RESULTATS DES TESTS STATISTIQUES PREALABLE AUX TESTS SUR LES MOYENNES 177

ANNEXE 16 : RESULTATS DES TESTS SUR LES MOYENNES POUR LA COMPARAISON DE L'ECHANTILLON D'*ULAANBADRAKH* ET DE CELUI DE *GURVANSAIKHAN* 178

ANNEXE 17 : CALCULS EXCEL ET CODES R POUR LA COMPARAISON DES MOYENNES DES VARIABLES DES DEUX ECHANTILLONS (DONNEES ISSUES DE L'ANNEXE 10) .. 179

ANNEXE 18 : CONVERSIONS EN UNITE GROS BETAIL, UTILITE ET VALEURS CHOISIES 184

ANNEXE 19 : DISTANCES ET HAUTEURS MESUREES DANS LES FORETS NATURELLES DE SAXAULS DU DORNOGOBI 185

ANNEXE 20 : DISTANCES ET HAUTEURS MESUREES DANS LES FORETS NATURELLES DE SAXAULS DU DUNDGOBI 190

ANNEXE 21 : CODE R POUR L'ANALYSE FACTORIELLE MULTIPLE 192

ANNEXE 22 : FICHES DESCRIPTIVES DES METHODES DE COMPENSATION ANALYSEES 193

ANNEXE 23 : EXTRACTION DES PROPORTIONS DE VARIANCES EXPLIQUEES PAR LES DIFFERENTES DIMENSIONS (AXES) 200

ANNEXE 24 : CONTRIBUTION DES GROUPES AUX DIMENSIONS 201

ANNEXE 25 : CORRELATION ET CONTRIBUTION DES VARIABLES QUALITATIVES AUX DIMENSIONS 202

ANNEXE 26 : FICHES DESCRIPTIVES DES ESPECES D'INTERET IDENTIFIEES (REALISEES PAR SAMANTHA BAZAN) 203

ANNEXE 27 : CODE R POUR LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE ASCENDANTE . 217

ANNEXE 28 : TABLEAUX DESCRIPTIFS DES CATEGORIES D'ELEVEURS ET DONNEES QUANTITATIVES SUR LA PERCEPTION 218

ANNEXE 29 : CODE R POUR LE CROISEMENT DES DONNEES QUALITATIVES DE PERCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT PASTORAL ET DES PLANTATIONS 228

ANNEXE 1 : INDICATEURS POUR LA GRILLE DE LECTURE « TECHNIQUE »

Groupe d'indicateurs	Indicateurs
Objectif de la plantation	Choix des zones (texte)
	Objectifs (texte)
	Surface minimum de plantation (ha)
Déroulement des opérations de plantation	Période de plantation/semis
	Stade des plantations
	Densité moyenne de plantation (individu/m^2)
	Espèces locales (%)
	Utilisation pépinière (oui/non)
	Opération avant semis ou plantation (oui/non)
	Détail des opérations avant semis ou plantation (texte)
	Amendement (oui/non)
	Détails de l'amendement (texte)
	Mesures d'accompagnement (oui/non)
	Détails des mesures d'accompagnement (texte)
Travail déjà réalisé	Surface déjà compensée (ha)
	Avancement (%)
	Nombre de plants déjà réalisés
	Nombre d'années de plantation
	Plantation continue (oui/non)
	Nombre moyen d'espèces utilisées

ANNEXE 2 : INDICATEURS POUR LA GRILLE DE LECTURE « RESULTATS & SUIVI »

Groupe d'indicateurs	Indicateurs
Suivi	Environnement étudié
	Paramètres suivis
	Année de commencement du suivi (1, 2, 3…)
	Fréquence de suivi (/an)
	Période de suivi
	Nombre de site de suivi
	Détail des sites de suivi (texte)
Services écosystémiques attendus – approvisionnement	Production alimentaire (attendu/non attendu)
	Cueillette (attendu/non attendu)
	Chasse (attendu/non attendu)
	Récolte (attendu/non attendu)
	Production de bois (attendu/non attendu)
	Produits forestiers non ligneux (attendu/non attendu)
	Production de fibre (attendu/non attendu)
	Production de biocarburant (attendu/non attendu)
	Circulation et stockage de l'eau douce (attendu/non attendu)
	Ressources médicinales (attendu/non attendu)
Services écosystémiques attendus – régulation	Climat et qualité de l'air (local) (attendu/non attendu)
	Piégeage et stockage de carbone (attendu/non attendu)
	Modération des phénomènes climatiques (attendu/non attendu)
	Traitement des eaux usées (attendu/non attendu)
	Prévention de l'érosion (attendu/non attendu)
	Maintien de la fertilité du sol (attendu/non attendu)
	Pollinisation (attendu/non attendu)
	Lutte biologique (attendu/non attendu)
	Régulation de la circulation de l'eau (attendu/non attendu)
Services écosystémiques attendus – support/soutien	Formation des sols (attendu/non attendu)
	Production primaire (attendu/non attendu)
	Cycle de l'eau (attendu/non attendu)
	Cycle de la matière (attendu/non attendu)
	Habitats des espèces (attendu/non attendu)
	Maintien de la diversité génétique (attendu/non attendu)
Services écosystémiques attendus – culturels	Loisir (attendu/non attendu)
	Santé mentale et physique (attendu/non attendu)
	Tourisme (attendu/non attendu)
	Inspiration esthétique (attendu/non attendu)
	Expérience spirituelle (attendu/non attendu)

	Sentiment d'appartenance (attendu/non attendu)
Services écosystémiques obtenus – approvisionnement	Production alimentaire (obtenu/non obtenu)
	Cueillette (obtenu/non obtenu)
	Chasse (obtenu/non obtenu)
	Récolte (obtenu/non obtenu)
	Production de bois (obtenu/non obtenu)
	Produits forestiers non ligneux (obtenu/non obtenu)
	Production de fibre (obtenu/non obtenu)
	Production de biocarburant (obtenu/non obtenu)
	Circulation et stockage de l'eau douce (obtenu/non obtenu)
	Ressources médicinales (obtenu/non obtenu)
Services écosystémiques obtenus – régulation	Climat et qualité de l'air (local) (obtenu/non obtenu)
	Piégeage et stockage de carbone (obtenu/non obtenu)
	Modération des phénomènes climatiques (obtenu/non obtenu)
	Traitement des eaux usées (obtenu/non obtenu)
	Prévention de l'érosion (obtenu/non obtenu)
	Maintien de la fertilité du sol (obtenu/non obtenu)
	Pollinisation (obtenu/non obtenu)
	Lutte biologique (obtenu/non obtenu)
	Régulation de la circulation de l'eau (obtenu/non obtenu)
Services écosystémiques obtenus – support	Formation des sols (obtenu/non obtenu)
	Production primaire (obtenu/non obtenu)
	Cycle de l'eau (obtenu/non obtenu)
	Cycle de la matière (obtenu/non obtenu)
	Habitats des espèces (obtenu/non obtenu)
	Maintien de la diversité génétique (obtenu/non obtenu)
Services écosystémiques obtenus – culturels	Loisir (obtenu/non obtenu)
	Santé mentale et physique (obtenu/non obtenu)
	Tourisme (obtenu/non obtenu)
	Inspiration esthétique (obtenu/non obtenu)
	Expérience spirituelle (obtenu/non obtenu)
	Sentiment d'appartenance (obtenu/non obtenu)

ANNEXE 3 : INDICATEURS POUR LA GRILLE DE LECTURE « CONTEXTE »

Groupe d'indicateur	Sous-groupe d'indicateurs	Indicateurs
Contexte physique	Climatologie	Type de climat
		Pluviométrie moyenne (mm/an)
		Pluviométrie max (mm/mois)
		Période de pluviométrie max
		Température moyenne annuelle (°C)
		Température moyenne haute (°C)
		Période de température max
		Température moyenne basse (°C)
		Période de température min
	Géologie	Géologie (texte)
	Pédologie	Type de sol
		Texture
	Altitude	Altitude (m)
Contexte biologique	Ecosystèmes	Part de chaque type d'écosystèmes (en %) identifiés dans la surface d'étude de l'EIE
	Milieu terrestre	Nombre d'aires protégées
		Nombre d'habitats recensés
		Nombre d'habitats critiques
		Nombre d'espèces animales protégées
		Nombre d'espèces végétales protégées
	Milieu eaux continentales	Nombre d'aires protégées
		Nombre d'habitats recensés
		Nombre d'habitats critiques
		Nombre d'espèces animales protégées
		Nombre d'espèces végétales protégées
		Présence d'eau souterraine (oui/non)
		Nombre de zones humides
	Milieu marin	Nombre d'aires protégées
		Nombre d'habitats recensés
		Nombre d'habitats critiques
		Nombre d'espèces animales protégées
		Nombre d'espèces végétales protégées
Contexte socio-économique	Population	Nombre d'habitants
		Densité de population
		Croissance démographique
		Nombre de tribus/communautés/clan
		Nombre de résidents permanents sur le site

	Plus proches résidents du site (km)
	Fréquentation du site (oui/non)
Utilisation du territoire	Activité minière – exploration (oui/non), et
	Activité minière – exploitation (oui/non)
	Aires protégées (oui/non)
	Pastoralisme (oui/non)
	Sylviculture (oui/non)
	Aquaculture (oui/non)
	Surface agricole utile (% de la zone)
	Nombre d'exploitations agricoles
Activités économiques	Energie (oui/non)
	Gaz (oui/non)
	BTP commerce et service (oui/non)
	Agriculture (oui/non)
	Aquaculture (oui/non)
	Pêche (oui/non)
	Elevage (oui/non)
	Foresterie (oui/non)
	Loisirs et tourisme (oui/non)
	Art (oui/non)
	Militaires (oui/non)
	Actifs dans le secteur de l'agriculture (%)
	Actifs dans le secteur de l'industrie (%)
	Actifs dans le secteur de la construction (%)
	Actifs dans le secteur du commerce/transports/autres services (%)
	Actifs dans le secteur de l'administration/enseignement/santé (%)
	Actifs dans le secteur minier (%)
Activités récréationnelles	Chasse (oui/non)
	Pêche (oui/non)
	Randonnées (oui/non)
	Cyclisme (oui/non)
	Equitation (oui/non)
	Ski (oui/non)
	Escalade (oui/non)
	Camping (oui/non)
	Baignade (oui/non)
	Plongée (oui/non)
	Bateau (oui/non)
	Voiture/4x4 (oui/non)
Utilisation des ressources naturelles	Eau potable après traitement (oui/non)
	Nourriture de brousse (oui/non)
	Cueillette (oui/non)
	Bois (oui/non)
	Fibre (oui/non)
	Fruits (oui/non)

		Miel (oui/non)
		Pêche (oui/non)
		Chasse (oui/non)
		Plantes médicinales (oui/non)
	Patrimoine culturel	Patrimoine culturel immatériel (oui/non)
		Patrimoine culturel immatériel – détail (texte)
		Nombre de sites archéologiques et historiques
		Nombre de sites classés
Contexte législatif		Loi
		Date
		Révision (date)
		Niveau de législation
		Organisme de tutelle
		Contenu
		Forme des mesures
		Type de mesures

ANNEXE 4 : METHODE DE RECHERCHE DES ETUDES D'IMPACT ENVIRONNEMENTALES PAR L'UTILISATION DE MOTS CLEFS

La recherche d'EIE pertinentes pour l'étude se fait par une recherche aléatoire via des mots clefs tels que « Etude d'impact environnementale », « EIE », « Compensation écologique », « Mesures compensatoires » pour les projets en France, et « Environmental Impact Assessment », « EIA », « Ecological Compensation », « Compensation », « Offset », « Biodiversity Offset », « Ecological Offset », suivis de « Australia », « America », « Africa », et « Asia » pour les projets hors France.

ANNEXE 5 : MISE EN FORME DES DONNEES PREALABLE A L'ANALYSE MULTIVARIEE

Les données recueillies lors de l'étape d'acquisition des données doivent être mise sous une forme utilisable par le logiciel R. Il s'agit de l'étape « codage des données ». Aussi, les indicateurs dont les modalités ne peuvent évidemment pas être utilisables sous R, comme le contenu de la législation, sont retirées du tableau qui sera utilisé pour l'analyse. Les indicateurs ayant trop de données manquantes ne sont pas pris en compte.

ANNEXE 6 : TERMES UTILISES EN ANALYSE MULTIVARIEE DE DONNEES ET CORRESPONDANCE AVEC LES ELEMENTS DE L'ETUDE

Termes utilisés en Analyse multivariée de données	Explication du terme selon le langage utilisé en analyse multivarié de données	Correspondance avec les éléments de l'étude
Un individu		Une méthode de compensation
Une variable		Un indicateur de la grille « Contexte »
Une modalité		La forme que prend un indicateur
La combinaison des modalités d'un individu donné		Le contexte de mise en place d'une compensation écologique donnée
Axes principaux	A chaque variable initiale du tableau est associé un axe. L'espace dans lequel seront situés les individus peut être difficile à visualiser dès que le nombre de variable – et donc d'axe – est trop important. Le calcul des axes principaux permet une combinaison linéaire des variables initiales en perdant le moins d'information possible. Dès lors, l'espace dans lequel sont situés les individus est composé des axes principaux. Moins nombreux que les axes initiaux, leur calcul rend possible la visualisation de nos individus	
Un individu actif	Les individus qui participent au calcul des axes principaux	Toutes les méthodes renseignées dans la grille de lecture
Un individu supplémentaire	Les individus qui sont projetés par rapport aux individus actifs sans participer aux calculs des axes principaux	Dans notre cas, le projet de Zuuvch Ovoo

ANNEXE 7 : TABLEAU UTILISE POUR L'ANALYSE FACTORIELLE MULTIPLE

N	Sol_G	Sol_AL	Sol_S	Sol_A	Sol_LC	Sol_SA	Altitude_m	Pmoy	Pmax	Tmoy	Tmax
M1	oui	non	non	non	non	non	325	1350	127	3,3	20
M2.3.4.5.6	non	oui	non	non	non	non	250	3141	471	23,1	26,5
M7	non	non	oui	non	non	non	65	1326,4	333,1	26,4	34,3
M8	oui	non	non	non	non	non	40	1071	275,7	27,5	34,6
M9	non	non	non	non	non	oui	100	167	25	20,3	37
M10	non	non	non	oui	non	non	350	600	102	23,6	35
M11	non	non	non	oui	non	non	500	779,5	78	11,3	26
M12	non	non	non	oui	non	non	210	1134,4	120,1	11,5	20,8
M13	non	non	non	oui	non	non	30	859,4	98,9	12,4	26,4
M14	non	non	non	non	oui	non	466	1036	109	8	20,8
M15	non	non	non	non	non	oui	1555	985,9	106	9,9	26,4
M16	non	non	non	non	oui	non	170	734	100	13,8	28,4
M17	non	non	non	oui	non	non	150	2152	378	22,6	30,7
M18	non	non	non	oui	non	non	578	813,4	173,3	25,5	40,1
M19	non	non	non	non	non	oui	8	212	87	26,0	35,2
M20	non	non	non	oui	non	non	100	1638,2	320,8	27,8	36,4
Mongolie	non	non	oui	non	non	non	279	90,5	26	3,8	38,5

N	Tmin	Aires protégées T	Habitats T	Hab sensibles T	Faune T	Flore T	Nb hab	Densité pop	Croissance D	Res plus proche	Fréquentation	Mine exploration	Mine exploitation	Aires protégées	Pastoralisme	Sylviculture	Agriculture	Aquaculture	Eau potable
M1	-17	2	8	0	9	0	751171	10,3	0,3	10	oui	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
M2.3.4.5.6	19,4	3	15	3	16	65	1881	1,4	1,6	10	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	non	oui
M7	15,4	1	6	0	19	0	2262	214,8	6,7	6,5	oui	non	oui	oui	non	non	oui	non	non
M8	18,5	1	16	4	3	0	3400	105,5	4,6	19	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui	non	oui
M9	4,5	2	5	2	30	3	4873	91,9	11,7	14	non	oui	oui	oui	oui	non	oui	non	non
M10	10	0	23	0	6	2	22588	384,8	7,0	0	non	non	oui	oui	oui	non	oui	non	non
M11	7	0	4	0	10	1	3688	166,8	-40,9	0,1	non	non	non	non	oui	non	oui	non	non
M12	2,5	0	7	0	4	0	2623	79,1	1,9	0,7	oui	non	oui	oui	non	non	oui	non	non
M13	2,5	0	0	0	4	0	634	13	-0,7	0,65	oui	non	non	non	oui	oui	oui	non	oui
M14	-2,1	3	5	0	13	0	2116	28,6	21	0,61	oui	non	non	oui	non	oui	oui	non	oui
M15	-3,8	2	9	2	2	0	387	13,4	-0,9	15	oui	non	non	oui	oui	oui	oui	non	oui
M16	1,3	0	8	1	5	0	1440	160	1,2	0,32	non	non	non	non	non	non	oui	non	non
M17	13	0	5	1	0	7	7300000	6600,4	0,9	0,42	oui	non	non	non	non	non	non	non	non
M18	10,6	0	0	0	0	0	10707733	612,2	12,6	0	oui	non	non	non	oui	non	oui	non	non
M19	10,3	0	2	0	0	0	14910352	4223,9	58,0	0	oui	non	non	non	non	non	non	non	non
M20	19,2	0	0	0	0	0	95163	1023,4	2,5	0	oui	non	oui	non	non	oui	oui	non	oui
Mongolie	-31	1	2	0	8	7	1482	0,01	-0,2	0	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui	non	non

N	Cueillette	Bois	Fibre	Fruits	Miel	Pêche	Chasse	Plantes médic	Loi
M1	non	oui	non	non	non	oui	oui	non	C
M2.3.4.5.6	non	non	non	non	non	oui	non	oui	EI
M7	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	C
M8	oui	oui	non	non	non	oui	oui	non	C
M9	non	non	non	non	non	oui	non	non	C
M10	non	non	non	non	non	non	non	non	C
M11	non	non	non	non	non	non	non	non	C
M12	non	non	non	non	non	non	oui	non	C
M13	non	oui	non	non	non	oui	oui	non	C
M14	non	non	non	non	non	non	non	non	C
M15	non	non	non	non	non	non	oui	non	C
M16	non	non	non	non	non	non	non	non	C
M17	non	non	non	non	non	non	non	non	C
M18	non	non	non	non	non	non	non	non	C
M19	non	non	non	non	non	non	non	non	EI
M20	non	oui	non	non	non	oui	non	non	EI
Mongolie	oui	oui	non	oui	non	non	non	oui	EI

ANNEXE 8 : GUIDE D'ENTRETIEN DESTINE AUX ELEVEURS MONGOLS

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

---

1. L'éleveur et son élevage
   a. L'éleveur

Noms(s) : .....
Prénom(s) : .....
Age : .....
Sexe : .....
Aïmag : .....
Soum : .....
Bag : .....

Est-ce que l'élevage est votre activité principale ? .....

Autre(s) activité(s) .....

- Depuis quand êtes-vous installé(e) dans cette région ?
- Pourquoi ? *(Si depuis toujours, pourquoi être resté, si vient d'une autre région, pourquoi s'est-il installé ici ?)*
- Depuis quand pratiquez-vous l'élevage ?
- Pourquoi ?

1

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

Notes supplémentaires :

b. Le troupeau

Nombre de chameaux : .....
Nombre de bovins : .....
Nombre de chèvres : .....
Nombre de mouton : .....
Nombre de chevaux : .....
Nombre de volaille : .....
Autre, préciser : .....

Notes supplémentaires :

c. Organisation du travail

Travaillez-vous seul(e) ? .....

***Si ne travaille pas seul** :*

Avec personnes de la famille ? .....
Nombre de personnes de la famille : .....
Avec des éleveurs extérieurs à la famille ? .....
Nombre d'autres éleveurs : .....

- Comment sont réparties les tâches ?

2

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

Si éleveurs extérieurs à la famille participent aux tâches :

- Comment est-ce organisé ? (Association traditionnelle, coopérative, etc.)

Notes supplémentaires :

d. Organisation des activités d'élevage

Le bétail est-il géré ensemble ou séparément (en termes d'espèces) ? .....

Si géré séparément :

- Quelle composition des troupeaux ?
- Pour quelle(s) raison(s) ?
- Avez-vous une idée de la distance parcourue chaque jour par les bêtes ? Même distance pendant l'hiver ?

3

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

e. La mobilité

Etes-vous mobile au cours de l'année ? .....

Combien de fois par an minimum ? .....

Quelle distance entre les campements ? .....

Où se situent les campements ?

Pour quelle(s) raison(s) êtes-vous sur tel ou tel campement à ces périodes de l'année ?

f. L'alimentation

Quelle est l'alimentation générale des animaux selon les saisons, et les espèces ?

Quelle est leur alimentation en hiver ?

4

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

Connaissez-vous des espèces toxiques ?

Quelles espèces utilisez-vous ?

Notes supplémentaires :

g. Les systèmes de culture

Plantez-vous des cultures ? .....

Si oui : que plantez-vous principalement ?

Si oui : à quoi sont destinées ces cultures ?

Notes supplémentaires :

5

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

h. La production animale

- Que produisez-vous ?

- Avez-vous une idée des quantités ?

- Est-ce destiné à la vente, la consommation personnelle, ou les deux ?

Notes supplémentaires :

2. Evolution de l'environnement pastoral

a. Perception de l'état des pâturages

Le pâturage est-il satisfaisant pour le bétail ? .....

Selon vous, l'état du pâturage a-t-il évolué ces dernières années ? .....

S'est-il plutôt dégradé ou amélioré ? .....

Comment voyez-vous que le pâturage s'est amélioré / dégradé ?

6

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

Notes supplémentaires :

.....

.....

.....

.....

c. Le cas des plantations

Avez-vous déjà planté ? .....

- ***Si oui*** : comment, avec quelles espèces, quelles pratiques, quelles techniques ?

.....

.....

.....

.....

- ***Si oui*** : quels ont été les résultats ?

.....

.....

.....

.....

.....

- Pour quelle(s) raison(s) ?

.....

.....

.....

.....

.....

Si intérêt pour la plantation : avez-vous connaissances de personnes ayant déjà planté ? .....

Si oui, avec quels résultats ?

.....

.....

.....

.....

.....

8

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

Pour quelle(s) raison(s) ?

.....

.....

.....

.....

.....

Avez-vous eu connaissance d'organisation type ONG ou d'Etat qui ont réalisé des plantations (***notamment pour les éleveurs de Gurvansaikhan***) .....

- ***Si oui*** : quel était le résultat ?

.....

.....

.....

.....

.....

Selon vous, ces projets de plantations utilisaient-ils de bonnes méthodes ? .....

Feriez-vous autrement ? .....

- Selon vous, quels sont les causes des échecs et des réussites de ce type de projet (protection, sol, qualité des plants, bon choix d'espèces…) ?

.....

.....

.....

.....

.....

- Que conseilleriez-vous ?

.....

.....

.....

.....

.....

9

Enquête n° Date & heure Localisation (points GPS)

Notes supplémentaires :

Avez-vous des questions ?

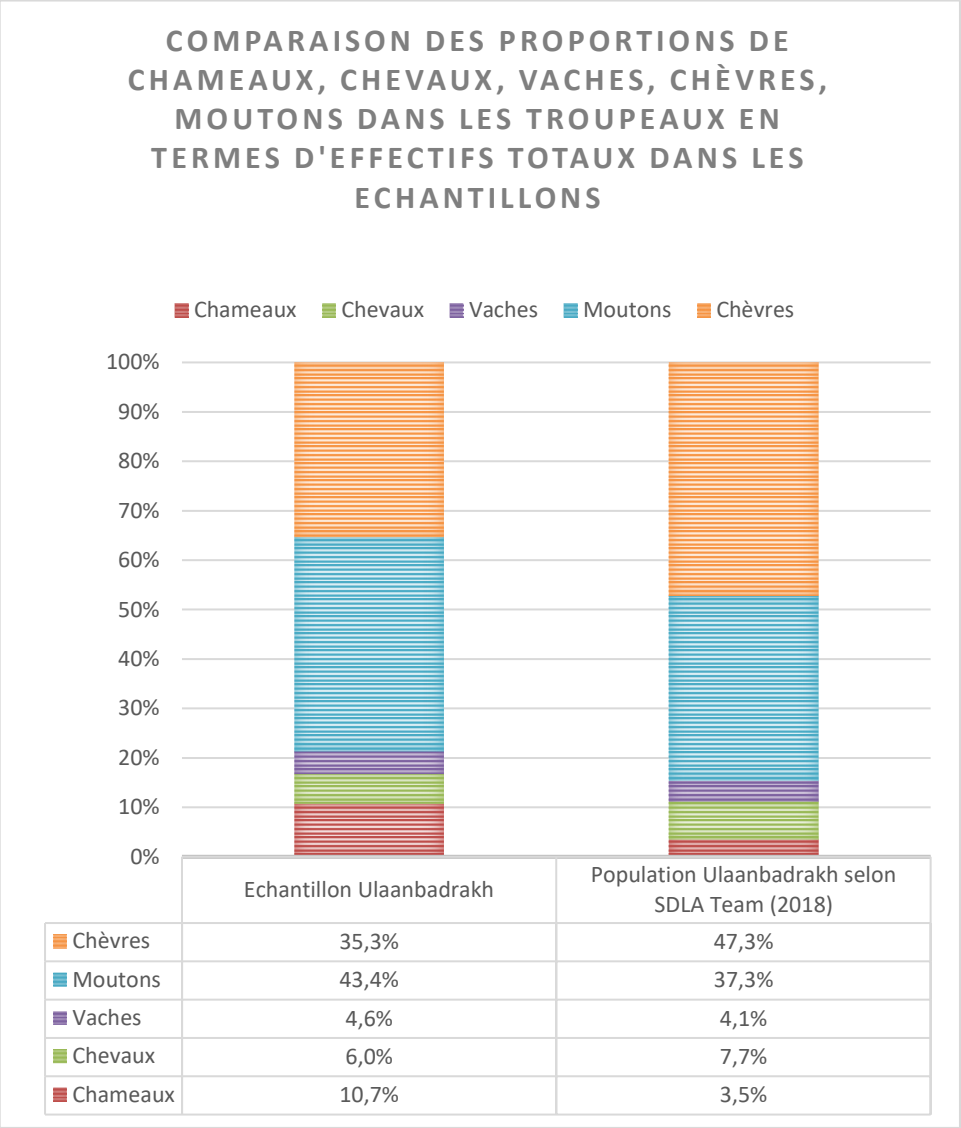
10

ANNEXE 9 : TABLEAU DES DONNEES ET DES POURCENTAGES POUR LA COMPARAISON DES ECHANTILLONS AVEC LA POPULATION D'*ULAANBADRAKH* SELON SDLA TEAM (2018)

Troupeau - effectif						
	Cheptel	Chameaux	Chevaux	Vaches	Moutons	Chèvres
Echantillon Ulaanbadrakh	9149	981	550	419	3968	3231
Echantillon Ulaanbadrakh + Gurvansaikhan	18986	1333	886	548	8938	7281
Ulaanbadrakh (SDLA Team, 2018)	138649	4885	10731	5719	51761	65553
Troupeau - effectifs en pourcentages						
		Chameaux	Chevaux	Vaches	Moutons	Chèvres
Echantillon Ulaanbadrakh		10,7%	6,0%	4,6%	43,4%	35,3%
Echantillon Ulaanbadrakh + Gurvansaikhan		7,0%	4,7%	2,9%	47,1%	38,3%
Ulaanbadrakh (SDLA Team, 2018)		3,5%	7,7%	4,1%	37,3%	47,3%
Troupeau - UGB						
	Cheptel	Chameaux	Chevaux	Vaches	Moutons	Chèvres
Echantillon Ulaanbadrakh	3030	981	550	419	595	485
Echantillon Ulaanbadrakh + Gurvansaikhan	5200	1333	886	548	1341	1092
Ulaanbadrakh (SDLA Team, 2018)	38932	4885	10731	5719	7764	9833
Troupeau - UGB en pourcentages						
		Chameaux	Chevaux	Vaches	Moutons	Chèvres
Echantillon Ulaanbadrakh		32,4%	18,2%	13,8%	19,6%	16,0%
Echantillon Ulaanbadrakh + Gurvansaikhan		25,6%	17,0%	10,5%	25,8%	21,0%
Ulaanbadrakh (SDLA Team, 2018)		12,5%	27,6%	14,7%	19,9%	25,3%
Nombre de déplacements annuels						
	0	1 à 4	5 à 7	>= 8	Total	
Echantillon Ulaanbadrakh	1	9	2	1	13	
Echantillon Ulaanbadrakh + Gurvansaikhan	2	17	5	1	25	
Ulaanbadrakh (SDLA Team, 2018)	19	10	14	7	50	
Nombre de déplacements annuels - pourcentages						
	0	1 à 4	5 à 7	>= 8		
Echantillon Ulaanbadrakh	0,08	0,69	0,15	0,08		
Echantillon Ulaanbadrakh + Gurvansaikhan	0,08	0,68	0,2	0,04		
Ulaanbadrakh (SDLA Team, 2018)	0,38	0,2	0,28	0,14		

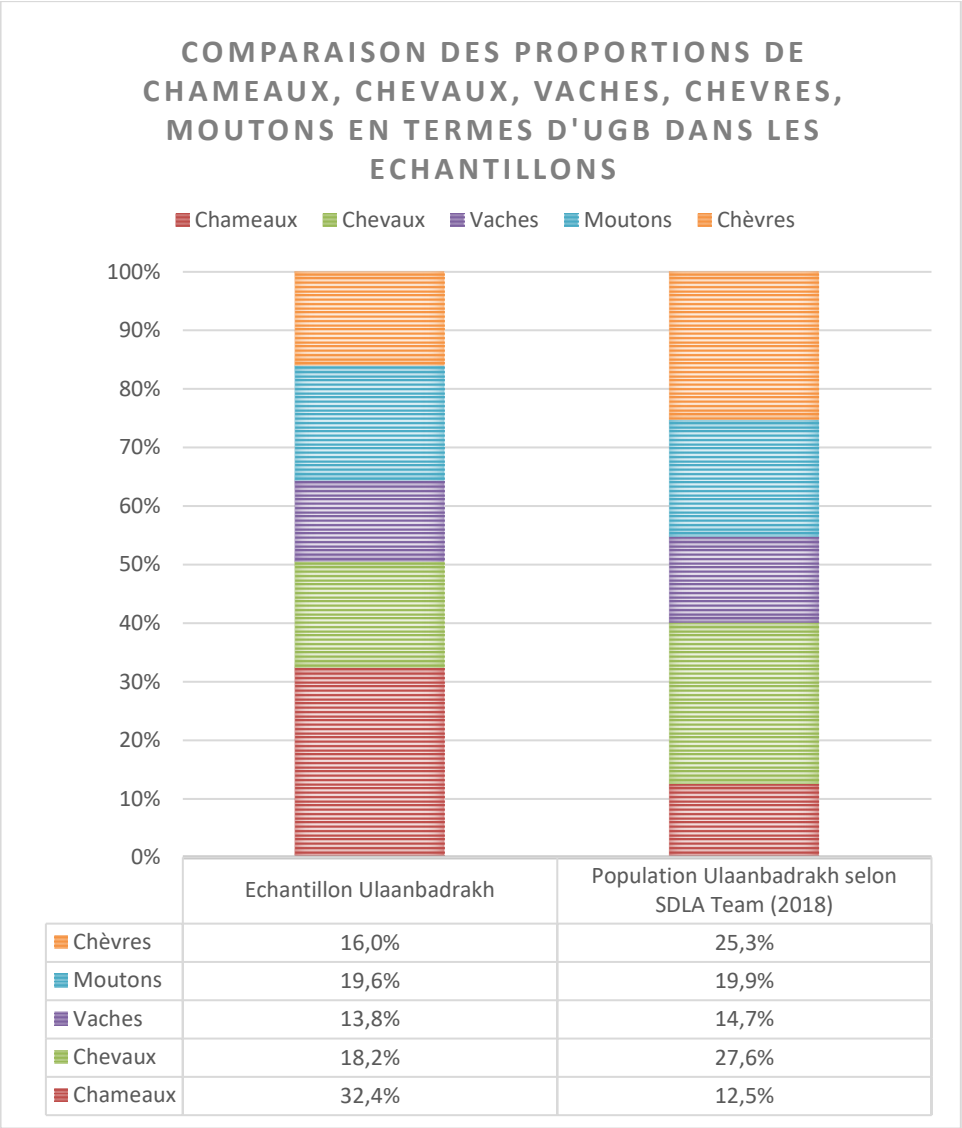
ANNEXE 10 : COMPARAISON GRAPHIQUE DE L'ECHANTILLON D'ELEVEURS D'*ULAANBADRAKH* ET DE LA POPULATION D'*ULAANBADRAKH* SELON SDLA TEAM (2018)

La population d'*Ulaanbadrakh* décrite dans rapport de SDLA Team (2018) nous sert de population de référence pour vérifier que notre échantillon n'est pas trop éloigné de la réalité. Les données à l'origine des graphiques sont disponibles en **annexe 9 : « tableau des données et des pourcentages pour la comparaison des échantillons avec la population d'*Ulaanbadrakh* selon SDLA team (2018) ».**



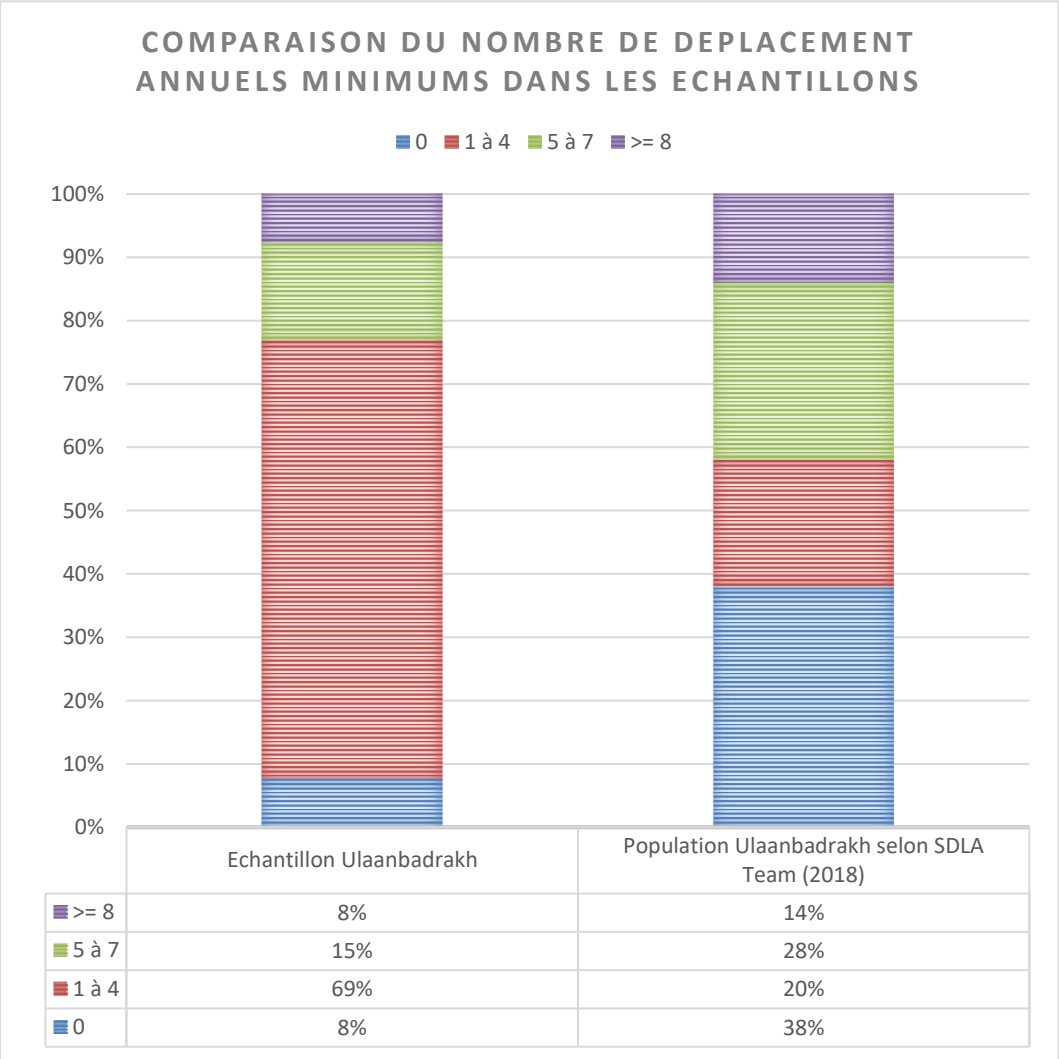
	Echantillon Ulaanbadrakh	Population Ulaanbadrakh selon SDLA Team (2018)
Chèvres	35,3%	47,3%
Moutons	43,4%	37,3%
Vaches	4,6%	4,1%
Chevaux	6,0%	7,7%
Chameaux	10,7%	3,5%

La plus grande différence entre notre échantillon d'*Ulaanbadrakh* et l'échantillon du rapport de SDLA Team se situe au niveau du nombre de chèvres, plus important dans le second, et au niveau du nombre de moutons et de chameaux, plus important dans le premier.



	Echantillon Ulaanbadrakh	Population Ulaanbadrakh selon SDLA Team (2018)
Chèvres	16,0%	25,3%
Moutons	19,6%	19,9%
Vaches	13,8%	14,7%
Chevaux	18,2%	27,6%
Chameaux	32,4%	12,5%

En termes d'UGB, la plus grande différence entre notre échantillon d'*Ulaanbadrakh* et l'échantillon du rapport de SDLA Team se situe au niveau du nombre de chèvres, plus important dans le second, et au niveau du nombre de moutons et de chameaux, plus important dans le premier.



	Echantillon Ulaanbadrakh	Population Ulaanbadrakh selon SDLA Team (2018)
>= 8	8%	14%
5 à 7	15%	28%
1 à 4	69%	20%
0	8%	38%

L'échantillon du rapport de SDLA Team (2018), comporte plus d'éleveurs sédentaires, et d'éleveurs se déplaçant plus de 5 fois par an. Notre échantillon comporte plus d'éleveur se déplaçant 1 à 4 fois par an.

ANNEXE 11 : TABLEAU DES DONNEES D'ENTRETIEN

N	Aimag	Soum	Bag	Sexe	Age	Act_Principale
1	Dornogovi	Sainshand	Zuumbayan	F	56	Oui
2	Dornogovi	Sainshand	Zuumbayan	F	61	Oui
3	Dornogovi	Sainshand	Zuumbayan	M	56	Oui
4	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	F	52	Oui
5	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	F	44	Oui
6	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	F	40	Oui
7	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	M	37	Oui
8	Dornogovi	Khuvsgul	Khuvsgul	F	39	Oui
9	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	M	51	Oui
10	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	M	55	Oui
11	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	M	43	Oui
12	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	M	41	Non
13	Dornogovi	Ulaanbadrakh	Argalant	M	32	Non
14	Dundgovi	Gurvansaikhan	Suuganz	F	61	Oui
15	Dundgovi	Gurvansaikhan	Dersen_us	M	51	Oui
16	Dundgovi	Gurvansaikhan	Gurvansaikhan	F	39	Oui
17	Dundgovi	Gurvansaikhan	Chuluut	M	30	Oui
18	Dundgovi	Gurvansaikhan	Elgen	M	40	Oui
19	Dundgovi	Gurvansaikhan	Gurvansaikhan	M	61	Oui
20	Dundgovi	Gurvansaikhan	Dersen_us	F	66	Oui
21	Dundgovi	Gurvansaikhan	Dersen_us	F	46	Oui
22	Dundgovi	Gurvansaikhan	Elgen	M	37	Oui
23	Dundgovi	Gurvansaikhan	Elgen	F	82	Oui
24	Dundgovi	Gurvansaikhan	Chuluut	F	69	Oui
25	Dundgovi	Gurvansaikhan	Dersen_us	F	63	Oui

Act_Autre	Date Installation	Naissance	Date Elevage	Cheptel	Chameaux	Chevaux
Oui	1995	Non	2014	400	0	0
Non	1958	Oui	1980	450	50	50
Non	1963	Oui	1979	790	150	0
Non	1998	Non	1985	700	50	50
Non	1993	Non	1993	703	450	150
Oui	1979	Oui	2007	900	60	45
Non	1980	Non	2000	665	10	45
Non	2013	Non	1998	710	60	40
Oui	1968	Oui	1992	1700	80	50
Non	1964	Oui	1980	840	40	60
Non	1976	Oui	2001	880	30	20
Oui	1978	Oui	1998	83	0	10
Oui	1987	Oui	2001	331	1	30
Non	1979	Non	2012	573	220	0
Non	1968	Oui	1999	1200	0	0
Non	1980	Oui	2000	1087	2	150
Non	1989	Oui	2014	870	0	50
Non	1979	Oui	1999	1661	80	109
Non	1991	Non	1991	270	0	0
Non	1953	Oui	1993	360	0	0
Non	1973	Oui	1992	685	0	10
Non	1982	Oui	1999	1204	0	0
Non	1937	Oui	1949	1280	50	10
Non	1950	Oui	1970	140	0	0
Non	1956	Oui	1979	507	0	7

Vaches	Moutons	Chèvres	Volailles	MO permanente	MO Ponctuelle	MO familiale
0	300	100	0	1	3	4
50	150	150	0	2	2	4
40	300	300	0	2	4	4
50	500	50	0	2	0	2
0	100	0	3	2	1	3
80	480	235	0	1	8	9
10	300	300	0	3	0	3
10	300	300	0	2	2	4
100	735	735	0	2	0	0
46	218	476	0	3	0	2
30	400	400	0	3	0	3
3	35	35	0	1	2	3
0	150	150	0	1	2	3
13	0	340	0	2	0	2
0	700	500	0	2	2	3
35	600	300	0	5	1	5
10	460	350	0	2	0	2
32	1100	340	0	2	3	4
0	150	120	0	2	0	2
10	200	150	0	3	0	3
5	300	370	0	2	0	2
4	600	600	0	2	3	5
20	500	700	0	6	0	6
0	60	80	0	3	2	5
0	300	200	0	2	0	2

MO Ext	MO TOTAL	Mobile	Nb deplacement min	Distance moyenne (km)	Culture	Vente_Lait
0	4	Oui	8	5	Non	Non
0	4	Oui	3	4	Non	Oui
0	4	Oui	3	15	Non	Non
0	2	Oui	3	15	Non	Non
0	3	Oui	2	1	Non	Oui
0	9	Oui	3	50	Non	Oui
0	3	Oui	4	4	Non	Oui
0	4	Oui	2	23	Non	Non
0	0	Oui	5	8	Non	Non
1	3	Oui	4	11	Oui	Non
0	3	Oui	7	4	Non	Non
0	3	Non	0	0	Non	Non
0	3	Oui	3	4	Non	Oui
0	2	Non	0	0	Oui	Oui
1	4	Oui	4	12	Non	Non
1	6	Oui	6	30	Non	Oui
1	3	Oui	7	50	Non	Non
1	5	Oui	3	40	Non	Non
0	2	Oui	2	15	Non	Non
0	3	Oui	2	20	Non	Non
0	2	Oui	4	10	Non	Non
0	5	Oui	1	6	Non	Non
0	6	Oui	5	8	Non	Non
0	5	Oui	4	5	Non	Non
0	2	Oui	4	4	Non	Non

Vente_Viande	Vente_Peau	Vente_Cachemire	Vente_LaineM	Vente_LaineC
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Oui	Non	Oui	Oui	Non
Oui	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Oui	Non	Non
Oui	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Oui	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Non
Oui	Non	Oui	Oui	Non
Oui	Oui	Oui	Oui	Non
Non	Non	Oui	Oui	Oui
Non	Non	Oui	Oui	Non
Oui	Non	Oui	Oui	Non

Vente_Corde_chameaux	Vente_Crin	Revenu_Vente	Paturages Satisfaisant	Etat Paturages	Vegetation tardive
Non	Non	5030000	Non	D	Non
Non	Non	14500000	Non	D	Oui
Oui	Non	15000000	Oui	S	Non
Oui	Non	17000000	Oui	S	Non
Non	Non	20000000	Non	S	Non
Non	Non	30000000	Oui	S	Non
Non	Non	16000000	Oui	S	Oui
Non	Non	0	Oui	S	Non
Non	Non	60000000	Oui	D	Non
Non	Non	20000000	Oui	D	Non
Non	Non	30000000	Oui	D	Oui
Non	Non	3500000	Non	D	Non
Non	Oui	8000000	Non	D	Non
Non	Non	12100000	Oui	S	Non
Non	Non	10300000	Moy	S	Non
Non	Oui	65000000	Oui	D	Non
Non	Non	15200000	Moy	D	Non
Non	Oui	30775000	Oui	D	Non
Non	Non	2900000	Oui	S	Non
Non	Non	9050000	Non	D	Non
Non	Non	17825000	Non	D	Oui
Non	Non	10750000	Non	D	Non
Non	Non	5300000	Oui	D	Non
Non	Non	3027500	Non	D	Non
Non	Non	7240000	Moy	D	Non

Espece moins disponibles	Moins dense	Plus petite	Moins bonne	Plus d'adventices	Pb Nb de tete
Non	Oui	Non	Non	Non	Non
Non	Oui	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Non	Non	Non
Non	Oui	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Non	Non	Non	Non	Oui	Non
Non	Non	Oui	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Oui	Non	Oui
Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Non	Oui	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Non	Non	Non
Non	Oui	Non	Non	Non	Oui
Non	Non	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui
Non	Non	Oui	Non	Non	Non
Non	Oui	Oui	Non	Non	Non
Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non
Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Oui	Oui	Oui	Non	Non	Oui
Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Non
Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non

Pb Pluie	Pb Qualité eau	Pb Nb eleveurs	Plantation faisable	Plant interessantes
Oui	Non	Oui	Non	Non
Oui	Oui	Non	Non	Oui
Oui	Non	Non	Oui	Oui
Non	Non	Non	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Non	Non
Non	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Oui	Oui
Non	Non	Non	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Non	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Oui	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Non	Non
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Non	Non	Non	Oui
Oui	Non	Non	Oui	Oui

ANNEXE 12 : METHODE POUR LA REPRESENTATION DES PARCOURS DES ANIMAUX AUTOUR DES CAMPEMENTS GRACE AU LOGICIEL QGIS

Les latitudes et longitudes des points GPS des campements d'hiver et d'été sont importés et représentés sur une carte grâce au logiciel QGIS (Ujaval, 2016). Les données liées aux distances maximales parcourues par les animaux sont aussi représentées spatialement. Pour ce faire, chaque campement doit être importé séparément, car tous les éleveurs n'ont pas renseigné les mêmes distances. Pour le campement d'été de l'éleveur **N**, une zone tampon est créée autour de ce campement (SIG cours, 2014) : elle correspond à la distance maximale parcourue par le bétail durant l'été, renseignée par l'éleveur **N**. Dès que toutes les zones tampons sont représentées sur la carte, deux vecteurs sont créés pour finalement regrouper les campements sous un même vecteur « campements d'été » ou « campements d'hiver », et pour regrouper les zones tampons sous un même vecteur « déplacement maximum des animaux ».

ANNEXE 13 : TRIPLE VERIFICATION DES CORRESPONDANCES NOM VERNACULAIRE – NOM LATIN DES ESPECES CITEES PAR LES ELEVEURS

Une des étapes importantes du travail consiste en la recherche de correspondance entre noms vernaculaire mongol et nom latin de chaque espèce. Ce travail s'est fait en trois temps : (i) avec l'aide de Lhagva, botaniste d'ORANO et Samantha Bazan, botaniste du CIRAD, (ii) avec l'aide de Gerlee, notre interprète lors de la seconde phase de terrain et « *land officer* », et (iii) à l'aide du livre « The flowers of the Mongolian Gobi desert », de Tungalag Radnaakhand (Tungalag, 2016).

ANNEXE 14 : TABLEAU DES DONNEES ETHNOBOTANIQUES DESTINE A L'ANALYSE

Genre	Espèce	Nom vernaculaire mongol	Nb Familles	Nb Familles Dornogovi	Nb Familles Dundgovi		Bétail	Bétail – hiver	Homme	Non-appété	Contre-indiqué/nocif	Achat		% de famille ayant cité l'espèce dans les deux provinces	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dornogovi	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dundgovi
Achnaterum	*splendens*	Tooroi ders, Gyalbar Ders, Ders	6	1	5		4	2	0	0	0	0		24%	8%	42%
Agropyron	*cristatum*	Erkhög	1	0			1	1	0	0		0		4%	8%	0%
Allium	*mongolicum*	Khumuul	25	13	12		24	5	22	0	4	0		100%	100%	100%
Allium	*odorum*	Tuutsai	1	0	1		0	0	1	0	0	0		4%	0%	8%
Allium	*polyrhizum*	Taana	25	13	12		25	3	12	0	4	0		100%	100%	100%
Amygdalus	*mongolica*	Buils	3	1	2		3	1	0	0	0	0		12%	8%	17%
Anabasis	*brevifolia*	Bagluur(ga)	4	4	0		3	0	0	0	1	0		16%	31%	0%
Artemisia	*adamsii*	Umkhii sharilj	3	0	3		0	0	0	3	0	0		12%	0%	25%
Artemisia	*anethifolia*	khonin sharilj, Sharilj khonin	2	1	1		1	1	0	0	0	0		8%	8%	8%
Artemisia	*frigida*	Agi	9	1	8		8	6	0	0	0	0		36%	8%	67%
Artemisia	*pectinata*	Shulkhii	2	0	2		0	1	0	2	0	0		8%	0%	17%
Artemisia	*santolinifolia*	Khar shavag	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Artemisia	*xanthochroa*	Shar but	2	2	0		2	0	0	1	0	0		8%	15%	0%
Artemisia	*xerophytica*	Shavag, Bor shavag	4	4	0		3	2	0	0	0	0		16%	31%	0%
Artemisia		Temeen sharilj	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Artemisia		Uorin sharilj	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Artemisia		Sharilj	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Asparagus	*gobicus*	Khereen nud	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Avena	*sativa*	Hoshuu budaa	5	0	5		5	5	0	0	0	5		20%	0%	42%
Bassia	*dasyphylla*	Khamkhuul	3	3	0		3	0	0	0	0	0		12%	23%	0%
Caragana		Khargana	5	3	2		5	2	0	0	0	0		20%	23%	17%
Chenopodium	*aristatum*	Sortoi luul	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Chenopodium	*prostratum*	Luul	2	0	2		1	0	0	1	0	0		8%	0%	17%
Chloris	*virgata*	Tsagaan uvs	1	1	0		1	1	0	0	0	0		4%	8%	0%

Genre	Espèce	Nom vernaculaire mongol	Nb Familles	Nb Familles Dornogovi	Nb Familles Dundgovi		Bétail	Bétail – hiver	Homme	Non-appété	Contre-indiqué/nocif	Achat		% de famille ayant cité l'espèce dans les deux provinces	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dornogovi	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dundgovi
Cleistogenes	*songorica*	Khazaar	10	10	0		10	1	0	0	0	0		77%	23%	0%
Corispermum	*mongolicum*	Khamkhuul	3	3	0		3	0	0	0	0	0		23%	0%	0%
Cynomorium	*songaricum*	Goyo	1	1	0		0	0	0	1	0	0		8%	8%	0%
Dasiphora	*fruticosa*	Borolgono	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Elymus	*giganteus*	Suli	4	4	0		4	1	0	0	0	0		15%	31%	0%
Ephedraceae	*dum*	Zeergene	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Eragrostis	*minor*	Shivee	1	1	0		0	0	0	1	0	0		4%	8%	0%
Euphorbia	*humifosa*	Suurei nogoo	1	0	1		0	0	0	0	0	0		4%	0%	8%
Eurotea	*ceratoides*	Teseg	1	1	0		1	0	0	0	1	0		4%	8%	0%
Glycyrrhiza	*uralensis*	Chikher uvs	2	1	1		0	0	0	0	0	0		8%	8%	8%
Holoxylon	*ammodendron*	Zag	10	10	0		8	4	1	3	0	0		40%	77%	0%
Hophilophyllum	*douricum*	Khuj uvs	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Hyosyamus	*niger*	Lantanz	2	2	0		0	0	0	0	0	0		8%	15%	0%
Iris	*tenuifolia*	Tsakhildag	2	2	0		2	0	0	0	0	0		8%	15%	0%
Micropeplis	*arachnoidea*	Khamkhuul	3	3	0		3	0	0	0	0	0		12%	23%	0%
Nitraria	*sibirica*	Kharmag, Tovstog	7	6	1		3	2	3	0	0	0		28%	46%	8%
Peganium	*nigellastrum*	Umkhin nogoo	1	1	0		0	0	0	0	1	0		4%	8%	0%
Populus		Ulias	1	0	1		0	0	1	0	0	0		4%	0%	8%
Reaumuria	*soogorica*	Ulaanbudargana	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Rheum	*nonum*	Bajuuna	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Rhodiola	*rosea*	Altan gagnuur	1	1	0		0	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
Salsola	*laricifolia*	Zagsal	3	3	0		2	3	0	0	0	0		12%	23%	0%
Salsola	*passerina*	(Bor)Budargana	16	8	8		16	8	0	0	0	0		64%	62%	67%
Saussurea	*amara*	Gashuun	10	5	5		10	4	0	0	0	0		40%	38%	42%
Scusurea	*schanginiana*	Shanga gashuun	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%

Genre	Espèce	Nom vernaculaire mongol	Nb Familles	Nb Familles Dornogovi	Nb Familles Dundgovi		Bétail	Bétail – hiver	Homme	Non-appété	Contre-indiqué/nocif	Achat		% de famille ayant cité l'espèce dans les deux provinces	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dornogovi	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dundgovi
Scorzonera	*parviflora*	Khavisgana, Havisgana	6	4	2		3	0	4	0	0	0		24%	31%	17%
Secale	*cereale*	(seigle)	1	0	1		1	1	0	0	0	1		4%	0%	8%
Stellaria	*dichotoma*	Tumen zangilar	1	1	0		0	0	1	0	0	0		4%	8%	0%
Stipa	*glaerosa*	Saiirin hyalgana, Mongol, khyalgana	16	13	3		16	3	1	0	0	0		64%	100%	25%
Stipa	*gobica*	Stipa, Goviin hyalgana	6	0	6		6	6	0	0	0	0		24%	0%	50%
Stipa	*kyrolovii*	Nariin uvs	1	1	0		1	1	0	0	0	0		4%	8%	0%
Tamarix	*ramosissima*	Surhai	2	2	0		1	0	0	1	0	0		8%	15%	0%
Tribulus	*terrestris*	(Zelen) Zanguu	1	1	0		0	0	1	1	0	0		4%	8%	0%
Triticum		Ur tariа, Ulaan buudai	2	0	2		2	2	0	0	0	2		8%	0%	17%
Ulmus	*pumila*	Khailaas	2	2	0		2		0	0	0	0		8%	15%	0%
Vincetoxicum	*sibiricum*	Temeen khurh	1	1	0			0	1	0	0	0		4%	8%	0%
Zea	*mays*	(maïs)	1	0	1		1	1	0	0	0	1		4%	0%	8%
Zygophyllum	*xanthoxylon*	Khulaugün undar, Khulangiin undaa, Khulangun undar, Khylangiin undaa	6	6	0		1	0	5	0	0	0		24%	46%	0%
		Sheeren, Khotir	5	5	0		5	1	0	0	1	0		20%	38%	0%
		Alurkii but	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
		Neirlueip sheeren	1	1	0		0	0	0	0	1	0		4%	8%	0%

Genre	Espèce	Nom vernaculaire mongol	Nb Familles	Nb Familles Dornogovi	Nb Familles Dundgovi		Bétail	Bétail – hiver	Homme	Non-appété	Contre-indiqué/nocif	Achat		% de famille ayant cité l'espèce dans les deux provinces	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dornogovi	% de famille ayant cité l'espèce dans le Dundgovi
		Shagshuurga	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
		Bor taira	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
		Kuirga	3	3	0		3	0	0	0	0	0		12%	23%	0%
		Ukher but	2	2	0		1	0	0	0	0	0		8%	15%	0%
		Tavstag	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
		Khar mod	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
		Bog uvs	1	1	0		1	0	0	0	0	0		4%	8%	0%
		Mukhii but	2	2	0		1	0	0	0	0	0		8%	15%	0%
		Umkhii but	4	4	0		3	0	1	0	0	0		16%	31%	0%
		Sharilj	1	1	0		0	0	1	0	0	0		4%	8%	0%
		Sharilj morin	1	1	0		1	1	0	0	0	0		4%	8%	0%
		Teemen but	1	0	1		0	0	1	0	0	0		4%	0%	8%
		But	6	0	6		6	5	0	0	0	0		24%	0%	50%
		Ukher-shulkii	1	0	1		0	0	0	1	0	0		4%	0%	8%
		Nokhoi-sinee	1	0	1		0	0	0	1	0	0		4%	0%	8%
		Mukhii uvs	1	0	1		0	0	1	0	0	0		4%	0%	8%
		Burimuur	1	0	1		1	0	0	0	0	0		4%	0%	8%

ANNEXE 15 : RESULTATS DES TESTS STATISTIQUES PREALABLE AUX TESTS SUR LES MOYENNES

Voir **annexe 17 « calculs Excel et codes r pour la comparaison des moyennes des variables des deux échantillons »**. Les tests ont été réalisé sur les données issues de l'**annexe 11 : « tableau des données d'entretien »**

Variable	**Test F (Egalité des variances)**[6]	**Test de Shapiro (Normalité)**[7]
Age	Egalité des variances	La variable a une distribution normale dans la population
Cheptel	Egalité des variances	La variable a une distribution normale dans la population
Chameaux	Inégalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
Chevaux	Egalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
Vaches	Inégalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
Moutons	Egalité des variances	La variable a une distribution normale dans la population
Chèvres	Egalité des variances	La variable a une distribution normale dans la population
MO totale	Egalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
MO permanente	Egalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
MO ponctuelle	Egalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
MO familiale	Egalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
MO extérieure à la famille	Egalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population
Nombre de déplacements annuels	Egalité des variances	La variable a une distribution normale dans la population
Distance moyenne parcourue lors des déplacements	Egalité des variances	La variable n'a pas une distribution normale dans la population

[6] Inégalité des variances pour * p(H0) < 0,05
[7] Distribution de la variable non normale pour * p(H0) < 0,05

ANNEXE 16 : RESULTATS DES TESTS SUR LES MOYENNES POUR LA COMPARAISON DE L'ECHANTILLON D'*ULAANBADRAKH* ET DE CELUI DE *GURVANSAIKHAN*

Si les tests préalables, dont les résultats sont décrits dans l'**annexe 15**, montrent que les variances des variables des deux échantillons sont égales, et que les variables ont une distribution normale dans la population, le Test de Student peut être appliquée. Sinon, nous appliquons ici le Test de Wilcoxon. Les tests ont été appliqués sur les données issues de l'annexe 10. Voir annexe 17 : « calculs Excel et codes R pour la comparaison des moyennes des variables des deux échantillons R ».

Variable	**Test de Student** [8] ***Variances égales et hypothèse de normalité acceptée***	**Test de Wilcoxon**[9] ***Autre cas***
Age	Les moyennes ne sont pas significativement différentes	Non appliqué
Cheptel	Les moyennes ne sont pas significativement différentes	Non appliqué
Chameaux	Non applicable	Les médianes sont significativement différentes
Chevaux	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes
Vaches	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes
Moutons	Les moyennes ne sont pas significativement différentes	Non appliqué
Chèvres	Les moyennes ne sont pas significativement différentes	Non appliqué
MO totale	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes
MO permanente	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes
MO ponctuelle	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes
MO familiale	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes
MO extérieure à la famille	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes
Nombre de déplacements annuels	Les moyennes ne sont pas significativement différentes	Non appliqué
Distance moyenne parcourue lors des déplacements	Non applicable	Les médianes ne sont pas significativement différentes

[8] Moyennes significativement différentes pour * p(H0) < 0,05
[9] Médianes significativement différentes pour p(H0) < 0,05

ANNEXE 17 : CALCULS EXCEL ET CODES R POUR LA COMPARAISON DES MOYENNES DES VARIABLES DES DEUX ECHANTILLONS (DONNEES ISSUES DE L'ANNEXE 10)

Tests sur l'égalité des variances

Variable : âge

	Dornogovi	Dundgovi			
	56	61			
	61	51			
	56	39			
	52	30			
	44	40			
	40	61			
	37	66			
	39	46			
	51	37			
	55	82			
	43	69			
	41	63			
	32			Finf	0,3051
MOY	46,6923	53,7500		Fsup	3,4296
VAR	80,0641	244,5682		F	0,3274
ECART-TYPE	8,9479	15,6387		H0	VRAI

Variable : cheptel total

	Dornogovi	Dundgovi			
	400	573			
	450	1200			
	790	1087			
	700	870			
	703	1661			
	900	270			
	665	360			
	710	685			
	1700	1204			
	840	1280			
	880	140			
	83	507			
	331			Finf	0,3051
MOY	704	819,75		Fsup	3,4296
VAR	147548	221657,114		F	0,66565876
ECART-TYPE	384,119773	470,804751		H0	VRAI

Variable : chameaux

	Dornogovi	Dundgovi			
	0	0			
	50	0			
	150	2			
	50	0			
	450	80			
	60	0			
	10	0			
	60	0			
	80	0			
	40	50			
	30	0			
	0	0			
	1			Finf	0,3051
MOY	75,4615385	11		Fsup	3,4296
VAR	14347,7692	677,454545		F	21,1789401
ECART-TYPE	119,782174	26,027957		H0	FAUX

Variable : chevaux

	Dornogovi	Dundgovi			
	0	0			
	50	0			
	0	150			
	50	50			
	150	109			
	45	0			
	45	0			
	40	10			
	50	0			
	60	10			
	20	0			
	10	7			
	30			Finf	0,3051
MOY	42,3076923	28		Fsup	3,4296
VAR	1448,39744	2520,18182		F	0,57471942
ECART-TYPE	38,057817	50,2014125		H0	VRAI

Variable : vaches

	Dornogovi	Dundgovi			
	0	13			
	50	0			
	40	35			
	50	10			
	0	32			
	80	0			
	10	10			
	10	5			
	100	4			
	46	20			
	30	0			
	3	0			
	0			Finf	0,3051
MOY	32,2307692	10,75		Fsup	3,4296
VAR	1054,08333	152,022727		F	6,93372203
ECART-TYPE	32,4666496	12,3297497		H0	FAUX

Variable : moutons

	Dornogovi	Dundgovi			
	300	220			
	150	700			
	300	600			
	500	460			
	100	1100			
	480	150			
	300	200			
	300	300			
	735	600			
	218	500			
	400	60			
	35	300			
	150			Finf	0,3051
MOY	305,230769	432,5		Fsup	3,4296
VAR	37010,3333	84675		F	0,4370869
ECART-TYPE	192,380699	290,989691		H0	VRAI

Variable : chèvres

Dornogovi	Dundgovi			
100	340			
150	500			
300	300			
50	350			
0	340			
235	120			
300	150			
300	370			
735	600			
476	700			
400	80			
35	200			
150			Finf	0,3051
248,538462	337,5		Fsup	3,4296
45200,3864	36093,1818		F	1,25232479
212,603825	189,982057		H0	VRAI

Variable : main d'œuvre totale

	Dornogovi	Dundgovi			
	4	2			
	4	4			
	4	6			
	2	3			
	3	5			
	9	2			
	3	3			
	4	2			
	2	5			
	3	6			
	3	5			
	3	2			
	3			Finf	0,3051
MOY	3,61538462	3,75		Fsup	3,4296
VAR	3,08974359	2,56818182		F	1,203086
ECART-TYPE	1,75776665	1,60255478		H0	VRAI

Variable : main d'œuvre permanente

	Dornogovi	Dundgovi			
	1	2			
	2	2			
	2	5			
	2	2			
	2	2			
	1	2			
	3	3			
	2	2			
	2	2			
	3	6			
	3	3			
	1	2			
	1			Finf	0,3051
MOY	1,92307692	2,75		Fsup	3,4296
VAR	0,57692308	1,84090909		F	0,31339031
ECART-TYPE	0.75955453	1.35680105		H0	VRAI

Variable : main d'œuvre ponctuelle

	Dornogovi	Dundgovi			
	3	0			
	2	2			
	4	1			
	0	0			
	1	3			
	8	0			
	0	0			
	2	0			
	0	3			
	0	0			
	0	2			
	2	0			
	2			Finf	0,3051
MOY	1,84615385	0,91666667		Fsup	3,4296
VAR	5,14102564	1,53787879		F	3,34293293
ECART-TYPE	2,26738299	1,24011241		H0	VRAI

Variable : main d'œuvre familiale

	Dornogovi	Dundgovi			
	4	2			
	4	3			
	4	5			
	2	2			
	3	4			
	9	2			
	3	3			
	4	2			
	2	5			
	2	6			
	3	5			
	3	2			
	3			Finf	0,3051
MOY	3,53846154	3,41666667		Fsup	3,4296
VAR	3,26923077	2,26515152		F	1,44327245
ECART-TYPE	1,80810143	1,50504203		H0	VRAI

Variable : main d'œuvre extérieure

	Dornogovi	Dundgovi			
	0	0			
	0	1			
	0	1			
	0	1			
	0	1			
	0	0			
	0	0			
	0	0			
	0	0			
	1	0			
	0	0			
	0	0			
	0			Finf	0,3051
MOY	0,07692308	0,33333333		Fsup	3,4296
VAR	0,07692308	0,24242424		F	0,31730769
ECART-TYPE	0,2773501	0,49236596		H0	VRAI

Variable : nombre de déplacements

	Dornogovi	Dundgovi			
	8	0			
	3	4			
	3	6			
	3	7			
	2	3			
	3	2			
	4	2			
	2	4			
	5	1			
	4	5			
	7	4			
	0	4			
	3			Finf	0,3051
Moyenne	3,61538462	3,5		Fsup	3,4296
Variance	4,78787879	4,09090909		F	1,17037037
Ecart-type	2,18812221	2,02259959		H0	VRAI

Variable : distances parcourues

	Dornogovi	Dundgovi			
	5	0			
	4	12			
	15	30			
	15	50			
	1	40			
	50	15			
	4	20			
	23	10			
	8	6			
	11	8			
	4	5			
	0	4			
	4			Finf	0,3051
Moyenne	11,0769231	16,6666667		Fsup	3,4296
Variance	191,333333	243,333333		F	0,78630137
Ecart-type	13,8323293	15,5991453		H0	VRAI

Tests sur la normalité

Code R

```
#Choisir le bon répertoire

getwd()
setwd("/Users/Annaêl/Documents/TestRCIRAD/TestShapiro")
getwd()

#Importer le tableur

Dorno <- read.table(file="DornogoviShapiro.txt", header = T, sep="\t", dec=".")

#Shapiro sur chaque colonne (chaque variable)

TestDorno <- lapply(Dorno, shapiro.test)

#Afficher tous les W et les p-values

WP <- sapply(TestDorno, `[`, c("statistic","p.value"))
```

Résultats – *Ulaanbadrakh*

```
> WP
          Age       Cheptel    Chameaux     Chevaux     Vaches     Moutons    Chèvres   NbT_permanent NbT_Ponctuel NbT_Famille  NbT_Ext
statistic 0.9467689 0.8856296  0.6037965   0.7951894   0.8808484  0.9435809 0.9204336 0.8247387     0.7842253    0.683599     0.3110068
p.value   0.5502337 0.08503566 7.06219e-05 0.005979323 0.07322239 0.50491   0.2542553 0.01361732    0.004454567  0.0003822044 5.044597e-07
          NbTOTAL      Deplacements Distance
statistic 0.6575968    0.910896     0.7272654
p.value   0.0002157013 0.1886345    0.001054488
```

Résultats – *Gurvansaikhan*

```
> WP
          Age       Cheptel   Chameaux     Chevaux      Vaches     Moutons   Chèvres   NbT_permanent NbT_Ponctuel NbT_Famille NbT_Ext    NbTOTAL
statistic 0.9587005 0.9597194 0.5387237    0.6363447    0.8304254 0.9491947 0.9457293 0.6332156     0.7321245    0.8317811   0.608091   0.8552757
p.value   0.765129  0.7798155 3.460536e-05 0.0002193305 0.0212207 0.6252419 0.5756242 0.0002059383  0.001749865  0.02202966  0.000125396 0.04267885
          Deplacement Distance
statistic 0.9705484   0.8657894
p.value   0.9164636   0.05780639
```

Test de Student

Code R

```r
setwd("/Users/Annaël/Documents/TestRCIRAD/TestShapiro")
getwd()

#Importer le tableur

Student1 <- read.table(file="StudentDornoDund.txt", header = T, row.names = 1, sep="\t", dec=".")

#Test de Student sur la moyenne d'âge, le nombre moyen de tête par éleveur,
#le nombre moyen de chèvres et de moutons par éleveurs, le nombre moyen de déplacements annuels

Test1 <- t.test(Age ~ Aimag, data = Student1, var.equal=TRUE)
Test2 <- t.test(Cheptel ~ Aimag, data = Student1, var.equal=TRUE)
Test3 <- t.test(Moutons ~ Aimag, data = Student1, var.equal=TRUE)
Test4 <- t.test(Chèvres ~ Aimag, data = Student1, var.equal=TRUE)
Test5 <- t.test(Déplacements ~ Aimag, data = Student1, var.equal = TRUE)

```

Résultats

Pour que H0 soit acceptée, il faut $|t| < t(5\%, df = n\text{-}2 = 23) = 2{,}069$

```
> Test1

        Two Sample t-test

data:  Age by Aimag
t = -1.3993, df = 23, p-value = 0.1751
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -17.491419   3.376035
sample estimates:
mean in group Dornogovi  mean in group Dundgovi
               46.69231                53.75000

> Test2

        Two Sample t-test

data:  Cheptel by Aimag
t = -0.67592, df = 23, p-value = 0.5058
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -470.0016  238.5016
sample estimates:
mean in group Dornogovi  mean in group Dundgovi
                 704.00                  819.75

> Test3

        Two Sample t-test

data:  Moutons by Aimag
t = -1.3052, df = 23, p-value = 0.2047
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -328.98599   74.44753
sample estimates:
mean in group Dornogovi  mean in group Dundgovi
                305.2308                432.5000
```

```
> Test4

        Two Sample t-test

data:  Chèvres by Aimag
t = -1.1205, df = 23, p-value = 0.2741
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -253.20810   75.28502
sample estimates:
mean in group Dornogovi  mean in group Dundgovi
                248.5385                337.5000

> Test5

        Two Sample t-test

data:  Déplacements by Aimag
t = 0.13958, df = 23, p-value = 0.8902
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.594693  1.825462
sample estimates:
mean in group Dornogovi  mean in group Dundgovi
                3.615385                3.500000
```

Test de Wilcoxon

Code R

```r
getwd()
setwd("/Users/Annaêl/Documents/TestRCIRAD/TestWilcoxon")
getwd()

#Importer le tableur

Wilcoxon1 <- read.table(file="Wilcoxon1.txt", header = T, row.names = 1, sep="\t", dec=".")

Test1 <- wilcox.test(Chameaux ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test2 <- wilcox.test(Chevaux ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test3 <- wilcox.test(Vaches ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test4 <- wilcox.test(NbT_permanent ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test5 <- wilcox.test(NbT_Ponctuel ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test6 <- wilcox.test(NbT_Famille ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test7 <- wilcox.test(NbT_Ext ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test8 <- wilcox.test(NbTOTAL ~ Aimag, data = Wilcoxon1)
Test9 <- wilcox.test(Distances ~ Aimag, data = Wilcoxon1)

```

Résultats

Seule la variable chameaux a une médiane différente entre les deux échantillons (p-value < 0,05)

```
> Test1

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  Chameaux by Aimag
W = 126.5, p-value = 0.006289
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

> Test2

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  Chevaux by Aimag
W = 109, p-value = 0.09068
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

> Test3

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  Vaches by Aimag
W = 106, p-value = 0.1297
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

> Test4

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  NbT_permanent by Aimag
W = 51, p-value = 0.11
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

> Test5

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  NbT_Ponctuel by Aimag
W = 96, p-value = 0.3088
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

```
> Test6

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  NbT_Famille by Aimag
W = 77, p-value = 0.9777
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

> Test7

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  NbT_Ext by Aimag
W = 58, p-value = 0.1261
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

> Test8

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  NbTOTAL by Aimag
W = 70, p-value = 0.6756
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

> Test9

        Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data:  Distances by Aimag
W = 56, p-value = 0.2397
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

ANNEXE 18 : CONVERSIONS EN UNITE GROS BETAIL, UTILITE ET VALEURS CHOISIES

L'unité gros bétail, ou UGB est une « unité de référence permettant d'agréger le bétail de différentes espèces et de différents âges en utilisant des coefficients spécifiques établis initialement sur la base des besoins nutritionnels ou alimentaires de chaque type d'animal » (Foray et Gac, 2018)

Nous utilisons l'UGB car les élevages étudiés sont constitués de chameaux, chevaux, vaches, chèvres et moutons. Or, le grand bétail (chameaux, chevaux et vaches) n'a pas la même charge sur les pâturages que le petit bétail (chèvres et moutons)

A partir de conseils de chercheur de l'UMR Selmet du CIRAD, nous utilisons les valeurs suivantes :

Espèce	**Nombre d'UGB**
Chameaux	1
Chevaux	1
Vaches	1
Moutons	0,15
Chèvres	0,15

Par exemple, une chèvre équivaut à 0,15 chevaux en termes de charge sur les pâturages.

ANNEXE 19 : DISTANCES ET HAUTEURS MESUREES DANS LES FORETS NATURELLES DE SAXAULS DU DORNOGOBI

Transect	Section	Position	Distance (m)	Hauteur (m)
1	0-100	Arrière Gauche	3,1	0,3
		Devant Gauche	3,1	0,4
		Devant Droit	2,1	1,9
		Arrière Droit	5,4	0,15
	100-200		5,1	2,5
			3,1	0,45
			4,4	2,2
			3,7	1,6
	200-300		1,5	0,8
			6	2,7
			1,55	0,7
			1,5	0,9
	300-400		2,1	0,3
			0,5	0,25
			3	0,25
			2	0,35
	400-500		0,25	0,2
			0,9	0,35
			0,7	0,1
			0,5	0,15
	500-600		2,7	0,45
			0,45	0,6
			0,65	0,7
			3	1,1
2	0-100	Arrière Gauche	1	0,45
		Devant Gauche	3,1	1
		Devant Droit	9,2	0,7
		Arrière Droit	2,5	0,4
	100-200		2,2	0,4
			3,5	0,8
			2,8	1
			1,7	0,4
	200-300		7,3	0,6
			2,7	0,1
			1,8	0,55
			0,7	0,15
	300-400		8,1	0,8
			4,1	0,8
			4	0,8
			2,1	0,65
	400-500		4,9	0,5
			0,9	0,75
			1,2	0,4
			0,7	0,45
	500-600		1,8	0,2
			0,85	0,2
			5,7	1,6
			2,9	0,9

3	0-100	Arrière Gauche	4,5	0,55
		Devant Gauche	4,75	1,2
		Devant Droit	2,3	0,3
		Arrière Droit	4,5	0,7
	100-200		5,35	1,3
			5,7	1,4
			3,9	0,5
			3,5	0,75
	200-300		8,5	0,35
			6,5	0,5
			1,8	1,55
			7,6	1
	300-400		7,35	1,35
			9,4	0,9
			12,5	1,4
			4,6	0,75
	400-500		6	1,65
			10,9	0,9
			6,3	1,1
			2,8	1,8
	500-600		6,3	0,3
			4,9	1,65
			18,6	0,55
			2,7	0,45
4	0-100	Arrière Gauche	1,5	0,55
		Devant Gauche	3,3	0,5
		Devant Droit	2,7	0,3
		Arrière Droit	1,9	0,2
	100-200		0,9	0,2
			3,2	0,4
			2,55	0,25
			2,25	0,3
	200-300		0,95	0,4
			2,1	0,15
			0,4	0,45
			3,1	0,8
	300-400		6,1	0,3
			2,4	2,7
			5,6	0,2
			6	0,7
	400-500		0,55	0,55
			1,4	0,55
			1,2	0,3
			1,2	0,3
	500-600		4,1	2,1
			12,7	1,3
			2,95	1,75
			4,1	0,4

5	0-100	Arrière Gauche	5,9	2,2
		Devant Gauche	5,5	1,7
		Devant Droit	6,9	1,7
		Arrière Droit	17,8	1,8
	100-200		7,2	0,85
			9,4	2,2
			27,4	2,4
			7,8	0,3
	200-300		5,4	2,1
			5,4	1,95
			2,4	1,55
			3,7	2,2
	300-400		2,2	0,9
			0,4	0,4
			0,9	0,2
			2,5	1,4
	400-500		2	0,4
			0,95	0,25
			2,1	0,2
			1,2	3
	500-600		0,8	0,75
			4	0,4
			3,2	1,4
			8,4	1,35
6	0-100	Arrière Gauche	3,1	0,3
		Devant Gauche	3,05	0,4
		Devant Droit	3,8	1,15
		Arrière Droit	2,15	0,4
	100-200		2,1	0,9
			4,15	0,35
			2,75	0,3
			2,6	0,55
	200-300		4,5	2,5
			1	0,5
			6,6	1,7
			6,7	2,2
	300-400		5,2	0,15
			2,2	2,4
			23,9	2,6
			17,9	3,05
	400-500		0,65	0,3
			5,8	0,4
			2,6	0,2
			0,9	0,25
	500-600		17,5	2,9
			20,4	2,7
			4	2,5
			13	2,4

7	0-100	Arrière Gauche	4,1	0,55
		Devant Gauche	1,8	0,55
		Devant Droit	1,2	0,4
		Arrière Droit	1,8	0,7
	100-200		0,5	0,65
			1,6	0,95
			2,6	0,7
			0,4	0,75
	200-300		1,15	0,5
			1,35	0,25
			5,8	0,55
			2,9	1,45
	300-400		11,1	0,95
			3	0,6
			2,6	0,8
			12,5	1,05
	400-500		3,4	0,5
			4,6	0,95
			1,4	0,5
			5,2	0,6
	500-600		5,6	0,6
			1,5	0,55
			6,6	0,8
			5,6	1,3
8	0-100	Arrière Gauche	3,2	0,7
		Devant Gauche	1,5	0,7
		Devant Droit	4,3	1,1
		Arrière Droit	0,6	0,55
	100-200		4,3	0,4
			1,1	0,65
			7,05	0,8
			4,5	0,75
	200-300		4,9	0,45
			14	1
			3,7	0,7
			6,8	1,15
	300-400		6,95	1,2
			1,1	0,6
			5,7	1,2
			5,15	0,45
	400-500		7,3	0,6
			1,4	0,4
			2,7	0,35
			3,8	0,4

9	0-100	Arrière Gauche	1,7	0,35
		Devant Gauche	8,1	1,2
		Devant Droit	8,1	1,2
		Arrière Droit	6,15	1,3
	100-200		12	0,45
			22,1	0,5
			10,3	0,9
			13,5	0,8
	200-300		3,9	0,25
			2,7	0,2
			1,55	0,3
			2,1	0,3
	300-400		5,55	0,25
			9,6	0,4
			8,9	0,25
			3,35	0,25
	400-500		8,5	0,3
			5,3	0,25
			2,2	0,35
			12,8	0,3
	500-600		12,1	0,2
			15,4	0,45
			6,8	0,25
			10	0,4
10	0-100	Arrière Gauche	6,4	0,6
		Devant Gauche	8,1	0,3
		Devant Droit	6,7	0,75
		Arrière Droit	7,7	0,5
	100-200		7,1	0,65
			9	0,65
			2,9	0,4
			12,9	0,4
	200-300		7	0,85
			3,5	1,1
			5,4	1,05
			1,5	0,9
	300-400		3,8	0,85
			1,5	0,8
			3,2	0,6
			1,6	0,9
	400-500		3,4	0,8
			6,7	0,9
			5,7	0,7
			6,5	0,9
	500-600		6,7	1,45
			4,6	1,35
			0,9	0,5
			4,5	0,35

ANNEXE 20 : DISTANCES ET HAUTEURS MESUREES DANS LES FORETS NATURELLES DE SAXAULS DU DUNDGOBI

Transect	Section	Position	Distance (m)	Hauteur (m)
1	0-100	Arrière Gauche	4,6	0,9
		Devant Gauche	9,5	0,8
		Devant Droit	7,5	1,45
		Arrière Droit	2,3	1
	100-200		5,4	0,8
			3,5	1,1
			4,1	1,1
			2,9	1,5
	200-300		3,8	1
			15	0,6
			6,9	1
			4,5	0,7
	300-400			
	400-500		5,9	0,7
			6,7	1,25
			13,8	1,35
			7,1	0,95
	500-600		8,9	1,1
			55	1,1
			8	1,6
			16,1	0,9
2	0-100	Arrière Gauche	4,5	1,25
		Devant Gauche	3,35	0,65
		Devant Droit	3	0,95
		Arrière Droit	3,5	0,55
	100-200		2,5	0,75
			4,6	1,35
			3,3	0,65
			8,5	0,9
	200-300		5,8	0,85
			3,5	0,6
			7,5	0,45
			4,3	1,4
	300-400		7,9	0,8
			9,4	0,6
			4	0,45
			9,2	1,4
	400-500		2,3	0,85
			2,9	0,55
			3,4	1
			3,7	1,2
	500-600		5,7	0,4
			2,3	0,9
			2,6	0,8
			4,55	0,5
3	0-100	Arrière Gauche	5	1,1
		Devant Gauche	5,1	1,2
		Devant Droit	2,5	1,25
		Arrière Droit	7,8	0,65
	100-200		7,9	0,7
			6,2	0,8
			7,3	0,7
			4	1

	200-300		13,3	0,75
			6,4	0,9
			6,8	0,9
			2,1	0,45
	300-400		6,6	0,8
			3,9	0,55
			4,1	0,6
			8,8	0,4
	400-500		6,45	1,05
			11,6	0,85
			5,8	0,95
			18,1	0,9
	500-600		7	0,75
			2,3	0,7
			6,1	0,8
			4,5	0,8
4	0-100	Arrière Gauche	3,3	0,9
		Devant Gauche	1,6	0,8
		Devant Droit	5,4	1,1
		Arrière Droit	4,8	2
	100-200		215	0,55
			4,8	3
			5,9	2,3
			7,5	2,4
	200-300		27,3	1,2
			8,6	2
			11,1	1,9
			8,7	2,3
	300-400		2,5	1,2
			3,8	0,8
			1,8	1,8
			4,9	2,1
	400-500		12,1	1,2
			5	17
			8	1,2
			15,3	1,4
	500-600		4,8	1,05
			8,6	0,25
			7,5	1,35
			33,7	1,3
5	0-100	Arrière Gauche	2	0,5
		Devant Gauche	2,1	0,5
		Devant Droit	1,6	0,5
		Arrière Droit	6,2	0,7
	100-200		5,9	0,75
			2,9	0,7
			3,3	0,9
			11,7	0,45
	200-300		5,1	1,3
			3,6	0,7
			2,3	1,2
			6	0,8
	300-400		3	0,45
			2,5	1,1
			5,9	0,9
			2,6	1,05
	400-500		1,5	0,7
			4,3	0,95
			2,4	1,1
			1	0,5
	500-600		5	1
			1,2	0,4
			3,4	0,65
			3,2	0,6

ANNEXE 21 : CODE R POUR L'ANALYSE FACTORIELLE MULTIPLE

```
getwd()
setwd("/Users/Annaêl/Documents/TestRCIRAD/Grille")
getwd()

#Importer le tableur
AFM <- read.table(file="Contexte5.txt", header = T, row.names = 1, sep="\t", dec=",")

#AFM selon les groupes
AFM.Contexte <- MFA(AFM,
                group = c(6, 6, 5, 3, 1, 7, 9, 1), #définition du nombre de variable par groupe
                type = c("n","s","s","s","s","s","s","n","n","n"),
                name.group = c("sol","physique quantitatif","biologique terrestre", "population quantitatif",
                               "frequentation","utilisation du territoire", "utilisation des ressources naturelles",
                               "loi"), #nom des groupes
               ind.sup = 17, #Mongolie en individu supplémentaire
               ncp = 7, #nombre de dimensions d'après l'extraction des valeurs propres
               graph = FALSE)


vp <- get_eigenvalue(AFM.Contexte) #Extraction des valeurs propres / variances des composantes principales.
coude <- fviz_eig(AFM.Contexte) #Visualisation des valeurs propres.
#on garde 7 dimensions (expliquent 82% de la variance totale d'après "vp" et visualisation d'après "coude")


#visualiser les groupes de variables
group.var <- fviz_mfa_var(AFM.Contexte, "group")
# Contribution à la première dimension
C1 <- fviz_contrib (AFM.Contexte, "group", axes = 1)
# Contribution à la deuxième dimension
C2 <- fviz_contrib (AFM.Contexte, "group", axes = 2)


#Variables quantitatives
quanti.var <- get_mfa_var(AFM.Contexte, "quanti.var")
#visualisation des variables et leurs contribution
vis_quanti_contrib <- fviz_mfa_var(AFM.Contexte, "quanti.var", col.var = "contrib",
                     gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
                     repel = TRUE,
                     geom = c("point", "text"))
```

```
#Variables qualitatives
qualii.var <- get_mfa_var(AFM.Contexte, "quali.var")
#visualisation des variables et leurs contribution
vis_quali_contrib <- fviz_mfa_var(AFM.Contexte, "quali.var", col.var = "contrib",
                                  gradient.cols = c("#00AFBB", "#E7B800", "#FC4E07"),
                                  repel = TRUE,
                                  geom = c("point", "text"))

#Visualisation des résultats pour les individus
Vis_indv <- fviz_mfa_ind (AFM.Contexte, repel = TRUE)
```

ANNEXE 22 : FICHES DESCRIPTIVES DES METHODES DE COMPENSATION ANALYSEES

Méthode	M1	M2	M3
Description de la méthode	Fish habitat compensation programm : création d'habitat pour les poissons	Plantations compensatoires de maquis minier sur les zones dégradées par les incendies et les activités antérieures au projet sur 84,2 hectares	Plantations compensatoires d'enrichissement en espèces forestières dans les forêts, massifs forestiers et paraforestiers, lisières de forêt, patchs forestiers, et anciennes pistes d'exploration sur 133,4 hectares
Pays	Canada	France	France
Localisation du projet	New Brunswick	Extrême sud Nouvelle Calédonie	Extrême sud Nouvelle Calédonie
Porteur de projet	Northcliff Resources Ltd	VALE NC	VALE NC
Bureau d'étude	Stantec Consulting Ltd	Egis structure et environnement	Egis structure et environnement
Type de projet	Mines (tungstène, molybdenium)	Mines (nickel, colbat)	Mines (nickel, colbat)
Type de compensation	Ecologique	Ecologique	Ecologique
Type de milieu considéré	Biologique eaux continentales	Biologique terrestre	Biologique terrestre
Type d'impact considéré	Perte habitat	Défrichement	Impacts causés sur les formations forestières
Surface impactée (ha)	56,2	63,7	17,77
Impact autre	0	0	0
Source	Stantec Consulting Ltd., 2013	Egis structure et environnement, 2015	Egis structure et environnement, 2015

Méthode	M4	M5	M6
Description de la méthode	Plantations compensatoires d'enrichissement en espèces rares dans les réserves, zones de forêts et zones ou peuplement vieillissant sur 4,65 hectares	Plantations compensatoires pour la restauration de zones humides sur les berges de creek quand ces berges sont erodées, et dans les zones où il y a du *Retrophyllum minus* (espèce qui sera plantée), sur 10,8 hectares	Plantations compensatoires pour le contrôle des espèces exogènes envahissantes sur les sites objets de nombreux travaux de contrôle d'espèces exogènes envahissantes, et sujets à l'apparition massive de graminées, sur 0,15 hectares
Pays	France	France	France
Localisation du projet	Extrême sud Nouvelle Calédonie	Extrême sud Nouvelle Calédonie	Extrême sud Nouvelle Calédonie
Porteur de projet	VALE NC	VALE NC	VALE NC
Bureau d'étude	Egis structure et environnement	Egis structure et environnement	Egis structure et environnement
Type de projet	Mines (nickel, colbat)	Mines (nickel, colbat)	Mines (nickel, colbat)
Type de compensation	Ecologique	Ecologique	Ecologique
Type de milieu considéré	Biologique terrestre	Biologique terrestre	Biologique terrestre
Type d'impact considéré	Impacts causés sur les espèces rares	Impacts causés sur les formations forestières ou espèces rares en zone humide	Apparition récurrentes d'espèces exogènes envahissantes autour du bassin et du drain
Surface impactée (ha)	0	53,43	0,12
Impact autre	20 espèces rares ou en danger	0	0
Source	Egis structure et environnement, 2015	Egis structure et environnement, 2015	Egis structure et environnement, 2015

Méthode	M7	M8	M9
Description de la méthode	Habitats de *Conilurus penicillatus* et *Notomys aquilo* : financer la recherche sur leurs exigences écologiques, leur distribution, les menaces et l'amélioration de leurs habitats lors de la phase de réhabilitation	Support financier et investissements "Indigenous land and sea management" : investissements dans l'éducation et les formations, les programmes pour la jeunesses, la santé, les infrastructures et la sauvegarde de la culture aborigène	Significant Environmental Benefit (SEB) : mise en place de zones de réserve et paiement au Native Vegetation Fund selon un ratio de 4:1 pour les zones défrichées revegetalisées et 8:1 pour les zones défrichées sans revégetalisation
Pays	Australie	Australie	Australie
Localisation du projet	Groote Eyland (Gulf of Carpentaria)	Gulf Fall	South Australia
Porteur de projet	Groote Eyland Mining Company Pty Ltd	Western Desert Resources Ltd	BHP Billiton
Bureau d'étude	Hansen Bailey	EcOz Environmental Services	
Type de projet	Mines (manganèse)	Mines (minerais de fer)	Mine (Cuivre)
Type de compensation	Financière	Socio-culturelle	Ecologique et financière
Type de milieu considéré	Biologique terrestre	Humain	Biologique terrestre
Type d'impact considéré	Perte d'habitat	Répercussions sur la vie des Autochtones, la société et la culture des autochtones	Défrichement
Surface impactée (ha)	2650	3223	17267,5
Impact autre	0	0	0
Source	Hansen Bailey, 2015	EcOz Environmental Services, 2012	BHP Billiton & Arup Group Ltd, 2009

Méthode	M10	M11	M12
Description de la méthode	Direct land-based offset (?)	Plantation de haies en bordure de site et création d'une zone à vocation écologique, sur la bordure Est du site pour l'intégration paysagère (0,3 hectares) Plantations pour camoufler les infrastructure vis-à-vis de la route et des riverains + Création d'un support de biodiversité (refuge, alimentation, reproduction)	Reconstitution du milieu naturel : création de milieux similaires aux habitats détruits, dans la zone du projet sur 14,5 hectares
Pays	Australie	France	France
Localisation du projet	Queensland	Commune de SAINT-ELOY-LES-MINES, Lieu dit "Puit V"	Commune de St Jean de Niost + Commune de Pérouge
Porteur de projet	BHP Billiton Mitsubishi Alliance	CPV Sun 34	S.A.S. GRANULATS VICAT
Bureau d'étude	URS Australia	LUXEL	S.A.S SATMA
Type de projet	Mine (charbon)	Parc solaire photovoltaïque	Exploitation sable et gravier
Type de compensation	Ecologique	Ecologique	Ecologique
Type de milieu considéré	Biologique terrestre	Biologique terrestre	Biologique terrestre
Type d'impact considéré	Defrichement et fragmentation	Defrichement et perte d'habitat	Destruction d'habitats naturels
Surface impactée (ha)	886,8	9,5	5
Impact autre	Defrichement flore protégée (1 espèce : *Cerbera dumicola*) + Perte et fragmentation habitat faune protégée (2 espèces : Squatter pigeon et Ornamental snake)	0	0
Source	BHP Billiton Mitsubishi Alliance, 2013	LUXEL, 2018	S.A.S. SATMA, 2016

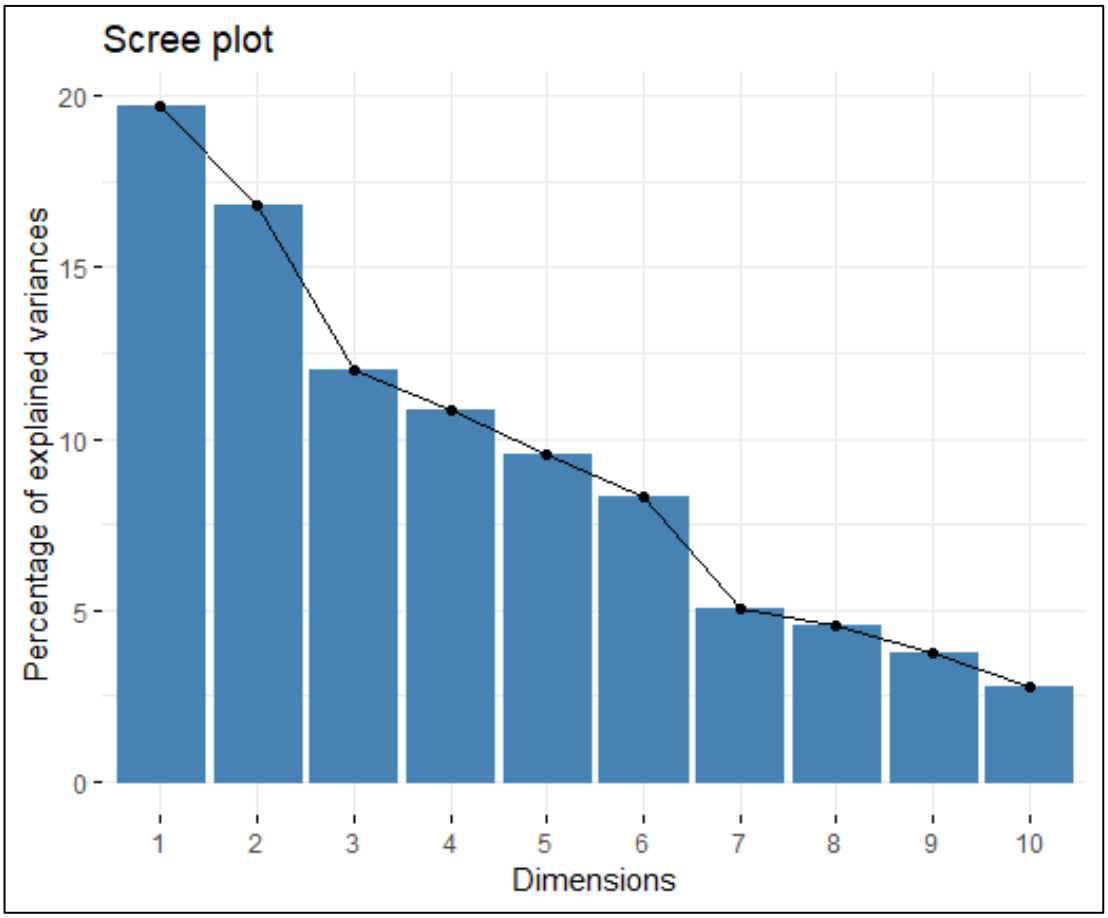
Méthode	M13	M14	M15
Description de la méthode	Plantation et densification de haies, en dehors de l'aire d'étude rapprochées pour ne pas accroitre l'attractivité du site éolien pour les populations de chiroptères Plantations bocagères sur des étendues équivalentes à celles détruites ou dégradées, qui correspondent aux habitats pour avifaune et chiroptère	Plantation de haie équivalente en termes d'essence et largeur, pour sauvegarder les lieux de nidification et sources de nourriture des populations de passereaux Mêmes espèces qu'à l'origine pour la re-création des habitats détruit	Reouverture de milieux sur 0,5 à 1 hectare pour le Tetras Lyre Diminution des populations de rhododendron et de ligneux Favorisation de la strate mésophylle et des myrtilles
Pays	France	Belgique	France
Localisation du projet	Commune de Mauprévoir	Commune de Fauvilliers	Commune de Villaroger
Porteur de projet	SEGIES	Air Energy S.A.	Commune de Villaroger
Bureau d'étude	Envol Environnement	SGS Belgium S.A.	EPODE
Type de projet	Parc éolien	Parc éolien	Construction
Type de compensation	Ecologique	Ecologique	Ecologique
Type de milieu considéré	Biologique terrestre	Biologique terrestre	Biologique terrestre
Type d'impact considéré	Perte d'habitat	Defrichement + Perte d'habitat	Defrichement
Surface impactée (ha)	490	0,00225	0,64
Impact autre	0	0	0
Source	Envol environnement, 2018	SGS Belgium, 2010	Epode, 2017

Méthode	M16	M17	M18
Description de la méthode	Action de gestion des boisements Ouverture de milieux en cours de fermeture Création de gîtes pour reptiles Compensation sur 42,57 ha : ratio calculé selon les enjeux de conservation, la rareté et la vulnérabilité des espèces et habitats	Plantation de 26,83 ha : 4,76 ha : compenser la destruction de forêt planté, selon un ratio de 1:1 car peu de valeur écologique 22,07 ha : compenser la destruction de forêt naturelle selon un ratio de 5,5:1. Ratio élevé pour compenser le temps écoulé entre la destruction de l'habitat naturel, le commencement de la plantation (15 ans) et le temps de développement (15 ans)	Compensatory afforestaton Ratio de 1:3 : pour chaque arbre coupé, 3 plantés
Pays	France	Hong-Kong	Inde
Localisation du projet	Commune de Combaillaux	Proche Wo Keng Shan	Solapur, Osmanabad, Bidar, Medak
Porteur de projet	Lafarge granulat	HKSAR Government	National Highways Authority of India
Bureau d'étude	IATE - Ingénierie Aménagement du Territoire Environnement	Environmental Protection Department	EGIS India
Type de projet	Carrière de roches massives calcaires	Construction	Route
Type de compensation	Ecologique	Ecologique	Ecologique
Type de milieu considéré	Biologique terrestre	Biologique terrestre	Biologique terrestre
Type d'impact considéré	Destruction d'habitat	Defrichement + destruction d'habitats	Defrichement
Surface impactée (ha)	18,3	8,76	11908
Impact autre	0	0	59117 arbres coupés
Source	IATE, 2016	Environmental Protection Department, 2007	Egis India, 2011

Méthode	M19	M20
Description de la méthode	Compensatory tree planting Ratio de 1:5 : pour chaque arbre coupé, 5 plantés	Green area dans la ville de Naga : dans la zone de végétation endommagée, au sein des 1,8 hectares de zones arides des 2,32 hectares securisés par l'entreprise
Pays	Pakistan	Philippines
Localisation du projet	Karachi	Barangay Tina-an, Naga
Porteur de projet	The Transport and Mass Transit Department, Government of Sindh	Provincial Government of Cebu
Bureau d'étude	MML + MM Pakistan (Pvt.) Ltd.	Polygon General Engineering Consultancy, construction (PGECC),
Type de projet	Transports	Construction
Type de compensation	Ecologique	Ecologique
Type de milieu considéré	Biologique terrestre	Biologique terrestre
Type d'impact considéré	Defrichement	Modification esthetisme et paysage
Surface impactée (ha)	726,4	23,2
Impact autre	23693 arbres coupés	0
Source	MML-MM Pakistan (Pvt.) Ltd., 2018	PGECC, 2010

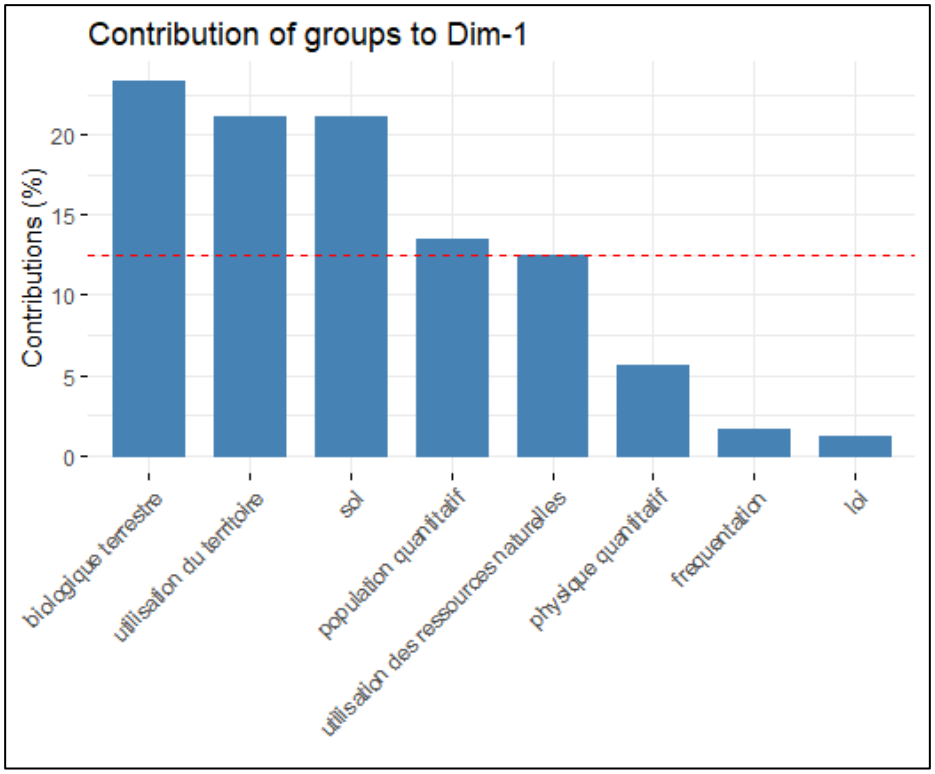
ANNEXE 23 : EXTRACTION DES PROPORTIONS DE VARIANCES EXPLIQUEES PAR LES DIFFERENTES DIMENSIONS (AXES)

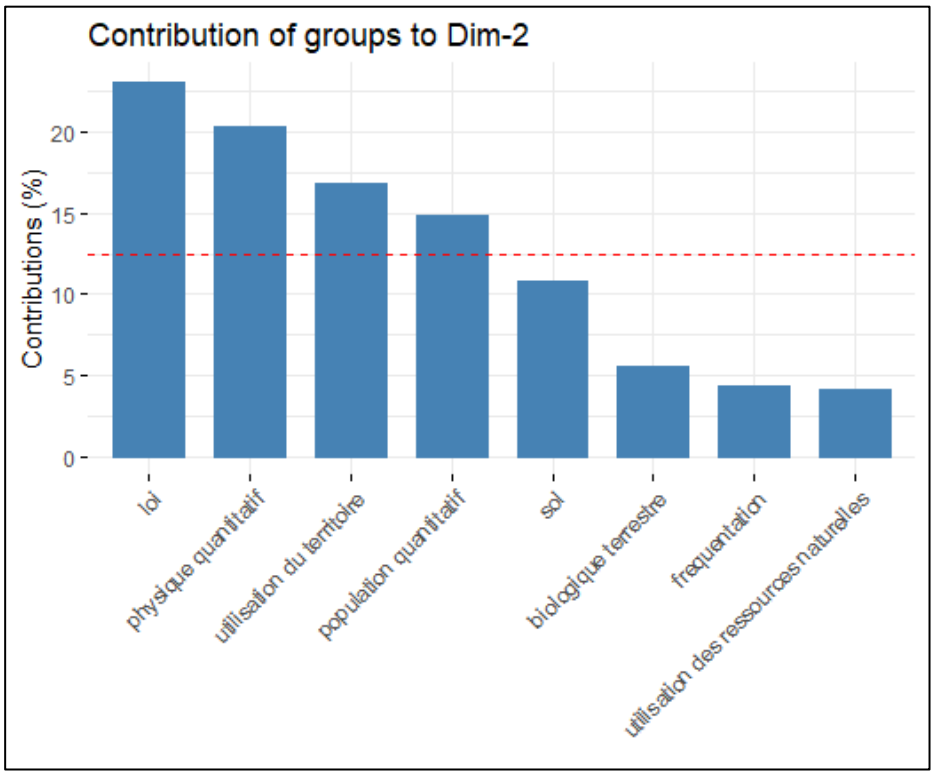
	eigenvalue	variance.percent	cumulative.variance.percent
Dim.1	3.26257468	19.7043428	19.70434
Dim.2	2.78213986	16.8027533	36.50710
Dim.3	1.98525233	11.9899454	48.49704
Dim.4	1.79896207	10.8648441	59.36189
Dim.5	1.57995222	9.5421326	68.90402
Dim.6	1.37629656	8.3121527	77.21617
Dim.7	0.83157356	5.0222944	82.23847
Dim.8	0.75780298	4.5767564	86.81522
Dim.9	0.62462150	3.7724059	90.58763
Dim.10	0.45506884	2.7483915	93.33602
Dim.11	0.33034666	1.9951310	95.33115
Dim.12	0.31542918	1.9050367	97.23619
Dim.13	0.23005188	1.3894000	98.62559
Dim.14	0.14371556	0.8679711	99.49356
Dim.15	0.08385488	0.5064421	100.00000



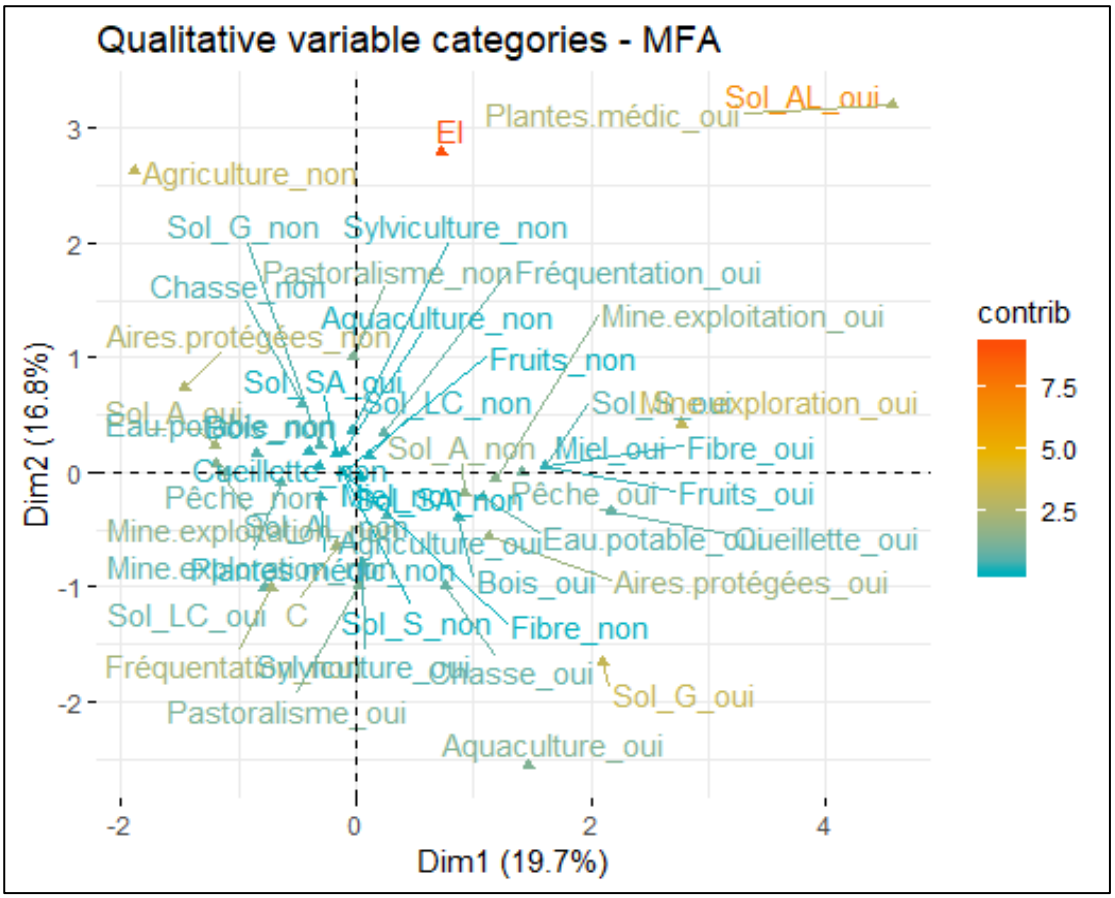
Nous gardons 7 dimensions, qui expliquent 82% de la variance.

ANNEXE 24 : CONTRIBUTION DES GROUPES AUX DIMENSIONS





ANNEXE 25 : CORRELATION ET CONTRIBUTION DES VARIABLES QUALITATIVES AUX DIMENSIONS



ANNEXE 26 : FICHES DESCRIPTIVES DES ESPECES D'INTERET IDENTIFIEES (REALISEES PAR SAMANTHA BAZAN)

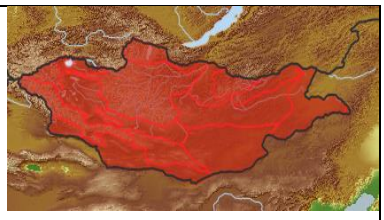
Fiches réalisée par Samantha Bazan, botaniste en charge de l'herbier au CIRAD

Ces fiches ont été rédigées et illustrées à partir de la Flore virtuelle de Mongolie et la Flore de Chine en ligne.

[1]University of Greifswald, Institute of Botany and Landscape Ecology, Institute of Geography and Geology, Computer Centre, 2010- (continuously updated). FloraGREIF - Virtual Flora of Mongolia (http://floragreif.uni-greifswald.de/floragreif/). Computer Centre of University of Greifswald, D-17487 Greifswald, Germany. [2019].

[2]eFloras (2008). Published on the Internet http://www.efloras.org [accessed 22 February 2008] Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA. [Flora of China 2019]

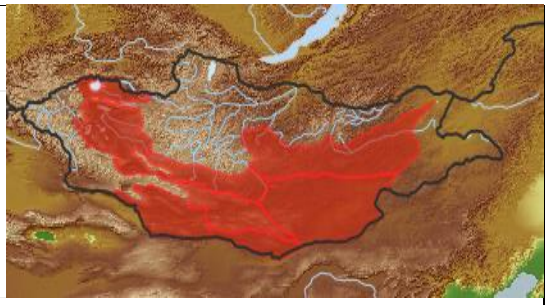
Family:	Asteraceae
Scientific name:	***Artemisia frigida* Willd.**
Tax. Comments :	Gubanov 1996: Very polymorphic species. Beside typical form in Mongolia are known intraspecific taxons: ssp. willdenoviana (Bess.) Krasch. var. gmeliniana Bess. var. parva (Krasch.) Poljak./ Flora Khangaya: distribution 5 6



Description :	Herbs, perennial, or occasionally subshrubs, (10-)30-60(-70) cm tall, densely yellowish or pale yellow sericeous, sometimes stem bases glabrescent. Stems several, woody at base, shortly branched or not. Lower stem leaves: petiole 5-20 mm; leaf blade oblong or obovate-oblong, 0.8-1.5 × 0.8-1.5 cm, 2(or 3)-pinnatisect; segments (2-)4 pairs; lobules linear-lanceolate or lanceolate. Middle stem leaves: blade oblong or obovate-oblong, 5-7 × 5-7 mm, 1- or 2-pinnatisect; lobules lanceolate to linear-lanceolate, 2-3 × 0.5-1.5 mm. Uppermost leaves and bracts pinnately or 3-5-lobed. Synflorescence a spike or raceme, sometimes branched to form a panicle. Capitula nodding. Involucre hemispheric, globose, or ovoid, (2-)2.5-4.5 mm in diam.; receptacle densely white pubescent. Marginal female florets 8-13; corolla limb yellow or purple. Disk florets 20-30, bisexual. Achenes oblong or ellipsoid-obovate, with a minute apical corona. Fl. and fr. Jun-Oct.
Habitat :	Steppe stony and debris slopes, rocks, thin sands, pebbles, sayrs, steppes and deserts, rarely in chee-grass stands on solonetzes (Grubov 2001). In arid barren and sandy steppes, on rubble trails of mountains and conical hillocks, sometimes on sand mounds and pebble beds of rivers and gorges, along fringes of pine forests, rarely on fallow alnd, in chee grass thickets, common and massive; edificator, i.e. characteristic species (Plants of Central Asia, Vol. 14a, 2007).

© Virtual Flora of Mongolia[1]

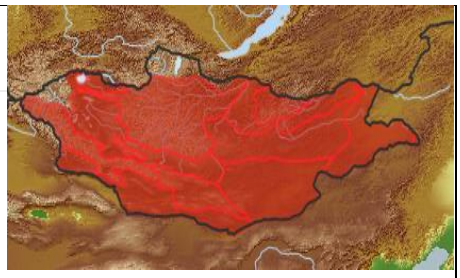
Family :	Chenopodiaceae
Scientific name :	***Salsola passerina* Bunge**



Confuse with :	Like S. gemmascens but plant size generally of smaller size.
Description :	Bluish grey subshrub, 20-40 cm high, branches densely covered by globosely buds formed of short leaves, bracts and bracteoles; whole plant covered with 2-armed hairs. Leaves short, about 2-3x2 mm, usually early deciduous, with gibbous leave base. Fruit including wings 7-8 mm in diameter, perianth segments above wing hairy, forming a cone.
Comments :	We have seen not fruiting material from the region.
Habitat :	Clayey-pebble, pebble-debris and sandy-pebble submontane plains and tailings, debris and stony slopes of hills and mountains, clayey saline lowlands and bottom of interhill hollows, toyrim margins, solonchaks and subsaline sands of lake depressions as edificator; sparsely at stony slopes and bottom of large sayrs and rocky mountain slopes (Grubov 2001).

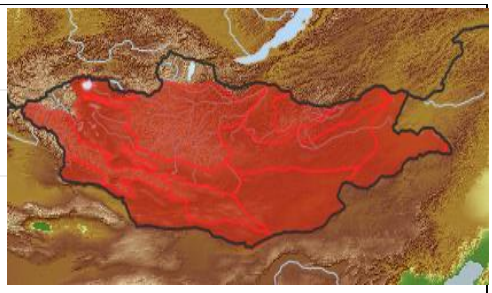
© Virtual Flora of Mongolia[1]

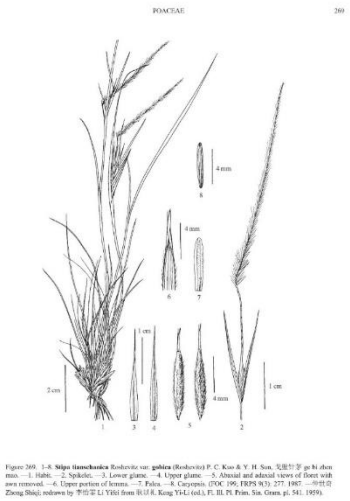
Family :	Poaceae
Scientific name :	***Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski**
Synonym :	Lasiagrostis splendens (Trin) Kunth (acc. to Grubov 1955, Grubov 1982/2001) Stipa splendens Trinius (acc. to Flora of China (Vol. 22, 2000))
Description :	Chaume de 0.5-2.5 m. Leaf blades glabrous beneath, their ligules 1-7 mm high. Panicle somewhat loose, mainly widely diffuse, with distant spikelets. Lower glume almost 1.5 times shorter than upper one, lemma awned, awn scabrous, 5-14 mm long.
Comments :	A. splendens grassland marks the transition from desert and semi-desert vegetation to groundwater dependent vegetation of floodplains and lake basins. The species is an indicator plant for groundwater. Because of its old less palatable leaves A. splendens is rather avoided by cattle (Hilbig 1995).
Habitat :	Alkaline sands and meadows, margins of solonchaks, bottom of sayrs at springs, tailings and bottom of valleys with groundwater close to surface (Grubov 2001)



Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]

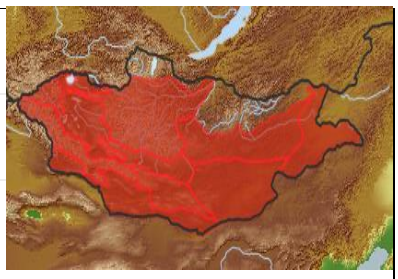
Family :	Poaceae
Scientific name :	***Stipa gobica* Roshev.**
Synonym :	S. tianschanica var. gobica (Roshevitz) P. C. Kuo & Y. H. Sun (acc. to Flora of China (Vol. 22, 2000)
Description :	Culms 10-12 cm tall. Leaf blades scabrous on outside, ligules of leaves on vegetative shoots 0.2-0.6 mm high, densely and long-pilose. Awn once geniculate, 6-8 cm long, with hairs up to 3(-5) mm long in part above bend, glabrous in part below bend, glumes 18-27 mm long, lemma 7-9 mm long.
Confuse with :	S. klemenzii Roshev.
Tax. Comments :	Herbarium sheets with culms up to 25 cm tall seen (according to Flora of China Vol 22, 2006: 10-12 cm tall).
Habitat :	Debris and stony slopes and tailings of mountains and hills, rocks, pebble-debris deserts, pebble bottom of sayrs (Grubov 2001)





1–5. **Stipa tianschanica** Roshevitz var. **gobica** (Roshevitz) P. C. Kuo & Y. H. Sun, 戈壁针茅 ge bi zhen mao. —1. Spikelet. —2. Glumes. —3. Floret. —4–5. Ligules of basal and culm leaves

Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]
Dessin © Flora of China[2]



Family :	Poaceae
Scientific name :	***Stipa glareosa* P. Smirn.**
Synonym :	S. caucasica subsp. glareosa (P.Smirn.) Tzvel. (acc. to Gubanov 1996)
Description :	Culms up to 20 cm tall. Leaf blades scabrous on outside, more rarely glabrous, ligules of leaves on vegetative shoots up to 0.5 mm high, densely pilose. Awn once geniculate, 4.5-7 cm long, pilose throughout length, with hairs up to 5 mm long, glumes 20-35 mm long, lemma 7.5-9 mm long.
Confuse with :	S. caucasica
Tax. Comments :	GUBANOV (1996) differentiated densely hairy plants as var. pubescens (P. Smirn. ex Roshev.) Gubanov. We have seen some plants with densely tomentose leaf blades and sheaths, and determined them as var. pubescens. Nevertheless most of the studied material has glabrous leaf blades and belongs to var. glareosa.
Habitat :	Sandy and debris desert steppes, rocky and stony slopes and tailings of mountains and hills, pebble-debris plains, pebble beds of sayrs (Grubov 2001)

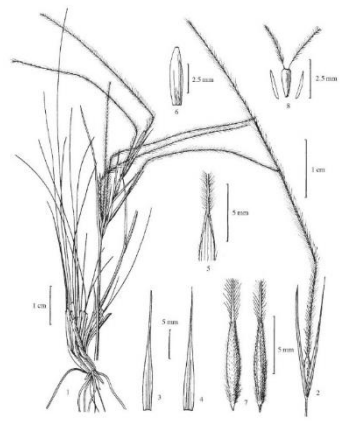
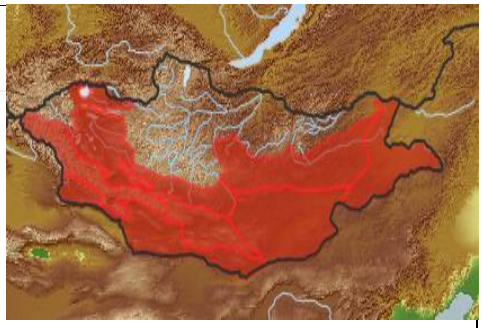


Figure 271. 1-8. **Stipa caucasica** Schmalhausen subsp. **glareosa** (P. A. Smirnov) Tzvelev, 沙生针茅 sha shang zhen mao [S. glareosa P. A. Smirnov]. —1. Habit. —2. Spikelet. —3. Lower glume. —4. Upper glume. —5. Upper portion of lemma. —6. Palea. —7. Abaxial and adaxial views of floret with awn removed. —8. Lodicules and pistil. (FOC 200; FRPS 9(3): 277. 1987. —仲恭合 Zhong Shuqi; redrawn & modified by 孙英宝 Sun Yinghao from 祺以礼, Keng Yi-Li (ed.), Fl. III. Pl. Prim. Sin. Gram. pl. 540. 1959).

Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]
Dessin © Flora of China[2]

Family :	Poaceae



Scientific name : ***Cleistogenes songorica*** **(Roshev.) Ohwi**

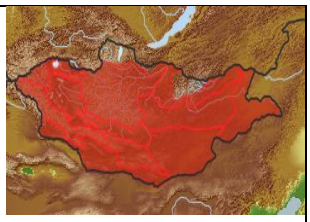
Description :	Plant 15-40 cm tall. Culms solitary or tufted, base slightly swollen with pale old leaves, stem straight. Leaf ligules at least at margin long ciliate, cilia about 3 mm long. Panicle 2-10 cm long, branches spreading. Spikelets 4-6(10) mm long with 3-6 florets, mostly violet at top, lemmas ovate, 3-4.5 mm long, apex entire, acute or with up to 0.5 mm long cusp.
Comments :	Species of desert steppe. An excellent forage grass.
Habitat :	Desert steppes, dry stony and rocky slopes and trailings of mountains and hills, slopes and sandy-pebble bottom of sayrs (Grubov 2001)

Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]

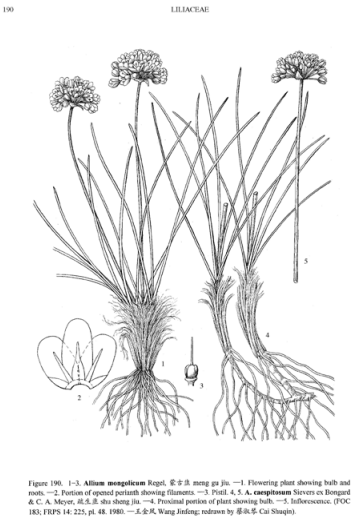
Family :	Alliaceae
Scientific name :	***Allium polyrrhizum* Turcz. ex Regel**
Synonym :	*A. subangulatum* Regel (acc. to Friesen 1995)
Description :	Bulbs aggregated in large compact mats, with blackish- brown tunic split into subreticulate fibers; leaves 2 or 3, filiform, semicylindrical, grooved; pedicels as long as or 1.5 times longer than perianth; tepals 4-5 mm long, pink; filaments equaling to perianth, filaments of inner stamens enlarged for 1/2 of height and bidentate; style exserted from perianth. (acc. to Friesen 1987/2001)
Confuse with :	*Allium bidentatum* Fisch. ex Prokh.
Comments :	*A. polyrrhizum*: bulbs aggregated in large compact mats, bulb tunic subreticulate fibers; inner filaments broadened at base up to 1/2 of their total lenght; style exserted from perianth. A. bidentatum: bulbs aggregated in compact mat, bulb tunic coriaceous split into parallel fibrous stripes; inner filaments broadened at base up to 2/3 of their total lenght; style not exserted from perianth.
Habitat :	Desert steppes and deserts, plains and debris-stony slopes and tailings of mountains and hills, dry solonchaks, rocks and pebbles up to middle montane belt (Grubov 2001).
Uses :	Plante importante du pâturage de steppe semi-désertique. Grande importance de fourrage. Des caractéristiques *Allium polyrrhizum* du désert de Gobi.

Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]
Dessin © Flora of China[2]

Family :	Alliaceae
Scientific name :	***Allium mongolicum* Turcz. ex Regel**



Description :	Bulbs several on horizontal distinct rhizome, with reddish-yellow coriaceous tunic split into parallel fibers at base; leaves semicylindrical, 0.5-1.5 mm broad, numerous, aggregated at scape base, shorter than scape; umbel 2.5-3 cm diam., hemispherical or subglobose, many-flowered; pedicels unequal, 1.5-2 times longer than perianth; lobes of broadly campanulate perianth pink, with dark nerve; filaments of inner stamens enlarged at base, undivided; style not exserted from perianth. (acc. to Friesen 1987/2001)
Habitat :	Desert, pebble, stony and sandy steppes, bels, debris, and stony deserts, sands and pebbles, stony and rocky slopes of mountains and hills, Haloxylon woodlands; edificator of desert steppes (Grubov 2001).

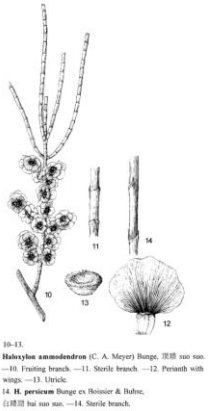


190 LILIACEAE

Figure 190. 1–3. **Allium mongolicum** Regel, 蒙古韭 meng ga jiu. —1. Flowering plant showing bulb and roots. —2. Portion of opened perianth showing filaments. —3. Pistil. 4, 5. **A. caespitosum** Sievers ex Bongard & C. A. Meyer, 丛生韭 shu sheng jiu. —4. Proximal portion of plant showing bulb. —5. Inflorescence. (FOC 183; FRPS 14: 225, pl. 48. 1980. —王金凤 Wang Jinfeng; redrawn by 蔡淑秀 Cai Shuqin).

Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]
Dessin © Flora of China[2]

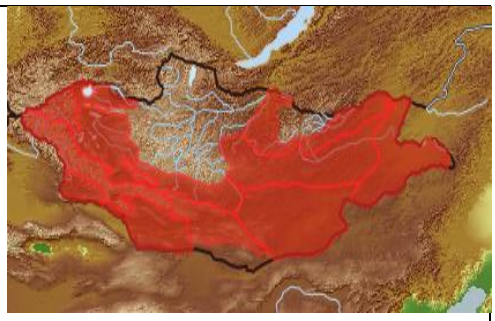
Family :	Chenopodiaceae
Scientific name :	***Haloxylon ammodendron* (C. A. Mey.) Bunge**
Description :	Petit arbre tortueux pouvant atteindre 4 m de hauteur ou arbuste en forme de balai jusqu'à 1m de haut. Plante articulée, cottony in leaf axils. Feuilles en écailles : in form of very short projections at margins of shoot segments, opposées, broadly triangular, obtuse, slightly spreading, apex awnless
Tax. Comments :	"Closely allied to H. persicum, which is mainly differentiated by scale-like leaves longer than broad, with a arista 0.5-1mm long. Plant frequently have characteristic dark coloured cone-like galls c. 5 mm long."
Comments :	The species is distributed in southernmost Gobi-deserts, classify the Calligono mongolici-Haloxiletum ammodendri community (Hilbig 1995). Haloxylon stands can be quite tall, up to 6 m for example in sayrs. But mostly they grow as up to 1 m high shrubs. Saxaul stands are important for browsing camel herds in South Mongolia. In Central Asia it is known as the black saxaul.
Habitat :	Mobile, half-fixed and fixed sands, saline sands and solonchaks, saline bottom of depressions, toyrims, sandy bottom of large sayrs and dry canyons, sondoks and tugai forests, thin sands and sanded stony slopes of mountains and hills, sandy- and clayey-pebble submontane plains, gypsum proluvial clayey-debris and stony tailings of mountains and hills, tertiary badlands. Very important coenosis-forming and landscape-forming plant (Grubov 2001).



10–13.
Haloxylon ammodendron (C. A. Meyer) Bunge, 梭梭 suo suo. —10. Fruiting branch. —11. Sterile branch. —12. Perianth with wings. —13. Utricle.
14. **H. persicum** Bunge ex Boissier & Buhse, 白梭梭 bai suo suo. —14. Sterile branch.

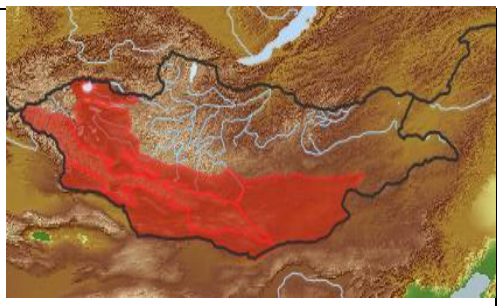
Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]
Dessin © Flora of China[2]

Famil y:	Nitrariaceae
Scientific name :	***Nitraria sibirica* Pall.**
Description :	Shrubs 0.5-1.5 m tall, prostrate, arched, or rarely erect. Young branches white, sterile branches spiny at apex. Leaves in fascicles of 4-6 on current year branchlets; leaf blade oblanceolate, 6-15 × 2-5 mm, glabrous or pubescent when young, base cuneate, apex acute to obtuse. Cymes 1-3 cm, pubescent. Sepals 5, green. Petals yellowish green to nearly white, oblong, 2-3 mm. Fruit dark red, ellipsoid to spherical, 6-8 mm in diam., both ends obtuse; mesocarp dark blue to purplish. Stone ovoid, 4-5 mm, apex acute. Fl. May-Jun, fr. Jul-Aug.
Habitat :	Alkaline hillocky sands, solonchaks, fringes of toyrims and chee-grass stands, sandy slopes of sayrs (Grubov 2001).



Photos © Virtual Flora of Mongolia[1]

Family :	Zygophyllaceae



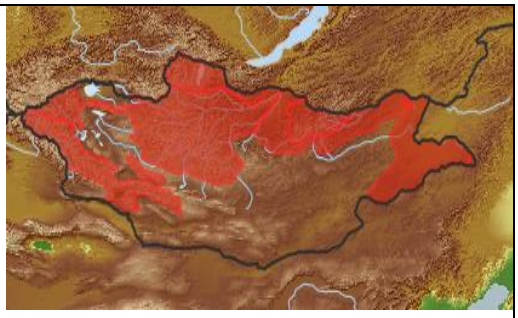
Scientific name : ***Zygophyllum xanthoxylon* (Bunge) Maxim.**

Description : Shrubs, 50-100 cm tall. Branches arching, zigzag, spreading spiny-pointed; bark bright gray; xylem yellow. Leaves on old branches fascicled and on current year branchlets opposite, with 2 leaflets; petiole 0.8-2.5 cm; leaflet blades long spatulate, linear-oblong, or linear, 8-24 × 2-5 mm, apex obtuse. Flowers axillary on old branches. Sepals 4, green, obovate, 4-7 mm. Petals 4, light yellow, obovate to nearly rotund, 8-11 mm. Stamens 8, longer than petals. Capsule nearly spherical, 1.8-4 cm, 3-valved, wings 5-9 mm wide. Seeds 6-7 × ca. 2.5 mm. Fl. Mar, fr. Jul-Sep.

Habitat : Debris and stony tailings and slopes of mountains and hills, rocks, sayr slopes in debris and pebble deserts (Grubov 2001).

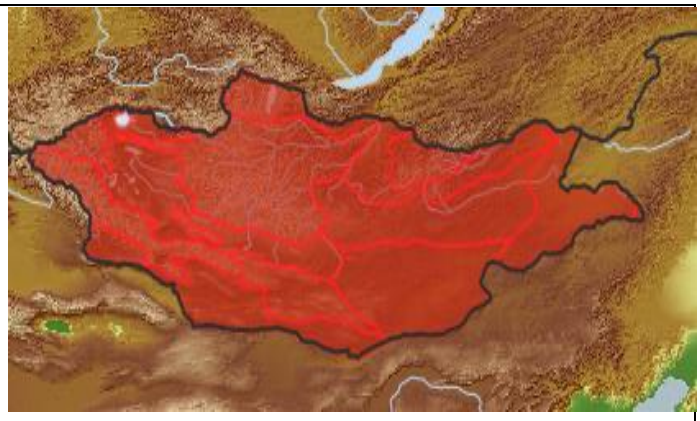
Crédit : Samantha Bazan CC-BY-SA 2.0 FR

Family :	Asteraceae
Scientific name :	***Scorzonera parviflora* Jacq.**
Synonym :	*S. caricifolia* Pallas (acc. to FOC) *S. halophila* Fischer & C. A. Meyer ex Candolle (acc. to FOC)
Description :	Plants of saline habitats; green; stems solitary simple; heads 1(-2); flowers little exceeding involucre.
Habitat :	Subsaline waterside meadow plots, river banks, near springs (Grubov 2001).



Photos Mario Klesczewski (Tela botanica) CC-BY-SA 2.0 FR

Family :	Fabaceae
Genus :	**Caragana**



Description :	Shrubs or small trees growing 1-6 m tall. Leaf axis sometimes hardening and persistent; stipules pungent or herbaceous. Flowers solitary or clustered mostly yellow (rarely white or pink); 9 stames fused into tube, one free. Pods with twisted valves.
Comments :	The genus has about 80 species, native to Asia and eastern Europe.

ANNEXE 27 : CODE R POUR LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE ASCENDANTE

```r
library("FactoMineR")
library("factoextra")

setwd("/Users/Annaêl/Documents/TestRCIRAD/TestAFDMTypo/6")
getwd()

#importer le fichier
Typo <- read.table(file="ClasseurEleveur_CAHR6.txt", header = T, row.names=1, sep="\t", dec=",",
                   colClasses =c("numeric","numeric","numeric"))

#centrage et reduction des données
centre <- scale(Typo, center =T, scale=T)
#matrice des distances entre les individus
distance <- dist(centre)
#CAH avec le critère de Ward
cah.ward <- hclust(distance, method="ward.D2")
#affichage dendrogramme
plot(cah.ward)

#materialisation des groupes
rect.hclust(cah.ward, k=4)
#découpage en k groupes (ici nous souhaitons avoir 3 classes : UGB petit, UGB moyen, UGB grand)
groups.cah <- cutree(cah.ward, k=4)
#liste des groupes
print(sort(groups.cah))
```

ANNEXE 28 : TABLEAUX DESCRIPTIFS DES CATEGORIES D'ELEVEURS ET DONNEES QUANTITATIVES SUR LA PERCEPTION

Typologie sur le nombre d'UGB total

	N	Groupe	UGB Total	Patur_Satisf	Patur_Etat	Plant_faisable	Plant_interet
	1	1	60	Non	D	Non	Non
	12	1	23,5	Non	D	Oui	Oui
	13	1	76	Non	D	Oui	Oui
	14	1	97	Oui	S	Oui	Oui
	19	1	40,5	Oui	S	Non	Oui
	20	1	62,5	Non	D	Non	Non
	21	1	115,5	Non	D	Non	Non
	24	1	21	Non	D	Non	Oui
	25	1	82	Moy	D	Oui	Oui
Moyenne			64,8				
Ecart-type			27,9				
Min			21,0				
Max			115,5				
	2	2	195	Non	D	Non	Oui
	3	2	280	Oui	S	Oui	Oui
	4	2	232,5	Oui	S	Oui	Oui
	6	2	292,25	Oui	S	Non	Non
	7	2	155	Oui	S	Non	Non
	8	2	200	Oui	S	Non	Non
	10	2	250,1	Oui	D	Oui	Oui
	11	2	200	Oui	D	Non	Non
	15	2	180	Moy	S	Oui	Oui
	16	2	322	Oui	D	Non	Oui
	17	2	181,5	Moy	D	Non	Non
	22	2	184	Non	D	Non	Oui
	23	2	260	Oui	D	Non	Oui
Moyenne			225,6				
Ecart-type			43,6				
Min			155,0				
Max			322,0				
	5	3	615	Non	S	Non	Non
	9	3	450,5	Oui	D	Non	Non
	18	3	437	Oui	D	Oui	Oui
Moyenne			500,8				
Ecart-type			76,1				
Min			437,0				
Max			615,0				

Perception de l'état du pâturage			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les pâturages ne sont pas satisfaisants pour le bétail	67%	15%	33%
Les pâturages sont moyennement satisfaisants pour le bétail	11%	15%	0%
Les pâturages sont satisfaisants pour le bétail	22%	69%	67%
Perception de l'évolution du pâturage			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les pâturages s'améliorent	0%	0%	0%
Les pâturages sont stables	22%	46%	33%
Les pâturages se dégradent	78%	54%	67%

Perception des plantations			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les plantations peuvent être intéressantes	67%	62%	33%
Les plantations ne présentent pas d'intérêt	33%	38%	67%
Les plantations sont faisables dans le Gobi	44%	31%	33%
Les plantations ne sont pas faisables dans le Gobi	56%	69%	67%

Typologie sur le nombre de têtes de grand bétail

	N	Groupe	Nb total grand betail	Patur_Satisf	Patur_Etat	Plant_faisable	Plant_interet
	1	1	0	Non	D	Non	Non
	12	1	13	Non	D	Oui	Oui
	13	1	31	Non	D	Oui	Oui
	15	1	0	Moy	S	Oui	Oui
	19	1	0	Oui	S	Non	Oui
	20	1	10	Non	D	Non	Non
	21	1	15	Non	D	Non	Non
	22	1	4	Non	D	Non	Oui
	24	1	0	Non	D	Non	Oui
	25	1	7	Moy	D	Oui	Oui
Moyenne			8				
Ecart-type			7,4				
Min			0				
Max			31				
	2	2	150	Non	D	Non	Oui
	4	2	150	Oui	S	Oui	Oui
	7	2	65	Oui	S	Non	Non
	8	2	110	Oui	S	Non	Non
	10	2	146	Oui	D	Oui	Oui
	11	2	80	Oui	D	Non	Non
	17	2	60	Moy	D	Non	Non
	23	2	80	Oui	D	Non	Oui
Moyenne			105,1				
Ecart-type			33,9				
Min			60				
Max			150				
	3	3	190	Oui	S	Oui	Oui
	6	3	185	Oui	S	Non	Non
	9	3	230	Oui	D	Non	Non
	14	3	233	Oui	S	Oui	Oui
	16	3	187	Oui	D	Non	Oui
	18	3	221	Oui	D	Oui	Oui
Moyenne			207,7				
Ecart-type			20,3				
Min			185				
Max			233				
	5	4	600	Non	S	Non	Non
Moyenne			600				
Ecart-type			0				
Min			600				
Max			600				
	Si je fusionne groupe 3 et 4						
	3	3	190	Oui	S	Oui	Oui
	6	3	185	Oui	S	Non	Non
	9	3	230	Oui	D	Non	Non
	14	3	233	Oui	S	Oui	Oui
	16	3	187	Oui	D	Non	Oui
	18	3	221	Oui	D	Oui	Oui
	5	3	600	Non	S	Non	Non
Moyenne			263,7				
Ecart-type			96,1				
Min			185				
Max			600				

Perception de l'état du pâturage			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les pâturages ne sont pas satisfaisants pour le bétail	70%	12,5%	14%
Les pâturages sont moyennement satisfaisants pour le bétail	20%	12,5%	0%
Les pâturages sont satisfaisants pour le bétail	10%	75%	86%
Perception de l'évolution du pâturage			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les pâturages s'améliorent	0%	0%	0%
Les pâturages sont stables	20%	38%	57%
Les pâturages se dégradent	80%	63%	43%
Perception des plantations			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les plantations peuvent être intéressantes	70%	50%	57%
Les plantations ne présentent pas d'intérêt	30%	50%	43%
Les plantations sont faisables dans le Gobi	40%	50%	43%
Les plantations ne sont pas faisables dans le Gobi	60%	50%	57%

Typologie sur le nombre de chameaux

	N	Groupe	Nb total chameaux	Patur_Satisf	Patur_Etat	Plant_faisable	Plant_interet
	1	1	0	Non	D	Non	Non
	7	1	10	Oui	S	Non	Non
	12	1	0	Non	D	Oui	Oui
	13	1	1	Non	D	Oui	Oui
	15	1	0	Moy	S	Oui	Oui
	16	1	2	Oui	D	Non	Oui
	17	1	0	Moy	D	Non	Non
	19	1	0	Oui	S	Non	Oui
	20	1	0	Non	D	Non	Non
	21	1	0	Non	D	Non	Non
	22	1	0	Non	D	Non	Oui
	24	1	0	Non	D	Non	Oui
	25	1	0	Moy	D	Oui	Oui
Moyenne			1				
Ecart-type			1,5				
Min			0				
Max			10				
	2	2	50	Non	D	Non	Oui
	4	2	50	Oui	S	Oui	Oui
	6	2	60	Oui	S	Non	Non
	8	2	60	Oui	S	Non	Non
	9	2	80	Oui	D	Non	Non
	10	2	40	Oui	D	Oui	Oui
	11	2	30	Oui	D	Non	Non
	18	2	80	Oui	D	Oui	Oui
	23	2	50	Oui	D	Non	Oui
Moyenne			55,6				
Ecart-type			12,8				
Min			30				
Max			80				
	3	3	150	Oui	S	Oui	Oui
	14	3	220	Oui	S	Oui	Oui
Moyenne			185				
Ecart-type			35				
Min			150				
Max			220				
	5	4	450	Non	S	Non	Non
Moyenne			450				
Ecart-type			0				
Min			450				
Max			450				
Si je fusionne les groupes 3 et 4							
	3	3	150	Oui	S	Oui	Oui
	14	3	220	Oui	S	Oui	Oui
	5	4	450	Non	S	Non	Non
Moyenne			273,3				
Ecart-type			117,8				
Min			150				
Max			450				

Perception de l'état du pâturage			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les pâturages ne sont pas satisfaisant pour le bétail	54%	11%	33%
Les pâturages sont moyennement satisfaisant pour le bétail	43%	0%	0%
Les pâturages sont satisfaisant pour le bétail	43%	89%	67%
Perception de l'évolution du pâturage			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les pâturages s'améliorent	0%	0%	0%
Les pâturages sont stables	23%	33%	100%
Les pâturages se dégradent	77%	67%	0%
Perception des plantations			
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
Les plantations peuvent être intéressantes	62%	56%	67%
Les plantations ne présentent pas d'intérêt	38%	44%	33%
Les plantations sont faisables dans le Gobi	31%	33%	67%
Les plantations ne sont pas faisables dans le Gobi	69%	67%	33%

Typologie sur le nombre de déplacements annuels minimums

	N	Groupe	Nb_deplacement_min	Patur_Satisf	Patur_Etat	Plant_faisable	Plant_interet
	12	1	0	Non	D	Oui	Oui
	14	1	0	Oui	S	Oui	Oui
	22	1	1	Non	D	Non	Oui
Moyenne			0,33				
Ecart-type			0,44				
Min			0				
Max			1				
	2	2	3	Non	D	Non	Oui
	3	2	3	Oui	S	Oui	Oui
	4	2	3	Oui	S	Oui	Oui
	5	2	2	Non	S	Non	Non
	6	2	3	Oui	S	Non	Non
	8	2	2	Oui	S	Non	Non
	13	2	3	Non	D	Oui	Oui
	18	2	3	Oui	D	Oui	Oui
	19	2	2	Oui	S	Non	Oui
	20	2	2	Non	D	Non	Non
Moyenne			2,6				
Ecart-type			0,48				
Min			2				
Max			3				
	7	3	4	Oui	S	Non	Non
	9	3	5	Oui	D	Non	Non
	10	3	4	Oui	D	Oui	Oui
	15	3	4	Moy	S	Oui	Oui
	16	3	6	Oui	D	Non	Oui
	21	3	4	Non	D	Non	Non
	23	3	5	Oui	D	Non	Oui
	24	3	4	Non	D	Non	Oui
	25	3	4	Moy	D	Oui	Oui
Moyenne			4,44				
Ecart-type			0,59				
Min			4				
Max			6				
	1	4	8	Non	D	Non	Non
	11	4	7	Oui	D	Non	Non
	17	4	7	Moy	D	Non	Non
Moyenne			7,33				
Ecart-type			0,44				
Min			7				
Max			8				

Perception de l'état du pâturage				
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Les pâturages ne sont pas satisfaisant pour le bétail	67%	40%	22%	33%
Les pâturages sont moyennement satisfaisant pour le bétail	0%	0%	22%	33%
Les pâturages sont satisfaisant pour le bétail	33%	60%	56%	33%
Perception de l'évolution du pâturage				
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Les pâturages s'améliorent	0%	0%	0%	0%
Les pâturages sont stables	33%	60%	22%	0%
Les pâturages se dégradent	67%	40%	78%	100%
Perception des plantations				
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Les plantations peuvent être intéressantes	100%	60%	67%	0%
Les plantations ne présentent pas d'intérêt	0%	40%	33%	100%
Les plantations sont faisables dans le Gobi	67%	40%	33%	0%
Les plantations ne sont pas faisables dans le Gobi	33%	60%	67%	100%

Typologie sur les distances moyennes parcourues

	N	Groupe	D_moy_Ete	Patur_Satisf	Patur_Etat	Plant_faisable	Plant_interet
	1	1	5	Non	D	Non	Non
	2	1	4	Non	D	Non	Oui
	5	1	1	Non	S	Non	Non
	7	1	4	Oui	S	Non	Non
	11	1	4	Oui	D	Non	Non
	12	1	0	Non	D	Oui	Oui
	13	1	4	Non	D	Oui	Oui
	14	1	0	Oui	S	Oui	Oui
	22	1	6	Non	D	Non	Oui
	24	1	5	Non	D	Non	Oui
	25	1	4	Moy	D	Oui	Oui
Moyenne			3,36				
Ecart-type			1,65				
Min			0				
Max			6				
	3	2	15	Oui	S	Oui	Oui
	4	2	15	Oui	S	Oui	Oui
	9	2	8	Oui	D	Non	Non
	10	2	11	Oui	D	Oui	Oui
	15	2	12	Moy	S	Oui	Oui
	19	2	15	Oui	S	Non	Oui
	21	2	10	Non	D	Non	Non
	23	2	8	Oui	D	Non	Oui
Moyenne			11,75				
Ecart-type			2,5				
Min			8				
Max			15				
	8	3	23	Oui	S	Non	Non
	16	3	30	Oui	D	Non	Oui
	20	3	20	Non	D	Non	Non
Moyenne			24,33				
Ecart-type			3,78				
Min			20				
Max			30				
	6	4	50	Oui	S	Non	Non
	17	4	50	Moy	D	Non	Non
	18	4	40	Oui	D	Oui	Oui
Moyenne			46,67				
Ecart-type			4,44				
Min			40				
Max			50				

Perception de l'état du pâturage				
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Les pâturages ne sont pas satisfaisants pour le bétail	64%	13%	33%	0%
Les pâturages sont moyennement satisfaisants pour le bétail	9%	13%	0%	33%
Les pâturages sont satisfaisants pour le bétail	27%	75%	67%	67%
Perception de l'évolution du pâturage				
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Les pâturages s'améliorent	0%	0%	0%	0%
Les pâturages sont stables	27%	50%	33%	33%
Les pâturages se dégradent	73%	50%	67%	67%
Perception des plantations				
Pourcentage d'éleveurs pensant que :	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
Les plantations peuvent être intéressantes	64%	75%	33%	33%
Les plantations ne présentent pas d'intérêt	36%	25%	67%	67%
Les plantations sont faisables dans le Gobi	36%	75%	0%	33%
Les plantations ne sont pas faisables dans le Gobi	55%	25%	100%	67%

ANNEXE 29 : CODE R POUR LE CROISEMENT DES DONNEES QUALITATIVES DE PERCEPTION DE L'ENVIRONNEMENT PASTORAL ET DES PLANTATIONS

```
setwd("/Users/Annaêl/Documents/TestRCIRAD/Croisement")
getwd()

#importer le fichier texte perception Etat des pâturages + perception évolution des pâturages
Etat <- read.table(file="Etat.txt", header = T, row.names=1, sep="\t", dec=",")
Evo <- read.table(file="Evo.txt", header = T, row.names=1, sep="\t", dec=",")

Plantation <- Etat[, c('Plant_interet')]
Satisfaction <- Etat[, c('Patur_Satisf')]
Evolution <- Evo[, c('Patur_Etat')]

#tableau croisé
TC1 <- table(Satisfaction, Plantation)
TC2 <- table(Evolution, Plantation)
```