

Master of Science HES-SO in Life Sciences

Orientation :
Natural Ressources Management in Catchements

La richesse spécifique, la fréquence de capture et
la distribution des mammifères comme outils de
comparaison entre deux aires protégées de la
Tanzanie de l'ouest

Done by

Vanessa Stampfli

Under the direction of
Prof. Claude Fischer and Yves Hausser
MASTER HES-SO/ HEPIA GENEVE

External Expert Dr. Stéphane Suter

Lausanne, HES-SO//Master, 2016

Accepted from the HES-SO//Master (Switzerland, Lausanne) on proposal of

Prof. Claude Fischer and Yves Hausser, Master Thesis Advisors
Dr. Stéphane Suter, Main Expert

Geneva, March 21, 2016

Prof. Claude Fischer and Yves Hausser
Advisors

Prof. Roger Marti
Head of the Master Life Sciences

Table des matières

Table des matières	ii
Remerciements	v
Abréviations	vi
Abstract	vii
1 Introduction	1
2 Problématique	3
2.1 Limites de l'étude	9
2.2 Projet de recherche	9
2.3 Hypothèses	10
3 Matériel et méthode	11
3.1 Zone d'étude	11
3.2 Terrain d'étude	12
3.2.1 Rukwa GR	12
3.2.2 Rungwa River FR / GCA	13
3.3 Méthode	14
3.4 Collecte de données	15
3.4.1 Description	15
3.4.2 Contraintes de terrain	16
3.4.3 Sécurité	17
3.5 Traitement des données	17
3.6 Paramètres de gestion	21
3.6.1 Méthode et collecte de données	21
3.6.2 Traitement des données	21
3.7 Pistes à suivre	21
4 Résultats	23
4.1 Comparaison entre Rukwa et Rungwa River	29
4.1.1 L'inventaire des espèces	29
4.1.2 Fréquence de capture	31
4.1.3 Distribution spatiale	34
4.1.4 Différence d'habitat	37
4.1.5 Paramètres de gestion	39
4.2 Corrélations avec les paramètres environnementaux	52
4.2.1 Corrélations de la richesse spécifique et paramètres environnementaux	52
4.2.2 Corrélations de la fréquence de capture et paramètres environnementaux	59
5 Discussion	61
5.1 Comparaison entre Rukwa et Rungwa River	61
5.2 Corrélations	64

5.3	Vérification des hypothèses	66
6	Conclusion	69
7	Bibliographies	71
8	Annexes	77

Remerciements

J'adresse ma reconnaissance en premier lieu mes professeurs Claude Fischer et Yves Hausser qui m'ont proposé cette thèse de master avec la récolte de données en Tanzanie et qui m'ont soutenu tout au long de ce travail. Un grand Merci !

Je remercie spécialement Sandy Mermod pour son aide pendant le premier mois de la période de terrain ainsi que pour son appui et ses explications à mes diverses questions.

L'aide de Ralph Thielen m'a été précieuse pour les divers échanges concernant les statistiques qui m'ont permis d'avancer dans ces analyses.

Je remercie sincèrement l'ADAP en particulier son comité. De plus, je suis reconnaissante envers l'aide pratique des membres du bureau de l'ADAP à Inyonga. Grâce à cette ONG, la récolte de données a été possible et c'est bien déroulé.

J'adresse ma reconnaissance particulière aux Village Game Scouts d'Inyonga qui ont réalisé avec moi la récolte de données. Je remercie particulièrement Dickson Malembeka pour son engagement dans les préparatifs pour les séjours en brousse et son engagement comme leader du deuxième groupe de pose de pièges photographiques. En outre, je suis reconnaissante envers les Game Wardens de la Wildlife Division qui ont veillé à notre sécurité lors des séjours en brousse.

Je remercie les six personnes de la Wildlife Division, du TFS et de Mlele District qui ont pris du temps pour répondre à mes interviews : S. Habibu, M. Chuwa, J. Mwang'ombe, A. Mbugah, J. Mduma et E. Sumbuka

Je suis très reconnaissante envers Line Zolliker, Antoine Boss et Sybille Stampfli pour leurs maintes relectures qui ont permis que mes phrases trop complexes deviennent du français. Je remercie Barbara et Peter Johnston pour leur relecture des interviews.

J'adresse ma reconnaissance à Tanzania Wildlife Research Institute (TAWIRI) et à Tanzania Commission for Science and Technology (COSTECH) qui m'ont accordé les permis de recherche.

Je suis reconnaissante envers les quatre institutions suivantes pour leur aide en ressources financières : Bourse Master HES-SO, ADAP, Société Zoologique de Genève et l'HEPIA. Ces fonds ont contribué à la réalisation de la récolte de donnée.

Pour finir, je remercie sincèrement ma famille et Antoine Boss qui ont cru avec moi que ce travail serait possible et qui ont été pour moi un vrai soutien moral. J'adresse ma reconnaissance à mes amis qui m'ont fidèlement encouragé par leurs messages et leur présence.

Abréviations

ACP	Analyses en composantes principales
ADAP	Association pour le développement des aires protégées
AFC	Analyse factorielle des correspondances
ANOVA	Analyse de la variance
BKZ	Beekeeping Zone
CANOCO	Analyse canonique des correspondances
CBD	Convention de la diversité biologique
DGO	District Game Officer
DNRO	District Natural Resource Officer
EN	Endangered
FNS	Fonds national suisse
FR	Forest Reserve
GCA	Game Controlled Area
GN	Gouvernement Notiz
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
GR	Game Reserve
IBA	Inyonga Beekeeper Association
IFRI	International Forestry Resources and Institutions
HEPIA	Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève
MNRT	Ministry of Natural Resource and Tourism
NCA	Ngorongoro Conservation Area
NP	National Parc
NT	Near threatened
ONG	Organisation non gouvernementale
PM	Project Manager
RAI	Indice relative d'abondance
SD	Standard Deviation
TANAPA	Tanzania National Parc Authority
TFS	Tanzania Forest Service Agency
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
VGS	Village Game Scoutuna
VU	Vulnerable
WD	Wildlife Division
WMA	Wildlife Management Area

Abstract

Les aires protégées représentent depuis plus d'un siècle la principale stratégie pour assurer la conservation de la biodiversité. Ces aires protégées seraient efficaces pour conserver l'habitat. Cependant, les résultats de l'efficacité des aires protégées pour conserver les espèces animales ne font pas l'unanimité et paraissent donc peu concluants. Ainsi, le but de cette étude est de comparer par le biais de données collectées par pièges photographiques deux aires protégées de catégories UICN différentes en Tanzanie, Rukwa GR (UICN IV) et Rungwa River FR (UICN VI). Cette comparaison se fait à l'aide de la richesse spécifique, la fréquence de capture et la distribution des moyens à grands mammifères. Le second but est de chercher des corrélations ou gradients entre les paramètres environnementaux et des trois variables faunistiques. La récolte de données a permis de comptabiliser un total de 47 espèces, dont 5 espèces sur la Liste Rouge. Les différences de la richesse spécifique, la fréquence de capture et la distribution pour les deux aires protégées ne sont pas significatives. Concernant les corrélations, les variables environnementales naturelles et anthropiques expliquent 9,22% de la variabilité de 14 espèces sélectionnées pour ces analyses statistiques. Ces résultats positifs sur la richesse spécifique légitiment la poursuite et l'intensification des recherches pour toutes les aires protégées sans distinction de catégorie.

Mots clés: aire protégée, mammifères, piège photographique, richesse spécifique, fréquence de capture, distribution, paramètres environnementaux, corrélation, Tanzanie.

1 Introduction

La conservation de la biodiversité est un concept très présent dans notre société occidentale. Il reste pourtant assez vaste et vague. D'une part, la biodiversité est souvent comprise comme la diversité des espèces uniquement. Cependant, elle comprend trois niveaux: dont la diversité au sein des espèces (génétique), la diversité des espèces et des écosystèmes et leurs interactions (CBD, 1992). Cette étude se penche sur la diversité des espèces, ou richesse spécifique, et plus précisément sur la richesse spécifique des moyens à grands mammifères. D'autre part, la conservation peut être comprise comme synonyme de préservation. Pourtant, la conservation englobe la préservation et l'utilisation de ressources. Nelson et al. (2007) prenant un exemple du Michigan, aux Etats-Unis, affirment qu'il ne suffit pas de préserver l'habitat forêt. Selon eux, il est également important d'avoir une gestion active de la forêt, sinon celle-ci peut changer dans sa composition et son écologie. La gestion active est le contraire d'une non-gestion, c'est-à-dire qu'il y a des actions concrètes mise en place pour conserver. Dans ce cas du Michigan, ce n'est pas l'extraction des ressources naturelles qui dégrade la forêt, mais la non-gestion de cet écosystème, sans action de conservation. La non-gestion d'une réserve peut amener à une situation d'accès libre, c'est-à-dire que n'importe qui peut entrer dans la réserve et pratiquer des activités illégales, car il n'y a plus de surveillance. Cet exemple montre qu'il y a un réel besoin de gestion active de la biodiversité ainsi que des données scientifiques pour mesurer les effets de cette gestion.

Le continent africain héberge encore aujourd'hui d'importantes populations de grands mammifères en liberté. Toutefois, Craigie et al. (2010), ont démontré qu'entre 1970 et 2005, l'abondance des grands mammifères (>5 kg) dans les aires protégées du continent africain a été réduite de moitié. Les causes de ce déclin sont diverses au plan régional et local: surchasse, croissance démographique humaine rapide engendrant un besoin plus important en ressources (Baillie et al., 2004) ou interactions entre environnement, écologie et activités humaines au niveau d'une aire protégée (Estes et al., 2006). La croissance démographique engendre aussi la construction d'infrastructures qui peuvent amener la fragmentation du paysage. Le déclin des grands mammifères continuera certainement, la croissance démographique augmentant les besoins en ressources des êtres humains. Des conflits de plus en plus importants verront le jour entre la faune et l'être humain pour les mêmes ressources sur un territoire limité.

La Tanzanie, un pays de l'Afrique de l'est, dispose d'une superficie de 945' 087 km² pour 49' 639' 138¹ habitants. La densité de la population humaine s'élève donc à 52,52 habitants par km². Ce pays abrite une grande richesse de faune de moyens à grands mammifères (Stoner et al., 2007; Caro, 2008). Cette richesse de la faune constitue la motivation principale de l'activité touristique. Le tourisme de chasse sportive et de vision est un facteur important pour la croissance de l'économie nationale (Pettorelli et al., 2010). Ainsi, une grande superficie de son territoire terrestre (env. 40%) est dédiée à la conservation (figure 1) et les catégories d'aires protégées les plus répandues sont classées entre les catégories UICN II à VI (tableau 1) (Kideghesho et al., 2013). Malgré l'engagement et la volonté politique, la conservation et la gestion de la biodiversité en Tanzanie n'ont jamais été chose facile, car de nombreux défis et problèmes entravent le travail de conservation (Kideghesho et al., 2013).

¹ Estimation de Juillet 2014 du site internet : <http://populationsdumonde.com/>, consulté le 26 février 2016

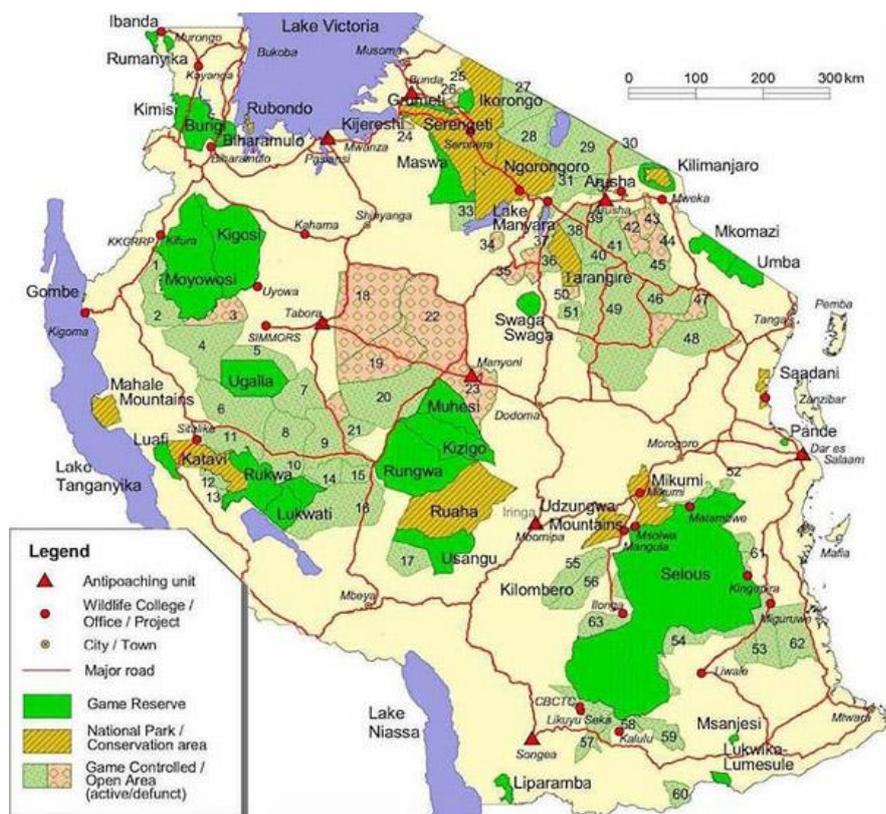


Figure 1 La Tanzanie avec ces maintes aires protégées, (source originale Baldus & Cauldwell (2004), tiré de <http://safarisandexpeditions.com>)

C'est dans l'ouest du pays que l'ADAP, une organisation non-gouvernementale suisse basée à Genève depuis 1997, mène un projet depuis 2002 afin de soutenir la population locale, principalement par l'apiculture dans l'aire protégée de Mlele Beekeeping Zone (BKZ), catégorie UICN VI (Hausser & Mpuya, 2004; Hausser et al., 2009). Grâce à cette ONG et aux relations qu'elle entretient avec l'HEPIA, la possibilité d'une thèse de master s'est présentée, axée sur la récolte de données sur les moyens à grands mammifères en Tanzanie.

Cette thèse de master fait partie d'un projet à plus grande échelle, un projet FNS (en cours d'acceptation) proposé par les candidats Y. Hausser et M. Hufty. Le but est de développer un indicateur basé sur quatre thèmes: faune sauvage, paysage, mode de gouvernance et paramètres de gestion. Cet indicateur se veut un support pour la prise de décision concernant la conservation et la planification de développement. Les terrains d'études pour ce projet sont de deux catégories UICN: Rukwa Game Reserve (UICN IV), Rungwa Forest Reserve (UICN VI), Mlele Beekeeping Zone (UICN VI) et Ipole Wildlife Management Area (UICN VI), tous situés en Tanzanie de l'ouest. De ces quatre terrains d'étude, deux sont sujets de cette thèse Rukwa GR et Rungwa River FR. Pour le cas particulier de Rungwa River FR, ce sont les premières données faunistiques récoltées dans le cadre de ce projet. Ainsi, les données récoltées peuvent servir d'état de référence pour la mise en œuvre du futur projet FNS.

2 Problématique

Les aires protégées représentent depuis plus d'un siècle la principale stratégie pour assurer la conservation de la biodiversité (Geldmann et al., 2013). Elles peuvent se définir comme « un espace géographique clairement défini, reconnu, dédié et géré par des moyens légaux ou autres, afin de favoriser la conservation à long-terme de la nature et des services écosystémiques ainsi que des valeurs culturelles qui y sont liés » (UICN, 2016). Les descriptions sur les aires protégées de ce paragraphe s'appuient principalement sur l'article de Dudley (2008). Il existe plusieurs catégories d'aires protégées (I à VI, tableau 1) qui vont d'une protection stricte de la biodiversité à l'utilisation des ressources naturelles de façon durable (Annexe I). L'attribution de ces catégories se base sur les objectifs de gestion (UICN, 2016) et permet donc des activités différentes au sein de ces aires protégées. Les catégories ne devraient pas être vues comme une simple hiérarchisation en termes de qualité, d'importance ou de naturalité. Par exemple, le crescendo de naturalité dans les catégories d'aires protégées n'est pas parfait comme on pourrait le penser (figure 2). Cette étude se penche sur les aires protégées de catégories UICN IV et VI. Selon Dudley (2008), les aires protégées de catégories UICN IV et VI se différencient par leurs objectifs et leurs tailles. En général, au niveau mondial, une aire protégée de catégorie VI a une plus grande superficie qu'une aire protégée IV. Il n'est pas ainsi en Tanzanie: certaines aires protégées de catégorie UICN IV sont plus grandes que des aires protégées de catégorie UICN VI, comme par exemple Selous Game Reserve qui dispose d'une superficie de 55' 000 km². Pourtant, à l'échelle régionale, il se peut que les aires protégées de catégorie VI soient plus grandes que les catégories IV. Un gestionnaire d'une aire protégée de catégorie UICN IV cherche, par une gestion active, à conserver l'habitat et/ou les espèces (Dudley, 2008). Par contre, un gestionnaire d'une aire protégée VI essaie, par une gestion active, de maintenir les services des écosystèmes en utilisant les ressources de manière durable.

Tableau 1 Les catégories d'aires protégées, les catégories IV et VI sont sujets de cette étude, (inspirés de l'UICN)

Catégorie	Titre
Ia	Réserve naturelle intégrale
Ib	Zone de nature sauvage
II	Parc national
III	Monument ou élément naturel
IV	Aire de gestion des habitats ou des espèces
V	Paysage terrestre ou marin protégé
VI	Aire protégée avec utilisation durable des ressources naturelles

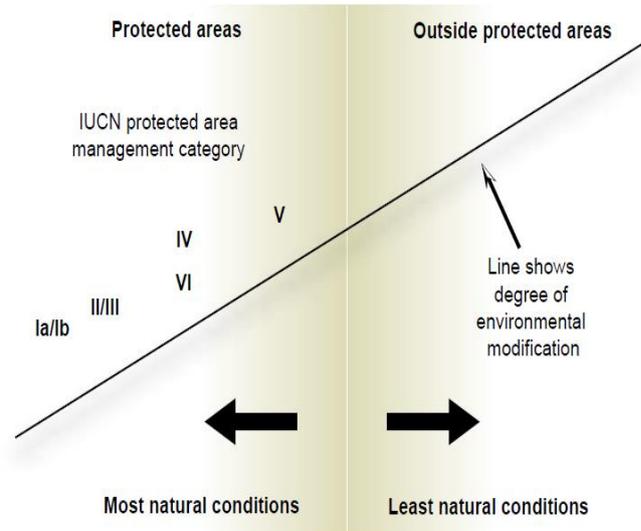


Figure 2 Les catégories d'aires protégées selon leur niveau de naturalité, (tiré de Dudley, 2008)

Le système d'aires protégées est la base de la conservation de la biodiversité. Pourtant, la surface d'aires protégées mondiale reste restreinte pour pouvoir assumer l'ensemble de la conservation. Environ 12,7% des surfaces terrestres sont des aires protégées (Geldmann et al., 2013). Dans ces 12,7%, on peut se demander combien sont des aires protégées efficaces et combien sont des aires protégées non gérées, ou plus globalement si les aires protégées sont efficaces. Selon Geldmann et al. (2013), les aires protégées au niveau mondial sont plus efficaces contre les pertes d'habitat que des aires non-protégées. Quant à Nelson et Chomitz (2011), ils affirment qu'il existe des incertitudes et des controverses sur l'impact et l'efficacité des aires protégées. De plus, Hayes (2006) a entrepris une comparaison de 163 forêts dans 13 pays sur les bases de données récoltées par l'IFRI (International Forestry Resources and Institutions). Il en ressort que des forêts classées comme aires

² http://www.game-reserve.com/tanzania_selous_gr.html, consulté le 26 février 2016

protégées (catégorie UICN I à VI) sont aussi efficaces pour protéger la densité de la végétation que d'autres arrangements institutionnels. Ainsi, les aires protégées au niveau mondial sont clairement efficaces pour conserver l'habitat même si dans le cas particulier de la forêt, d'autres formes d'institutions s'avèrent tout aussi efficaces. Dès lors, il est possible de s'interroger sur la pertinence des différentes catégories puisque toutes les six catégories UICN ont atteints des résultats positifs pour le maintien de la forêt. Souvent les études se concentrent sur les aires protégées de haut statut, comme les parcs nationaux, en ignorant d'une certaine manière les aires protégées de bas statut. Cependant, Leroux et al. (2010) ont démontré que ce ne sont pas les aires protégées les plus strictes qui ont la plus faible empreinte humaine (Human Footprint), mais au contraire les aires protégées de catégories UICN VI. Ehrlich et Pringle (2008) soulignent à leur tour que si les populations humaines locales utilisent le même espace, la valeur de la conservation n'est pas toujours diminuée. Quant à Nelson et Chomitz (2011), ils ont montré que dans le cas des forêts tropicales, les aires protégées non strictes (catégories UICN V) ou communautaires (catégorie UICN VI), autorisant une utilisation des ressources forestières, sont en général aussi efficaces voire même plus que les aires protégées strictes (catégorie UICN I à IV). Et ce, surtout dans les endroits où la pression est forte pour la transformation des terres en agriculture et la coupe de bois. Les aires protégées communautaires ont par conséquent un rôle important dans la conservation qui ne doit pas être négligé. Elles peuvent conserver les écosystèmes et améliorer le niveau de vie des populations locales. En outre, il y a bien une différence entre les catégories d'aires protégées et leurs résultats. Cependant, cette différence ne suit pas toujours la logique du classement de I à VI, ce qui montre que toutes les catégories d'aires protégées mériteraient d'être équitablement étudiées.

A présent qu'il a été établi que les aires protégées des six différentes catégories maintiennent l'habitat, on peut se demander s'il en est de même pour la faune vivant dans ces aires protégées. Selon Geldmann et al. (2013), il n'existe pas de résultats précis et généralisables au niveau mondial en ce qui concerne la protection des espèces animales. Ce résultat peut être expliqué par plusieurs contraintes des études sur les espèces animales. Premièrement, la faune est mobile que ce soit à petite ou grande échelle il est donc plus difficile de l'étudier. Deuxièmement, d'autres processus écologiques influencent la faune sur le long terme, ce qui complique l'évaluation de l'effet de la catégorie de l'aire protégée (Geldmann et al., 2013). Troisièmement, les données sur la faune doivent être récoltées régulièrement sur le long terme si l'objectif est de quantifier les populations dans le temps (Geldmann et al., 2013). Quatrièmement, la collecte de données de séries temporelles requiert du temps, de l'argent et des ressources humaines (Geldmann et al., 2013). Ces facteurs expliquent pourquoi il n'existe pas de solution généralisable et démontrent la nécessité d'agrandir les connaissances dans ce domaine. D'ailleurs, Stoner et al. (2007) précisent qu'il existe un réel besoin d'études sur les mammifères en Tanzanie dans les différentes aires protégées, pour comprendre à long terme la tendance des populations. Cette étude a pour objectif d'élargir la recherche sur les mammifères afin de couvrir, dans la mesure du possible, une partie de ce besoin.

Un autre point à relever est l'acceptabilité sociale des aires protégées. Ce terme englobe deux notions: la participation à la gestion et la possibilité de revenu par l'extraction des ressources naturelles. La notion de gestion n'est pas à confondre avec celle de gouvernance. La gestion est l'action de gérer, c'est-à-dire de faire des actions concrètes sur le terrain pour la conservation. À l'inverse, la gouvernance fait référence à la notion de pouvoir, c'est-à-dire la détention de pouvoir et la prise de décision.

Grâce aux différentes catégories, il existe des possibilités d'extraction de ressources naturelles durables. Dès lors, cette extraction des ressources peut générer un revenu pour les membres de la population locale tout en maintenant l'écosystème. Ostrom et Nagendra (2006) soulèvent que les aires protégées communautaires peuvent être plus lucratives que les aires protégées strictes. Les aires protégées strictes ont un important coût budgétaire et un grand coût en matière de conflits avec les populations humaines locales (Ostrom et Nagendra, 2006). De plus, si la population est impliquée dans la gestion, elle est automatiquement responsabilisée. Aussi, on diminue le nombre de conflits potentiels entre gestionnaire et population locale. D'ailleurs, Hayes (2006) suggère, d'après ces résultats de la comparaison de 163 forêts, que la population locale devrait être impliquée si les gestionnaires de l'aire protégée souhaitent que les règles relatives à l'aire protégée soient respectées. En outre, dans une aire non protégée, existe deux fois plus de règles, car la population locale connaît sa ressource avec sa limite (Hayes, 2006). Ainsi, le côté socio-économique d'une aire protégée peut aussi être une façon de mesurer le succès de celle-ci. De ce fait, il est intéressant de l'englober pour avoir une meilleure vision d'ensemble.

On peut en conclure que toutes les catégories d'aires protégées prouvent leur efficacité par une conservation de l'habitat. Cependant, en ce qui concerne la faune, les résultats ne sont pas aussi évidents. Dans cette optique, il semble intéressant d'étoffer les recherches sur les aires protégées de bas statut, à travers notamment la richesse spécifique d'espèces de mammifères, pour évaluer s'il existe une différence entre une catégorie UICN IV et UICN VI. Effectivement, Li et al. (2012) ont démontré que les grands mammifères peuvent être pris comme moyen de mesure indirect de l'efficacité de gestion d'une aire protégée, ces grandes espèces étant des éléments fondamentaux des écosystèmes. Pour la Tanzanie en particulier, ce groupe d'espèces revêt une grande importance dans son économie à travers le tourisme. Par conséquent, il existe des enjeux financiers pour conserver cette faune. La recherche scientifique de cette faune peut donc s'appuyer entre autre sur cet intérêt économique.

À présent que le cadre des aires protégées UICN est posé, il devient intéressant de comprendre les liens qu'il peut y avoir entre les divers thèmes centraux de cette recherche. Les cinq thèmes abordés sont: la richesse spécifique, la distribution spatiale, l'abondance relative comme proxy de la densité, la gestion et la gouvernance ainsi que les paramètres environnementaux. La distribution spatiale ou la distribution est la répartition spatiale des espèces dans les aires protégées. L'abondance relative est une notion qui s'intéresse à la quantification du nombre d'individus par espèces et qui essaie de déterminer des densités de populations dans la mesure du possible.

L'hypothèse générale entre ces thèmes est que la gestion avec les paramètres environnementaux agit sur la présence de la faune. La gestion en accord avec la catégorie UICN influence la faune, car des mesures sont prises pour la conserver. Dès lors, les catégories les plus élevées devraient héberger une plus grande richesse en faune. Pour ce qui est des paramètres environnementaux avec la faune, la faune interagit avec ces paramètres. Par exemple, la présence en eau peut influencer certaines espèces et définir leur distribution spatiale. La recherche bibliographique cherche à répondre à ce questionnement et à comprendre les interactions entre les divers thèmes. Ces interactions sont présentées sous forme de schéma (figure 3) puis développées une à une.

Les articles scientifiques pris pour ces comparaisons ne concernent pas tous le même milieu et cela implique qu'il y a un certain biais. Par exemple, l'article de Vanthomme et al. (2013) se base sur les données récoltées au Gabon, pays tropical humide, proche de l'océan Atlantique dans trois milieux différents: prairie, forêt secondaire et zone humide. L'étude de Kiffner et al. (2014) prend place au pays Masaï qui a des savanes ouvertes et des grandes plaines au nord de la Tanzanie. L'article de Bowkett et al. (2007) ont récolté des données dans la région d'Udzungwa Mountain de la Tanzanie où la forêt est humide et montagnarde. Ainsi, il y a des différents milieux dans ces articles scientifiques et la faune est en conséquence est différente sauf pour les ubiquistes. Pourtant, il reste intéressant de comparer ces études tout en sachant la différence de milieux.

En outre, les articles concernant les moyens à grands mammifères de la même région que cette étude utilisent quatre méthodes différentes: le comptage à pied (Waltert et al., 2009), le comptage en voiture (Caro 1999b, 2011, 2013), le comptage aérien (Stoner et al., 2007; Caro 2008, 2013), ainsi que la méthode de pièges photographiques (Fischer et al., 2013; Cusack et al., 2015; Hausser et al., 2016). Il est important d'être prudents dans la comparaison de chiffres obtenus par des méthodes différentes.

Aire protégée

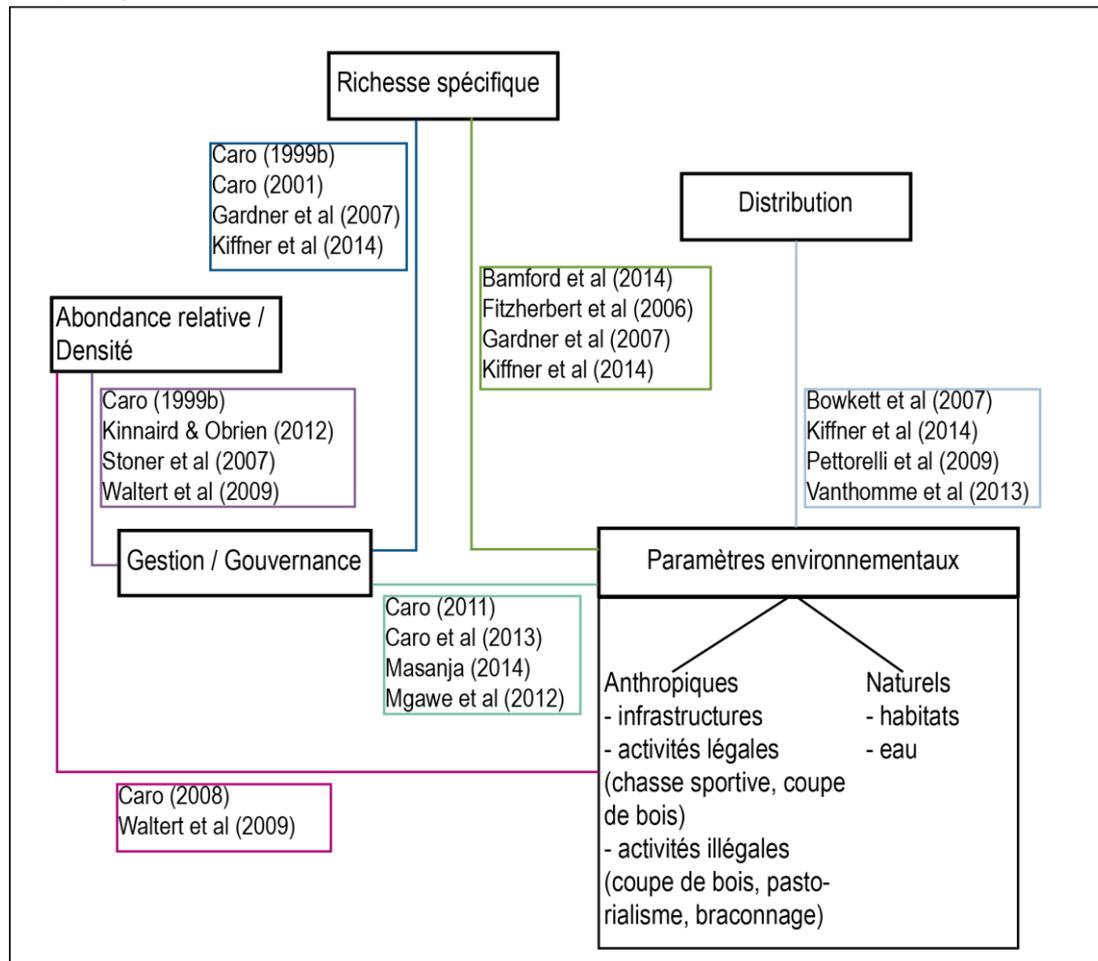


Figure 3 Diagramme présentant les variables prises en compte dans la présente étude et leurs interactions

Relation entre la gestion et la richesse spécifique: Caro (1999b) montre qu'il y a une plus grande richesse spécifique de mammifères dans le parc national de Katavi que dans Mlele North Game Controlled Area (GCA), soit 24 espèces ou groupe d'espèces pour le premier contre seulement 16 pour le second. De même, Kiffner et al. (2014) ont observé 26 espèces de mammifères dans le parc national de Lake Manyara contre 16 espèces dans le Maasailand community area (GCA) au nord de la Tanzanie. Cependant, il y a aussi des exemples pour les petits mammifères et d'autres taxons qui relativisent la différence entre les aires protégées de différents statuts. L'étude de Caro (2001) met en doute que les efforts de conservation mis en place pour les grands mammifères soient aussi valables pour conserver les plus petites espèces de rongeurs et d'insectivores. En effet, lors de son étude, Caro a démontré une plus forte abondance et richesse spécifique des petites espèces de mammifères à l'extérieur du parc national de Katavi (7 espèces) qu'à l'intérieur (4 espèces). En outre, Gardner et al. (2007) ont prouvé que la richesse spécifique de différents taxons (oiseaux, amphibiens, petits mammifères, papillons et arbres) peut être la même dans les différentes catégories d'aires protégées. Ainsi, ils mettent en doute l'efficacité des aires protégées strictes pour d'autres groupes d'espèces tels que petits vertébrés (oiseaux, grenouilles, petits mammifères), papillons et arbres concernant la richesse spécifique (Gardner et al., 2007). Par conséquent, il est possible d'en déduire que la richesse spécifique des moyens à grands mammifères est en accord avec la catégorie UICN mais que pour d'autres taxons ou pour les petits mammifères cela n'est pas forcément le cas.

Rapport entre la gestion et l'abondance relative: Caro (1999b) déclare qu'il y a une plus grande densité de mammifères à l'intérieur du parc national de Katavi que dans les aires protégées de plus basse catégorie autour du parc. Par ailleurs, Stoner et al. (2007) mentionnent que c'est fréquemment dans les aires de catégorie plus stricte (National Parc et Game Reserve) que la densité de grands herbivores est la plus grande en Tanzanie. Kinnaird et O'Brien (2012), ont conclu que l'abondance de grands carnivores et ongulés était plus influencée par

la gestion que celle des petites espèces de mammifères au Kenya. Pourtant, Waltert et al. (2009a) émettent un constat plutôt mitigé. D'après eux, la catégorie d'aire protégée seule n'explique pas la densité des grands herbivores, la préférence d'habitat est aussi déterminante (Waltert et al. 2009). Ainsi, la catégorie d'aire protégée semble avoir un effet sur la densité et l'abondance des mammifères. Pourtant, il ne faut pas exclure la préférence d'habitat qui peut également avoir une influence.

Relation entre la gestion et les paramètres environnementaux: ces chercheurs mentionnent, en prenant le cas de Katavi (NP), que les facteurs environnementaux anthropiques comme le braconnage et la construction d'endiguements à l'extérieur du parc ont un effet sur différentes espèces de mammifères et donc que la gestion doit agir face à ces changements (Caro et al., 2013). Cela montre qu'il y a des paramètres environnementaux à l'extérieur des aires protégées qui influencent la gestion et les aires protégées elles-mêmes. En effet, Caro (2011) souligne que le déclin de certaines espèces de mammifères peut être dû aux activités légales et illégales pratiquées dans les aires protégées autour de Katavi (NP). Par ailleurs, Mgawe et al. (2012) ont constaté que les villages les plus proches des aires protégées de Katavi (NP) et Rukwa (GR) avaient un plus grand nombre de carcasses de mammifères dans leurs villages. En effet, il est évident que la distance influence les braconniers villageois. Plus la distance entre l'aire protégée et le village est petite, c'est-à-dire inférieure à environ 30 kilomètres, plus des villageois vont aller dans les réserves pour chasser (Masanja, 2014). Cette chasse illégale influence ainsi l'écosystème de l'aire protégée et parallèlement sa gestion. Pour ce qui est de la gestion et des paramètres environnementaux naturels, la perte de l'habitat est moindre dans une aire protégée face à une aire non-protégée dans les montagnes de l'Arc oriental en Tanzanie (Green et al., 2013). Ce constat va dans le même sens que les sources citées précédemment (Hayes, 2006; Geldmann et al., 2013). Donc, la gestion joue un rôle face aux paramètres environnementaux anthropiques et naturels. De plus, son but est aussi de garder l'équilibre entre les paramètres environnementaux anthropiques et naturels pour que la faune et la flore puissent continuer de vivre en symbiose.

Rapport entre les paramètres environnementaux anthropiques et la richesse spécifique: on peut dire que la diversité des espèces (oiseaux, grenouilles, petits mammifères, papillons et arbres) change en rapport avec les paramètres environnementaux anthropiques (Gardner et al., 2007). Quant à Fitzherbert et al. (2006), ils soutiennent que le taxon des papillons a une richesse spécifique différente en fonction d'un habitat naturel ou anthropique. Donc pour ces différents taxons mentionnés, c'est les activités humaines légales et illégales qui influencent la richesse spécifique. Penchons-nous plus précisément, sur le rapport entre le pastoralisme et la diversité des grandes espèces de mammifères. Kiffner et al. (2014) affirment que les grandes espèces de mammifères peuvent coexister avec le pastoralisme de la tribu Masai. Donc, la conservation de grands mammifères peut être possible dans ces espaces lors de leur migration (Kiffner et al., 2014). En d'autres termes, la diversité spécifique des grands mammifères ne diminuera pas en présence de pastoralisme dans ce cas précis. À l'inverse, Bamford et al. (2014) pensent que la présence de vaches de la tribu de Sukumas influence négativement la présence de plusieurs espèces de grands mammifères en Tanzanie du Sud. Il est à noter que les ethnies n'ont pas les mêmes pratiques pastorales en Tanzanie. Ainsi, les pratiques pastorales des ethnies ne sont pas toutes durables avec la faune sauvage. D'après ces articles, la tribu Masai a une pratique pastorale pouvant coexister avec la faune sauvage et la tribu Sukumas a une pratique pastorale ne pouvant pas coexister avec la faune sauvage. Ainsi, il y a des relations diverses entre la richesse spécifique et les paramètres environnementaux anthropiques et leurs conséquences sont peu claires car les auteurs ne sont pas unanimes.

Relation entre les paramètres environnementaux et la distribution: on observe que la distribution des espèces peut être déterminée par plusieurs facteurs tels que: la région, la diversité de l'habitat, la disponibilité en eau, le feu, la distribution d'autres espèces et les activités humaines (Kiffner et al., 2014). Comme le démontrent Vanthomme et al. (2013) pour le cas du Gabon, certaines espèces trouvent un accès à des ressources grâce aux activités humaines donc elles vont se rapprocher volontairement d'activités humaines, par exemple des champs cultivés. Ils citent l'exemple des rongeurs et du sitatunga (*Tragelaphus spekei*) qui peuvent être attirés par les champs dans le but de se nourrir, ce qui engendre à son tour l'arrivée de petites espèces de carnivores qui profiteraient de ces champs pour y trouver leurs proies. Cependant, Pettorelli et al. (2010) ayant examiné de près 7 espèces de carnivores (*Bdeogale crassicauda*, *Crocuta crocuta*, *Herpestes sanguineus*, *Genetta maculata*, *Ichneumia albicauda*, *Leptailurus serval*, *Panthera pardus*) en Tanzanie, affirment que ces espèces de carnivores se trouvent rarement proches de zones agricoles. En conséquence, ils émettent comme hypothèse que les espèces de

carnivores sont peut-être plus sensibles au développement humain que pensé jusqu'à présent. Bowkett et al. (2007) démontrent une relation négative à la distance au village pour la Céphalophe de Harvey (*Cephalophus harveyi*), une espèce commune dans la région d'Udzungwa Mountain de la Tanzanie. Ceci s'explique par le fait que c'est une espèce chassée pour l'approvisionnement et qu'elle préfère donc s'éloigner des villages. Concernant l'infrastructure routière, Vanthomme et al. (2013) affirment que l'éléphant de forêt (*Loxodonta cyclotis*) et le buffle (*Syncerus caffer*) ont une relation négative à celle-ci pour le cas du Gabon. Ils l'expliquent par le fait que ces grands mammifères sont souvent chassés depuis les routes pour pouvoir transporter la viande. Considérant ces différentes études, il semblerait que les paramètres environnementaux ont une influence sur la distribution des espèces et que les activités humaines et leurs infrastructures sont corrélées de manière négative ou positive aux espèces ou groupes d'espèces.

Rapport entre les paramètres environnementaux et la densité: Caro (2008) constate que le déclin de grands herbivores dans l'écosystème de Katavi-Rukwa est probablement dû au braconnage. Quant au Grand Koudou (*Tragelaphus strepsiceros*) et au Lion (*Panthera leo*), c'est la chasse sportive qui pourrait agir sur le déclin de ces populations. Pour Waltert et al. (2009a) c'est en premier lieu la diversité des habitats qui influence la densité des espèces, puis la combinaison entre la chasse sportive et le braconnage sur certaines espèces. En conséquence, il semblerait que les activités humaines légales ou illégales influencent négativement la densité des espèces tandis que la diversité des habitats influencerait positivement sur la densité des espèces.

Ces relations entre les différents thèmes ne sont pas exhaustives. Il nous faut prendre en considération que certaines relations ne semblent pas avoir été le sujet de recherches, comme pour la relation entre le mode de gestion et la distribution. Cette thèse va, dans la mesure du possible, vérifier les relations présentées à l'aide du jeu de données récoltées.

L'idée globale de ce travail est de comparer, par le biais de données collectées par des pièges photographiques, la richesse spécifique des moyens à grands mammifères entre deux aires protégées de catégorie UICN différente : Rukwa GR, catégorie UICN IV, et Rungwa River FR, catégorie UICN VI. Ces deux aires protégées ont un type de gouvernance différente (Annexe I). Rukwa GR est dirigée par le gouvernement central de la Tanzanie par la Wildlife Division (WD). Pour Rungwa River FR, c'est une gouvernance partagée entre le gouvernement central, par le Tanzania Forest Service Agency (TFS) et par le gouvernement local, Mlele District. Non seulement, ces deux aires ont une catégorie UICN différente mais leur mode de gouvernance diffère aussi. Ces deux aires protégées se trouvent dans la région de Katavi en Tanzanie de l'ouest.

L'efficacité de la méthode des pièges photographiques a été démontrée pour l'inventaire ou le suivi écologique de moyens à grands mammifères terrestres (Tobler et al. 2008; Rovero et al. 2014; Cusack et al. 2015). En outre, cette méthode a été appliquée avec succès dans cet écosystème précis par les recherches menées précédemment sur Mlele BKZ et sur Rukwa GR par l'HEPIA (Fischer et al., 2013; Hausser et al., 2016).

Pour l'aire protégée de Rukwa GR, les études scientifiques de Caro (2008) et Waltert et al. (2009a) peuvent donner une idée des espèces présentes, mais c'est celle de Waltert et al. (2009a) qui va principalement être utilisée. Waltert et al. (2009a) ont utilisé la méthode de transect en ligne à pied pour comparer la densité et la distribution de grands mammifères dans Rukwa GR et Katavi NP. Dans Rukwa GR, ils ont parcouru 510 kilomètres entre août et septembre 2004. Ils ont ainsi inventorié entre 16 et 19 espèces de grands mammifères herbivores dans l'aire protégée de Rukwa GR (Annexe II). Quatre espèces de petites antilopes n'ont pas été différenciées et donc ont été regroupées dans les résultats. On peut s'attendre à retrouver ces espèces sauf pour le Puku (*Kobus vardonii*) qui se trouve seulement dans les plaines inondables près du lac de Rukwa (Waltert et al., 2009b). Pour Rungwa River FR, il n'existe pas de données dans la littérature scientifique. Ainsi, aucune prévision claire sur les espèces potentiellement inventoriées n'a pu être réalisée avant le terrain. De plus, la méthode mise en place sur Rukwa GR par C. Fischer a été appliquée également pour le site de Rungwa River FR.

Les noms d'espèces en latins et la distribution des espèces dans cette étude font référence à Foley et al. (2014). Tandis que les noms français des espèces sont basés sur le Kingdon (1997).

2.1 Limites de l'étude

La récolte de données s'est faite dans un écosystème précis, en Tanzanie de l'ouest, dans la forêt tropicale semi-décidue du Zambèze Central (Banda et al., 2008), pendant la période sèche. En conséquence, les données ne peuvent pas être extrapolées pour la saison des pluies dans cette même zone d'étude. En outre, pour l'aire protégée de Rukwa GR, seule la partie nord a été équipée de pièges photographiques. Cette partie nord présente des milieux différents que les autres parties de l'aire protégées. En conséquence, les résultats ne sont pas valables pour toute l'aire protégée de Rukwa GR.

Cette étude prend en considération les espèces de moyens à grands mammifères, c'est-à-dire les espèces allant de l'éléphant d'Afrique (2'500-6'000 kg) aux espèces pesant environ 0.3 kg. Cette définition est proche de Cusack et al. (2015) qui prennent les espèces de moyens à grands mammifères jusqu'à 0.6 kg. La limite inférieure a été établie sur la base des possibilités d'identification d'espèce qu'offrent les photos obtenues et des possibilités de détection des appareils. Les autres taxons comme les oiseaux ne sont pas pris en considération.

Les limites de l'étude concernant les pièges photographiques et leurs contraintes techniques lors de la collecte de données sont exposées dans les chapitres: Méthode et Contraintes de terrain.

Les observations fortuites d'espèces animales et d'activités humaines ont été réalisées lors des trajets en voiture et à pied dans les aires protégées de l'étude. Ces données ont un certain biais car elles dépendent de la sensibilité et de l'attention de la personne les prenant. En outre, elles couvrent uniquement les zones parcourues à pied et en voiture dans l'aire protégée pour poser les pièges photographiques. Ces données n'ont donc pas une couverture homogène dans l'aire protégée.

2.2 Projet de recherche

Le projet de recherche est formulé sous forme de questions. Les objectifs d'étude doivent permettre de répondre à ces dernières.

Ces questionnements seront étudiés et analysés à trois niveaux différents: le site de pose (emplacement d'un piège photographique), le quadrat (carré spatial virtuel avec 36 pièges photographiques) et l'aire protégée.

Y a-t-il des différences dans le cortège de moyens à grands mammifères entre deux aires protégées de catégorie UICN différente : une aire protégée de catégorie UICN IV (Rukwa GR) et une aire protégée de catégorie UICN VI (Rungwa River FR) ?

- Etablir une liste d'espèces présentes avec leur statut de la Liste Rouge UICN ainsi que leur distribution spatiale dans chaque aire protégée
- Déterminer l'abondance relative avec l'outil de la fréquence de capture de chaque espèce
- Rechercher des informations sur les paramètres de gestion de ces deux aires protégées (l'organe de gestion, les acteurs de la gestion, le mode de gouvernance, les activités légales et illégales avec leurs impacts, la lutte anti-braconnage)

Y a-t-il des corrélations ou des gradients entre les paramètres environnementaux et les trois descripteurs faunistiques ?

- Déterminer la richesse spécifique
- Connaître la distribution spatiale et la fréquence de capture pour chaque espèce

- Calculer les informations de distance de chaque site de pose concernant les paramètres environnementaux anthropiques et naturels : les infrastructures humaines (routes, villages, champs cultivés, camps d'apiculteurs, les frontières du parc national de Katavi (UICN II)), les activités humaines (pastoralisme, braconnage, coupe de bois), les habitats et les ressources en eau
- Corréler la richesse spécifique, l'abondance relative et la distribution avec les paramètres environnementaux anthropiques et naturels

2.3 Hypothèses

Concernant la relation entre la richesse spécifique et la gestion, selon : Caro, 1999b; Caro, 2001; Gardner et al., 2007; Kiffner et al., 2014; Stoner et al., 2007, l'hypothèse qui en découle :

- En regard de sa catégorie UICN plus stricte, l'aire protégée de statut UICN IV (Rukwa GR) devrait héberger une plus grande richesse spécifique avec plus d'espèces menacées sur la Liste Rouge de l'UICN que l'aire protégée de catégorie UICN VI (Rungwa River FR)
- La richesse spécifique devrait être influencée par la proximité des aires étudiées à d'autres aires protégées plus strictes comme le Katavi National Parc

Par rapport à l'abondance relative et la gestion, selon : Caro, 1999b; Kinnaird & O'Brien, 2012; Stoner et al., 2007; Waltert et al., 2009a, l'hypothèse est formulée ainsi :

- La fréquence de capture devrait être plus haute dans une catégorie d'aire protégée UICN IV que dans une catégorie UICN VI, spécialement pour les espèces sur la Liste Rouge

Examinant la gestion et les paramètres environnementaux anthropiques, selon Waltert et al., 2009a; Leroux et al., 2010, l'hypothèse qui en découle :

- Les activités illégales devraient être plus nombreuses dans une aire protégée de la catégorie UICN VI que dans une aire protégée de catégorie IV

Au sujet de l'interaction entre la richesse spécifique et les paramètres environnementaux anthropiques : village, champ cultivé et route, discutée dans : Bowkett et al., 2007; Kiffner et al., 2014; Masanja, 2014; Mgawe et al., 2012; Vanthomme et al., 2013, l'hypothèse qui se pose :

- La richesse spécifique devrait diminuer lorsque la distance à ces trois paramètres environnementaux (village, champ cultivé et route) diminue

3 Matériel et méthode

3.1 Zone d'étude

La zone d'étude se situe dans la région de Katavi. C'est une région où la plupart des écosystèmes sont bien préservés, vraisemblablement parce que c'est une région isolée avec une faible densité de population ($12,3 \text{ hab. / km}^2$)³ et peu d'infrastructures (Hausser et al. 2009). En outre, c'est une région qui abrite un nombre considérable d'aires protégées de trois catégories différentes UICN: II, IV et VI. Le parc national Katavi (Katavi NP) est le seul de la catégorie UICN II de la zone d'étude (figure 4).

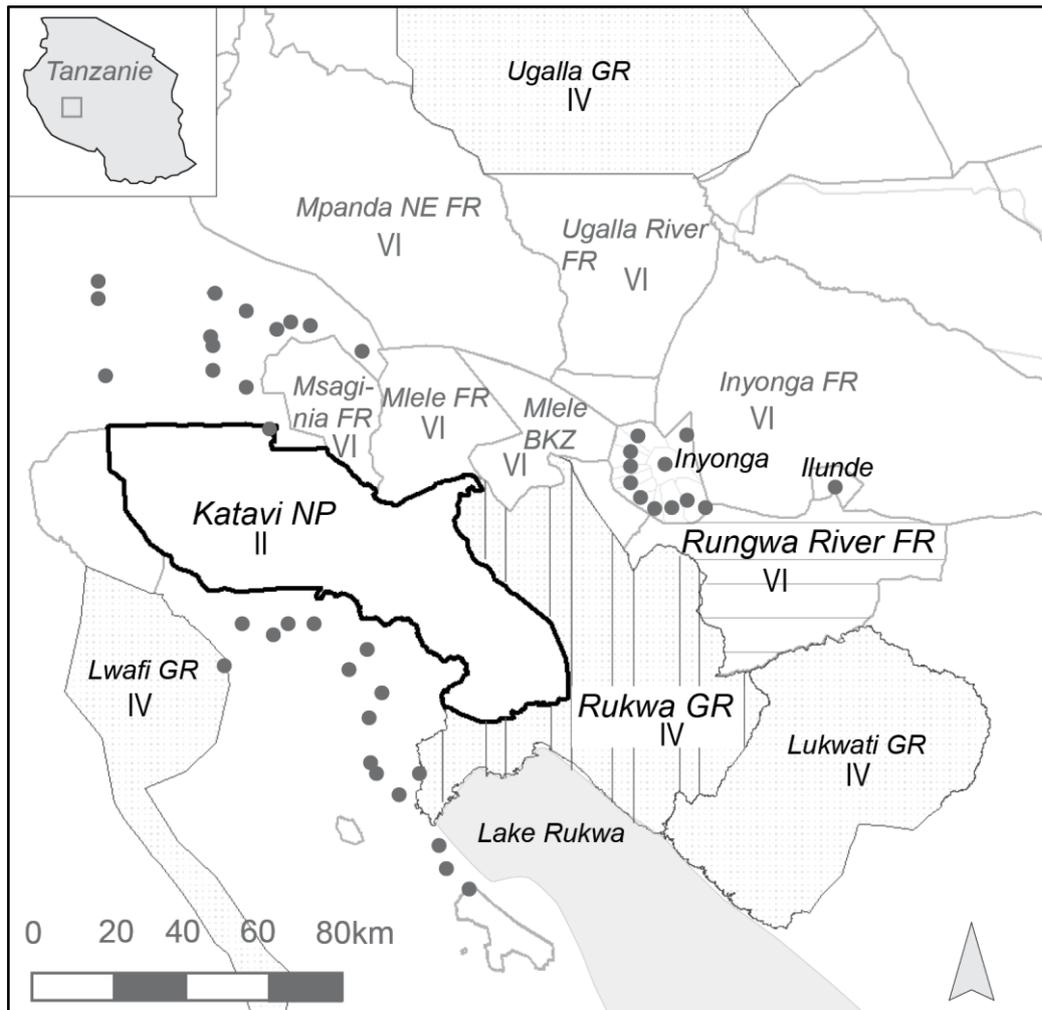


Figure 4 La zone d'étude avec ses diverses aires protégées dont Rukwa GR et Rungwa River FR, (source étude présente)



³ Région de Katavi : $564'604 \text{ habitants} / 45'843 \text{ km}^2 = 12,3 \text{ hab. / km}^2$, chiffre datant de 2012, tiré de www.citypopulation.de, consulté le 25.01.2016)

Cette région fait partie de la forêt tropicale semi-décidue du Zambèze Central (Banda et al., 2008), couramment désignée sous le nom de miombo. Les principaux genres d'arbres sont *Brachystegia*, *Julbernardia* et *Isoberlinia* (Banda et al., 2008) qui supportent une longue période de sécheresse (Hausser et al., 2009). Il y a deux saisons qui se distinguent par le niveau de pluviométrie, la saison sèche de mai à octobre et la saison des pluies de novembre à avril (Fitzherbert et al., 2007). Le niveau de pluviométrie s'élève approximativement à 900 mm à la saison des pluies (Engilis et al., 2009). Il y a peu de sources d'eau permanentes pendant la saison sèche (Fischer et al., 2013).

3.2 Terrain d'étude

Les deux aires protégées de cette étude se différencient par leur statut national et leur catégorie UICN mais aussi par d'autres éléments. Le tableau 2 présente les aires protégées de façon résumée.

Tableau 2 Une vue d'ensemble d'éléments clés caractérisant les deux aires protégées de l'étude, (source présente étude)

Nom de l'aire protégée	Rukwa GR	Rungwa River FR
Catégorie d'aire protégée tanzanienne	Game Reserve (GR)	Forest Reserve (FR) et Game Controlled Area (GCA)
Catégorie d'aire protégée UICN	UICN IV	UICN VI
Institution de gestion	Gouvernement tanzanien, MNRT- Wildlife Division (WD)	Gouvernement local (District de Mlele), Gouvernement tanzanien MNRT-TFS + WD
Activité humaine principale	Chasse sportive	Coupe de bois, Chasse sportive
Données antérieures	Caro (2008) Waltert et al (2009) S.Mermod (2012) L.Delisle (2014)	Non existantes
Superficie	4'323 km ²	App. 2480 km ²

3.2.1 Rukwa GR

Rukwa Game Reserve a une superficie de 4'323 km² (Caro 2011, Waltert et al. 2009a). Elle est établie comme Game Reserve depuis 1995 et elle est gérée et administrée par la Wildlife Division (The Wildlife Conservation Act, 2009). Elle partage ses frontières avec le parc national de Katavi à l'ouest, Mlele BKZ et Mlele Hills FR au nord, Rungwa River FR à l'est, Lukwati GR et le lac Rukwa au sud (figure 4). Rukwa GR fait partie intégrante de l'écosystème Katavi-Rukwa (Caro 2008 et 2011) et se distingue par ses plateaux et collines s'élevant de 800 à 1'600 mètres d'altitude (Waltert et al. 2009a) (Annexe III). Cette aire protégée a deux bassins versants, Katuma River et Rungwa River, qui se jettent dans le lac Rukwa (GTZ, 2004). Le milieu forestier est continu et recouvre les nombreux escarpements. Le milieu forestier dense est occupé par de la savane arborée, de la forêt fermée et par du fourré dense (Annexe III). La chasse sportive constitue l'activité légale principale de Rukwa. Pour cela, elle est divisée en trois blocs de chasse: Mlele south, Rungwa River et Lake Rukwa (figure 5) (Chuwa, com.pers, 2015), qui sont respectivement alloués à Robin Hurt Safari (T). Ltd, Game Frontiers of Tanzania Ltd et à Green Leaf Ltd (Annexe IV). Il n'est pas admis d'y habiter, de détériorer l'habitat ou d'y faire pâturer des animaux domestiques.

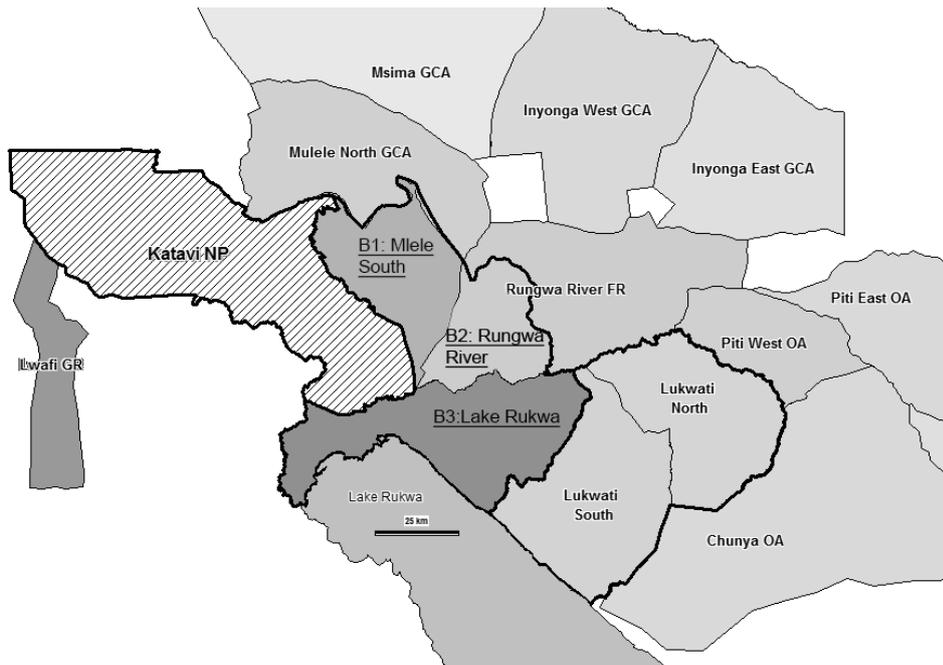


Figure 5 Les trois blocs de chasse de Rukwa GR: Mlele South, Rungwa River et Lake Rukwa, (basé sur une carte du GTZ, 2004)

Nous l'avons vu, il existe des données collectées par Waltert et al. (2009a) mais aussi des données collectées en utilisant la méthode de pièges photographiques, par S. Mermod (2012) et L. Delisle (2014) pour leurs travaux de bachelors de l'HEPIA. Ces deux travaux ont répertorié un total de 35 espèces de moyens et grands mammifères avec les pièges photographiques dans Rukwa GR (Annexe V). Dans ces recherches, les ordres les plus représentés sont les carnivores (12 espèces) et les artiodactyles (12 espèces). Il y a trois espèces sur la Liste Rouge UICN : le lycaon (*Lycaon pictus*) statut en danger (EN), l'éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*) statut vulnérable (VU), le léopard (*Panthera pardus*) statut quasi menacé (NT).

Ces deux travaux de bachelors se sont aussi intéressés à comparer la richesse spécifique de moyens à grands mammifères entre Mlele BKZ (UICN VI) et Rukwa GR (UICN IV). Une hypothèse de S. Mermod (2012) est que la catégorie d'aire protégée stricte protégerait mieux l'éléphant d'Afrique. Mais de façon générale, il semble que c'est la gestion adéquate qui permet la conservation des moyens à grands mammifères et moins la catégorie d'aire protégée (S. Mermod, 2012). Pour L. Delisle (2014), il y aurait une petite plus-value pour la valeur de conservation de Mlele BKZ par rapport à Rukwa GR, en prenant toutes les données récoltées par l'HEPIA (Hausser et al., 2016; Fischer et al., 2013). Peut-être que les résultats positifs de Mlele BKZ sont aussi dus à son type de gouvernance, la gouvernance partagée. Cette gouvernance est divisée entre la communauté locale par l'organe de gestion IBA (Inyonga Beekeeper Association) et par le gouvernement local, Mlele District.

Seule la partie nord de Rukwa, c'est-à-dire le bloc de chasse de Mlele South (figure 5) est pris en considération dans l'étude et sera doté de pièges photographiques.

3.2.2 Rungwa River FR / GCA

Rungwa River Forest Reserve a une superficie approximative de 2'480 km² (G.N. No 282, 1954, Annexe VI). C'est une Forest Reserve depuis 1954 et elle appartient au gouvernement tanzanien (TFS, 2014). Elle est gérée et administrée depuis 2011 par le Tanzania Forest Service Agency (TFS) et par le gouvernement local, Mlele District, (Mbugha, com. pers. 2015). Elle est délimitée par Rukwa GR et Mlele Hills FR à l'ouest, par la route reliant les villages de Mapili à Ilunde séparant d'Inyonga FR au nord et par la rivière Rungwa (Rungwa River) séparant ainsi Rungwa River FR avec Lukwati GR au sud (figure 4). Sa topographie est généralement plane et s'élève de 950 m à 1100 mètres d'altitude (TFS, 2014) (Annexe III). À Rungwa River, le milieu forestier est un milieu ouvert avec peu de forêt fermée (Annexe III). Il est divisé par les prairies ouvertes dont certaines sont saisonnièrement inondées. La rivière de Rungwa est une rivière permanente.

Cette aire protégée a un double statut de Forest Reserve (FR) et Game Controlled Area (GCA). Cependant, le bloc de chasse est alloué à la compagnie de chasse Game Frontiers of Tanzania Ltd (Annexe IV) qui ne l'a pas ouvert depuis 2012 (Mduma, com.pers, 2015). En conséquence, il n'y a plus de lutte anti-braconnage. En effet en Tanzanie, les sociétés de chasse ont l'obligation de faire de la lutte anti-braconnage. Ainsi, il y a un dysfonctionnement dans cette aire protégée, car il n'y a pas d'instance qui veille activement sur la faune sauvage, ce qui crée une situation d'accès libre. Dès lors, les activités illégales y sont potentiellement nombreuses. La coupe de bois constitue l'activité légale principale de Rungwa River FR car c'est une forêt classée comme réserve forestière productive (TFS ORDER, 2010). Il n'est pas admis d'y habiter ou d'y faire pâturer des animaux domestiques. Cette aire protégée n'a pas fait l'objet de collecte de données auparavant, les données collectées serviront donc d'état de référence.

3.3 Méthode

La méthode des pièges photographiques a connu un développement exceptionnel dans le domaine de la recherche sur la faune sauvage au cours de cette dernière décennie (Rovero et al., 2014). Elle a un bon rapport coût/efficacité pour effectuer des études sur les mammifères et les oiseaux (Rovero et al., 2014 ; Rovero et al., 2013) et elle est moins invasive que d'autres méthodes comme la radio télémétrie (Meek et al., 2014). De plus, cette méthode est idéale pour le suivi écologique d'espèces sauvages et l'évaluation de la biodiversité, car les pièges photographiques peuvent facilement et rapidement accumuler des données pour des grandes zones d'études avec relativement peu d'efforts (Sollmann et al., 2013). En outre, elle permet de collecter des données standardisées par l'effort de recherche qui peut être mesuré et le plan d'échantillonnage peut être reproduit à travers le temps et l'espace (O'Connell et Bailey 2011). Concernant les données photographiques, elles sont fiables et peuvent être revues par des experts (Tobler et al., 2008). Pourtant, le traitement de ces données photographiques prend un temps considérable (Mccallum, 2012). En Tanzanie, cette méthode a été utilisée dans divers milieux, et ceci avec succès (Bowkett et al., 2007; Cusack et al., 2015; Fischer et al., 2013; Hausser et al., 2016; Petteorelli et al., 2010; Rovero et al., 2014).

La méthode est expliquée en détail dans Fischer et al., 2013 et Hausser et al., 2016. La méthode établie par Claude Fischer en 2010 définit quatre quadrats de 100 km² pour une aire protégée de 850 km² afin de couvrir une surface représentative (Annexe VII). Ces quadrats distancés les uns des autres, sont agencés en tenant compte de l'accessibilité et de la topographie. Ils sont divisés en un maillage plus fin de 2km sur 2km (Fischer et al., 2013). Il en résulte 36 intersections et donc 36 emplacements pour les pièges photographiques. Au début de l'utilisation de cette méthode, seulement 12 pièges photographiques dont la localisation est choisie aléatoirement étaient placés, soit 12 des 36 intersections possibles (Fischer et al., 2013). Il y avait seulement ce faible nombre de pièges photographiques par quadrat pour des raisons financières et logistiques. D'ailleurs, S.Mermod (2012), dans son travail, avait utilisé 12 pièges photographiques de la marque Cuddeback par quadrat tandis que L. Delisle (2014) avait augmenté l'intensité d'échantillonnage en posant un piège photographique sur chaque intersection, soit 36 pièges photographiques par quadrat. L. Delisle (2014) avait des pièges photographiques de la marque Cuddeback et de la marque Bushnell.

Pour fixer l'endroit définitif des pièges photographiques sur le terrain, un rayon de 250 mètres autour du point théorique est examiné en vue de trouver des indices d'activités animales pour augmenter la probabilité de capture. Le piège photographique est placé à une hauteur de 60 à 80 cm du sol, attaché à un arbre. Cette hauteur privilégie les espèces choisies pour l'étude (Fischer et al., 2013). Les pièges photographiques y sont laissés pendant une période de 21 jours.

L'emplacement des quatre quadrats dans Rukwa GR a été repris des deux travaux de bachelor (S. Mermod, 2012; L. Delisle, 2014) pour avoir une cohérence scientifique sachant que le quadrat R1 se situe en partie dans Mlele BKZ.

Deux modèles différents de pièges photographiques ont été utilisés pour cause de disponibilité de ces appareils au moment de la recherche (Annexe VIII). Le modèle le plus ancien est le modèle Capture de la marque Cuddeback. Le second modèle est le modèle Trophy Cam HD de la marque Bushnell. D'après les tests de C. Fischer en 2014, les modèles de la marque Bushnell sont plus performants que les modèles des pièges photographiques des marques Cuddeback et Reconyx (Fischer, com. pers, 2016). Ainsi, le but de l'HEPIA à long

terme est de changer les modèles Capture de Cuddeback pour n'avoir qu'une sorte de piège photographique, les Trophy Cam HD de Bushnell.

Ces deux modèles ont un système de détection infrarouge passif en combinaison avec une détection de mouvements (Passive Infrared Motion Detector-PIR). Pour le modèle Trophy Cam HD, il y a un plus grand nombre de réglages possible que pour le modèle Capture (Annexe VIII). Par exemple, uniquement avec le modèle Trophy Cam HD, on peut choisir le niveau de sensibilité de détection de l'infrarouge passif. Pourtant, ce choix de niveau de sensibilité n'est pas facile à régler à la bonne valeur et provoque un grand nombre de photographies sans sujet, mais aussi capture des plus petites espèces (<1 kg). La différence de la vitesse de détection peut aussi jouer un rôle. Le modèle Trophy Cam HD a une vitesse de détection rapide de 0,2 secondes⁴ tandis que le modèle Capture a une vitesse de détection de 0,3 secondes (Weingarth et al. 2013). Pourtant, il est probable que la différence de la vitesse de détection soit plus grande car les modèles Cuddeback sont plus vieux que les modèles Bushnell. Ainsi, il y a une différence de détection de ces deux modèles qui influence la probabilité de capture comme constaté par L. Delisle (2014) dans Rukwa GR. En conséquence, il a été choisi de faire des quadrats mixtes avec les deux modèles de pièges photographiques pour minimiser les différences de performance entre quadrats. Dès lors, pour un quadrat, il y a 18 pièges photographiques de la marque Cuddeback et 18 pièges photographiques de la marque Bushnell placés alternativement au niveau des intersections.

Les données des observations fortuites représentent un complément aux données récoltées par pièges photographiques. D'ailleurs dans Hausser et al. (2016), ils ont pu confirmer la présence de quatre espèces de mammifères de plus grâce aux observations fortuites directes. Il s'agit de relever les observations fortuites des espèces animales et d'activités humaines directes et indirectes pendant les trajets en voiture et à pied dans les aires protégées. Ces relevés sont écrits dans un protocole avec la date et l'heure, le nom de l'espèce ou l'activité humaine, les coordonnées GPS, la distance, le milieu et le type d'observation. Concernant la récolte des observations fortuites indirectes d'espèces animales, elles ont été prises en compte uniquement si elles étaient fraîches, c'est-à-dire vieilles de deux semaines seulement. Pour ce qui est des activités humaines, les indices indirectes ont été pris jusqu'à une année. Cependant pour l'activité humaine, coupe de bois, seul les arbres de l'année 2015 ont été relevés.

Les protocoles de terrain pour les pièges photographiques et pour les observations fortuites (Annexe IX), ont été repris de S. Mermoud (2012) pour conserver la cohérence scientifique et pour faciliter le travail de terrain aux Village Game Scouts (VGS) qui ont un faible niveau d'éducation.

3.4 Collecte de données

3.4.1 Description

La collecte de données des pièges photographiques, a été réalisée du 12 août au 8 novembre 2015. En prenant la période de terrain complète, le séjour avait une durée de 15 semaines (Annexe X). Il a été possible de poser quatre quadrats à Rungwa River FR en deux sessions de pose entre août et début octobre 2015. Ensuite, deux quadrats ont été posés à Rukwa en une session, d'octobre à début novembre 2015.

Le quadrat RW2 proche de la zone villageoise d'Ilunde a été déplacé pendant la période de terrain, parce que des pièges photographiques avaient été volés quelques semaines plus tôt.

La première session de dépose de RW3 & RW4 a été enchaînée avec un jour de battement avec la session de pose pour les quadrats RW1 & RW2.

Le chargement d'un grand nombre de batteries (env. 600) a été le point central pour que la collecte de données se passe au mieux, sachant qu'il y avait de l'électricité seulement le matin et le soir, et pas de possibilité de les recharger sur le terrain. De plus, certaines batteries se déchargeaient sans être utilisées et d'autres étaient usées par leur longue utilisation. Les contrôles des batteries après 10 jours de fonctionnement n'ont pas été faits pour des raisons financières et logistiques (manque de personnel et de moyens de transport).

⁴ <http://piegephotographique.fr/>, consulté le 17 mars 2016

Le temps entre les sessions de pose et dépose au village d'Inyonga a été utilisé pour traiter les protocoles, les observations fortuites, faire les interviews et finir de régler les papiers administratifs.

3.4.2 Contraintes de terrain

Les réalités de terrain font que certaines fois les pièges photographiques ont été placés à plus de 250 mètres du point théorique, soit un total de 16 pièges photographiques sur 216 pièges photographiques (Annexe XI). Cela correspond à 7,47% des sites de pose. Il y a 12 pièges photographiques qui ont été disposés entre 250 et 400 mètres au tour du point théorique. Les causes de ces déplacements sont diverses, comme le danger lié aux braconniers, un camp de bûcherons, un camp d'apiculteurs ou des escarpements trop raides. Deux pièges photographiques pour les sites RW1_2 et pour le site RW4_1 ont été placés à plus de 600 mètres parce qu'il y avait une ferme (RW1_2) et un camp d'apiculteur (RW4_1). Deux autres pièges photographiques dans le quadrat R2 sont placés de façons non conformes (voir partie Sécurité ci-dessous).

L'effort de recherche pour Rungwa River varie entre 19 et 22 jours, dépendant de la vitesse de dépose et donc du rythme auquel les pièges photographiques sont enlevés. De plus, les contraintes de terrains y jouent aussi un rôle.

Il y a 51 sites de pièges photographiques sur les 216 posés qui n'ont pas fonctionné correctement pendant les 21 jours, pour diverses raisons (Annexe XII). Il s'agit de 23,61 % des pièges photographiques qui ont dysfonctionné. La première raison: les batteries qui se déchargent avant la fin de la session, soit un total de 20 sites de pièges photographiques. La deuxième raison: les cartes SD remplies avant la fin de la session, pour 19 sites de pièges photographiques. Le problème des cartes SD remplies se trouve exclusivement pour le modèle Trophy CAM HD et il est dû à la trop grande sensibilité de détection, produisant beaucoup de clichés. Autre problème technique: pour le site R2_19, le piège photographique avait un trou dans le boîtier et donc il a cessé de fonctionner dès l'arrivée des premières pluies. D'autres raisons ont été : deux pièges photographiques volés (RW1_3 et RW1_10), un entièrement brûlé (RW3_12) et trois qui furent brûlés partiellement par un feu de brousse. De plus, en raison de la distraction due à la fatigue, trois Trophy Cam HD n'ont pas été mis sur « on » après visionnage des photos tests. Dès lors, seuls deux photos de la période test sont enregistrées pour les sites RW1_22, RW1_29 et RW1_36. En outre, la carte SD pour le site RW1_33 a été malheureusement perdue dans la zone d'étude. En y allant, deux semaines après, la carte SD n'a pas été retrouvée au campement provisoire. Le piège photographique du site de pose RW3_22, a fait seulement une photo d'erreur pendant la session. La raison exacte est inconnue, il est possible que ce soit dû à l'appareil ou à la carte SD. Finalement, pour 3 sites de pose (RW4_17, R1_24, R2_2), la raison du dysfonctionnement n'a pas pu être déterminée. En résumé, il y a 4 sites de pose qui n'ont pas de donnée (RW1_3, RW1_10, RW1_33, RW3_12), 4 autres sites de pose qui ont des données non utilisables (RW1_22, RW1_29, RW1_36, RW3_22) et le reste des 43 sites de pose ont des données partielles de 1 à 20 jours de fonctionnement. Ces données partielles ne sont pas écartées du jeu de données mais bien prise dans l'analyse. Les contrôles de batteries non réalisés ont sûrement aussi influencé le nombre de pièges photographiques qui ont mal fonctionné sachant que pendant le contrôle de batteries, seule une partie des sites de pièges photographiques est contrôlée.

Les pièges de modèle Trophy Cam HD de Bushnell nécessitent un grand nombre de réglages, ayant parfois engendré des erreurs (intervalle des photos, nombre de prises de vue en rafale ou mode). Ainsi, nous avons eu pour le site RW2_3 des vidéos au lieu de photographie.

Sur le terrain, les contraintes de batteries ont parfois entraîné un changement de modèles de pièges photographiques pour un site donné. Par conséquent la répartition, des deux marques de pièges photographiques n'est pas toujours homogène dans le quadrat. Toutefois chaque quadrat est doté de 18 pièges photographiques de la marque Bushnell et 18 pièges photographiques de la marque Cuddeback, à l'exception du quadrat RW1 (19x Bushnell/ 17x Cuddeback) (Annexe XIII).

Il n'a pas été possible de poser des pièges photographiques dans les deux quadrats R3 et R4 à Rukwa comme prévu initialement, car il fallait 7-8 jours pour poser les 72 pièges photographiques et non 3 jours comme prévu dans le calendrier initial d'avant le départ. Il n'y a donc pas de données récoltées pour les quadrats R3 et R4.

Pour finir, il ne faudrait pas oublier de citer les habituelles pannes de voiture en brousse, les coupures d'électricité au village et les problèmes de communication qui ont parfois retardé le calendrier de travail. De ce fait, la rédaction

de la thèse de master ou le traitement des photos des pièges photographiques n'a été que sommairement commencé pendant la période de terrain.

3.4.3 Sécurité

La pose et la dépose dans Rukwa sont liées avec une contrainte de terrain nouvelle et importante à mentionner : la sécurité de l'équipe de terrain et du matériel.

Lors de la pose du quadrat R2 dans Rukwa, un coup de fusil d'une AK47 a été entendu et des braconniers ont été observés, tous dans l'escarpement allant à la rivière Lukima. Par conséquent, l'emplacement de R2_32 fut laissé vide pour des raisons de sécurité. De ce fait, il fut placé hors du quadrat R2 et il est renommé "R2_32". Concernant le R2_14, il a été placé à 700 mètres du R2_21 et à 2,5 kilomètres du point R2_14. Cette erreur, remarquée seulement de retour en Suisse, a été produite la même journée que le coup de fusil.

La troisième et dernière session de dépose a été avancée pour une question d'accessibilité et de dangerosité. Cette année la saison des pluies a commencé déjà fin octobre et avec elle la difficulté d'arriver proches des pièges photographiques en voiture et à pied. En plus, il y avait une incertitude par rapport à notre sécurité et celle des pièges photographiques à cause des braconniers. De ce fait, il a été décidé avec les recommandations de l'équipe locale d'enlever en premier le quadrat R2, puis le quadrat R1. Ainsi, le quadrat R2 a été laissé pendant 14 à 17 jours et le quadrat R1 pendant 19 à 23 jours. En plus, il était difficile de relever les traces indirectes des excréments des espèces comme l'éléphant à cause de la pluie.

3.5 Traitement des données

Le traitement de données des pièges photographiques commence par la visualisation de chaque photographie afin de faire une première sélection, les photos utiles. Les photos de cette sélection sont alors classés dans un dossier à part par quadrat et elles sont inscrites dans un fichier Excel. Les photos utiles sont les photos soit avec une espèce animale, soit une photo d'humain. Un deuxième visionnage permet de déterminer les espèces de mammifères, de compléter les données à l'aide du protocole de terrain et de différencier entre les photographies indépendantes et dépendantes. Dans le cas, où il y a une série de photos de la même espèce, nous considérons qu'une photo pour une période de 30 minutes afin de ne pas surestimer les espèces qui passe du temps à manger ou se reposer devant le piège photographique (Hausser et al., 2016). Ainsi, nous considérons un événement de capture comme capture indépendante (photographie indépendante) d'une espèce dans un intervalle de 30 minutes pour un piège photographique (Hausser et al., 2016). Cependant, s'il y a des marques qui permettent de différencier l'individu (sexe, âge, pelage, défenses) plusieurs photos seront prises comme indépendantes dans ce laps de temps. Pour un groupe d'individus d'une espèce qui reste pendant une longue période devant le piège photographique, seule la photographie avec le plus grand nombre d'individus est prise comme indépendante. Uniquement les photographies indépendantes sont prises en compte pour les traitements statistiques pour ne pas surévaluer la détectabilité relative et biaiser les résultats.

L'effort de recherche ou l'effort d'échantillonnage est mesuré en Camera Trap Days (CT days). C'est la somme des heures de fonctionnement réel des pièges photographiques divisé par 24 heures. Il en ressort le nombre de jours où les pièges ont fonctionné et permet donc de mesurer l'effort de recherche.

La fréquence de capture est calculée en prenant le nombre de photos indépendantes d'une espèce par piège photographique, divisé par le nombre de CT days (Bowkett et al., 2008). Dans cette étude, la fréquence de capture est calculée par quadrat, c'est-à-dire le nombre de photos indépendantes d'une espèce par quadrat, divisé par le nombre de CT days. Le niveau du quadrat est utilisé afin de minimiser le biais qui pourrait y avoir sachant qu'il n'y a pas eu le même nombre de quadrat par terrain d'étude. La fréquence de capture n'est pas synonyme de l'indice relatif d'abondance (RAI) mais se calcule d'une façon similaire. L'indice relatif d'abondance (RAI) est calculé en prenant le nombre de photos indépendantes d'une espèces divisé par l'effort de recherche (CT days) multiplié par 100 (Jenks et al., 2011; Rovero et al., 2014; Cusack et al., 2015). L'utilisation des RAI et de la fréquence de capture est de plus en plus critiquée dans la littérature scientifique. Les RAI sont souvent pris comme base pour des décisions sur la gestion en ne mentionnant pas les biais de détection (Sollmann et al., 2013). De plus, Harmsen et

al. (2011) soulignent qu'il faudrait aussi présenter la fréquence de capture pour chaque espèce, si on publie des résultats sur l'abondance relative. En outre, Harmsen et al. (2010) critiquent le fait que plusieurs études ont pris la notion de fréquence de capture pour comparer l'abondance relative entre espèces sans prendre en considération qu'il y a des différences de détection entre les espèces. Donc l'utilisation de la fréquence de capture doit être utilisée avec précaution. La fréquence de capture est utilisée dans cette étude pour permettre une comparaison entre les deux terrains d'études et elle est prise comme une valeur relative et non absolue. Elle ne va pas servir à une comparaison entre espèces sachant que le comportement des espèces influence sur la fréquence de capture. Concrètement, pour calculer la fréquence de capture, le jeu de données va être séparé par marque de piège photographique (Cuddeback et Bushnell) sachant que la probabilité de détection n'est pas la même.

Les observations fortuites d'espèces animales ont été retranscrites dans un fichier Excel reprenant les colonnes du protocole d'observations fortuites. Concernant, les observations fortuites d'activités humaines, elles ont été retranscrites dans un autre fichier Excel dont les colonnes ont été adaptées pour convenir aux activités humaines. Ces données sont insérées dans le logiciel ArcGIS 10.2.2 pour compléter les cartes de distributions spatiales des espèces et pour compléter les facteurs environnementaux anthropiques.

L'indice de Shannon ou Shannon-Weaver a été l'indice de diversité le plus populaire (Tuomisto, 2012). Cet indice d'entropie quantifie l'incertitude de l'identification d'un individu d'une espèce qui est choisi aléatoirement du jeu de données (Tuomisto, 2012). Le calcul a été effectué avec un logarithme de base 2. Cependant, cet indice implique de connaître le nombre d'individus de chaque espèce, ceci est difficilement chiffrable car cela demanderait d'identifier chaque individu de chaque espèce. Dès lors, on fait l'hypothèse que les individus d'une espèce sont différents entre les sites de poses sachant que certaines espèces peuvent se déplacer d'un site de pose à l'autre et peuvent alors être comptabilisé deux fois ou plus. Ainsi, le plus grand nombre d'individus d'une espèce sur une photo pour un site de pose a été pris comme nombre d'individus. Cette valeur est une valeur minimale.

Formule de l'indice de Shannon⁵:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

H' : indice de la biodiversité

i : une espèce

p(i) = ni / N où ni est le nombre d'individus de l'espèce et N est le nombre total d'individus, toutes espèces confondues

Un autre indice de diversité ne demandant pas le nombre d'individu est calculé, l'indice de similitude de Sorensen⁶. Cet indice se base sur le nombre d'espèces par terrain d'étude et le nombre d'espèces communes aux deux terrains d'études. Les résultats de cet indice varient entre 0 (= il n'y a pas d'espèces communes) et 1 (=toutes les espèces sont communes).

$$\beta = \frac{2c}{S1 + S2}$$

Les variables de la formule sont: S1= le nombre total d'espèces enregistrés dans le premier terrain d'étude, S2 = le nombre total d'espèces enregistrés dans le deuxième terrain d'étude, c= le nombre d'espèces communes aux deux terrains d'études.

⁵ <http://envlit.ifremer.fr/>, consulté le 28 février 2016

⁶ Encyclopédie de l'Environnement, <http://www.lagrandepoubelle.com/>, consulté le 1 mars 2016

Les résultats de la comparaison entre mes deux terrains d'études ont été appuyés avec un résultat statistique du test de Mann-Whitney (expliqué par la suite).

Concernant le deuxième projet de recherche sur les corrélations, il y a plusieurs étapes qui ont été entrepris. La première étape est de préparé un nouveau tableau Excel avec les différentes variables (tableau 3, Annexe XIV). Les distances pour les paramètres environnementaux ont été calculées à l'aide du logiciel d'ArcGis 10.2.2 pour chaque site de pose et comprennent 13 variables de paramètres environnementaux. Puis le type de milieux est pris pour chaque site de pose d'après la carte de végétation d'ArcGis 10.2.2. pour compléter le tableau. Enfin, la présence des espèces (présence/absence) est rajoutée pour chaque espèce. La richesse spécifique est rajoutée comme colonne dans le tableau. Toutefois, il faut dire que la sélection de 14 espèces, les plus communes de cette étude, ont été sélectionnées pour ce tableau d'après les résultats du premier projet de recherche. Il en résulte un tableau avec 34 colonnes et 193 lignes pour les 193 sites de pose qui ont au minimum l'une des 14 espèces présentes.

Tableau 3 Descriptions du fichier excel utilisé pour les analyses de corrélation, (mise en forme inspirée par S. Mermod, 2014)

Nom de colonne	Description
zone	Rukwa ou Rungwa River
grid	quadrats (R1, R2, RW1, RW2, RW3, RW4)
sites	site de pose
coordS + coordE	coordonnées géographiques
nbspecies (variable Y)	richesse spécifique des espèces sélectionnées
road (variable X)	route
road_primary (variable X)	route primaire
villages (variable X)	village
field (variable X)	champ cultivé
beecamp (variable X)	camp d'apiculteur
Katavi_NP (variable X)	frontière au parc national de Katavi
Lukwati_GR (variable X)	frontière à Lukwati GR
boundary_GRs (variable X)	frontière à Lukwati GR et Rukwa GR
act_humans (variable X)	photographiques
obs_human (variable X)	observations fortuites directes et indirectes d'activités humaines
river (variable X)	rivière
river_permanent (variable X)	rivière permanente
river_secondary (variable X)	rivière secondaire
habitat (variable X)	type de milieu pour chaque site de pose
Alcelaphusl, Bdeogalec, Crocutac, Genettaa, Giraffac, Hippotragusn, Lepuss, Loxondaa, Pantherap, Papioc, Pedetess, Phacochoerusa, Potamochoerusl, Sylvicaprag (variable Y)	nom du genre suivi de la première lettre du nom d'espèce des 14 espèces sélectionnées

distance de chaque site de pose par rapport à ces différents paramètres environnementaux

Les étapes qui suivent ont été faite d'après les résultats obtenus par les différents tests statistiques. Les tests sont expliqués si dessous et les résultats obtenus dans la partie résultats.

Les tests de statistique son exclusivement fait dans le programme R avec les librairies ade4, car, exactRankTests, NSM3, vegan.

Statistiques inférentielles:

Le test de Shapiro-Wilk détermine si la distribution est normale et donc si les données sont paramétriques⁷. L'hypothèse nulle de ce test : l'échantillon est à une distribution normale. Le résultat du test est déterminé par la p-value. La p-value doit être plus grande que 0,05 pour confirmer la normalité⁷. Ce test est utilisé entre une variable dépendante Y, soit richesse spécifique et un variable indépendante X, soit une variable des paramètres environnementaux (route, villages, rivière,.....)

Le test non-paramétrique de Mann-Whitney ou Wilcoxon test dans le logiciel R est utilisé pour tester si la différence entre deux échantillons est significative⁸. L'hypothèse nulle de ce test : les deux moyennes de deux échantillons sont égales⁹. La p-value doit être plus petite que 0,05 pour rejeter l'hypothèse nulle⁹.

Le test de Kruskal-Wallis est un test non-paramétrique pour démontrer si au moins deux échantillons sont différents, c'es-à-dire si leur moyenne diffère. L'hypothèse nulle de ce test : les moyennes des échantillons sont égales. Si la p-value est plus petite que 0,05, on conclut qu'il y a au moins une différence entre deux échantillons et on peut continuer par le test de Mann-Whitney pour savoir quelles échantillons sont différents. Ce test est utilisé pour voir s'il y a une différence de moyennes de la richesse spécifique en fonction du type de milieux pour les deux zones.

Statistiques descriptives:

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) permet de décrire un jeu de donnée, de le résumer, d'en réduire la dimensionnalité¹⁰. Ainsi, il est utilisé pour analyser l'interaction entre la richesse spécifique et les paramètres environnementaux.

Pour l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) qui est similaire à l'ACP, le but est d'obtenir une typologie des lignes et des colonnes et étudier le lien entre ces deux typologies¹⁰. Cependant, il n'y a pas le même concept de similarité entre l'ACP et l'AFC¹⁰. La similarité entre deux lignes ou deux colonnes est complètement symétrique dans l'AFC¹⁰. Dans notre cas, on essaie de voir s'il y a une typologie entre les sites de pose et les espèces prises individuellement.

L'Analyse Canoniques des Correspondances (CANOCO) s'emploie pour étudier les relations entre un tableau X de paramètres mésologiques et un tableau Y des relevés faunistiques ou floristiques¹¹. Fondamentalement le tableau Y est considéré comme relevant de l'analyse des correspondances¹¹. Ainsi, la CANOCO est performée pour analyser deux groupes de variables, soit la présence d'espèces avec les variables des paramètres environnementaux, sachant que les types de milieux n'influence pas sur la distribution des espèces (voir Résultat). Pour aller plus loin, un test ANOVA est appliqué pour chaque axe et chaque variable.

Statistique prédictive:

La Régression linéaire multiple est une manière d'expliquer par une fonction la relation entre la variable dépendante Y et les variables indépendantes X. Les relations entre les différentes variables de distance (X) et la variable du nombre d'espèces (Y) ont été traitée.

⁷Christoph Kopp, script module T3, Master in Life Science, mars 2015

⁸ <http://www.gardenersown.co.uk>, consulté le 28 février 2016

⁹ <http://www.adscience.fr>, consulté le 28 février 2016

¹⁰ <http://factominer.free.fr>, consulté le 29 février 2016

¹¹ Chessel, Benyacoub et Dolédec, 1997

3.6 Paramètres de gestion

3.6.1 Méthode et collecte de données

Un questionnaire a été développé pour élargir les connaissances des paramètres de gestion. Le but de ce questionnaire est de récolter des données pour avoir une idée globale de l'aire protégée incluant l'aspect socio-économique. Comme vu dans la problématique (Chapitre 2), cet aspect peut avoir son importance dans l'analyse d'une aire protégée. En outre, les données faunistiques peuvent se mettre en relation avec les données sur la gestion.

Ce questionnaire est semi-dirigé et il est basé sur le travail de L. Delisle (2014) qui a développé un questionnaire englobant une série de thématiques intéressantes pour avoir une vision globale. Des nouveaux thèmes ont été rajoutés comme la comparaison entre les deux terrains d'études et la notion de gradient (Annexe XV).

Les gestionnaires de ces deux aires protégées étaient le public cible. Il y a eu la possibilité de faire six entretiens pendant la période de terrain. Il aurait été intéressant d'avoir l'avis de la compagnie de chasse du bloc de Mlele South mais cela a été refusé dans un échange de mail du 18.09.2015 avec Jonathan Howells, directeur du secteur management de Robin Hurt Safari Tanzania Ltd.

Les trois premiers entretiens des gestionnaires de Rukwa GR ont montré que le questionnaire était un peu long pour les personnes interviewés. Ainsi, pour les gestionnaires de Rungwa River, il a été divisé par thématique.

Les propos des personnes interviewées ont été récoltés à l'aide de la prise de note sur papier. Il n'y a pas eu d'enregistrement audio.

3.6.2 Traitement des données

Les notes sur papier ont été retranscrites dans un fichier Word après les interviews. Lors de l'interview, les personnes ont fait référence à des documents qui ont été transmis pour la plupart à posteriori.

Un résumé des interviews avec les thèmes centraux a été rédigé sous forme d'un texte dans la partie résultats. Ce texte n'englobe pas toutes les réponses car il y a eu des réponses parfois peu pertinentes pour cette étude.

3.7 Pistes à suivre

Cette partie de la thèse est dédiée aux possibilités d'analyse dont les données auraient pu faire l'objet mais que le calendrier de ce travail n'a pas permis de prendre en compte.

Les données récoltées à l'aide des pièges photographiques contiennent un grand nombre de photos d'oiseaux, spécialement à Rungwa River. Il y a un total de 683 photos d'oiseaux qui n'ont pas été toute déclenché par les oiseaux. C'est la première année qu'il y a cette grande richesse spécifique d'oiseaux. Pour l'instant, une quinzaine d'espèces d'oiseaux ont été identifiées avec l'aide C. Fischer et Y. Hausser. Il aurait été intéressant de finir de déterminer les espèces d'oiseaux et de comparer avec d'autres études sur les oiseaux de la région comme Engilis et al. (2009), ou alors de voir s'il y a des interactions entre la présence de certaines espèces de mammifères et certains oiseaux.

Les données des observations fortuites des activités humaines ainsi que des espèces auraient pu être mises en valeur en les analysant plus précisément: les différentes activités répertoriées, le lieu des activités, leur nombre et une analyse en mettant en relation activité humaine et distribution spatiale des espèces.

Le calcul du RAI et de la fréquence de capture par piège photographique et par aire protégée aurait pu être fait et aurait permis une comparaison avec les articles scientifiques. D'autres analyses comme la CMR, l'occupancy et le Wildlife Picture Index auraient donné une meilleure vision de l'abondance relative des populations.

Des analyses approfondies pour trouver les corrélations ou les gradients aurait permis d'avoir des résultats plus déterminant. Ceci aurait pu se faire en regardant mieux les cartes de distribution des espèces, en faisant d'autre groupe d'espèces et en regardant les espèces de façons individuelles avec leur relation à l'environnement.

Des analyses poussées par espèce aurait été possibles avec ce grand jeu de données pour une partie des espèces et auraient permis une meilleure compréhension du comportement des espèces face aux paramètres environnementaux. Ces analyses auraient pu s'appuyer sur Kingdon (1997), Estes (1991), ainsi que sur des articles scientifiques.

Les données antérieures sur Mlele BKZ ne sont pas prises en considération même s'il aurait été intéressant de faire une comparaison de la richesse spécifique et du mode de gouvernance entre les trois aires protégées, Mlele BKZ, Rukwa GR et Rungwa River FR.

4 Résultats

L'effort d'échantillonnage de cette étude est de 3'741 CT days pour l'ensemble des deux sites d'études, avec 47 espèces de moyens à grands mammifères photographiées (tableau 4). Sur le site de Rungwa River FR, les quatre quadrats prévus (RW1, RW2, RW3, RW4) ont été posés, donc l'effort de recherche se monte à 2'471 CT days. Pour Rukwa GR, seuls deux quadrats (R1, R2) ont été posés, conduisant ainsi à uniquement 1'270 CT days. L'effort de recherche par quadrat dans Rukwa varie entre 526 et 744 CT days à cause de la contrainte de sécurité expliquée précédemment. Pour Rungwa River, il se situe entre 570 et 668 CT days car des contraintes temporelles et des problèmes techniques ont parfois affecté la collecte de données.

Tableau 4 l'effort d'échantillonnage par quadrat et par aire protégée, (source, présente étude)

AIRE PROTEGEE	QUADRATS	NBRE D'ESPECES	CT DAYS PAR QUADRAT	CT DAYS PAR AIRE PROTEGEE	TOTAL CT DAYS
RUKWA GR	R1	31	744	1270	3741
	R2	28	526		
RUNGWA RIVER FR	RW1	27	570	2471	
	RW2	30	637		
	RW3	29	668		
	RW4	30	596		

Les pièges photographiques ont pris un total de 133'756 photos dont 7'991 sont des photos utiles (Tableau 5). Le nombre de photos utiles de l'étude est divisé en quatre grands groupes (figure 6, Annexe XVI). Le premier est le nombre de photos de mammifères sauvages, soit 5'934 photos. Le deuxième est le nombre de photos indéterminées d'espèces, soit 847 photos. Le troisième est le nombre de photos d'autres taxons ou des mammifères domestiques, soit 776 photos. Dans ce troisième groupe, la plus grande partie est constituée de photos d'oiseaux, soit 683 photos, s'ensuit 90 photos de vaches domestiques, 2 photos de lézard et 1 photo d'un chien domestique. Les photos d'oiseaux ne sont pas toute possible d'être déterminées car certaines photos n'ont pas été déclenchées par les oiseaux. Pour finir, le quatrième groupe de photos d'humains, sous-divisé en photos d'équipe de pause (380 photos), en photos d'usagers légaux (15 photos), en photos d'usagers illégaux (47 photos) et en photos d'usagers indéterminés, légaux ou illégaux (12 photos). Pour les usagers illégaux, il y a 45 photos qui sont prises dans les quadrats RW1 et RW2. Ces usagers illégaux sont des enfants ou des jeunes de la tribu des Sukumas qui gardent les troupeaux de vaches dans la réserve et qui ont été intrigués par les pièges photographiques (figure 7). Les 2 photos d'usagers illégaux restantes ont été prises dans le quadrat R2, au site R2_22 à Rukwa et montrent le même braconnier de dos (figure 7).

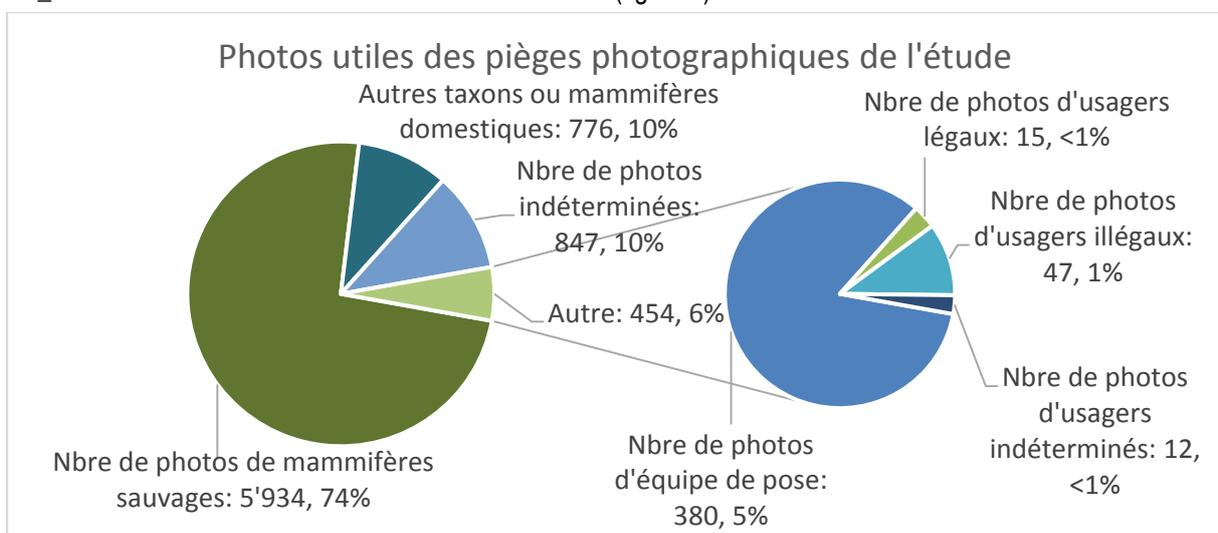


Figure 6 Division du nombre de photos utiles des pièges photographiques de l'étude, (source, présente étude)



Figure 7 Jeunes Sukumas avec leur troupeau de vaches (*Bos taurus africanus*) (à gauche), braconnier avec ces armes de dos (à droite), (source, présente étude)

Le total des photos indépendantes se monte à 2'100 photos (Tableau 5). Le plus grand nombre de photos indépendantes est pris par les pièges photographiques de la marque Bushnell, soit 1527 photos indépendantes ou 74,85%. Ainsi, les pièges photographiques Bushnell ont permis de prendre un nombre plus élevé de clichés sur les deux aires protégées en comparaison aux pièges photographiques Cuddeback. En regardant, le nombre d'espèces par aire protégée, les pièges photographiques Bushnell prennent un plus grand nombre d'espèces que les pièges photographiques Cuddeback. Pour ces deux points, les pièges photographiques Bushnell ont une meilleure performance.

Tableau 5 résumé de photos prises par les pièges photographiques, (source, présente étude)

	RUKWA GR		RUNGWA RIVER FR		Total
	Bushnell	Cuddeback	Bushnell	Cuddeback	
Camera Trap days	602	668	1'106	1'365	3'741
Nombre d'espèces	34	21	38	32	47
Nombre de photos par aire protégée et par marque	19'961	490	112'283	1'022	133'756
Nombre de photos utiles	2'295	365	4'668	663	7'991
Nombre de photos non réussies	17'666	125	107'615	359	125'765
Pourcentage de réussite	11.50	74.49	4.16	64.87	5.97
Nombre de photos indépendantes	645	188	927	340	2'100

Pourtant, on regardant le pourcentage de réussite, c'est l'inverse. Le pourcentage de réussite varie d'une aire protégée à l'autre et selon la marque du piège photographique. La marque Cuddeback a un pourcentage de réussite de 74.49% pour Rukwa et 64.87% pour Rungwa River, tandis que la marque Bushnell a un pourcentage de réussite de 4.16% pour Rungwa River et de 11.50% pour Rukwa. Ceci est dû à la grande sensibilité de déclenchement des pièges Bushnell. En outre, il y a une différence de pourcentage de réussite à cause des différents milieux de site de pose entre Rukwa et Rungwa River. À Rungwa River, les milieux sont ouverts avec des herbes hautes qui font déclencher les pièges photographiques sans qu'un animal passe devant. D'ailleurs Cusack et al. (2015), dans leur étude à Ruaha NP, Tanzanie, ont eu les mêmes problèmes avec les herbes qui font déclencher les appareils. Pourtant, ils ont un pourcentage de réussite plus élevé autour de 50% avec des pièges photographiques de marque Reconyx. En ce qui concerne Rukwa, les milieux sont plutôt fermés, entourés d'arbres. Ainsi, malgré le grand nombre de photographies sans sujet prises par les pièges photographiques de la marque Bushnell, ces derniers permettent de capturer un plus grand nombre de photos indépendantes et également un plus grand nombre d'espèces. Les modèles de la marque Bushnell sont donc de ce point de vue plus performants même si le travail de saisie est considérable.



Figure 8 Galago à queue touffue mélanique photographié à Rukwa sur le site R2_3, (source, présente étude)

Au total, 47 espèces de moyens à grands mammifères ont été détectées par les pièges photographiques (tableau 6). Les plus petites espèces prises en compte sont la mangouste naine (*Helogale parvula*, 0.2-0.4kg) et le galago de Sénégal (*Galago senegalensis*, 0.3kg). La plus grande espèce est l'éléphant d'Afrique (2'500-6'000kg). Les ordres les plus représentés sont les artiodactyles avec 20 espèces et les carnivores avec 16 espèces. Il y a cinq espèces qui sont sur la liste Rouge UICN : le lycaon (*Lycaon pictus*) statut en danger (EN), l'hippopotame (*Hippopotamus amphibius*) statut vulnérable (VU), l'éléphant d'Afrique statut vulnérable (VU), le lion (*Panthera leo*) statut vulnérable (VU) et le léopard statut quasi menacé (NT). Le nombre de photos indépendantes changent parmi ces espèces sur la Liste Rouge: le lycaon est sur 1 photo, l'hippopotame sur 4 photos, l'éléphant d'Afrique est sur 39 photos, le lion sur 2 photos et le léopard sur 21 photos.

Une espèce peu commune et une forme particulière d'une espèce ont été photographiées : une forme mélanique de galago à queue touffue (*Otolemur crassicaudatus*) (figure 8) et le céphalophe bleu (*Philantomba monticola*) (figure 9). Cette forme mélanique avait déjà été photographiée pour Rukwa lors du travail de S. Mermod (2012). Le galago à queue touffue a été photographié à plusieurs reprises sur un site de Rukwa (R2_3). Le céphalophe bleu a été photographié la première fois à Rukwa et sur deux sites de pose (R2_5 et R2_15). C'est étonnant pour cette espèce car ce n'est pas sa zone de distribution selon Foley et al. (2014). Cependant, cette espèce a déjà été photographiée dans Mlele BKZ en 2013 pour la première fois, depuis il y a eu plusieurs photos de cette espèce (Hausser et Fischer, com.pers, 2016).

L'espèce la plus représentée autant par le nombre de photos indépendantes (583 photos) que par le nombre de sites de capture, soit 144 sites sur 216, correspond au céphalophe couronné (*Sylvicapra grimmia*).

En ajoutant à l'inventaire les espèces identifiées lors d'observations fortuites, il y a 5 espèces de plus de moyens à grands mammifères qui s'ajoutent (tableau 7). Seul le cercopithèque à diadème et le chacal à flancs rayés ont été vérifiées par C. Fischer sur place. Les 3 autres espèces sont potentiellement présentes. Concernant, l'observation indirecte du pangolin terrestre du Cap (*Smutsia temminckii*) dans le quadrat RW3, il s'agit d'un terrier avec des traces d'écailles de la journée (13.08.2015).



Figure 9 Céphalophe bleu photographié à Rukwa sur les sites R2_5 et R2_15, (source, présente étude)

Tableau 6 Inventaire d'espèces de moyens à grands mammifères identifiées grâce aux pièges photographiques. Les espèces inscrites sur la Liste Rouge UICN sont en grisé. Le poids des espèces, le nombre de photos indépendantes par quadrat, le nombre de sites de pose et la marque du piège photographique : (B pour Bushnell et C pour Cuddeback) sont également indiqués, (source, présente étude)

Ordres	Noms latin des espèces	Noms français	poids (env, en kg)	RUNGWA RIVER FR				RUKWA GR		Nbre de site de pose total par espèce	Marque du piège photo: Bushnell (B) ou/et Cuddeback (C)	
				RW1	RW2	RW3	RW4	R1	R2			
1	Primates	<i>Chlorocebus pygerythrus</i>	Vervet	3-6	10	6	4	1			12	B/C
2	Primates	<i>Galago senegalensis</i>	Galago de Sénégal	0.3				2	3		3	B
3	Primates	<i>Otolemur crassicaudatus</i>	Galago à queue touffue	1	3				7	6	11	B
4	Primates	<i>Papio cynocephalus</i>	Babouin cynocéphale	9-28	14	5	8	5	15	13	41	B/C
5	Lagomorpha	<i>Lepus sp.</i>	Lièvre sp.	1-3	11	9	23	57	2		31	B/C
6	Rodentia	<i>Cricetomys gambianus</i>	rat de Gambie	1					9	5	5	B
7	Rodentia	<i>Hystrix africaeaustralis</i>	Porc-épic d'Afrique du Sud	10-20	7	8	3	7	8	7	27	B/C
8	Rodentia	<i>Pedetes surdaster (capensis)</i>	Lièvre sauteur	2.4	6	10	27	14	1	27	31	B/C
9	Carnivora	<i>Atilax paludinosus</i>	Mangouste des marais	2-5					6		1	B
10	Carnivora	<i>Bdeogale crassicauda</i>	Mangouste à queue touffue	1-3	1	2	3		33	24	24	B/C
11	Carnivora	<i>Civettictis civetta</i>	Civettes d'Afrique	9-13	5		2		5	7	13	B/C
12	Carnivora	<i>Crocuta crocuta</i>	Hyène tachetée	45-80	4	7	8	12	1	13	33	B/C
13	Carnivora	<i>Felis silvestris</i>	Chat ganté	2-6		1					1	B
14	Carnivora	<i>Genetta angolensis</i>	Genette d'Angola	1-2	10	17	14	11	25	17	43	B/C
15	Carnivora	<i>Genetta maculata</i>	Genette commune à grandes taches	1-3	2	5	9	4	3	6	22	B
16	Carnivora	<i>Helogale parvula</i>	Mangouste naine	0.2-0.4					1	3	4	B
17	Carnivora	<i>Herpestes sanguineus</i>	Mangouste rouge	0.2-0.6				1			1	B
18	Carnivora	<i>Ichneumia albicauda</i>	Mangouste à queue blanche	3-5		1		9		5	7	B/C
19	Carnivora	<i>Leptailurus serval</i>	Serval	6-13		2	1		1	2	6	B/C
20	Carnivora	<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon	35-40					1		1	B
21	Carnivora	<i>Mellivora capensis</i>	Ratel	7-14	4	4		2	3	3	13	B/C
22	Carnivora	<i>Mungos mungo</i>	Mangue rayée	1-2	1	3	4	1	1		9	B
23	Carnivora	<i>Panthera leo</i>	Lion	90-270				2			2	B/C
24	Carnivora	<i>Panthera pardus</i>	Panthère, Léopard	20-70	5	3		5	6	2	19	B/C
25	Tubulidentata	<i>Orycteropus afer</i>	Oryctérope	50-80	2	3	7	1	3	6	21	B/C
26	Proboscidea	<i>Loxodonta africana</i>	Éléphant d'Afrique	2'500-6'000			7		4	28	19	B/C
27	Perissodactyla	<i>Equus quagga boehmi</i>	Zèbre de steppe	175-320	2	4	2	12	5	5	19	B/C
28	Artiodactyla	<i>Aepyceros melampus</i>	Impala	40-65				3			3	B/C
29	Artiodactyla	<i>Acelaphus lichtensteinii</i>	Bubale de Lichtenstein	155-205	12	19	23	12	8	8	45	B/C
30	Artiodactyla	<i>Damaliscus lunatus</i>	Damalisque	90-147		2	1				3	B
31	Artiodactyla	<i>Giraffa camelopardalis</i>	Girafe	700-1'400	5	24	18	12	5	7	45	B/C
32	Artiodactyla	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippopotame	1'000-2'000			4				2	C
33	Artiodactyla	<i>Hippotragus equinus</i>	Rouanne	215-300	3	6	5	3			13	B/C
34	Artiodactyla	<i>Hippotragus niger</i>	Hippotrague noir	205-265	17	4	3	38	9	12	37	B/C
35	Artiodactyla	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Cobe defassa	175-280				2	1		3	B
36	Artiodactyla	<i>Oreotragus oreotragus</i>	Oréotrague	(9-16)		1					1	C
37	Artiodactyla	<i>Ourebia ourebi</i>	Ourébi	15-21		3	1				3	C
38	Artiodactyla	<i>Phacochoerus africanus</i>	Phacochère	45-100	27	22	7	16	46	17	71	B/C
39	Artiodactyla	<i>Philantomba monticola</i>	Céphalophe bleu	4-6						40	2	B
40	Artiodactyla	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Potamochère	55-105	7	17	8	7	33	22	58	B/C
41	Artiodactyla	<i>Raphicerus sharpei</i>	Grysbok de Sharpe	6-11	4	13	7	6		3	20	B/C
42	Artiodactyla	<i>Redunca arundinum</i>	Cob des roseaux	32-68			1	16			4	B/C
43	Artiodactyla	<i>Sylvicapra grimmia</i>	Céphalophe couronné	10-25	120	85	130	53	119	76	144	B/C
44	Artiodactyla	<i>Syncerus caffer</i>	Buffle d'Afrique	390-850	1		4		14	7	12	B/C
45	Artiodactyla	<i>Tragelaphus oryx</i>	Elan du Cap	350-600	2	5		4			6	B/C
46	Artiodactyla	<i>Tragelaphus scriptus</i>	Guib harnaché	24-55					30	34	18	B/C
47	Artiodactyla	<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	Grand koudou	120-340	4	1	4	4			12	B/C

Tableau 7 Complément de l'inventaire des espèces de moyens à grands mammifères avec seulement les observations fortuites et le type d'observation, (source, présente étude)

Ordres	Noms en latin	Noms en français	poids(kg)	RW1	RW2	RW3	RW4	R1	R2	Type d'observation
1	Primates	<i>Cercopithecus mitis</i>	Cercopithèque à diadème	3-9					1	Direct
2	Macroscelidea	<i>Petrodromus tetradactylus</i>	Pétrodrome	0.13-0.25			1			Direct
3	Pholidota	<i>Smutsia temminckii</i>	Pangolin terrestre du Cap	5-18			1			Indirect
4	Carnivora	<i>Canis adustus</i>	Chacal à flancs rayés	7-12					1	Direct
5	Artiodactyla	<i>Madoqua kirkii</i>	Dik-dik de Kirk	2.6-6.4			1		1	Direct

Il est intéressant de noter qu'il y a une différence de détection entre les deux modèles de pièges photographiques en regardant les espèces prises par marque de pièges photographiques dans cette étude. Il y a 7 espèces de petite taille (0.2 à 3kg) prises seulement par des pièges photographiques de la marque Bushnell : le galago de Sénégal, le galago à queue touffue, le rat de Gambie (*Cricetomys gambianus*), la genette commune à grandes taches (*Genetta maculata*), la mangouste naine, la mangouste rouge (*Herpestes sanguineus*) et la mangouste rayée (*Mungos mungo*). De plus, il y a 6 autres espèces de moyenne à grande taille photographiées uniquement par le modèle Bushnell. Il s'agit de la mangouste des marais (*Atilax paludinosus*), du chat ganté (*Felis silvestris*), du lycaon, du damalisque (*Damaliscus lunatus*), cobe defassa (*Kobus ellipsiprymnus*) et du céphalophe bleu. Il y a 3 autres espèces photographiées seulement par les pièges photographiques de la marque Cuddeback. Il s'agit de l'hippopotame, l'oréotrague (*Oreotragus oreotragus*) et de l'ourébi (*Ourebia ourebi*). Ainsi, 13 espèces sont détectées seulement par le modèle Bushnell et 3 espèces seulement par le modèle Cuddeback. 31 espèces ont été détectées par les deux modèles. Il y a deux raisons principales pour cette différence. La première raison, le site d'installation du piège photographique, 5 espèces ne sont photographiées que sur un site de pose. Il s'agit de la mangouste des marais, du chat ganté, de la mangouste rouge, du lycaon et de l'oréotrague. La deuxième raison correspond à la capacité de détection différente entre les deux modèles, qui dépend de la taille des individus. Cela est valable pour les 6 petites espèces nommées au-dessus, excluant la mangouste rouge car elle est présente sur seulement un site de pose. Une autre raison peut être la présence et absence des espèces en fonction des préférences de milieux. Ainsi, le modèle Bushnell peut photographier des espèces de plus petites en taille que le modèle Cuddeback. Par conséquent, les données des différents pièges photographiques vont être séparées pour calculer les fréquences de capture.

En prenant les données de Rukwa et en les comparant à celles de Waltert et al. (2009a), il en ressort que le total de grands herbivores identifiés par ces derniers n'a pas été inventorié par le présent jeu de données (tableau 8). 8 espèces n'ont pas été photographiées. Il s'agit de l'hippopotame, l'élan du Cap (*Tragelaphus oryx*), le grand koudou (*Tragelaphus strepsiceros*), le puku, l'impala (*Aepyceros melampus*), le cobe des roseaux (*Redunca arundinum*), le steenbok (*Rapicercus campestris*) et l'ourébi. La raison principale réside dans le fait que Waltert et al. (2009a) ont fait des transects à pied dans une plus grande partie de l'aire protégée et ont donc traversé une plus grande variété de milieux; ce qui explique le plus grand nombre d'espèces. En effet, 7 espèces ont une préférence pour un habitat ouvert et aquatique (Foley et al., 2014) et les quadrats R3 et R4 ne présentent pas cette habitat. La huitième espèce, le grand koudou, est plus généraliste et présente une certaine indépendance de l'eau (Foley et al., 2014). Pourtant, 2 nouvelles espèces ont été observées dans cette étude alors qu'elles n'étaient pas mentionnées dans Waltert et al. (2009a). Il s'agit du céphalophe bleu et du guib harnaché (*Tragelaphus scriptus*) (figure 10) qui sont des espèces forestières (Foley et al., 2014). Le céphalophe bleu n'avait par ailleurs pas été observé par S. Mermod (2012) et L. Delisle (2014). Le guib harnaché est par contre aussi présent dans ces précédentes recherches de 2012 et 2014. Le cobe defassa (*Kobus ellipsiprymnus*), observé dans cette étude et par Waltert et al. (2009a), n'a pas été photographié par S. Mermod (2012) et L. Delisle (2014). Cependant, S. Mermod (2012) a observé l'élan du Cap et L. Delisle (2014) a observé le cobe des roseaux. En outre, L. Delisle (2014) est la seule parmi ces études à avoir observé le rouanne (*Hippotragus equinus*). Pour les grands herbivores, les résultats de 2012 et 2014 pour Rukwa sont cependant comparables à ceux de cette étude.



Figure 10 Guib harnaché photographié à Rukwa, R1_22, (source, présente étude)

Tableau 8 Comparaison des études de Waltert et al., 2009a, S. Mermod, 2012 et L. Delisle, 2014, avec la présente étude dans Rukwa en considérant uniquement les espèces de grands herbivores. Les espèces inscrites sur la Liste Rouge ont des cases en gris, (source, basé sur les résultats des quatre études)

Order	Name in latin	Common name	2009 (Waltert et al, 2009a)	2015 (V. Stampfli)	2012 (S. Mermod)	2014 (L. Delisle)
1	Proboscidea	<i>Loxodonta africana</i>	Elephant	x	x	x
2	Artiodactyla	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippopotamus	x	0	0
3	Artiodactyla	<i>Giraffa camelopardalis</i>	Giraffe	x	x	x
4	Artiodactyla	<i>Syncerus caffer</i>	Buffalo	x	x	x
5	Artiodactyla	<i>Tragelaphus oryx</i>	Eland	x	0	x
6	Artiodactyla	<i>Hippotragus niger</i>	Sable antelope	x	x	x
7	Perissodactyla	<i>Equus quagga boehmi</i>	Zebra	x	x	x
8	Artiodactyla	<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	Greater Kudu	x	0	0
9	Artiodactyla	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Waterbuck	x	x	0
10	Artiodactyla	<i>Alcelaphus lichtensteinii</i>	Kongoni	x	x	x
11	Artiodactyla	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Bush pig	x	x	x
12	Artiodactyla	<i>Phacochoerus africanus</i>	Warthog	x	x	x
13	Artiodactyla	<i>Kobus vardonii</i>	Puku	x	0	0
14	Artiodactyla	<i>Aepyceros melampus</i>	Impala	x	0	0
15	Artiodactyla	<i>Redunca arundinum</i>	Reedbuck	x	0	0
16	Artiodactyla	<i>Sylvicapra grimmia</i>	Duiker	x	x	x
17	Artiodactyla	<i>Hippotragus equinus</i>	Roan antelope	0	0	0
18	Artiodactyla	<i>Philantomba monticola</i>	Blue duiker	0	x	0
19	Artiodactyla	<i>Tragelaphus scriptus</i>	Bushbuck	0	x	x
		Small antelope:		x		
16	Artiodactyla	<i>Sylvicapra grimmia</i>	Duiker	(x)	x	x
20	Artiodactyla	<i>Raphicerus sharpei</i>	Sharpe's grysbok	(x)	x	x
21	Artiodactyla	<i>Raphicerus campestris</i>	Steenbuck	(x)	0	0
22	Artiodactyla	<i>Ourebia ourebi</i>	Oribi	(x)	0	0
Total du nombre d'espèces par études				16-19	13	12

Concernant le reste des moyens à grands mammifères (Annexe XVII), il y a 2 espèces qui ont été photographiées en 2012 et en 2014 mais pas dans cette étude. Il s'agit du pétrodrome (*Petrodromus tetradactylus*) et du chacal à flancs rayés (*Canis adustus*). À l'inverse, il y a 2 espèces de petites tailles qui ont été photographiées seulement en 2015 : la genette commune à grandes taches et la mangouste naine. Concernant la différence entre les galagos sur la liste, il y a deux espèces possibles : le galago moholi (*Galago moholi*) et le galago du Sénégal. Ces deux espèces peuvent être distinguées seulement au son (Fischer, com.pers, 2016) et très peu de recherche ont confirmé la présence du galago moholi en Tanzanie (Foley et al., 2014). La présence du galago moholi a été confirmée uniquement à Lwafi GR et Loasi FR en Tanzanie de l'ouest (Foley et al., 2014). Concernant, notre zone d'étude, C. Fischer a pu confirmer la présence du galago du Sénégal en faisant des tests de son en 2014 (Fischer, com.pers, 2016). Ainsi, il est probable que L. Delisle (2014), ait en fait photographié seulement le galago du Sénégal et pas le galago moholi. Il s'agirait de la même espèce photographiée en 2015, au cours de cette étude. De plus, le chacal à flancs rayés a aussi été observé en observation directe dans cette étude. Concernant, le cercopithèque à diadème et le dik-dik de Kirk (*Madoqua kirkii*), ils ont été observés en observation fortuite par S. Mermod (2012) et par cette étude. Des résultats des pièges photographiques de ces trois années, il résulte ainsi un total de 40 espèces pour Rukwa GR. Dès lors, avec les pièges photographiques plus performants pour les petites espèces et par l'intensité d'échantillonnage, on remarque que chaque année des espèces supplémentaires sont photographiées. Ainsi, on pourrait s'attendre à ce que le nombre d'espèces observées continue à croître.

4.1 Comparaison entre Rukwa et Rungwa River

4.1.1 L'inventaire des espèces

Noms français	RUNGWA RIVER FR	RUKWA GR
1 Vervet	x	0
2 Galago de Sénégal	x	x
3 Galago à queue touffue	x	x
4 Babouin cynocéphale	x	x
5 Lièvre sp.	x	x
6 rat de Gambie	0	x
7 Porc-épic d'Afrique du Sud	x	x
8 Lièvre sauteur	x	x
9 Mangouste des marais	0	x
10 Mangouste à queue touffue	x	x
11 Civette d'Afrique	x	x
12 Hyène tachetée	x	x
13 Chat ganté	x	0
14 Genette d'Angola	x	x
15 Genette commune à grandes taches	x	x
16 Mangouste naine	0	x
17 Mangouste rouge	x	0
18 Mangouste à queue blanche	x	x
19 Serval	x	x
20 Lycaon	0	x
21 Ratel	x	x
22 Mangue rayée	x	x
23 Lion	x	0
24 Panthère, Léopard	x	x
25 Oryctérope	x	x
26 Eléphant d'Afrique	x	x
27 Zèbre de steppe	x	x
28 Impala	x	0
29 Bubale de Lichtenstein	x	x
30 Damalisque	x	0
31 Girafe	x	x
32 Hippopotame	x	0
33 Rouanne	x	0
34 Hippotrague noir	x	x
35 Cobe defassa	x	x
36 Oréotrague	x	0
37 Ourébi	x	0
38 Phacochère	x	x
39 Céphalophe bleu	0	x
40 Potamochère	x	x
41 Grysbok de Sharpe	x	x
42 Cob des roseaux	x	0
43 Céphalophe couronné	x	x
44 Buffle d'Afrique	x	x
45 Elan du Cap	x	0
46 Guib hamaché	0	x
47 Grand Koudou	x	0
Total d'espèces par aire protégée	41	34

Tableau 9 Tableau synthétique de la richesse spécifique de Rukwa et Rungwa River avec statut de liste Rouge UICN, (source, présente étude)

Pour l'aire protégée de Rukwa GR, il y a 34 espèces qui ont été photographiées dont 3 sont sur la Liste Rouge UICN: le lycaon, l'éléphant d'Afrique et le léopard (tableau 9). Parmi ces 34 espèces, les ordres représentés sont: 3 primates, 1 lagomorphe, 3 rongeurs, 13 carnivores, 1 tubulidenté, 1 proboscidién, 1 périssodactyle et 11 artiodactyles. En ajoutant les observations fortuites, il y a 3 espèces de plus observées : le chacal à flancs rayés, le dik-dik de Kirk et le cercopithèque à diadème (tableau 7) donc un total de 37 espèces.

Concernant, l'aire protégée de Rungwa River FR, il y a 41 espèces qui ont été photographiées dont 4 espèces sont sur la Liste Rouge UICN: le lion, l'éléphant d'Afrique, l'hippopotame et le léopard (tableau 9). Dans ces 41 espèces, les ordres représentés sont: 4 primates, 1 lagomorphe, 2 rongeurs, 13 carnivores, 1 tubulidenté, 1 proboscidién, 1 périssodactyle et 18 artiodactyles. En ajoutant les observations fortuites 3 espèces s'ajoutent, soit le pétrodrome, le pangolin terrestre du Cap et le dik-dik de Kirk (tableau 7) donc un total de 44 espèces.

Ainsi, il y a un total de 37 espèces pour Rukwa et 44 espèces pour Rungwa River en prenant note des observations fortuites.

Il y a donc une différence de 7 espèces de plus à Rungwa River dont 1 sur Liste Rouge UICN avec ou sans observation fortuite. La différence de 7 espèces n'est pas significative selon le test de statistique, Mann Whitney car la p-value est >0.05 (W = 1269, p-value = 0.07461). Pourtant, elle est proche de la significativité.

En comparant la richesse spécifique de Rukwa et Rungwa River, on remarque qu'il y a 28 espèces présentes sur les deux aires protégées et 19 autres espèces se trouvent seulement sur une des deux aires protégées, soit 13 espèces pour Rungwa River et 6 espèces pour Rukwa. Les 13 espèces font partie des ordres suivants : 1 primate, 3 carnivores et 9 artiodactyles. Les 6 espèces à Rukwa font partie des ordres suivant : 1 rongeur, 3

carnivores et 2 artiodactyles. L'indice de diversité bêta ou indice de similitude de Sorensen, est calculé pour étudier la similitude entre les espèces des deux terrains d'étude. Le résultat de cet indice est de 0,75. Ce résultat montre qu'il y a une grande partie des espèces qui sont communes sur les deux terrains d'études.

Considérant le nombre d'espèces par site de pose, on s'aperçoit qu'il y a de 0 à 13 espèces par site pour les deux terrains d'études (Annexe XVIII). Si on divise par aire protégée, Rukwa a entre 0 et 13 espèces par site de pose tandis que Rungwa River a entre 0 et 12 espèces par site de pose. Il n'y a qu'une petite différence d'une espèce entre Rukwa et Rungwa River. En examinant, la moyenne du nombre d'espèces par site dans les différents quadrats, il apparaît que les moyennes sont légèrement supérieures pour les quadrats de Rukwa que pour ceux de Rungwa River (tableau 10). Ceci se confirme en regardant la moyenne par aire protégée: Rukwa a une moyenne de 4,77 (SD 3.07) tandis que Rungwa River a une moyenne de 4,32 (SD 2.70). Cette différence n'est cependant pas significative ($W = 16$, p -value = 0.7976). Même si cette différence n'est pas significative, il semble intéressant de trouver des explications à cette différence. Une première raison, c'est le nombre de piège photographiques, soit 8 pièges photographiques qui n'ont pas de données ou des données non utilisables dans les quadrats RW1 et RW3 (Annexe XII). En enlevant ce nombre de pièges, les moyennes sont davantage semblables aux deux autres quadrats à Rungwa River. Une deuxième raison peut être le meilleur fonctionnement des pièges photographiques à Rukwa qu'à Rungwa River, surtout concernant les cartes SD remplies avant la fin de la session. Une troisième raison peut être l'habitat et sa topographie (voir chapitre 4.1.4).

Tableau 10 Moyennes du nombre d'espèces par quadrat et par aire protégée, (source, présente étude)

Calcul de moyennes	RUNGWA RIVER				RUKWA	
	RW1	RW2	RW3	RW4	R1	R2
moyenne d'espèces par quadrat	3.67 (SD 3.31)	4.39 (SD 2.59)	3.92 (SD 2.81)	4.33 (SD 2.42)	4.69 (SD 3.35)	4.78 (SD 2.77)
moyenne d'espèces en enlevant les 8 sites sans données	4.4 (SD 3.15)	4.39 (SD 2.59)	4.15 (SD 2.72)	4.33 (SD 2.42)	4.69 (SD 3.35)	4.78 (SD 2.77)
Moyenne par aire protégée	4.32 (SD 2.70)				4.77 (SD 3.07)	

Quant à l'indice de Shannon qui évalue la richesse spécifique, il a été calculé séparément pour Rukwa et Rungwa River ainsi qu'ensemble (tableau 11). Avant de considérer l'indice de Shannon, le nombre total d'individus par espèce s'élève à 786 pour Rungwa River et 451 pour Rukwa. Cette différence est significative entre Rungwa River et Rukwa (Mann-Whitney, $W = 1358.5$, p -value = 0.03253). Pourtant en prenant les résultats de l'indice de Shannon H' , $H' = 4,62$ pour Rungwa River et $H' = 4,42$ pour Rukwa, il n'y a plus de différence significative (Mann-Whitney, $W = 5$, p -value = 1). Les résultats de l'indice (H') montrent toutefois que les espèces les plus abondantes ont une plus forte probabilité d'être choisie car les H' varient entre 4,42 et 4,73 et sont donc toutes au-dessus de 1 (Tuomisto, 2012). Considérant l'indice d'équitabilité calculé à partir de l'indice de Shannon (H'), on constate que les valeurs sont plus proches de 0 que de 1. Cela pourrait théoriquement signifier que les populations des différentes espèces sont variées dans ces données. Cependant, les individus des espèces ont des comportements différents, certains vivent en groupes ou d'autres sont solitaires. Ainsi, il est difficile de faire un test global en les mélangeant. C'est pourquoi ce résultat demanderait une autre approche pour confirmer ce test.

Tableau 11 calcul et résultat pour l'indice de Shannon, indice de diversité, (source, présente étude)

	RUNGWA RIVER	RUKWA	RUNGWA + RUKWA
Calcul de l'individu	le plus grand nombre d'individus sur une photo par site et par espèce	le plus grand nombre d'individus sur une photo par site et par espèce	le plus grand nombre d'individus sur une photo par site et par espèce
Nombre total des individus de toutes les espèces (N)	786	451	1237
Indice de SHANNON (H')	4.62	4.42	4.73
Indice d'équitabilité (H'/Hmax)	0.48	0.50	0.46

En regardant le nombre de photos indépendantes par ordre taxonomique et par terrain d'étude, on peut dire qu'il y a une plus grande représentation de l'ordre des artiodactyles à Rungwa River qu'à Rukwa (figure 11). Les artiodactyles sont présents à 64% sur le nombre total de photos indépendantes de Rungwa River contre 57% à Rukwa. À l'inverse, les carnivores sont présents à 25% sur le nombre total de photos indépendantes de Rukwa et seulement 13% à Rungwa River. L'ordre des proboscidiens (l'éléphant d'Afrique) est présent à 4% dans Rukwa et à moins de 1% à Rungwa River. La différence du nombre de photos indépendantes par ordre taxonomique entre Rungwa River et Rukwa, n'est pas significative d'après Mann-Whitney ($W = 39$, $p\text{-value} = 0.4948$).

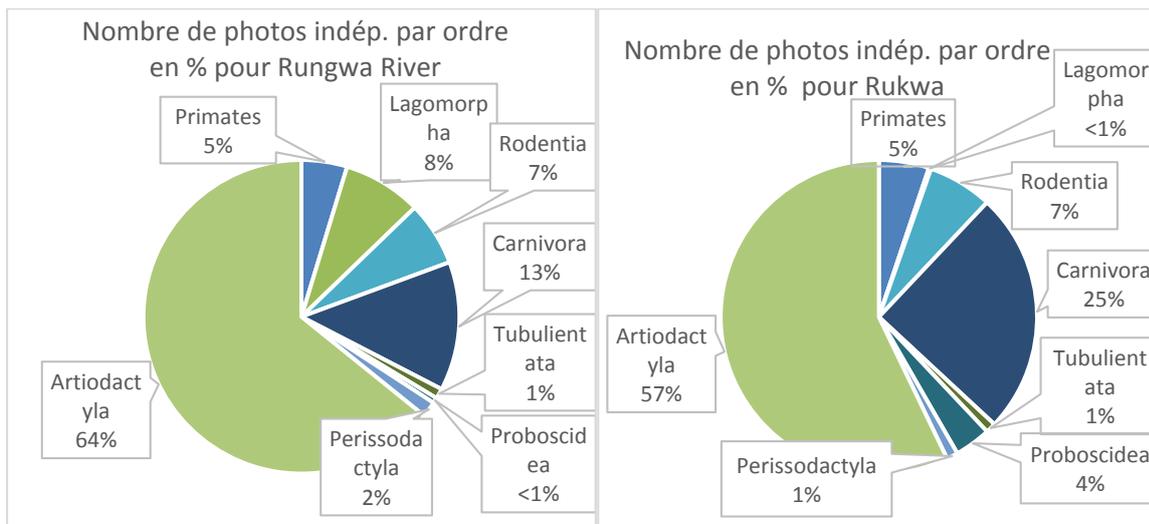


Figure 11 Graphiques du nombre total de photos indépendantes par ordre taxonomique, séparé pour Rungwa River (gauche) et Rukwa (droite), (source, présente étude)

En examinant la richesse spécifique entre ces deux aires protégées, il n'y a aucune différence qui est significative du point de vue statistique. Pourtant, Rungwa River héberge un plus grand nombre d'espèces de mammifères (7 espèces de plus) et Rukwa a une moyenne plus élevée du nombre d'espèces par site de pièges photographiques (0,45 de plus) d'après les résultats de ce jeu de données.

4.1.2 Fréquence de capture

La probabilité de capture n'est pas la même entre les deux modèles de pièges photographiques. Par conséquent le jeu de données est séparé par marque de piège photographique pour calculer la fréquence de capture. Cette fréquence est calculée au niveau du quadrat et pas au niveau de l'aire protégée pour ne pas biaiser les résultats en faveur de Rungwa River.

Fréquence de capture Bushnell

Il y a un total de 45 espèces photographiées par les pièges photographiques de la marque Bushnell dont 17 espèces ne sont photographiés que pour une aire protégée (Annexe XIX). Il reste 28 espèces qui sont photographiés sur les deux terrains d'étude. En considérant un seuil de différence de 5%, la fréquence de capture est plus haute à Rungwa River pour 14 espèces: le babouin cynocéphale (*Papio cynocephalus*), le lièvre (*Lepus sp.*), la genette commune à grandes taches, la mangouste à queue blanche (*Ichneumia albicauda*), le ratel (*Mellivora capensis*), la mangue rayée, l'oryctérope (*Orycteropus afer*), le zèbre de steppe (*Equus quagga boehmi*), le bubale de Lichtenstein (*Alcephalus lichtensteinii*), la girafe (*Giraffa camelopardalis*), l'hippotrague noir (*Hippotragus niger*), le cobe defassa, le grysbok de Sharpe (*Raphicerus sharpei*) et le céphalophe couronné. De même, la fréquence de capture est plus haute pour Rukwa pour les autres 14 espèces (avec un seuil de différence de 5 %): le galago de Sénégal, le galago à queue touffue, le porc-épic d'Afrique du Sud (*Hystrix africaeaustralis*), le lièvre sauteur (*Pedetes surdaster*), la mangouste à queue touffue (*Bdeogale crassicauda*), la civette d'Afrique (*Civettictis civetta*), la hyène tachetée (*Crocuta crocuta*), la genette d'Angola (*Genetta angolensis*), le serval (*Leptailurus serval*), le léopard, l'éléphant d'Afrique, le phacochère (*Phacochoerus africanus*), le potamochère (*Potamochoerus larvatus*) et le buffle d'Afrique (*Syncerus caffer*). En résumé, il y a 14 espèces avec une fréquence de capture plus élevée à Rungwa River et 14 autres espèces avec une fréquence plus haute à Rukwa. En prenant la plus haute valeur par quadrat pour les 28 espèces communes aux deux terrains d'étude, on constate que la différence de fréquence de capture pour ces 28 espèces n'est pas significative avec le test de Mann-Whitney ($W = 362$, $p\text{-value} = 0.6287$).

Pour 7 espèces, la fréquence de capture de Rungwa River est doublée ou plus que doublée par rapport à la fréquence de capture de Rukwa. Les facteurs de multiplication sont inscrits dans les parenthèses. Il s'agit du lièvre (37x), de la mangue rayée (4x), du bubale de Lichtenstein (4x), la girafe (2x), de l'hippotrague noir (3x), cobe defassa (3x) et du grysbok de Sharpe (4x). À l'inverse, il y a 5 espèces qui ont une fréquence de capture doublée ou plus que doublée à Rukwa par rapport à celle de Rungwa River. Les espèces sont: la mangouste à queue touffue (10x), la civette d'Afrique (2x), l'éléphant d'Afrique (4x), le potamochère (2x) et le buffle d'Afrique (6x).

En conclusion, pour la fréquence de capture du modèle Bushnell, on peut dire qu'il n'y a pas de différence en comparant le nombre d'espèces par aire protégée. Mais en considérant plus attentivement les espèces de la Liste Rouge UICN, il est intéressant de noter que l'éléphant d'Afrique et le léopard ont une fréquence de capture plus élevée à Rukwa.

Fréquence de capture Cuddeback

Il y a un total de 34 espèces photographiées par les pièges photographiques de la marque Cuddeback dont 15 espèces dans une aire protégée (Annexe XX). Il reste 20 espèces communes aux deux aires protégées. Pour 11 espèces, la fréquence de capture est plus haute à Rungwa River qu'à Rukwa en considérant un seuil de différence de 5%. Les espèces concernées sont : le lièvre sauteur, la civette d'Afrique, l'hyène tachetée, le serval, le léopard, le zèbre de steppe, le bubale de Lichtenstein, la girafe, l'hippotrague noir, le grysbok de Sharpe et le céphalophe couronné. Les 9 autres espèces ont une fréquence de capture plus élevée à Rukwa (avec un seuil de différence de 5%). Il s'agit des espèces suivantes: le babouin cynocéphale, le porc-épic d'Afrique du Sud, la genette d'Angola, le ratel, l'oryctérope, l'éléphant d'Afrique, le phacochère, le potamochère et le buffle d'Afrique. En prenant la plus haute valeur par quadrat pour les 20 espèces communes aux deux terrains d'étude, on constate que la différence de fréquence de capture pour ces 20 espèces n'est pas significative avec le test de Mann-Whitney ($W = 183$, $p\text{-value} = 0.6548$).

Pour 9 espèces parmi les 11 espèces avec une fréquence de capture plus élevée pour Rungwa River, la fréquence de capture est doublée ou plus que doublée: le lièvre sauteur (5x), la civette d'Afrique (2x), l'hyène tachetée (7x), le léopard (5x), le zèbre de Steppe (8x), le bubale de Lichtenstein (3x), la girafe (6x), l'hippotrague noir (3x), le grysbok de Sharpe (2x). Les deux espèces restantes sur les 11 sont le serval et le céphalophe couronné.

En contrepartie pour Rukwa, il y a 6 espèces avec une fréquence de capture doublée ou plus que doublée. Il s'agit du babouin cynocéphale (2x), de la genette d'Angola (8x), de l'oryctérope (4x), de l'éléphant d'Afrique (10x), du potamochère (2x) et du buffle d'Afrique (4x).

Pour finir, il n'y a pas une différence significative de la fréquence de capture du modèle Cuddeback entre les deux aires protégées pour les 20 espèces communes ($W = 183$, $p\text{-value} = 0.6548$). En considérant, les espèces sur la

Liste Rouge UICN, l'éléphant d'Afrique a une fréquence de capture plus élevée à Rukwa tandis que le léopard à une fréquence de capture plus élevée à Rungwa River.

En conséquence, il paraît intéressant de comparer ce jeu de données avec les résultats de S. Mermod (2012) et L. Delisle (2014) en soulignant qu'elles n'ont pas le même effort d'échantillonnage et n'ont pas fait de quadrat mixte avec les deux modèles de pièges photographiques. Par conséquent, la comparaison se fera uniquement pour le jeu de données du quadrat R2 (Annexe XXI). Les données de 2012 de S. Mermod ont une fréquence de capture plus élevée pour 3 espèces: le lièvre sauteur, le ratel et le guib harnaché. Pour l'année 2014, il y a seulement 2 espèces avec une fréquence de capture supérieure aux deux autres années, le bubale de Lichtenstein et le phacochère. Il y a 10 espèces qui ont une fréquence de capture plus haute en 2015. Ces 10 espèces sont le babouin cynocéphale, l'hyène tachetée, l'oryctérope, l'éléphant d'Afrique, le zèbre de steppe, la girafe, l'hippopotame noir, le potamochère, le céphalophe couronné et le buffle d'Afrique. Il y a une différence non-significative entre les données de S. Mermod (2012) et celle de cette étude (Mann-Whitney: $W = 182$, p -value = 0.1559) et une différence significative entre les données de L. Delisle (2014) et celle de cette étude (Mann-Whitney: $W = 145$, p -value = 0.02158). On peut assumer par cette différence significative que la fréquence de capture prise comme proxy de l'abondance relative est en augmentation ou bien qu'il y a une différence de l'ordre technique. C'est-à-dire que les pièges photographiques ont un meilleur fonctionnement en 2015, peut-être dû au choix des emplacements. Pourtant, ces résultats ne sont valables que pour un quadrat et ne sont pas absolus.

Ainsi, il semblerait que l'année 2015 est une année avec fréquence de capture élevée pour 10 sur 15 espèces communes.

Fréquence de capture en résumé

En faisant un tableau synthétique avec deux restrictions, on s'aperçoit qu'il y a une sélection de 20 espèces qui devient visible (tableau 12). La première restriction est que chaque espèce doit être présente sur les deux modèles de pièges photographiques. La deuxième restriction est que la fréquence de capture d'une espèce dans un quadrat est plus grande que la fréquence de capture de la même espèce dans les quadrats de l'autre aire protégée.

De ces 20 espèces, il y a 5 espèces qui se trouvent dans le même quadrat pour les deux modèles. Il s'agit du céphalophe couronné (RW1), de la girafe (RW2), du grysbok de Sharpe (RW2), du zèbre de steppe (RW4) et de l'éléphant d'Afrique (R2). Par conséquent, ces 5 espèces ont peut-être une population plus grande dans ces quadrats que dans les autres quadrats. À l'inverse, il y a 8 espèces qui ont une fréquence de capture plus élevée pour Rukwa et une autre fois pour Rungwa River. Ces 8 espèces sont : le babouin cynocéphale (RW1, R2), le lièvre sauteur (RW4, R2), la civette d'Afrique (RW1, R2), l'hyène tachetée (RW4, R2), le serval (RW2, R2), le ratel (RW1, R2), le léopard (RW4, R1) et l'oryctérope (RW3, R2). Il reste 7 espèces qui ont une différence de fréquence de capture entre quadrat de la même aire protégée. Ainsi, il est légitime de se demander si la fréquence de capture est vraiment un outil adéquat pour donner un indice relatif d'abondance si sur les 20 espèces communes aux deux modèles, seules 5 espèces se retrouvent dans le même quadrat.

Tableau 12 Les 20 espèces communes aux deux modèles de pièges photographiques placés dans le quadrat où elles affichent la plus haute fréquence de capture face à l'autre aire protégée, (source, présente étude)

	RW1	RW2	RW3	RW4	R1	R2
CUUDEBACK	Civette d'Afrique, Céphalophe couronné	Serval, Bubale de Lichtenstein, Girafe, Grysbok de Sharpe		Lièvre sauteur, Hyène tachetée, Léopard, Zèbre de Steppe, Hippopotame noir	Porc-épique d'Afrique du Sud, Potamochère	Babouin cynocéphale, Genette d'Angola, Ratel, Oryctérope, Eléphant d'Afrique, Phacochère, Buffle d'Afrique
BUSHNELL	Babouin cynocéphale, Ratel, Hippopotame noir, Céphalophe couronné	Girafe, Grysbok de Sharpe	Oryctérope, Bubale de Lichtenstein	Zèbre de Steppe	Genette d'Angola, Léopard, Phacochère, Buffle d'Afrique	Porc-épique d'Afrique du Sud, Lièvre sauteur, Civette d'Afrique, Hyène tachetée, Serval, Eléphant d'Afrique, Potamochère

4.1.3 Distribution spatiale

La distribution des espèces peut être étudiée à l'échelle du quadrat ou à l'échelle de l'aire protégée. A l'échelle du quadrat, le nombre de sites de présence d'une espèce varie entre 1 et 29 alors qu'il y a un total de 36 sites de pose (Annexe XXII). A l'échelle de l'aire protégée, le nombre de sites de présence d'une espèce varie entre 1 et 144 alors qu'il y a un total de 216 sites de pose. Le nombre de sites de présence par quadrat des différentes espèces est illustré dans la figure 12 et dans une version agrandie en Annexe XXIII. Trois groupes sont formés afin de pouvoir mieux cerner la distribution des 47 espèces.

Le premier groupe est constitué de 8 espèces. Ces 8 espèces sont présentes sur seulement 1 ou 2 sites de piège photographique dans cette étude: la mangouste des marais, le chat ganté, la mangouste rouge, le lycaon, l'oréotrague sur 1 site et l'hippopotame, le lion et le céphalophe bleu présents sur 2 sites.

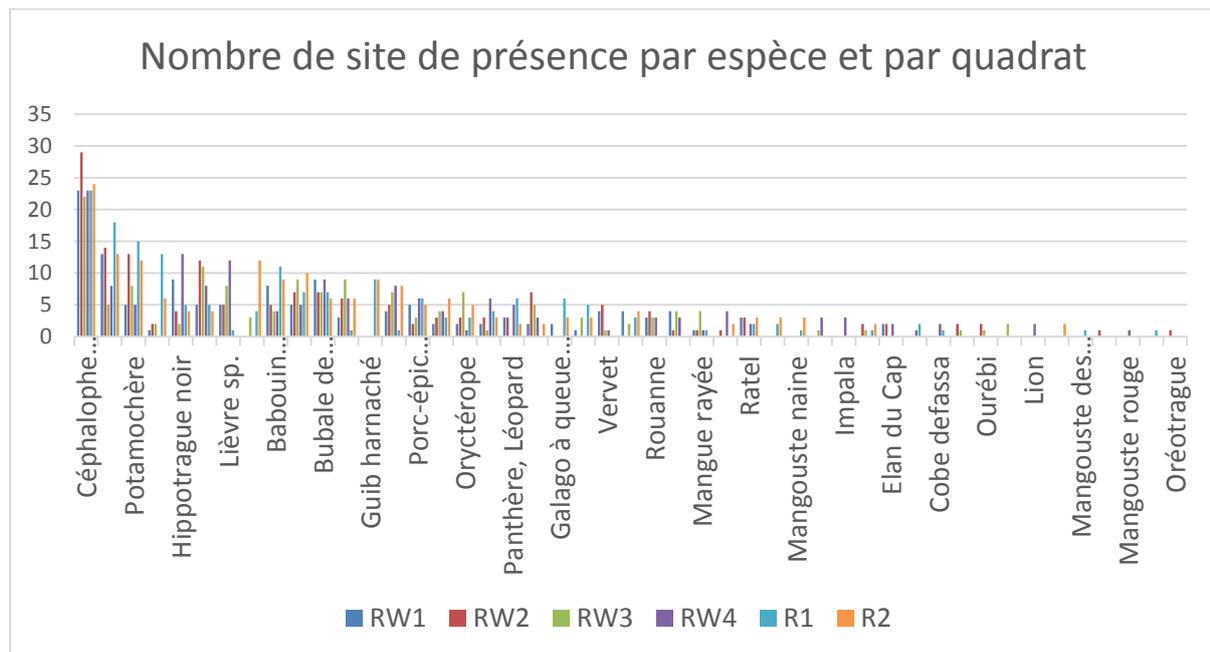


Figure 12 Histogramme regroupé pour le nombre de site de présence par espèces pour chaque quadrat, (source, présente étude)

Le deuxième groupe, de 14 espèces, se démarque par un grand nombre de sites de présence par quadrat. Ces 14 espèces se trouvent sur 8 sites de présences pour un quadrat au minimum, soit au seuil de 20% (figure 13). Il s'agit du céphalophe couronné, du phacochère, du potamochère, de la mangouste à queue touffue, de l'hippotrague noir, la girafe, le lièvre, l'éléphant d'Afrique, du babouin cynocéphale, de la genette d'Angola, du bubale de Lichtenstein, du lièvre sauteur, du guib harnaché et de l'hyène tachetée. Ces 14 espèces à l'exception du guib harnaché présentent aussi les plus grands nombres de sites de présence totaux. Ces mêmes 14 espèces sont présentes dans les deux aires protégées sauf pour le guib harnaché qui n'a été photographié qu'à Rukwa.

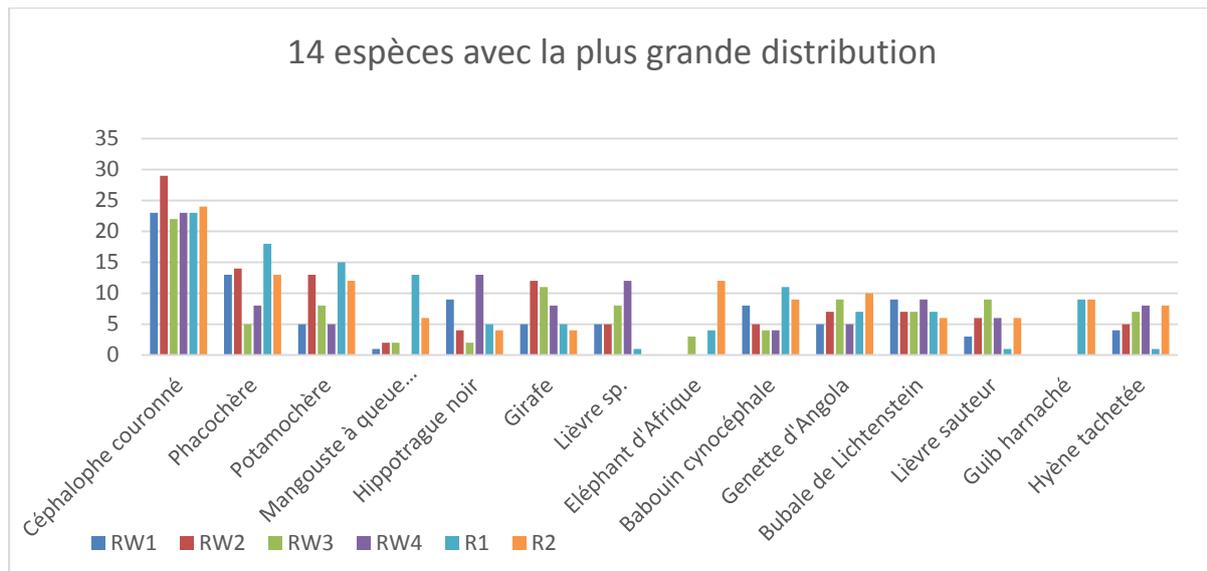


Figure 13 Le groupe des 14 espèces et leur présence pour chaque quadrat, (en les ordonnant par le plus grand site de présence pour un quadrat), (source, présente étude)

Le troisième groupe a le plus grand nombre d'espèces avec ses 25 espèces. Ces 25 espèces sont présentes sur un quadrat, sur 1 à 6 sites de pose, soit entre 3 et 17% du nombre de site total par quadrat. Ces espèces ont un nombre total de site de présence qui varie entre 3 et 27 sur les 216 théoriques.

Sur les 5 espèces de la Liste Rouge UICN, il y a 3 espèces qui ne se trouvent que sur 1 ou 2 sites de pose: l'hippopotame, le lion et le lycaon. Le léopard atteint son maximum de sites de présence pour un quadrat avec les 6 sites de présence dans le quadrat R1. Il a un total de 19 sites de présence pour les deux aires protégées. Pour finir, l'éléphant d'Afrique fait partie des 14 espèces les plus distribuées avec 12 sites de capture dans le quadrat R2. Son nombre total de site de présence s'élève à 19 sites de présence. En conséquence, l'hippopotame, le lion et le lycaon sont des espèces peu distribuées dans les quadrats étudiés. Le léopard et l'éléphant d'Afrique se trouvent sur les deux terrains d'étude avec le même nombre de sites de présence total, soit 19 sites, mais répartis différemment dans les deux aires protégées.

En comparant Rukwa et Rungwa River au niveau du quadrat, il apparaît que 12 espèces ont un nombre plus élevé de sites de présence par quadrat à Rungwa River qu'à Rukwa. Ces espèces sont listées avec leur pourcentage de sites de présence par rapport au nombre total de site de poses, pour le quadrat présentant le plus grand nombre de sites de présence. Cette valeur est inscrite dans la parenthèse. Il s'agit du céphalophe couronné (80,56%), l'hippotrague noir (36,11%), la girafe (33,33%), le bubale de Lichtenstein (25%), le lièvre sauteur (25%), l'oryctérope (19,44%), le zèbre de steppe (16,67%), le grysbok de Sharpe (19,44%), la mangouste rayée (11,11%), la mangouste à queue blanche (11,11%) et le cobe defassa (5,56%). À l'inverse, Rukwa a un total de 11 autres espèces avec un plus grand nombre de sites de présence par quadrat. Ces espèces sont le phacochère (50%), le potamochère (41,67%), la mangouste à queue touffue (36,11%), l'éléphant d'Afrique (33,33%), le babouin cynocéphale (30,56%), la genette d'Angola (27,78%), la genette commun à grandes taches (16,67%), le léopard (16,67%), le galago à queue touffue (16,67%), le buffle (13,89%) et le galago de Sénégal (5,56%). Dès lors, la distribution d'espèces ne connaît qu'une faible différence entre Rukwa et Rungwa River. Cette différence n'est pas significative statistiquement (Mann-Whitney, $W = 1343.5$, $p\text{-value} = 0.06982$). Cependant, c'est une $p\text{-value}$ très proche de la significativité.

Tableau 13 comparaison de la distribution par aire protégée avec espèces inscrites sur la Liste Rouge (case grisée), (source, présente étude). Les nombres en gras et soulignés désignent un plus grand nombre de sites de présence que pour l'autre aire protégée.

	Total de site de présence pour Rungwa River	Total de site de présence pour Rukwa
Noms français		
1 Céphalophe couronné	97	47
2 Phacochère	40	31
3 Potamochère	31	27
4 Mangouste à queue touffue	5	19
5 Hippotrague noir	28	9
6 Girafe	36	9
7 Lièvre sp.	30	1
8 Eléphant d'Afrique	3	16
9 Babouin cynocéphale	21	20
10 Genette d'Angola	26	17
11 Bubale de Lichtenstein	32	13
12 Lièvre sauteur	24	7
13 Hyène tachetée	24	9
14 Porc-épique d'Afrique du Sud	16	11
15 Genette commune à grandes taches	13	9
16 Oryctérope	13	8
17 Zèbre de steppe	12	7
18 Panthère, Léopard	11	8
19 Grysbok de Sharpe	17	2
20 Galago à queue touffue	2	9
21 Buffle d'Afrique	4	8
22 Civette d'Afrique	6	7
23 Mangue rayée	7	1
24 Mangouste à queue blanche	5	2
25 Ratel	8	5
26 Serval	3	3
27 Galago de Sénégal	1	2
28 Cobe defassa	2	1

En comparant la distribution des espèces entre les deux aires protégées en sachant qu'il y a un biais par la différence d'effort de recherche (tableau 13), on constate qu'il y a 21 espèces qui ont un plus grand nombre de sites de présence à Rungwa River, et 6 autres espèces un plus grand nombre de sites à Rukwa. Cette différence de 15 espèces n'est cependant pas significative ($W = 296.5$, $p\text{-value} = 0.119$). Il est intéressant de noter que les deux espèces sur la Liste Rouge UICN et communes aux deux aires protégées n'ont pas un plus grand nombre de site de présence à Rukwa. L'éléphant d'Afrique a un plus grand nombre de site de présence à Rukwa tandis que le léopard a un plus grand nombre de site de présence à Rungwa River.

Le serval a le même nombre de sites de présence dans les deux aires protégées, soit 3 sites de présence par aire protégée.

Pour chacune des 47 espèces, une carte indique la distribution spatiale (Annexe XXIV).

4.1.4 Différence d'habitat



Figure 14 Prairie ouverte saisonnièrement inondée à Rungwa River (à gauche) et les escarpements boisés de Rukwa (à droite), (source, présente étude)

Un autre point intéressant à comparer entre ces deux aires protégées, c'est la composition (Annexe III) et la structure de l'habitat. Considérant de plus près le tableau 14, on s'aperçoit qu'au niveau des sites de pose, le milieu forêt ouverte est le plus représenté, soit 74.30% à Rungwa River et 81,94% à Rukwa. Pour Rungwa River, c'est les prairies ouvertes saisonnièrement inondée (16.67%) et les prairies ouvertes (6.94%) qui sont les plus représentées après le milieu de forêt ouverte. Après s'ensuit les milieux savane arborée saisonnièrement inondée (1.39%) et forêt fermée (0.69%). Pour Rukwa, la savane arborée (9.72%), la forêt fermée (6.94%) et le fourré dense (1.39%) sont les milieux présents avec la forêt ouverte. Pour Rungwa River, il faut noter tous les milieux naturels présents dans les quadrats étudiés sont représentés par au moins un site de pose. À l'inverse pour Rukwa, il y a deux milieux qui se trouvent dans le quadrat R2 mais qui n'ont pas été l'objet d'un site de pose. Il s'agit de la prairie ouverte saisonnièrement inondée et la prairie ouverte. En considérant l'ensemble de l'aire protégée, on remarque qu'il existe, aussi bien dans Rukwa que Rungwa River, un type de prairie qui n'a pas été l'objet d'un site de pose. Il s'agit de la prairie embuissonnée (bushed grassland), qui a cependant une étendue restreinte. Pour Rungwa River, cette prairie se situe uniquement à côté du quadrat RW2 (vers RW2_18 et RW2_24). Pour Rukwa, elle est localisée à deux endroits: une fois dans le quadrat R4 et une fois vers le point R2_31. On peut en conclure qu'il y a 6 milieux à Rungwa River contre 8 milieux à Rukwa. Il y a deux milieux propres à Rukwa: la savane arborée et le fourré dense. Les sites de pose sont représentatifs de la diversité des milieux pour Rungwa River tandis que pour Rukwa, il y a 4 milieux qui n'ont pas été pris en compte. Cependant, on peut dire que les sites de pose reflètent globalement la proportion des milieux dans les deux aires protégées. En outre, les deux aires protégées se distinguent par leurs milieux même si la forêt ouverte est le milieu la plus répandue. Cette différence de milieu s'appuie sur les observations faites lors de la période de terrain (figure 14).

Tableau 14 les milieux présents dans les deux aires protégées, (source, basé sur les données ArcGis)

Milieux (en français)	Milieux (en anglais)	RUNGWA RIVER			RUKWA		
		site de pose (en pourcentage pour 144 site)	quadrats	aire protégée	site de pose (en pourcentage pour 72 site)	quadrats (R1+R2)	aire protégée
1 Forêt ouverte	Open woodland	x (74,30%)	x	x	x (81.94%)	x	x
2 Prairie ouverte saisonnièrement inondée	Open grassland seasonally inundated	x (16,67%)	x	x	0	x	x
3 Prairie ouverte	Open grassland	x (6,94%)	x	x	0	x	x
4 Savanne arborée saisonnièrement inondée	Wooded grassland seasonally inundated	x (1,39%)	x	x	0	0	x
5 Savanne arborée	Wooded grassland	0	0	0	x (9.72%)	x	x
6 Forêt fermée	Closed woodland	x (0,69%)	x	x	x (6.94%)	x	x
7 Fourré dense	Thicket	0	0	0	x (1.39%)	x	x
8 Prairie embuissonnée	Bushed grassland	0	0	x	0	0	x
9 Total de milieux		5	5	6	4	6	8



Figure 15 Un exemple de coupe illégale de bois pour l'enclos de vaches (*Bos taurus africanus*) dans le quadrat RW1, (source, présente étude)

Concernant la structure de l'habitat à Rungwa River, on constate en traversant cette aire protégée à pied ou en voiture qu'il y a des traces de bûcheronnages anciennes et nouvelles (Annexe XXV). Ces coupes de bois appuient l'éclaircissement de la forêt. En outre, il y a des activités de pastoralisme qui affectent aussi l'habitat car il y a des coupes illégales de bois pour faire des enclos (figure 15 et Annexe XXVI) et les traversées des troupeaux de l'enclos aux places de broutage. Au contraire, la structure de l'habitat à Rukwa est très bien préservée et il n'y a guère de traces de bûcheronnage. En outre, les observations fortuites des activités humaines sont plus répandues dans Rungwa River que dans Rukwa (tableau 15). En effet, 95.18% des observations fortuites d'activité humaine ont été réalisées dans Rungwa River et seulement 4.82% dans Rukwa. En regardant, les activités humaines prises par les pièges photographiques, on s'aperçoit que c'est la même tendance. Il y a 90.30% pour Rungwa River et 9.70% pour Rukwa. La différence du nombre d'activités humaines prises par piège photographiques et par observations fortuites par aire protégée est significative (Mann-Whitney, $W = 4$, $p\text{-value} = 0.02289$). Ces résultats prennent en compte toutes les activités humaines, sans séparer activités illgales et légales. Ainsi, il y a une réelle différence d'activités humaines entre les deux aires protégées et cela affecte en partie la structure de l'habitat par la coupe de bois et le pastoralisme. Dès lors, il y aura aussi une répercussion négative sur la faune sauvage qui habite dans ces deux aires protégées, principalement pour l'aire protégée de Rungwa River. Ainsi, la conservation de l'habitat semble maintenue à Rukwa et permet un habitat durable pour la faune sauvage à l'inverse de Rungwa River.

Tableau 15 le nombre d'activités humaines prises par les observations fortuites et par les pièges photographiques, (source, présente étude)

	Quadrat	nombre d'observations fortuites d'activités humaines (+ en pourcent sur le total= 332)	Total en pourcentage % par aire protégée d'observations fortuites	nombre de photos d'activités humaines prises par piège photographiques (+ en pourcent sur le total= 165)	Total en pourcentage % par aire protégée des photos d'activités humaines
RUKWA	R1	7 (2.11%)	4.82%	8 (4.85%)	9.70%
	R2	7 (2.11%)		8 (4.85%)	
	Hors quadrat Rukwa	2 (0.60%)		0	
RUNGWA RIVER	RW1	59 (17.77%)	95.18%	50 (30.30%)	90.30%
	RW2	30 (9.04%)		95 (57.58%)	
	RW3	45 (13.55%)		4 (2.42)	
	RW4	84 (25.30%)		0	
	Hors quadrat Rungwa	98 (29.52%)		0	

4.1.5 Paramètres de gestion

Les informations récoltées dans les interviews pour la gestion de Rukwa ne se limitent pas à la partie nord de Rukwa et représentent toute l'aire protégée. De même, certaines informations récoltées sur Rungwa River englobent parfois les autres Forest Reserves du district de Mlele. En Annexes XXVII et XXVIII, se trouvent les interviews complètes par aire protégée.

À l'aide d'un tableau synthétique (tableau 16), les informations récoltées sur les paramètres de gestion peuvent être rapidement aperçues.

Tableau 16 Tableau synthétique présentant les paramètres de gestion par aire protégée

	RUKWA GR	RUNGWA RIVER FR
Mode de gouvernance	gouvernement central	gouvernance partagée: gouvernement central + gouvernement local
Institution de gestion	Wildlife Division (WD)	Tanzania Forest Service Agency (TFS) + Mlele District
Personnes interviewées	J. Mwang'ombe, M. Chuwa, S. Habibu	A. Mbugah (TFS), E. Sumbuka (Mlele District), J. Mduma (Mlele District)
Plan de gestion	Esquisse d'un plan de gestion de 2004 de la GTZ	Harvesting plan actuel pour Rungwa River, basé sur les inventaires de flore de 2005.
Suivi concernant les ressources	Pas d'inventaire global sur les ressources naturelles, inventaire aérien de la faune par TAWIRI	Pas d'inventaire global sur les ressources naturelles, pas d'inventaire actuel sur la flore
Ressources humaines	26 Game Wardens + nouveau Game Wardens (non chiffré) + 2 personnes non qualifiées	12 personnes qualifiées + 4 personnes non qualifiées au TFS
Ressources humaines provenant de la région	2 personnes non qualifiées	4 personnes non qualifiées au TFS
Proportion des ressources humaines face à la superficie	1 personne (Game Warden) pour 166,27 km ² à Rukwa (4'323km ²)	1 personne pour 1'694,5 km ² (TFS responsable de toutes les Forest Reserves de Mlele District, soit d'environ 20'334km ²)
Ressources matérielles	1 voiture de terrain + 1 voiture de ville, 271 kilomètres de route en 2004, 81 maisons au headquarter de Mlele, armes à disposition	1 voiture neuve de terrain + 1 moto, estimation de 200 kilomètres de route, pas d'infrastructure d'habitation, pas d'armes à Mlele district
Activités de gestion (patrouilles)	2 sortes de patrouilles, une constante au lac Rukwa et une sporadique. L'effort en ressource humaine n'est pas connu, ni la fréquence des patrouilles sporadiques.	Pas de données. Pendant la période de terrain, il n'y a pas eu de rencontre de patrouille
Ressources financières	Insuffisantes mais pas de données chiffrées reçues. Elles proviennent 50% du gouvernement central + 50% Tanzania Protection Fund	Insuffisantes mais pas de données chiffrées reçues. Elles proviennent 100% du TFS.
Communication	Peu de communication avec les communautés locales	Séminaire pas mis en place pour l'instant avec les villageois (TFS).
Quotas de chasse	Non changés depuis 10 ans, sauf pour le lion	Serait à la baisse pour les GCA, comme Rungwa River.
Activités légales	la chasse sportive, l'apiculture, la recherche scientifique, l'accès aux places spirituelles	la chasse sportive, la coupe de bois, la pêche, l'apiculture, la recherche scientifique, l'accès aux places spirituelles
Activités illégales	le braconnage, la coupe illégale de bois, le pastoralisme	le braconnage, le pastoralisme
Résultats contre les activités illégales	29 personnes arrêtées de juillet à septembre 2015	22 personnes arrêtées de juillet à octobre 2015 pour tout le district de Mlele
Valeur des aires protégées pour les gestionnaires	appartenance à l'écosystème de Katavi-Lukwati, richesse en eau et sa biodiversité	l'habitat

Les institutions de gestion

▪ Organisation

Les trois personnes interviewées pour la gestion de Rukwa travaillent pour la Wildlife Division (WD) qui dépend du gouvernement central tanzanien. Elles occupent trois postes de gestionnaires pour l'aire protégée de Rukwa. Il s'agit de Joseph Mwang'ombe, le manager principal des aires protégées de Rukwa GR et Lwafi GR (Project Manager PM) travaillant depuis 2 ans à ce poste, de Mark Chuwa, assistant de Monsieur Mwang'ombe travaillant depuis 9 ans à ce poste ainsi que de Said Habibu, game officer et parfois l'assistant du gestionnaire de Rukwa, Monsieur Barabara. S. Habibu travaille depuis 2 ans à ce poste.

Concernant la gestion pour Rungwa River, les gestionnaires sont de deux institutions différentes: le gouvernement local, c'est-à-dire le district de Mlele et le Tanzania Forest Service Agency (TFS), une institution semi-autonome du gouvernement central tanzanien. Ainsi, la gestion de l'habitat forestier est attribuée aux TFS et la gestion de la faune est réslisée par la Wildlife Division au travers du District Game Officer (DGO) au district de Mlele. Les ressources naturelles sont gérées en partie par le TFS et en partie par le district de Mlele. Au district de Mlele, c'est le gestionnaire du territoire et les ressources naturelles (DLNRO) qui en a la charge. Les gestionnaires de Rungwa River ne s'occupent pas uniquement de cette réserve en particulier, mais ont d'autres réserves à leur charge. Il s'agit d'Anthony Mbugah, manager des forêts du TFS Inyonga travaillant depuis 5 mois à ce poste, Ezekiel Sumbuka, gestionnaire du territoire et les ressources naturelles (DLNRO) du District de Mlele travaillant depuis 8 mois à ce poste ainsi que John Mduma, gestionnaire de la faune (DGO) du District de Mlele travaillant depuis 2 ans à ce poste.

En conséquence, il y a une institution unique impliquée dans la gestion de Rukwa alors que deux institutions gèrent l'habitat et les ressources naturelles de Rungwa River. Dès lors, il y a un effort de plus à fournir à Rungwa River pour coordonner les institutions et les gestionnaires afin d'avoir une gestion efficace.

▪ Plan de gestion

Il y a une esquisse de plan de gestion de 2004 pour Rukwa-Lukwati fait par la GTZ. Les gestionnaires de Rukwa travaillent sur la base de ce plan mais ils créent aussi des objectifs spécifiques (Chuwa, com. pers, 2015). Cette année, les objectifs spécifiques sont des activités d'anti-braconnage, la diminution du nombre d'éléphants tués, la recherche de solutions pour les activités de pastoralisme ainsi que les activités de pêches illégales (Chuwa, com. pers, 2015). La définition d'objectifs spécifiques est un bon signe pour la gestion de Rukwa car l'esquisse du plan de gestion est gentiment passée de date. Pourtant, il faudrait avoir des preuves que ces objectifs sont vraiment mis en pratique. Il y a des rapports d'activités: hebdomadaires, mensuels, biannuels et annuels, envoyés au centre de la Wildlife Division à Dar es Salaam (Chuwa, com. pers, 2015). Ces rapports n'ont pas pu être récoltés ou visualisés. Dès lors, il est à se demander quelle est l'ampleur de ces rapports et s'ils sont vraiment aussi réguliers.

Il n'y a pas de plan de gestion actuel pour Rungwa River. Les plans de gestion des Forest Reserves ne servent plus car ils ne sont pas fondés sur des inventaires sérieux (Mbugah, com. pers, 2015). La raison est le manque de personnel qualifié au TFS pour faire les inventaires de la végétation qui sont la base pour un plan de gestion (Mbugah, com. pers, 2015). Pourtant, une partie de ces plans de gestions servent aux harvesting plans qui sont des plans de récolte pour la coupe de bois. Ainsi, il y a un harvesting plan actuel mais il est basé principalement sur l'inventaire de la flore de 2005. Du côté de Mlele District, il n'y a pas non plus de plan de gestion pour les Forest Reserves (Sumbuka, com. pers, 2015). On constate qu'il n'y a de document de base auquel se référer dessus ni au TFS ni au Mlele District. Les objectifs généraux pour un forestier sont de définir sur le terrain les frontières de Forest Reserve, de faire des patrouilles et vérifier les permis de la coupe de bois pour voir s'ils coupent de la bonne façon (Mbugah, com. pers, 2015).

Donc, avec l'esquisse du plan de gestion et les objectifs spécifiques, ils ont une base à Rukwa pour bien gérer la réserve. Cependant, il est difficile de savoir s'ils mettent en pratique leurs objectifs. À l'inverse, il y a un manque à Rungwa River car il n'y a pas de plan de gestion fondé.

▪ Suivis concernant les ressources naturelles

Il n'y a pas d'inventaire global pour les ressources naturelles à Rukwa. Néanmoins, il y a TAWIRI qui fait des comptages aériens d'animaux (Chuwa, com. pers, 2015). Le dernier inventaire d'espèces par comptage à pied

date de 2004 publié dans Waltert et al., 2009a et il y en a eu un autre en 2006, plus spécifiquement sur le Puku dans Waltert et al., 2009b (Chuwa, com. pers, 2015). Ainsi, il n'y a pas un inventaire régulier concernant la faune mis en place par les gestionnaires de Rukwa.

Concernant Rungwa River, il n'y a pas non plus d'inventaire global pour les ressources naturelles. Il y a une sorte de suivi concernant l'extraction de la ressource de poisson et celle d'apiculture. Les personnes titulaires d'un permis doivent dire combien ils ont pêché et récolté (Sumbuka, com. pers, 2015). Cependant, il semble que ces personnes annoncent des valeurs inférieures aux valeurs réelles, par peur que les prix des permis augmentent (Sumbuka, com. pers, 2015). Dès lors, ces valeurs sont peu fiables et ne donnent qu'un ordre d'idée. Selon A. Mbugah, il y a une collaboration entre le TFS, la Wildlife Division et le District de Mlele pour savoir si les personnes utilisent de façon adéquate leur permis. Cette collaboration, si elle est réellement mise en place, est une bonne initiative pour avoir une meilleure vue d'ensemble concernant les ressources naturelles dans le District de Mlele. Cependant, la façon dont ils gèrent les ressources naturelles est plutôt aveugle car il n'y a pas de données de base (Mbugah, com. pers, 2015). Cela n'est pas durable ni pour la faune ni pour l'habitat (Mbugah, com. pers, 2015). Donc à Rungwa River, les inventaires sur la végétation manquent drastiquement, il y a un manque d'inventaires réguliers sur les ressources et l'extraction des ressources n'est pas faite de manière durable.

Ainsi, il y a un manque d'inventaires des ressources naturelles dans les deux aires protégées et cela montre que dans les deux cas les ressources naturelles sont extraites de façon non durable.

- Quotas de chasse

Les quotas de chasse sont décidés sur la base de l'inventaire aérien de TAWIRI et sur les rapports d'activité de la chasse sportive par la Wildlife Division (Chuwa & Mduma, com. pers, 2015). Cependant, il y a des espèces sur les quotas de chasse qui ne sont pas présentes à Rukwa mais qui ont un quota de chasse (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Ces erreurs ont été transmises mais il n'y a pas eu de changement (Mwang'ombe, com. pers, 2015). La base sur laquelle les quotas sont établis semble dès lors incertaine selon Mwang'ombe. C'est une question légitime et montre un manque de suivi. Par exemple en regardant les quotas de chasse de Rukwa, il paraît étrange qu'il y ait un quota de chasse pour la genette à grandes taches d'Afrique du Sud (*Genetta tigrina*) (Annexe XXIX) alors qu'elle n'est répandue quand Afrique du Sud d'après Gaubert (2013)¹². Bien que les quotas soient en principe revus chaque année, ils n'ont, selon M. Chuwa, pas changé depuis 10 ans pour Rukwa. Les quotas de lion auraient diminué selon Y. Hausser (Hausser, com. pers, 2015).

Pour les GCA comme Rungwa River, les quotas de chasse sont directement envoyés aux compagnies de chasse sportive et le DGO ne reçoit pas ces informations (Mduma, com. pers, 2015). Cela est très étrange comme manière de faire car il est difficile de contrôler la faune avec les quotas de chasse sans les recevoir. Pour cette manière de faire, il est difficile de trouver un sens. Selon J. Mduma, il y a une tendance du nombre des quotas à la baisse pour les GCA.

Considérant les quotas de chasse avec les animaux effectivement tirés à Rukwa, on constate que les quotas de chasse sont respectés, sauf pour le Puku en 2014 (Annexe XXIX et XXX). Il y a eu 7 individus tirés au lieu des 5 individus permis. De plus, le Puku est aussi une espèce sur la Liste Rouge UICN avec statut quasi menacé (NT). Il y a trois autres espèces sur la Liste Rouge et qui ont un quota de chasse. Il s'agit de l'hippopotame, le lion et le léopard. Pour le lion, son quota de chasse paraît élevé en vue des individus tirés. Le quota est de 10 individus pour les blocs de chasse de Rukwa par année et seulement 1 en 2014 et 2 individus en 2015 ont été effectivement tirés. Les espèces les plus prisées par la chasse sportive à Rukwa sont: le buffle d'Afrique (37 individus en 2014), le bubale de Lichtenstein (13 individus en 2014), le léopard (10 individus en 2014) et l'hippopotame noir (10 individus en 2014).

Pour finir, ces quotas de chasse ne sont pas vraiment adaptés à l'évolution des populations si en général les quotas ne changent pas. Ceci montre que la chasse sportive n'est pas pratiquée de façon durable en ce moment ou en tout cas pas de façon contrôlée. Il aurait été intéressant de se pencher en détails sur les valeurs des quotas de chasse et sur le nombre effectifs d'animaux tirés.

¹² Information de P. Gaubert, pris sur le site internet de la Liste Rouge UICN, <http://www.iucnredlist.org/details/41702/0>, consulté le 15 mars 2015

- Ressources humaines

Selon les gestionnaires de Rukwa (Mwang'ombe & Chuwa, com. pers, 2015), les ressources humaines ne suffisent pas. La raison principale est que l'aire protégée est trop grande pour le nombre d'employés. Théoriquement, il devrait y avoir 240 employés pour gérer Rukwa GR, mais avec 100 personnes cela serait déjà possible (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Il y a un Game Warden pour 166,27km², soit 26 Game Wardens pour Rukwa (Chuwa, com. pers, 2015). Le personnel devrait augmenter prochainement mais les ressources financières vont rester les mêmes (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Ce nouveau personnel est arrivé pendant la période de terrain mais le nombre de personnes n'est pas connu. Le personnel est placé par le Gouvernement dans cette aire protégée (Chuwa, com. pers, 2015). Seuls deux membres du personnel sont de la région (Chuwa, com. pers, 2015). Le personnel est qualifié et il y a des possibilités de faire des cours complémentaires (Chuwa, com. pers, 2015).

Il n'y a pas assez de ressources humaines pour gérer de façon adéquate toutes les Forest Reserves du district de Mlele (Mbugah, com. pers, 2015) et donc pas non plus pour la réserve de Rungwa River. Une équipe de 6 personnes qualifiées ainsi que 4 personnes non qualifiées travaillent au TFS Inyonga (Mbugah, com. pers, 2015). Les personnes qualifiées viennent des différentes régions de la Tanzanie, car elles sont placées par le TFS (Mbugah, com. pers, 2015). Les 4 personnes non-qualifiées viennent de la région (Mbugah, com. pers, 2015). L'équipe devrait s'agrandir de 6 personnes dans deux semaines (Mbugah, com. pers, 2015). Comme annoncé par A. Mbugah lors de l'interview, il y a bien 6 nouveaux collaborateurs qui sont arrivés pendant la période de terrain. Ainsi, au TFS Inyonga, ils étaient 12 personnes qualifiées et 4 personnes non qualifiées en fin d'année 2015. Toutes les Forest Reserves ont une superficie approximative de 20'334 km² pour ce district¹³. Dès lors, il y a une personne pour 1'694,5 km². C'est un grand chiffre en comparaison aux 25 km² par personne qui permettrait une gestion suffisante. Selon A. Mbugah, les forestiers assistants ont les connaissances techniques théoriques, mais il leur manque les connaissances pratiques en ce moment. Donc, les ressources humaines manquent au TFS ainsi que les connaissances pratiques du personnel.

En résumé, les ressources humaines ne sont pas assez grandes pour ces deux réserves. Pourtant, à Rukwa il y a un personnel qualifié et un plus grand nombre de personne par km² qu'à avec Rungwa River. Concernant Rungwa River, il y a un faible nombre de personnes qualifiées et le personnel manque de pratique. Toutefois, les nouvelles personnes pour la WD et pour le TFS sont arrivées pendant la période de terrain de cette étude. Ainsi, pour les deux aires protégées, il est possible que grâce à ces nouvelles personnes, la gestion soit un peu meilleure même s'il continue de manquer en ressources humaines.

- Ressources matérielles et activités de gestion

À Rukwa, il y a deux sortes de patrouilles. Une patrouille constante au lac Rukwa et une sporadique qui dépend des informations obtenues (Chuwa, com. pers, 2015). La patrouille constante dure 30 jours (Chuwa, com. pers, 2015). Après les 30 jours, une nouvelle équipe arrive et remplace celle qui est sur place (Chuwa, com. pers, 2015). L'effort de patrouille en prenant le nombre de personnes par patrouille n'est pas connu. La régularité et la durée des patrouilles sporadiques ne sont pas non plus connues. Lors de la saison des pluies, il est difficile de faire plus que 50-60 km à cause de l'état des routes à Rukwa (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Il est à noter que les patrouilles se font en voiture principalement. L'année passée (2014), en saison des pluies, ils ont fait des patrouilles en bateau au lac Rukwa (Chuwa, com. pers, 2015). Le bateau ne marche plus et devrait être réparé ou un nouveau bateau devrait être acquis (Chuwa, com. pers, 2015). L'état du bateau nous révèle le manque de ressources financières et matérielles. Selon M. Chuwa, il arrive parfois qu'ils fassent des actions anti-braconnage avec les sociétés de chasse. Cette indication n'est pas précise et il est difficile de quantifier « ce parfois ». Il est à noter qu'il y a des armes à disposition pour la surveillance. Ainsi, il y a un réel effort mis en place pour les patrouilles au lac de Rukwa. Cependant, il paraît peu probable que ces patrouilles soient constantes, sachant qu'il n'y a qu'un véhicule de terrain. De plus, il est difficile de savoir s'il y a des patrouilles dans le bloc de Mlele South.

¹³ Basé sur les données d'ArcGis

Pour Rungwa River, il n'y a pas de patrouille régulière et il est à se demander s'il y en a. Lors de la période de terrain, il n'y a pas eu de rencontre avec une patrouille du TFS ou une patrouille d'anti-braconnage. Cette raison est expliquée par le fait que le DGO n'a pas de véhicule pour de la lutte anti-braconnage ni d'armes (Mduma, com. pers, 2015). Les armes doivent être empruntées au district de Mpanda (Mduma, com. pers, 2015). Le TFS et le district de Mlele ne font pas des patrouilles régulières dans les Forest Reserves et donc pas non plus dans Rungwa River. L'absence de patrouille révèle le manque de présence et de contrôle dans l'aire protégée et il explique la situation d'accès libre.

L'aire protégée de Rukwa GR fait partie d'un programme pour le suivi des éléphants tués, le programme MIKE (Chuwa, com. pers, 2015). Dès lors, ils recensent leur situation géographique grâce aux points GPS (Chuwa, com. pers, 2015). Ils sont officiellement dans ce programme avec le parc national de Katavi¹⁴. Toutefois, selon M. Chuwa, ils prennent aussi note des autres animaux morts et des activités illégales dans la Game Reserve. Concrètement, il n'y a pas eu de données récoltées qui sont quantifiables. Dès lors, il est toujours délicat de savoir s'ils font réellement ces activités ou non et avec quelle discipline.

Pour Rungwa River, l'équipe du TFS prend les points GPS de chaque problème qu'ils rencontrent (Mbugah, com. pers, 2015). Ici encore il est difficile d'évaluer la régularité de ces relevés de problèmes.

Etant donné que chaque année les sociétés de chasse ouvrent de nouvelles routes, il est difficile de connaître le nombre de kilomètre de routes à Rukwa (Chuwa, com. pers, 2015). Il y avait initialement 271 kilomètres de route en 2004 (Chuwa, com. pers, 2015). Pourtant, selon M. Chuwa, ce nombre de route n'est toujours pas suffisant (Chuwa, com. pers, 2015). Les routes sont difficilement praticables en saison des pluies (Chuwa, com. pers, 2015). En outre, il n'y pas de budget pour maintenir l'état des routes depuis 2013 (Chuwa, com. pers, 2015). Au Headquarter de la Wildlife Division, ils ont trois véhicules, soit un véhicule de terrain pour les patrouilles, un véhicule pour les gestionnaires et le troisième est un véhicule de terrain qui ne fonctionne pas. Dès lors, il y a seulement deux véhicules qui fonctionnent et il n'y a qu'un seul véhicule pour la surveillance.

Il y a des infrastructures d'hébergement au headquarter. Il y a 81 maisons mais seules 36 sont utilisés par le personnel (Chuwa, com. pers, 2015). Pour des cours de formation d'une durée d'un mois, une grande partie des maisons est utilisée par le Tanzania National Park Authority (TANAPA) (Chuwa, com. pers, 2015). En 2014 et en 2015, le TANAPA a proposé un cours d'un mois au Headquarter de Mlele (Chuwa, com. pers, 2015). Entre le mois de septembre et d'octobre 2015, les cours du TANAPA ont eu lieu. Le reste du temps ces 50 maisons sont vides ou utilisées par les quelques visiteurs. Lors de la construction du Headquarter de Mlele, l'idée était que le personnel de Katavi NP et de Rukwa se partagent ce lieu et cela explique le grand nombre de bâtiments. Ce grand nombre de bâtiments à entretenir est une charge en plus pour les gestionnaires de Rukwa.

À Rungwa River, il n'y pas de données sur le nombre de routes qui ont été transmises. D'ailleurs, A. Mbugah n'a été qu'une fois à Rungwa River pour l'instant (Mbugah, com. pers, 2015). Cependant, on peut estimer à 200 kilomètres le nombre de route¹⁵. Il n'y a pas de budget pour le maintien des routes (Mbugah, com. pers, 2015). Cependant, l'équipe du TFS a une voiture neuve depuis deux mois et une moto. Il n'y a pas de maison ou de poste de surveillance dans les Forest Reserves (Mbugah, com. pers, 2015).

En conclusion pour les infrastructures, à Rukwa il y a des patrouilles, des infrastructures routières, deux véhicules et des hébergements pour le personnel. Concernant Rungwa River, il n'y a pas de données sur le nombre de patrouilles ni sur le nombre de routes praticables. Toutefois, ils ont un véhicule mais pas de possibilités d'hébergement ou de poste de surveillance dans la réserve.

- Ressources financières

Les ressources financières n'ont pas suffi ces dernières 10 années pour gérer Rukwa, surtout concernant les infrastructures routières (Chuwa, com. pers, 2015). Pour ces 5 prochaines années, M. Chuwa espère qu'avec le

¹⁴ https://cites.org/eng/prog/mike/data_and_reports, consulté le 15 mars 2016

¹⁵ Basé sur les données d'ArcGis

changement d'institution de Wildlife Division à Tanzania Wildlife Authority (TAWA)¹⁶, il aura assez de ressources financières (Chuwa, com. pers, 2015). Les ressources financières viennent aujourd'hui de deux sources différentes : 50% du gouvernement central et 50% du Tanzania Protection Fund (Chuwa, com. pers, 2015). Les salaires sont distribués directement par la Wildlife Division aux salariés et ne sont pas pris en charge dans la répartition du budget sur place (Chuwa, com. pers, 2015). La répartition du budget est faite de la sorte : 60% vont pour la lutte anti-braconnage et 40% pour les frais administratifs et sociaux (Chuwa, com. pers, 2015). C'est-à-dire que les 60% couvrent les frais de carburant et les frais de nourriture pour la surveillance. Les 40% restant sont moins explicite. Il s'agirait de frais de carburant pour les gestionnaires pour aller en ville afin de transmettre des informations au Headquarter à Dar Es Salaam et de frais de maintien de l'infrastructure des bâtiments. Le PM contrôle les finances de Rukwa (Chuwa, com. pers, 2015).

Les recettes totales de Rukwa ne sont pas claires parce que la plupart des taxes vont directement au headquarter de la Wildlife Division à Dar (Chuwa, com. pers, 2015). Concernant les frais pour les animaux tirés et payés par les chasseurs touristes, 405'000'000sch ont été encaissés l'année passée (Chuwa, com. pers, 2015). Chaque espèce tirée fait l'objet d'une taxe pour les chasseurs touristes.

Les recettes ont augmenté pour les Forest Reserves depuis qu'il y a le TFS et il y a même de l'argent pour faire des patrouilles (Mbugah, com. pers, 2015). Cependant, il n'y a pas eu de patrouille à Rungwa River pendant la période de terrain donc on peut se demander s'il y a vraiment cet argent pour les patrouilles. Selon A. Mbugah, les ressources financières ne vont pas nécessairement suffire pour ces prochaines cinq années, parce que les plans de gestion et les inventaires de la flore sont chers. Cette remarque est pertinente car il paraît central de faire des nouveaux inventaires de la flore pour avoir une base afin d'arrêter de couper de façon aveugle. La seule source financière vient du TFS (Mbugah, com. pers, 2015). Leur demande de budget est couverte à 70% (Mbugah, com. pers, 2015). Le montant du budget n'est pas connu. Selon A. Mbugah, ils vont essayer d'avoir d'autres sources financières. A. Mbugah ne connaît pas le chiffre d'affaire de Rungwa River (Mbugah, com. pers, 2015). On remarque qu'il y a une volonté de la part de A. Mbugah de faire des inventaires, des plans de gestion et de trouver des sources financières externes. Cependant, il est à se demander si cela se réalisera. En outre, le budget ne suffit pas pour gérer de manière adéquate cette réserve et il est à se demander si le budget permettra par la suite de faire des inventaires de flore et des plans de gestion.

En résumé, les gestionnaires de Rukwa espèrent avoir plus de ressources financières dans la nouvelle institution TAWA tandis que les gestionnaires de Rungwa River essaient d'avoir un complément de ressources financières par d'autres moyens. Dès lors, il semble clair que les deux aires protégées n'ont pas assez de ressources financières. Pour finir, il y a un manque d'information concernant les recettes et les dépenses des deux aires protégées. Ainsi, il est difficile de juger de l'état des finances.

▪ Communication

Il y a des programmes de sensibilisation mis en place par le gouvernement pour les Game Reserves (Mwang'ombe, com. pers, 2015). C'est pourquoi, ils vont dans les écoles et dans les villages (Mwang'ombe, com. pers, 2015). En 2014, ils ont fait des événements dans les villages alentour pour expliquer le potentiel d'une Game Reserve et les villageois pouvaient poser leurs questions (Chuwa, com. pers, 2015). Il n'y a pas de données dans quel village ces activités ont pris place ou sur la quantité de ces visites. Cependant, les ressources financières ne permettent pas un plus grand nombre d'activités de ce type (Mwang'ombe, com. pers, 2015). À l'inverse, pour M. Chuwa, il y a un manque de communication avec les communautés locales qui ne comprennent pas pourquoi elles n'ont pas le droit d'aller dans la Game Reserve et d'y chasser les animaux (Chuwa, com. pers, 2015). Il faut dire que la chasse de subsistance des populations locales est vue comme du braconnage étant donné que les aires protégées (NP, GR, GCA) interdisent cette chasse (Hausser et al, 2009). De plus, la population locale est encore aujourd'hui fortement dépendante des ressources naturelles en saison sèche mais elle est restreinte à une petite surface (640km²) face à la grande proportion des aires protégées (13'050km²) (Hausser et al, 2009). Toutefois, les gestionnaires de

¹⁶ TAWA est une nouvelle institution qui s'occupe de la gestion de la faune et de la conservation à côté de TANAPA. Elle s'occupe de certaines Game Reserves, Wildlife Management Area ou bloc de chasse et met en place des opérations centrales d'anti-braconnage. (<http://wwf.panda.org/>, consulté le 16 février 2016)

Rukwa travaillent avec le gouvernement local s'il y a un plus grand problème (Mwang'ombe, com. pers, 2015). On remarque qu'il y a un flou sur la réelle communication entre les gestionnaires de Rukwa et la population locale.

Concernant Rungwa River, l'équipe du TFS est censés faire des séminaires auprès des populations locales (Mbugah, com. pers, 2015). Cependant, ils n'en ont pas fait depuis quatre mois (Mbugah, com. pers, 2015). A. Mbugah a rendu visite à chacun des villages pour se présenter étant nouveau dans cette région et ce poste (Mbugah, com. pers, 2015). Ainsi, il y a théoriquement une communication entre les villageois et le TFS mais cela n'est pas encore mis en place.

Pour terminer, il n'est pas facile de savoir l'ampleur de la communication entre les gestionnaires de Rukwa et la population locale. À l'inverse pour Rungwa River, il n'y a pas encore de communication mise en place à cause de la nouvelle entrée en fonction de Monsieur Mbugah, en avril 2015. Dès lors, la communication avec la population locale ne peut pas être bien cernée pour ces deux aires protégées.

Activités légales

Il y a quatre activités autorisées dans l'aire protégée de Rukwa: la chasse sportive, l'apiculture, la recherche scientifique et l'accès aux places spirituelles (tableau 17).

Tableau 17 les activités légales et le nombre de permis délivré à Rukwa, (basé sur les informations obtenues par M. Chuwa)

		ANNEE ADMINISTRATIVE TANZANIEENNE		
Activités	Permis	2013 (Julliet 2013- Juin 2014)	2014 (Julliet 2014-Juin 2015)	2015 (Julliet- Octobre 2015)
Apiculture	Nombre de permis	51	113	62
	Nombre total de personne qui ont pratiqué cette activité	361	758	397
Accès aux places spirituelles	Nombre de permis	0	1	1
	Nombre total de personne qui ont pratiqué cette activité	0	7(8)	7(9)
Recherche scientifique	Nombre de permis	1	2	2
Chasse	Nombre de permis	11	27	4

L'activité principale est la chasse sportive. Rukwa est divisé en trois blocs de chasse, celui de Mlele South, Rungwa River et Lake Rukwa (Chuwa, com. pers, 2015). Les permis de chasse sont délivrés par le directeur de la Wildlife Division (Habibu, com. pers, 2015). Cette chasse est réservée exclusivement aux touristes. Il y a des quotas de chasse qui sont attribué et seul les mâles matures sont tirés (Habibu, com. pers, 2015). Un Game Warden accompagne les clients de chasse et fait un rapport à la fin pour prouver que les clients de chasse ont respecté les règles. Il y a eu 11 permis de chasse délivrés en 2013¹⁷, 27 en 2014 et 4 en 2015 (Chuwa, com. pers, 2015). En 2015, à cause de l'élection présidentielle peu de personne sont venues par peur de potentiels soulèvements de population humaine.

L'activité de l'apiculture est réservée à la partie nord dans la zone communautaire de Kasege. Les apiculteurs demandent un permis au Project Manager de Rukwa-Lwafi GR qui leur accorde ou non l'autorisation (Habibu, com. pers, 2015). Cette activité d'apiculture pose un certain problème car les apiculteurs allument des feux de brousse, ce qui porte préjudice à l'habitat (Chuwa, com. pers, 2015). Par ailleurs, les apiculteurs enlèvent les écorces

¹⁷ Les années administratives se calculent différemment pour la Tanzanie. C'est toujours de juin à juillet et non de janvier à décembre. Pour le cas particulier de la chasse sportive, cette activité prend place de juillet à décembre.

d'arbres pour fabriquer leurs ruches traditionnelles et détériorent ainsi l'habitat (Mwang'ombe, com. pers, 2015). En outre, les camps d'apiculteurs servent aussi aux braconniers (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Les gestionnaires de Rukwa sont plutôt négatifs concernant cette activité et il est difficile de savoir si cette activité est vraiment autant négative que cela. Il aurait fallu interroger des apiculteurs pour voir leur point de vue. Il y a eu 51 permis délivrés en 2013, 113 en 2014 et 62 en 2015 (Chuwa, com. pers, 2015). Le nombre de permis ne correspond pas au nombre d'apiculteurs, car les permis sont valables pour 6-7 personnes. Ainsi, 361 apiculteurs ont pratiqué à Kasege en 2013, 758 en 2014 et 397 en 2015 (Chuwa, com. pers, 2015).

La recherche scientifique est permise avec un permis délivré par TAWIRI en commun accord avec le directeur de la Wildlife Division (Habibu, com. pers, 2015). Il y a eu 1 permis remis en 2013, 2 en 2014 et 2 en 2015 (Chuwa, com. pers, 2015). En 2015, le permis de cette étude est comptabilisé. La recherche scientifique a un faible nombre de permis délivrés.

La dernière activité est l'accès aux places spirituelles dans la réserve. C'est la même procédure pour la demande de permis comme pour les permis d'apiculteur à la seule différence que deux Game Wardens accompagnent les visiteurs aux places spirituelles et restent avec eux. Pour l'instant, seule une place (Monte Manimbo) a été visitée alors qu'il y aurait 2-3 autres places visitables (Chuwa, com. pers, 2015). Ainsi, il n'y a eu que 1 permis délivré en 2014 et 1 en 2015 (Chuwa, com. pers, 2015). Le permis est valable pour un groupe de 7 à 9 personnes.

Concernant Rungwa River, il y a six activités qui sont admises: la chasse sportive, la coupe de bois, la pêche, l'apiculture, la recherche scientifique et l'accès aux places spirituelles (tableau 18).

Tableau 18 les activités légales de Rungwa River et le nombre de permis délivré pour Rungwa River ou pour le district de Mlele (basé sur les informations obtenues au TFS, au district de Mpanda et de Mlele)

		TANZANIA ADMINISTRATIVE YEAR		
Activities	Permits	2013 (July2013- June2014)	2014 (July2014- June 2015)	2015 (July- Oct2015)
Hunting	Number of permits for Rungwa River	0	0	0
Wood cutting	Number of permits for Rungwa River	?	16	?
Fishing	Number of permits for Mlele District	39	18	14
Beekeeping	Number of permits for Mlele District	362	359	491
Spiritual	Number of permits	?	?	?
Research	Number of permits	?	?	?

La chasse sportive n'est plus pratiquée depuis 2012 car la compagnie de chasse n'a pas ouvert ce bloc aux clients (Mduma, com. pers, 2015). Une raison possible est que cette compagnie de chasse ne serait pas acceptée par la population locale et il aurait eu des actes de sabotages par la population. Donc la compagnie de chasse n'aurait plus ouvert son bloc.

Concernant la coupe de bois, les permis sont pour l'instant délivrés par le bureau de TFS à Mpanda. Cela devrait changer, le district de Mlele devrait délivrer les permis pour cette activité (Sumbuka, com. pers, 2015). De septembre 2014 à Mai 2015, il y a 16 permis qui ont été délivrés pour Rungwa River. 650 m³ de bois ont été coupés, soit 585 m³ de Mninga (*Pterocarpus angolensis*) et de Mkora (*Afzelia quanzensis*) ainsi que 65 m³ de padouk blanc (*Pterocarpus tinctorius*) (Annexe XXXI). Mais selon un autre document concernant l'année 2014, 367'990 m³ de bois auraient été coupé, soit 268'714 m³ de *Brachystegia boehmii*, 49'639 m³ de *Julbernardia globiflora* et de 49'638m³ de padouk blanc (*Pterocarpus tinctorius*) (Annexe XXXI). Ces deux documents présentes une grande différence en m³ et en espèces d'arbres. Ainsi, on ne sait pas vraiment quelles valeurs sont justes et quelles sont

les espèces d'arbres coupées. La raison la plus probable est qu'il n'y a pas de réel suivi et que les chiffres comme les espèces sont un peu modifié chaque année ou que le nombre réel de coupe de bois est diminuer afin d'être en accord avec le harvesting plan. Ceci montre bien l'absence de données d'inventaire et de suivi. L'activité de coupe de bois dérange surtout la faune (Mbugah, com. pers, 2015). Certaines fois, les personnes ayant un permis de coupe de bois vont aller dans la forêt pour d'autres raisons comme pour du braconnage (Mbugah, com. pers, 2015). En outre, les bucherons allument des feux de brousse en fin de saison sèche et tuent ainsi de la petite faune qui ne peut pas se déplacer assez rapidement (Mbugah, com. pers, 2015).



Figure 16 Un permis de pêche (à gauche) et une installation pour faire sécher le poisson (à droite)

La pêche se pratique à la rivière de Rungwa. Les permis sont demandés au district de Mlele et son payants (Sumbuka, com. pers, 2015) (figure 16). En principe, les pêcheurs avec leur permis de pêche du district de Mlele doivent aller demander un permis pour pouvoir entrer dans la Forest Reserve au bureau du TFS (Sumbuka, com. pers, 2015). Cependant, personne ne se rend dans ces bureaux. Un permis de pêche peut être valable pour plusieurs personnes qui doivent aussi être notées sur le permis (Sumbuka, com. pers, 2015). Le nombre de permis n'est pas uniquement pour l'aire protégée de Rungwa River mais englobe tout le district de Mlele. Il y a deux rivières pour partager la pêche Koga et Rungwa dans le district de Mlele (Sumbuka, com. pers, 2015). Ainsi, il y a eu 39 permis en 2013, 18 en 2014 et 14 en 2015 (District de Mpanda, com. pers, 2015). Ce nombre est relativement faible et il est à se demander s'il est juste. C'est seulement depuis juillet 2015 que le district de Mlele donne les permis, avant cela c'était encore au district de Mpanda (Sumbuka, com. pers, 2015). Sumbuka parlait lors de l'entretien d'une limite de 50 permis par année pour le district de Mlele avec 25 permis pour Rungwa et 25 permis pour Koga. Cependant, il n'est pas sûr que cette limite soit déjà mis en pratique et si le nombre de permis est vraiment exhaustif.

L'activité de l'apiculture peut aussi se pratiquer à Rungwa River et pour obtenir le permis, c'est la même procédure que pour l'activité de la pêche (Sumbuka, com. pers, 2015). Le nombre de permis d'apiculture est valable pour tout le district de Mlele sauf pour les Game Reserves et n'est pas spécifique pour Rungwa River. Un nombre de 362 permis en 2013, 359 en 2014 et 491 pour les premiers 6 mois de 2015 (District de Mpanda, com. pers, 2015).

Le permis de pêche et celui d'apiculture durent chacun 3 mois mais ils ne coutent pas le même prix (Sumbuka, com. pers, 2015). Celui de pêche coûte 20'000tsch contre 5'000tsch pour celui d'apiculteur.

Concernant les permis pour la recherche scientifique, la demande est faite à TAWIRI et la décision est prise avec le directeur du TFS pour accorder le permis. Il n'y a pas de donnée du nombre de permis.

L'accès aux places spirituelles est donné gratuitement au district de Mlele et les personnes peuvent y rester 7 jours ou plus (Mduma, com. pers, 2015). Il y aurait une place spirituelle appelée Milimamitatu ou Mpembe (Mduma, com. pers, 2015). Sur l'accès aux places spirituelles, il n'y a pas non plus de données sur la fréquence et le nombre de personnes s'y rendant.

Les activités légales sont moindres à Rukwa qu'à Rungwa River. Ceci est en accord avec la catégorie UICN. Quant à la quantification réelle du nombre d'usager pour Rungwa River, il est difficile de s'y prononcer étant donné que les données sont pour toutes les Forest Reserves. Concernant, Rukwa il y a une surprenante baisse dans le nombre de permis pour l'apiculture. À Rukwa, le gestionnaire a une vue d'ensemble sur les activités légales qui se passent dans sa réserve tandis qu'à Rungwa River, il y a trois bureaux (TFS Mpanda, TFS Inyonga et district de Mlele) qui délivrent des permis et personne n'a la vue d'ensemble sur le total des activités.

Activités illégales

Les principales activités illégales à Rukwa sont du braconnage, la coupe illégale de bois ainsi que le pastoralisme. Celles qui dérangent le plus la faune sauvage sont le braconnage et le pastoralisme (Chuwa, com. pers, 2015). Il y a de la perte d'habitat pour la coupe illégale de bois surtout au bord du lac Rukwa (Habibu, com. pers, 2015).

Spécifiquement pour Rungwa River, les activités illégales principales sont le braconnage et le pastoralisme (Mbugah, com. pers, 2015). Le problème avec le pastoralisme, c'est que les troupeaux domestiques prennent la place de la faune sauvage (Mbugah, com. pers, 2015). Il y a probablement de la perte d'habitat dû à des activités illégales car certaines personnes ayant un permis pour la coupe de bois à Rungwa River FR vont à la place à Rukwa GR. Selon Mduma, l'augmentation des activités illégales dans Rungwa River a un effet négatif sur la faune (Mduma, com. pers, 2015).

Ainsi, le pastoralisme et le braconnage sont des activités illégales communes aux deux aires protégées.

Ces activités illégales dans ces aires protégées peuvent s'expliquer en partie par leur localisation. Ainsi, les villages sont proches de l'aire protégée de Rukwa. Dès lors, il est facile d'y entrer et faire des activités illégales (Habibu, com. pers, 2015). Il a eu des cas, où les personnes laissent les troupeaux domestiques dans la réserve, sans surveillance (Mwang'ombe, com. pers, 2015). La plupart des personnes viennent à pied dans la réserve, mais il y a aussi quelques cas venant en canoë ou en bateau (Chuwa, com. pers, 2015).

Concernant Rungwa River, l'accès à la réserve est facile en saison sèche et il faut noter qu'il y a beaucoup de route pour la coupe de bois (Mbugah, com. pers, 2015). Il n'y a pas d'accès en saison de pluie (Mbugah, com. pers, 2015). Cet argument est à mettre en doute car les braconniers se déplacent à pied et donc ils peuvent continuer d'accéder à cette réserve même en saison des pluies.

Dès lors, ces deux réserves sont simples d'accès par les villages aux alentours et par les routes, surtout en saison sèche. En saison des pluies, elles continuent d'être accessibles surtout pour les braconniers qui se déplacent à pied.

Résultats des luttes contre les activités illégales

Le nombre d'arrestation à Rukwa s'élève à 29 personnes de juillet à septembre 2015, 103 personnes en 2014 et 105 personnes en 2013 (Chuwa, com. pers, 2015). De ces personnes arrêtées, 80% sont des braconniers et les 20% restant sont arrêtés pour des activités illégales de coupe de bois et de pastoralisme (Chuwa, com. pers, 2015). Ces personnes viennent des villages alentour, de la région ou des pays voisins (Chuwa, com. pers, 2015). 90% des personnes arrêtées vont en justice et la Wildlife Division suit leur cas pour pouvoir faire des recours si nécessaire (Chuwa, com. pers, 2015). Le nombre de personnes arrêtés ne peut pas être divisé en braconnier traditionnel ou commercial et donc il est difficile de savoir l'ampleur du braconnage. Ces chiffres montrent qu'il y a des arrestations et prouvent que les activités illégales sont présentes. Les 90% de suivi semblent être un grand pourcentage et il manque de données exactes pour confirmer ce point.

Le nombre de braconnier est valable pour tout le district de Mlele. Il y a 21 braconniers arrêtés de juillet à octobre 2015, 15 pour l'année 2014 et 12 en 2013 (Mduma, com. pers, 2015). Les braconniers viennent de la région, soit de Kitunda, Sikonge, Ilunde, Ipole, Katumba, Inyonga et les villages autour d'Inyonga (Mduma, com. pers, 2015). Le DGO suit la procédure de ces cas mêmes après les avoir amenés à la police. Il n'est pas clair jusqu'à quel moment dans la procédure le DGO suit ces cas. Il y a aussi des arrestations pour la coupe illégale de bois à Rungwa River, menées par le district de Mlele. 10 personnes ont été arrêtées en octobre 2013 avec 140 pièces de

bois, en février 2014, 1 personne arrêtée avec 25 pièces de bois, ainsi que 1 personne arrêtée avec 126 pièces de bois en juillet 2015 (District de Mlele, com. pers, 2015).

Dans le tableau 19, on voit clairement que l'éléphant d'Afrique est prisé par la chasse commerciale. La raison principale à cela est l'ivoire mais il y aurait aussi un petit intérêt pour la viande. Selon M. Chuwa, la viande d'éléphant est prisée au Burundi et au Congo. Cependant, la plupart du temps seul les défenses sont prises et les éléphants laissés sur place. Les espèces chassées de façon traditionnelle sont chassées pour leur viande.

Ainsi, la plupart des personnes arrêtées le sont pour des activités de braconnage à Rukwa et Rungwa River. Pour l'année 2015, le nombre d'arrestations sont plutôt bas pour Rukwa et cela peut montrer un effort de la lutte anti-braconnage qui aurait diminué. Cependant, pour le calendrier tanzanien, l'année 2015 n'était pas finie et cela peut aussi expliquer la différence de ce nombre avec ceux de 2014 et 2013 pour Rukwa. Concernant le district de Mlele, il y a une progression du nombre de personnes arrêtées mais ce nombre continue à être très bas. Ainsi, il est percevable que les anti-braconnages ne sont pas suffisantes dans les GCA. De plus, il y a aussi la coupe illégale de bois et le pastoralisme qui donnent lieu à des arrestations.

Tableau 19 les espèces chassées à de fins commerciaux ou des fins non-commerciaux, (source, basé sur les interviews)

BRACONNAGE TRADITIONNEL			BRACONNAGE COMMERCIAL		
J. Mduma	J. Mwang'ombe	M. Chuwa	J. Mduma	J. Mwang'ombe	M. Chuwa
1 Buffle d'Afrique	Eléphant d'Afrique	Buffle d'Afrique	Eléphant d'Afrique	Eléphant d'Afrique	Eléphant d'Afrique
2 Eland du Cap	Girafe	Hippopotame	Lion	Hippopotame	
3 Damalisque	Hippopotame	Eland du Cap	Léopard	Girafe	
4 Bubale de Lichtenstein	Buffle d'Afrique	Impala	Hippopotame	Buffle d'Afrique	
5 Hippotrague noir	Rouanne	Bubale de Lichtenstein	Buffle d'Afrique		

En général à Rukwa, il y a une tendance d'accroissement des populations selon les gestionnaires (Habibu & Chuwa, com. pers, 2015). Cependant, selon Mwang'ombe, il aurait la tendance inverse surtout pour la population des éléphants. Concernant la population de lions, selon Mwang'ombe, il est difficile de tirer des conclusions. Pourtant M. Chuwa pense que la population de lions est stable. Il est à noter qu'il n'y a pas eu de photos de lion sur les pièges photographiques des quadrats de S. Mermod (2012), L. Delisle (2014) et 2015 ce qui montre plutôt une tendance négative pour cette espèce. Les populations de léopards et d'hippopotames sont stables selon J. Mwang'ombe. À l'inverse ces deux populations seraient à la hausse selon M. Chuwa. Il est difficile de savoir la tendance générale des populations d'après les gestionnaires de Rukwa. D'autant plus que ces avis sont propres aux interviewées et qu'il n'y a pas de données factuelles pour comparer.

Pour les GCA, les populations de mammifères sont entrain de décroître à cause du braconnage (Mduma, com. pers, 2015). Pourtant, la population de léopards augmenterait (Mduma, com. pers, 2015). Là encore, il est difficile de savoir l'importance de ce déclin et il manque des données factuelles.

Ainsi, on pourrait penser que les populations de certaines espèces de mammifères peuvent augmenter dans une Game Reserve tandis que les populations d'autres espèces de mammifères sont entrain de décroître dans les GCA. Pourtant, ces conclusions n'ont pas pu être vérifiées et demanderait un monitoring de la faune sur plusieurs années afin de savoir réellement qu'elle est l'évolution de ces populations d'espèces.

Valeurs des deux aires protégées d'après les gestionnaires

Des avantages généraux pour la population locale sont: la construction d'infrastructures tels que routes ou hôpitaux par une part des bénéfices du tourisme de chasse, présence de l'eau grâce à la protection de l'environnement, possibilités d'accès aux places spirituelles ainsi qu'un avantage économique parce que les employés vont utiliser une partie de leur salaire dans les villages et villes aux alentours (Habibu, com. pers, 2015). Il ne faut pas oublier de mentionner que les populations locales étaient présentes avant l'établissement des aires protégées et que ces réserves leur ont privé de leur droit. Donc, il paraît logique qu'il y a une aide mise en place pour les populations locales et que ce n'est pas des avantages mais plutôt des compensations.

L'importance biologique de Rukwa diverge selon les personnes interviewées. Selon S. Habibu, c'est le fait que cette aire protégée fasse partie intégrante d'un écosystème à plus grande échelle, celui de Katavi NP, Rukwa GR et Lukwati GR, soit 25'000km², qui est important. Pour J. Mwang'ombe, c'est la richesse en eau qui est importante. Pour finir, pour M. Chuwa, c'est la biodiversité avec sa diversité qui est importante. Il paraît surprenant que ces trois gestionnaires ne mentionnent pas spécifiquement la richesse en faune comme importance biologique.

Ainsi, les fonctions de cet écosystème données par les humains sont diverses. Il y a à la fois une fonction de provision en eau et en nourriture, une fonction de régulation en conservant la forêt contre le changement climatique, une fonction de support nutritif pour la faune et la pollinisation ainsi que une fonction culturelle avec les places spirituelles (Chuwa, com. pers, 2015).

Concernant Rungwa River, son importance biologique est son habitat (Mbugah, com. pers, 2015). Selon A. Mbugah, cette aire protégée a la fonction d'héberger la faune sauvage de Lukwati GR. En plus, la conservation de la forêt améliore le climat (Mbugah, com. pers, 2015).

La fonction principale de l'écosystème pour l'homme, est l'extraction de la ressource en bois à Rungwa River. Dans le système de classification des forêts du TFS, elle est classée comme forêt productive (Mbugah, com. pers, 2015). De plus, il y a du grenadille d'Afrique (*Dalbergia melanoxylon*) et du padouk blanc (*Pterocarpus tinctorius*) comme espèces d'arbres (Mbugah, com. pers, 2015). Ces espèces d'arbres ont une bonne qualité de bois et sont utilisés comme bois d'œuvre. Concernant les autres espèces d'arbres, il n'y a pas de donnée pour cause de manque d'inventaire (Mbugah, com. pers, 2015). En outre, l'extraction des ressources naturelles par l'activité de l'apiculture est possible grâce à la disponibilité en eau (Mbugah, com. pers, 2015).

En somme, Rukwa a un potentiel connu en importance biologique qui va de son appartenance à l'écosystème de Katavi, à sa richesse en eau et à sa biodiversité. À l'inverse pour Rungwa River, c'est sa composition de l'habitat qui lui confère son importance biologique. De plus, les gestionnaires montrent leur manque de connaissances de leur aire protégée et montrent une fois de plus le manque de suivi écologique dans ces deux réserves.

L'avantage pour Rukwa est sa frontière commune avec Katavi NP car la réserve est bien protégée et il est interdit d'y chasser (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Ainsi, c'est une réserve d'espèces chassables pour Rukwa GR (Chuwa, com. pers, 2015). Le grand désavantage c'est que les villages sont proches de la réserve et abritent des braconniers.

Pour Rungwa River, c'est les frontières communes avec Lukwati GR et Rukwa GR qui sont un avantage (Mbugah, com. pers, 2015). En outre, la localisation des villages aux alentours est en même temps un avantage comme un désavantage (Mbugah, com. pers, 2015). Les villageois viennent aider quand il y a de la coupe de bois illégale à charger pour ramener à Inyonga (Mbugah, com. pers, 2015). Dans les mêmes villages sont abrités des braconniers, des bûcherons illégaux et des éleveurs de bétail qui font des activités illégales dans la réserve (Mbugah, com. pers, 2015).

Ainsi, les frontières a des aires protégées de plus au niveau donc au parc national de Katavi pour Rukwa et à Lukwati GR pour Rungwa River, sont perçus comme positifs pour les deux réserves. La proximité des villages est mal vue par les gestionnaires de Rukwa tandis que pour Rungwa River, l'avis est plus équilibré.

Il y a peu de différence entre Rukwa et Rungwa River concernant la richesse spécifique mais la gestion est différente car il n'y a pas le même effort d'anti-braconnage (Chuwa, com. pers, 2015). À Rungwa River, il y a moins d'anti-braconnage qu'à Rukwa car il n'y a pas de compagnie de chasse (Chuwa, com. pers, 2015). De plus, il n'y a pas de patrouille de la Wildlife Division comme à Rukwa (Chuwa, com. pers, 2015). Selon J. Mwang'ombe, il y a plus d'hippopotames et de crocodiles (*Crocodilus niloticus*) à Rukwa qu'à Rungwa River. Il y a des milieux de plaine ouverte à Rukwa qui ne se trouvent pas à Rungwa River (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Dans la plaine proche du lac de Rukwa se trouve la population de puku (Chuwa, com. pers, 2015). Ces trois commentaires de J. Mwang'ombe et de M. Chuwa font référence à la différence de milieux et non à la différence de gestion. La différence entre ces deux aires protégées est d'une part due aux différents milieux, du braconnage plus fréquent à Rungwa River et à l'activité de coupe de bois autorisée (Mwang'ombe & Chuwa, com. pers, 2015).

Selon A. Mbugah, l'aire protégée de Rukwa où la coupe de bois n'est pas autorisée, la structure de l'habitat serait meilleure. Pourtant, les gestionnaires de Rukwa mentionnent qu'il y a aussi des coupes illégales de bois.

Selon les gestionnaires, il ne devrait pas y avoir de grande différence de richesse spécifique entre Rukwa et Rungwa River. Seuls les hippopotames, crocodiles et puku seraient plus présents à Rukwa. Cette affirmation ne peut pas être affirmée par cette présente étude car la partie sud de Rukwa n'a pas été échantillonnée. De plus, la structure de l'habitat serait mieux conservée à Rukwa qu'à Rungwa River. Cette confirmation peut être affirmée par les observations fortuites sur les activités humaines et spécifiquement sur la coupe de bois de cette étude.

Notions de gradients

Il y a un gradient entre le village et la richesse spécifique (Mwang'ombe, com. pers, 2015). La richesse spécifique diminue quand la distance au village diminue parce qu'il y a de la chasse des villageois proche des villages (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Il y a une corrélation négative des nouvelles personnes qui viennent dans la région car ces personnes prennent une partie de l'habitat de la faune (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Selon M. Chuwa, les corrélations entre les activités humaines et la richesse spécifique dépendent des espèces. Par exemple, le grand koudou mange les plantes de Tabac et va donc se trouver dans les champs cultivés (Chuwa, com. pers, 2015). Cependant, en général, on peut dire qu'il y a moins d'espèces proches des activités humaines (Chuwa, com. pers, 2015).

Concernant la corrélation entre la route et la richesse spécifique cela dépend de la route et de sa localisation (Mduma, com. pers, 2015). Si une route est proche des activités humaines, la faune sauvage va partir tandis que si c'est une route dans la forêt, les animaux peuvent la traverser. La route a un effet négatif spécialement la nuit, les braconniers viennent en voiture et ils éclairent les animaux pour les tuer (Mwang'ombe, com. pers, 2015). C'est le trafic des camions qui dérange la faune proche des aires protégées (Mwang'ombe, com. pers, 2015). Les routes Inyonga à Mpanda et Inyonga à Majimoto ont moins de richesse spécifique car il y a un dérangement dû au trafic (Chuwa, com. pers, 2015).

Selon J. Mduma, il n'y a pas d'effet négatif des camps d'apiculteurs sur la faune car le nombre d'apiculteurs est trop peu important. Il pourrait même y avoir un effet positif de la zone d'apiculture qui protégerait la faune (Habibu, com. pers, 2015). À l'inverse, le mouvement des apiculteurs perturbe la faune (Mwang'ombe, com. pers, 2015). L'activité de l'apiculture en relation avec la faune montre clairement des avis divergeant et il est difficile de savoir le réel impact.

Concernant la notion de gradient, il y en aurait un entre la richesse spécifique et le village et un autre entre la richesse spécifique avec une route fréquentée. Pour l'activité de l'apiculture, il n'y a pas de réponse claire. Ces gradients n'ont pas pu être démontrés par la présente étude mais il nécessiterait une recherche plus approfondie.

Conclusion de cette partie des paramètres de gestion

L'analyse de cette partie des paramètres de gestion est difficile car il y a globalement un manque d'information lié à un manque de données récoltées précises. De plus, il est difficile de savoir si les objectifs spécifiques de gestion et les activités de gestion sont réellement mis en place ou s'ils restent seulement théoriques.

Pourtant avec les informations récoltées, on peut déjà dire que les deux aires protégées n'ont pas une gestion efficace faute de moyens en ressources humaines, matérielles et financières. En outre, dans les deux aires protégées, les extractions de ressources naturelles se font sans inventaire actuel et précis. L'absence de suivi de la faune et de la flore est aussi un grand manque pour ces deux réserves. Dès lors, l'extraction des ressources se fait de manière aveugle pour la flore et la faune et n'est pas une façon durable. En conséquence, il y a aussi un manque de connaissance de la richesse faunistique et florale à protéger. Donc, il paraît difficile d'avoir une gestion adaptée s'il y a un manque de connaissance et moyens en ressources humaines, matérielles et financières.

En comparant les résultats des paramètres de gestion et ceux récoltés sur la richesse spécifique, on constate que Rungwa River héberge une grande richesse de mammifères, soit 41 espèces. Ceci est étonnant car c'est une réserve qui a une non gestion et donc un accès libre. À Rukwa, il y a une plus petite richesse spécifique, soit 34 espèces pour la partie échantillonnée. Ceci peut être un indice que la gestion n'est pas efficace comme mentionné au-dessus. D'ailleurs, les gestionnaires de Rukwa ont dit à plusieurs reprises qu'il y a un manque de moyens financiers.

4.2 Corrélations avec les paramètres environnementaux

Pour faire ces analyses de corrélations, il y a 14 espèces qui ont été choisies. Il s'agit du céphalophe couronné, du phacochère, du potamochère, de la mangouste à queue touffue, de l'hippotrague noir, de la girafe, du lièvre, de l'éléphant d'Afrique, du babouin cynocéphale, de la genette d'Angola, du bubale de Lichtenstein, du lièvre sauteur, de la hyène tachetée et du léopard. Ce groupe d'espèces remplit les conditions suivantes : il est présent sur les deux terrains d'études et il y a au moins 8 sites de présence par espèce, c'est-à-dire 22, 22% de présence, pour un quadrat au minimum. Le léopard ne remplit pas la deuxième condition, avec seulement un maximum de 6 sites de présence pour un quadrat, mais il est pris comme exception car il est sur la Liste Rouge UICN.

10 espèces de ce groupe sont ubiquistes (Hausser, com. pers, 2016). C'est les espèces suivantes : céphalophe couronné, phacochère, potamochère, mangouste à queue touffue, hippotrague noir, éléphant d'Afrique, genette d'Angola, bubale de Lichtenstein, hyène tachetée et léopard. Dès lors, l'habitat ne devrait pas influencer sur ces espèces et les corrélations avec les paramètres environnementaux anthropiques devraient être davantage perceptibles.

4.2.1 Corrélation de la richesse spécifique et paramètres environnementaux

La richesse spécifique totale avec les 14 espèces par site est assez homogène dans les quadrats (figure 17). Elle varie entre 1 et 9 espèces pour un site de pose. En outre, la moyenne de la richesse spécifique par site de pose est de 3.32 espèces (SD 1.73).

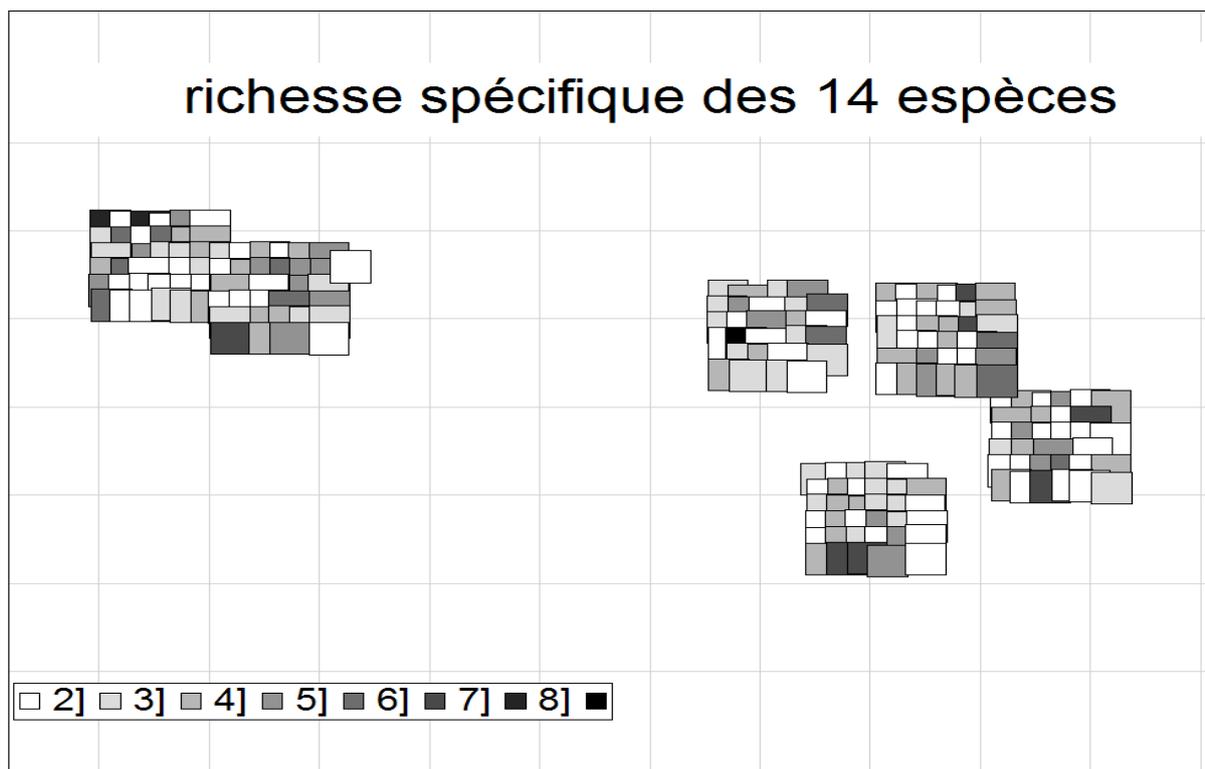


Figure 17 La richesse spécifique des 14 espèces avec la distribution spatiale. Les teints de gris montrent la richesse alors que la taille des carrés n'a pas de signification, (source, présente étude)

Afin de voir si les données sont paramétrique et donc avec une distribution normale, le test de Shapiro-Wilk est réalisé entre la richesse spécifique et les variables des paramètres environnementaux. Les 13 variables des paramètres environnementaux testés en relation individuelle avec la richesse spécifique, avec le test de Shapiro-Wilk donnent 13 régressions linéaires qui n'ont pas de distribution normale (tableau 20). En outre, il y a des redondances entre les variables semblables vu dans une première ACP, comme entre route et route primaire. Ainsi, elles ont été écartées momentanément du tableau afin de poursuivre les analyses. Il s'agit de route primaire, frontière à Lukwati GR, frontière à Lukwati et Rukwa GR, rivière permanente et rivière secondaire.

Tableau 20 l'ensemble des variables des paramètres environnementaux avec leur nom dans le programme R et leurs résultats de Shapiro-Wilk, (source, présente étude)

Les variables des paramètres environnementaux	nom dans R	Résultats Shapiro-Wilk
1 route	road	W = 0.94095, p-value = 4.192e-07
2 route primaire	road_primary	W = 0.93713, p-value = 1.988e-07
3 village	villages	W = 0.941, p-value = 4.235e-07
4 champ cultivé	field	W = 0.93217, p-value = 7.837e-08
5 camp d'apiculteur	beecamp	W = 0.94226, p-value = 5.457e-07
6 frontière au parc national de Katavi	Katavi_NP	W = 0.9546, p-value = 7.716e-06
7 frontière à Lukwati GR	Lukwati_GR	W = 0.95616, p-value = 1.108e-05
8 frontière à Lukwati GR et Rukwa GR	boundary_GRs	W = 0.94352, p-value = 7.036e-07
9 activités humaines prises par pièges photographiques	act_humans	W = 0.94645, p-value = 1.291e-06
10 observation fortuites directes et indirectes d'activités humaines	obs_humans	W = 0.95643, p-value = 1.181e-05
11 rivière	river	W = 0.94724, p-value = 1.525e-06
12 rivière permanente	river_permanent	W = 0.9369, p-value = 1.902e-07
13 rivière secondaire	river_secondary	W = 0.95486, p-value = 8.202e-06

Pour être sûr qu'il n'y a pas de différence de la moyenne de la richesse spécifique par milieux (habitat), un test de Kruskal-Wallis est effectué. On obtient comme résultats que les moyennes des différents milieux ne sont pas différentes: Kruskal-Wallis chi-squared = 4.3273, df = 6, p-value = 0.6325. Si on sépare les données pour Rukwa et pour Rungwa, c'est le même résultat qu'on ne peut pas rejeter H0. Le résultat pour Rukwa: Kruskal-Wallis chi-squared = 3.7628, df = 3, p-value = 0.2882 et le résultat pour Rungwa River: Kruskal-Wallis chi-squared = 3.7088, df = 4, p-value = 0.4468. En regardant, ces résultats, on peut voir que le nombre de milieux n'a pas changé en passant de 47 espèces à 14 espèces. Il y a toujours les 7 milieux (voir chapitre 4.1.4) ce qui prouve que la plus grande partie les espèces sélectionnées sont bien ubiquistes.

Afin de décrire la relation entre la richesse spécifique et les paramètres environnementaux, l'Analyse en Composantes Principales (ACP) est utilisée. D'après les résultats, on peut voir que la richesse spécifique, camp d'apiculteurs et rivière ont une interaction moins forte avec les autres variables (figure 18). Ceci se voit par la taille de leur flèche. Les autres variables semblent donc mieux décrire les interactions entre les variables. Cependant, on peut voir que la richesse spécifique a une corrélation forte avec les variables observation d'activités humaines et une relation forte inversée avec la distance aux rivières. En faisant une régression linéaire multiple pour ces trois paramètres, il apparaît qu'il n'y a aucune des deux valeurs qui est significative, p-value de la fonction: 0.2821. Il y a une relation moins prononcée entre la richesse spécifique et les variables camp d'apiculteur, activités humaines et frontière au parc national de Katavi. La régression linéaire multiple de ces trois variables avec la richesse spécifique ne montre pas de relation significative, p-value de la fonction: 0.5852. Enfin, il n'apparaît pas de relation significative pour la régression linéaire multiple entre observation humaines, camp d'apiculteurs, activités humaines, rivière et frontière à Katavi NP, p-value de la fonction: p-value: 0.5852. Concernant les variables des paramètres environnementaux entre elles, on peut voir qu'il y a une corrélation forte inverse entre les observations d'activités humaines et la distance aux frontières du parc national de Katavi. Cela peut s'expliquer par des raisons géographiques. Le plus grand nombre d'observation d'activités a été récolté à Rungwa River qui se situe à l'opposé du parc de Katavi. Une autre corrélation forte est entre les variables des villages et des champs cultivés. Cette

relation peut de nouveau s'expliquer par une situation géographique. En effet, les champs cultivés entourent les villages. La dernière corrélation inverse est entre les variables champs cultivés, villages et routes. Cette relation est encore une fois géographique car les routes se situent entre les villages. Ces corrélations entre les variables des paramètres environnementaux ne sont pas étudiées en détails car elles ne sont pas le but de cette analyse.

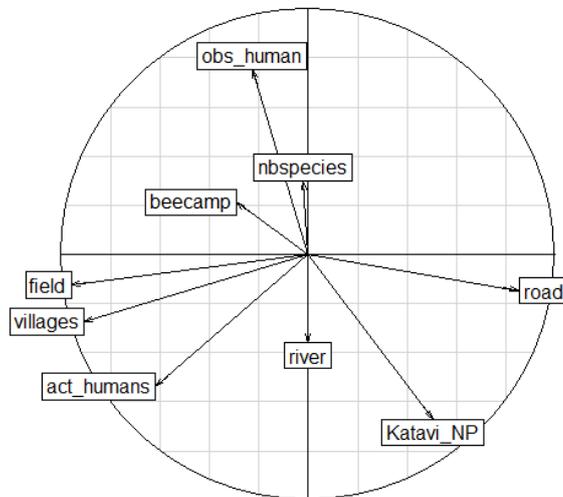


Figure 18 l'ACP entre les variables paramètres environnementaux et la richesse spécifique, (source, présente étude)

Après avoir décrit les corrélations entre les paramètres environnementaux et la richesse spécifique dans l'ACP, on continue de décrire les données pour comprendre l'occurrence des espèces en rapport avec les sites de pose. L'outil de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) est utilisé avec les sites de pose comme lignes et les espèces séparées comme colonnes. Les résultats obtenus en graphiques sont à analyser ensemble (figure 19 et 20).

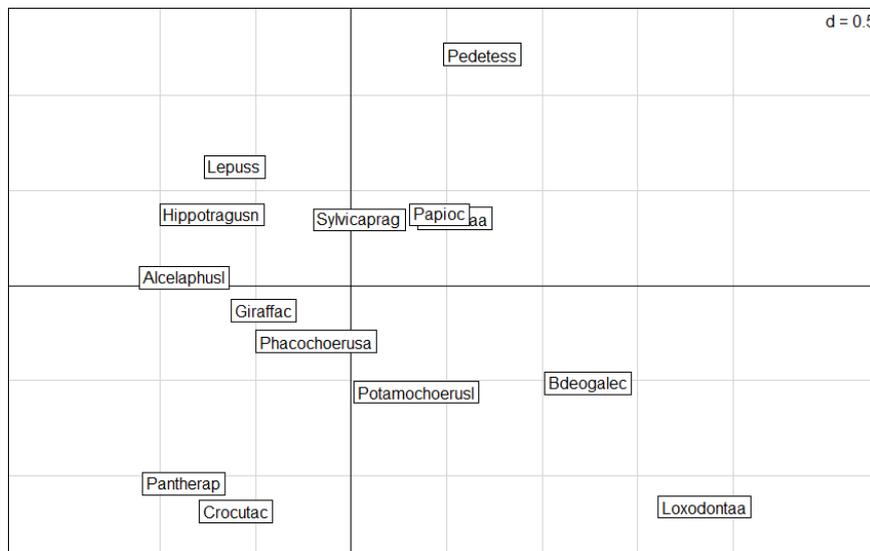


Figure 19 le positionnement des espèces en relation avec les sites de pose d'après l'AFC, (source, présente étude)

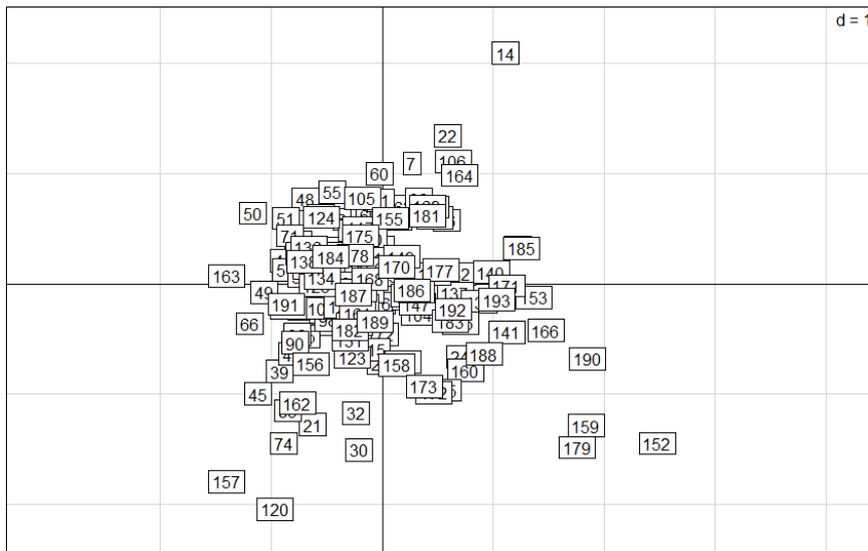


Figure 20 le positionnement des sites de pose en relation avec les espèces d'après l'AFC, (source, présente étude)

Il y a 6 sites de pose qui sont particulièrement éloignés avec distance du grand groupe général des sites de pose (figure 20). Il s'agit des numéros 157, 120, 159, 179, 152 et 14. Les espèces forment un groupe moins dense mais il y a quand même 4 espèces qui se séparent des autres espèces (figure 19). Il s'agit du léopard (*Panthera*), de l'hyène tachetée (*Crocuta*), de l'éléphant d'Afrique (*Loxodonta*) et du lièvre sauteur (*Pedetes*). La mangouste à queue touffue n'est pas prise en compte car elle est relativement proche du potamochère. Entre ces 4 espèces et les sites de pose sélectionnés, on constate qu'il y a des relations. Par exemple, le site 157 se trouve sur le même emplacement dans le graphique (figure 20) que le léopard (figure 19). Vérifiant dans le tableau Excel, le léopard est bien présent sur le site 157 (R1_32) comme seule espèce présente (tableau 21). Les autres relations entre les 6 sites de poses et les 4 espèces sont dans le tableau 21.

Tableau 21 Sélection des résultats de l'AFC pour les espèces et les sites

Numéro du site de pose dans le graphique	Numéro de site de pose	nombre d'espèces	nom d'espèces
157	R1_32	1	Léopard
120	RW2_29	1	Hyène tachetée
159	R1_34	3	Mangouste à queue touffue, potamochère, éléphant d'Afrique
179	R2_19	2	Potamochère, éléphant d'Afrique
152	R1_27	2	Mangouste à queue touffue, éléphant d'Afrique
14	RW3_16	1	Lièvre sauteur
170	R2_9	5	Hyène tachetée, phacochère, céphalophe couronné, babouin cynocéphale, lièvre sauteur
163	R2_2	1	Bubale de Lichtenstein

Il y a une différence marquée entre le groupe d'espèces léopard et hyène tachetée avec l'éléphant d'Afrique. Pour l'hyène et le léopard, elles sont individuellement seules espèces présentes sur leur site respectif, 120 et 157. L'éléphant d'Afrique est présent avec deux autres espèces. D'ailleurs pour les 19 sites de pose, l'éléphant d'Afrique n'a jamais été photographié comme seule espèce présente. Une ressemblance et une différence entre le léopard et l'éléphant d'Afrique, est que les deux espèces sont présentes sur 19 sites de pose. Cependant, l'éléphant est présent sur 3 quadrats tandis que le léopard est présent sur 5 quadrats. Ainsi, le léopard est répandu sur une plus grande surface que l'éléphant d'Afrique. L'hyène tachetée est présente sur les 6 quadrats. Si on analyse la présence du lièvre sauteur pour le site 14 (RW3_16), on remarque que c'est la seule espèce présente sur ce site et qu'elle est répandue sur les 6 quadrats mais de façon non homogène (seul 1 site de présence pour le quadrat R1).

Pour ce qui est du phacochère (*Phacochoerusa*) et du céphalophe couronné (*Sylvicaprag*), ils sont fortement influencés par l'axe 2 (figure 19). Concernant le céphalophe couronné et le phacochère, ce sont les deux espèces les plus présentes sur le total du nombre de sites de pose (Annexe XXII). Le céphalophe couronné est l'espèce la plus présente sur tous les quadrats. Le phacochère est la deuxième espèce la plus présente après le céphalophe couronné sur quatre des six quadrats. Pour les quadrats RW3 et RW4, ce sont deux autres espèces qui ont le plus grand nombre de sites de pose. Il s'agit de la girafe dans le quadrat RW3 et de l'hippotraque noir dans le quadrat RW4.

Ainsi, on peut dire que l'axe 1 montre la différence entre une espèce présente de façon homogène dans les deux aires protégées et une espèce présente sur peu de site de façon non-homogène. Ceci peut être confirmé par la présence du bubale de Lichtenstein (*Alcelaphus*) sur l'axe 1, cette espèce est présente sur les 6 quadrats et sa présence ne varie que peu très peu entre les quadrats, soit de 6 à 9 sites de pose. Dès lors, l'AFC nous a montré de façon visuelle que les sites ne suivent pas pour la plupart un axe plus qu'un autre mais forment un amas tandis que pour les espèces il y en a qui suivent un axe. En outre, l'AFC réorganise les données et on voit bien que le léopard devrait être mis à l'opposé de l'éléphant (figure 21).

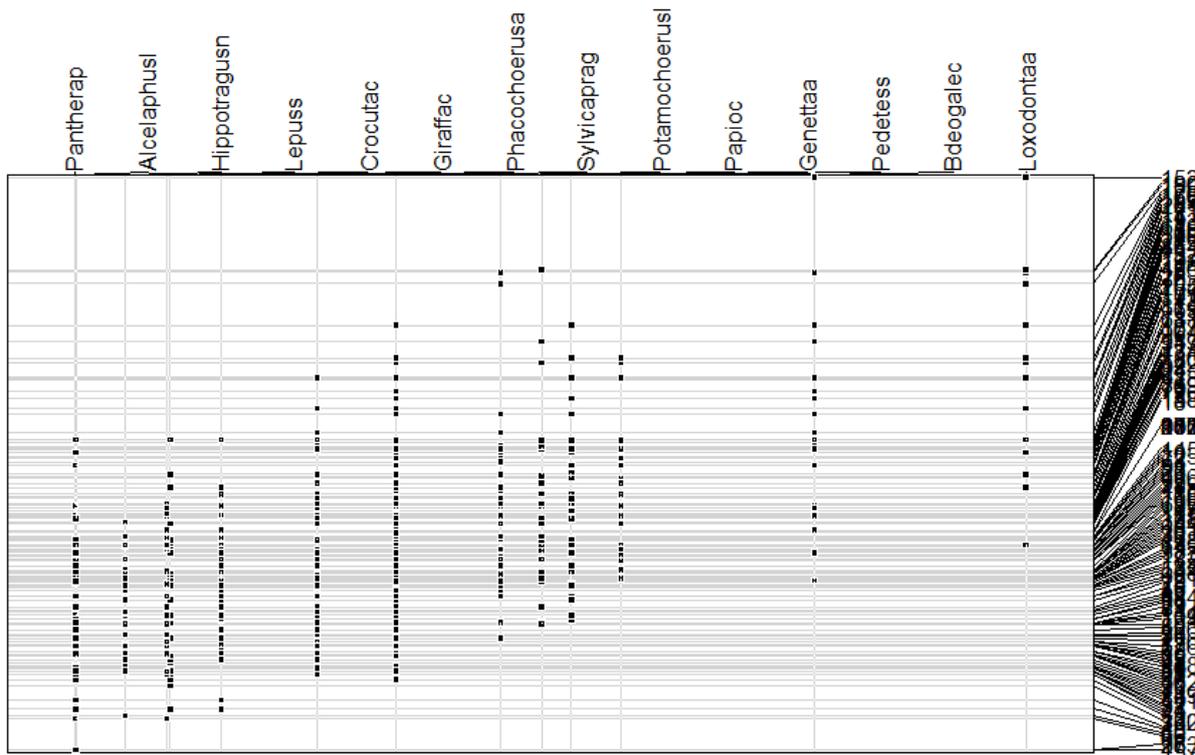


Figure 21 la réorganisation du tableau de données proposé par l'AFC, (source, présente étude)

Pour pouvoir analyser simultanément les données des espèces avec les paramètres environnementaux, une Analyse Canonique des Correspondances (CANOCO) est réalisée. La graphique de la CANOCO montre les variables des paramètres environnementaux (en bleu), les sites de pose (cercle noir) et les espèces (croix rouge) (figure 22). Les variables route, village, champ cultivé et richesse spécifique sont des variables faibles. En enlevant la variable richesse spécifique, on obtient le même graphique donc elle est laissée. Cependant en comparant entre

la figure de l'ACP (figure 18) et celle de la CANOCO, on s'aperçoit que les variables changent d'importance. Dans la CANOCO, il y a les variables camp d'apiculteurs et rivière qui prennent de l'importance et qui sont fortement corrélées. Ces deux variables sont parsemées dans la zone d'étude et ceci peut expliquer leur corrélation. Une autre explication peut être la proximité physique entre camp d'apiculteurs et rivière. Une corrélation nouvelle se voit entre rivière, camp d'apiculteurs face à la variable village. Cette relation peut s'expliquer de façon géométrique. Les camps d'apiculteur et les rivières ne se trouvent pas dans les villages mais autour des villages. La corrélation inverse entre les observations d'activités humaines et la distance aux frontières de Katavi reste marquée comme dans l'ACP.

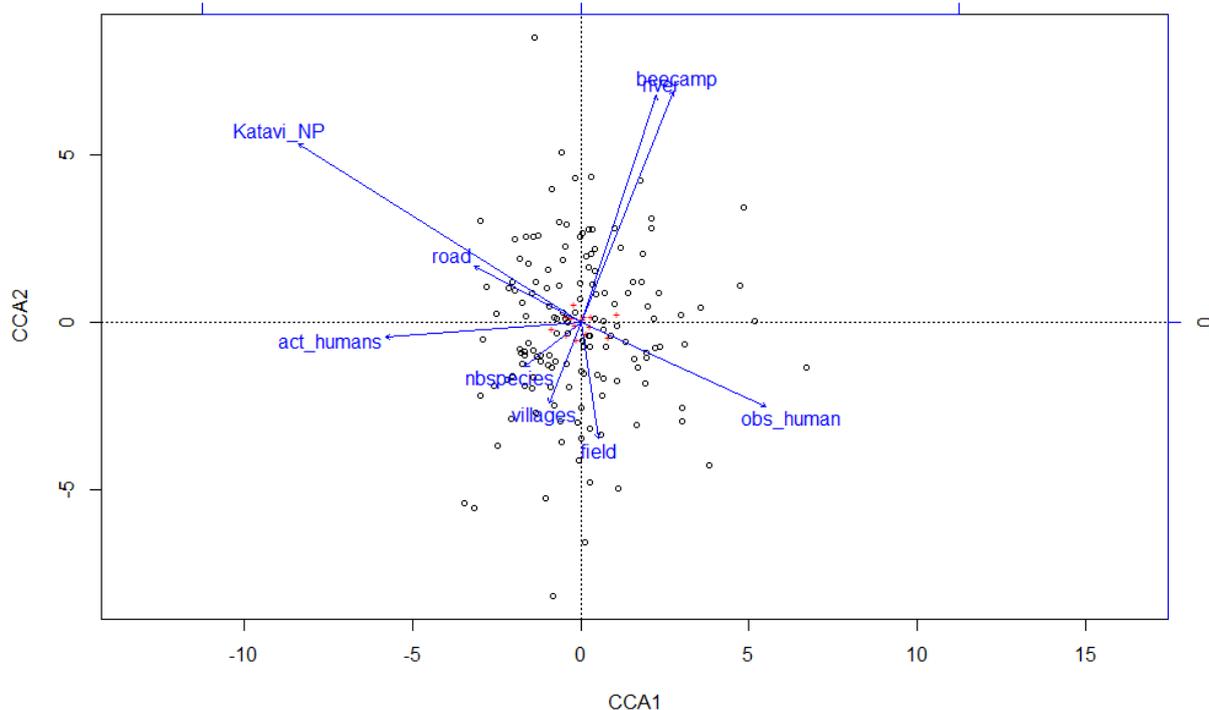


Figure 22 le graphique de l'Analyse Canonique des Correspondances (CANOCO) avec les variables en bleu, les sites de pose en cercles noirs et les espèces en croix rouges, (source, présente étude)

En outre, il y a 9,22% de la variabilité des espèces qui est expliquée par les variables environnementales sans richesse spécifique. En ajoutant la richesse spécifique aux variables environnementales, il y a 10,46 % qui est expliqué. On remarque alors que la richesse spécifique n'explique que 1,24% de la variabilité des espèces; ce qui est une faible proportion. Le test de la significativité globale de la CANOCO sur toutes les variables avec ou sans richesse spécifique est significatif d'après le Permutation test, avec $p\text{-value}=0.001$. D'après le Permutation test d'une ANOVA, il y a cinq variables qui sont significatives. Il s'agit de frontières de Katavi NP ($p\text{-value}$ 0.001), champs cultivés ($p\text{-value}$ 0.002), de camp d'apiculteurs ($p\text{-value}$ 0.002), de rivière ($p\text{-value}$ 0.013) et de la route ($p\text{-value}$ 0,024) (extrait de code en-dessous). Cependant, ce résultat est à prendre comme un ordre d'idée car avec les données non-paramétriques, on ne devrait pas faire d'ANOVA.

Extrait des résultats du Permutation test de l'ANOVA, (source, présente étude):

```
> anova(cca1,by="term",perm=1000)
Permutation test for cca under reduced model
Terms added sequentially (first to last)
Permutation: free
Number of permutations: 999

Model: cca(formula = data_14species_R[, 16:29] ~ road + villages + field +
beecamp + Katavi_NP + act_humans + obs_human + river, data = data_14species
_R[, 7:14])
Df ChiSquare      F Pr(>F)
```

road	1	0.02912	1.9374	0.024	*
villages	1	0.02565	1.7065	0.054	.
field	1	0.04419	2.9403	0.002	**
beecamp	1	0.04060	2.7013	0.001	***
Katavi_NP	1	0.06713	4.4667	0.001	***
act_humans	1	0.02460	1.6369	0.064	.
obs_human	1	0.01780	1.1842	0.269	.
river	1	0.03186	2.1200	0.013	*
Residual	184	2.76553			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Les résultats des espèces de la CANOCO vu en détails montrent que les espèces sont éparées (figure 23). Au bord, il y a les espèces qui ne sont pas présentes sur tous les quadrats, comme le lièvre, le léopard, la mangouste à queue touffue et l'éléphant d'Afrique. Ces 4 espèces ainsi que le lièvre sauteur ont les plus petits nombres de sites de présence sur les 14 espèces. Les variables environnementales sont aussi prises en compte dans ce graphique. On pourrait penser que ces variables agissent plus fortement sur ces 5 espèces.

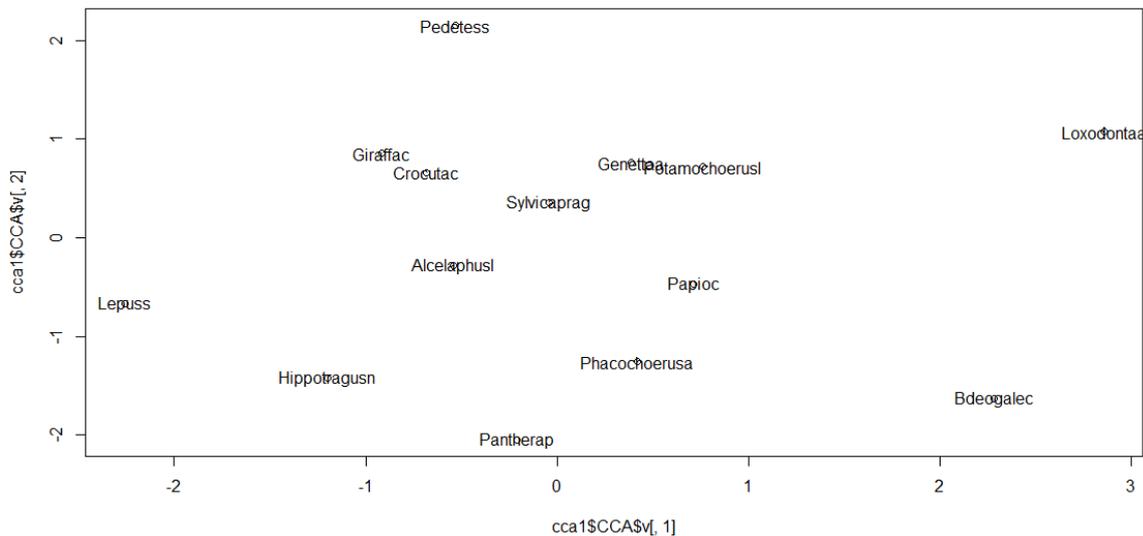


Figure 23 Détail de l'Analyse Canonique des Correspondances (CANOCO) (figure 22) présentant seulement les 14 espèces, (source, présente étude)

Enfin, il n'a pas pu être démontré clairement qu'il y avait des fortes corrélations entre la richesse spécifique et les variables environnementales. Pourtant, il est intéressant de savoir que les neuf paramètres environnementaux expliquent 9,22% de la variabilité des espèces. La faible influence des variables environnementales sur la richesse spécifique peut se voir sur les cartes (Annexe XXXII). Certainement que le choix des espèces a aussi influencé les résultats. Il serait intéressant de poursuivre l'analyse en mélangeant les espèces, en les prenant par ordres taxonomiques ou en les prenant une par une. Les cartes de distribution spatiale des espèces auraient pu servir à une analyse plus poussée par espèce ou groupes d'espèces pour voir s'il y a des gradients. Le niveau de l'analyse pourrait être plus fin pour chaque échelle: site de pose, quadrat ou aire protégée.

4.2.2 Corrélation de la fréquence de capture et paramètres environnementaux

Pour analyser la fréquence de capture avec les paramètres environnementaux, deux espèces ont été choisies parmi ces 14 espèces, soit les deux espèces sur la Liste Rouge UICN: l'éléphant d'Afrique et le léopard. Ces espèces ont été choisies car ce sont des espèces emblématiques pour le tourisme de vision ainsi que le tourisme de chasse pour le léopard en Tanzanie. En outre, l'éléphant d'Afrique est une cible pour le braconnage d'ivoire.

Pour cette nouvelle analyse, le tableau général a été restreint à ces deux espèces. Il y a été ajouté la fréquence de capture calculée par espèce et par marque de piège photographique pour chaque site de présence. Ce nouveau tableau a 21 colonnes et 39 lignes. Les données de ce tableau ne présentent pas une distribution normale et sont donc non-paramétrique. Un exemple est donné entre la fréquence de capture (Bushnell) de l'éléphant et les champs cultivés, résultat du test de Shapiro-Wilk : $W = 0.77493$, $p\text{-value} = 3.354e-06$.

Ayant vu précédemment dans la CANOCO que les variables champ cultivé, camp d'apiculteurs, frontière à Katavi NP, route et rivière ont une petite influence sur les 14 espèces, elles vont être sélectionnées. Ces variables environnementales vont être prises pour réaliser une CANOCO puis une ANOVA pour la présence des espèces (présence ou absence) et puis pour les fréquences de capture (Bushnell et Cuddeback). Concernant, la présence des espèces avec les variables environnementales, il y a le résultat général qui est significatif ($p\text{-value} 0,003$). L'ANOVA est significative pour route ($p\text{-value} 0,004$), champ cultivé ($p\text{-value} 0,021$) et camp d'apiculteurs ($p\text{-value} 0,023$). Les fréquences de captures (Bushnell et Cuddeback) avec les variables environnementales ne donnent pas un résultat global significatif ($p\text{-value} 0,228$). Ainsi, on pourrait penser que les routes, les champs cultivés et les camps d'apiculteurs ont une influence sur la présence de l'éléphant et du léopard. Cependant, il n'est pas sûr que ces résultats soient vraiment pertinents donc ils ne sont pas pris en compte.

On poursuit l'analyse en se basant sur les cartes de distribution de l'éléphant d'Afrique avec les variables environnementales. En examinant la distribution de la fréquence de capture de l'éléphant d'Afrique, on remarque que les fréquences de capture pour les sites de pose dans le quadrat R2 sont plus élevées et nombreuses que dans les autres quadrats (Annexe XXXIII). Dans le quadrat R2, il y a presque une corrélation percevable entre l'éloignement à la rivière permanente et la diminution de la fréquence de capture. La fréquence de capture ne change pas vis-à-vis des routes dans le quadrat R2. Dans le quadrat R1, la plus grande fréquence de capture est à 1,5 km d'une rivière secondaire mais aussi très proche d'une route secondaire. Pour Rungwa River, les plus grandes fréquences de capture de l'éléphant sont d'une valeur moyenne et sont situées entre 4,5 et 7 km de la rivière permanente Rungwa. Il est à noter qu'elles sont réparties dans le quadrat RW3. Le quadrat RW4 qui est aussi proche des rivières n'a pas de données photographiques d'éléphant d'Afrique. Cette relation générale entre rivière et fréquence de capture de l'éléphant d'Afrique se voit dans la corrélation de la figure 24. Mais il devrait y avoir plus de données pour voir s'il y a un réel impact et un gradient qui se forme.

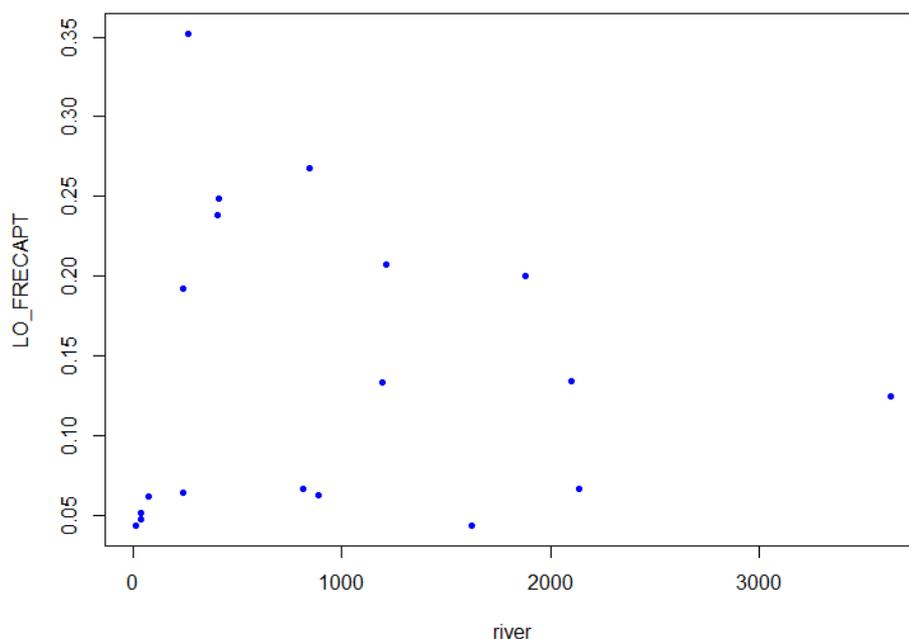


Figure 24 les valeurs des fréquences de capture (Bushnell + Cuddeback) diminuent quand la distance à la rivière s'agrandit, (source, présente étude)

En regardant la carte de distribution du léopard avec les fréquences de capture (Bushnell et Cuddeback), on s'aperçoit qu'à Rungwa River les deux sites de pose avec la plus haute fréquence de capture sont proches (<0.5 km) des deux rivières permanentes (Annexe XXXIV). À l'inverse à Rukwa, le site de pose avec la plus grande fréquence de capture est proche (<0.5 km) d'une route et pas vers la rivière permanente. Les autres sites de pose avec des plus petites valeurs de fréquence de capture sont plus éloignés de la rivière permanente (>2km) sauf pour le site de pose R2_1. À Rungwa River, la fréquence de capture ne varie pas avec la distance aux routes. Cependant, la présence sur les sites de pose du léopard se trouve vers maximum 2-3km des routes secondaires, c'est-à-dire pour 8 sites de pose sur 11 sites. Pour Rukwa, il y a 4 sites de pose avec des photos de léopard proches d'une route secondaire sur 8 sites. Donc entre les deux aires protégées, il n'y a pas la même préférence pour la proximité des routes. Une raison qui peut expliquer ce phénomène est la présence de la société de chasse à Rukwa dont certains touristes chassent les léopards. Deux régressions multiples pour les variables route et rivière ont été testées sans succès. Elles ne sont pas significatives.

En ce qui concerne les milieux, il n'y a plus de prairie ouverte (open Grassland) en choisissant ces deux espèces. Il reste donc six milieux. Les moyennes de fréquences de capture dans ces 6 milieux et pour les deux modèles de pièges photographiques de l'éléphant d'Afrique ne sont pas différentes (Bushnell: Kruskal-Wallis chi-squared = 8.4324, df = 5, p-value = 0.134; Cuddeback: Kruskal-Wallis chi-squared = 6.3183, df = 5, p-value = 0.2765). Concernant, les résultats pour la fréquence de capture du modèle Cuddeback pour le léopard et les moyennes de milieux, il y a une différence significative (Kruskal-Wallis chi-squared = 12.738, df = 5, p-value = 0.02596) car p-value < 0.05. À l'inverse pour la fréquence de capture du modèle Bushnell du léopard, il n'y a pas de différence de fréquence de capture moyenne selon les milieux (Kruskal-Wallis chi-squared = 3.5408, df = 5, p-value = 0.6172).

En faisant des comparaisons de moyennes deux par deux avec un Exact Wilcoxon test pour savoir quelles sont les moyennes qui diffèrent pour la fréquence de capture (Cuddeback) pour le léopard et les moyennes de milieux, on s'aperçoit qu'il y a une relation qui devient significative. Cette relation est entre forêt ouverte (Open woodland) et prairie ouverte saisonnièrement inondée (Open grassland seasonally inundated). Il y a en effet une différence dans la somme des fréquences de capture de la marque Cuddeback. Il y a un total 0,1456 de fréquence de capture pour les milieux de forêt ouverte. À l'inverse, il y a un total 0.1543 de fréquence de capture pour les milieux de prairie ouverte saisonnièrement inondée. Ainsi, il y a une différence la fréquence de capture du léopard entre deux milieux. C'est-à-dire qu'il y a soit une préférence du léopard pour les prairies, soit cette différence est due à des raisons techniques comme le choix des emplacements ou le fonctionnement du piège photographique.

5 Discussion

Cette étude a un bon rapport entre l'effort de recherche (3'741 CT days) et le nombre total de mammifères photographiés par les pièges photographiques (47 espèces). Cusack et al. (2015) ont détectés 41 espèces de moyens à grands mammifères avec 10'567 CT days en saison des pluies et saison sèche dans la parc national de Ruaha, Tanzanie du sud. Ils ont pris comme plus petite espèce, la mangouste rouge (0,6kg). Il est possible que la zone d'étude plus large englobant les deux terrains d'études soit un biais. En examinant seulement Rungwa River pour enlever ce biais, il y a 41 espèces de moyens à grands mammifères pour 2'471 CT days. Cusack et al. (2015) ont le même nombre d'espèces mais avec 6'826 CT days en plus. Ainsi, l'effort de recherche pour Rungwa River malgré les grands nombres de photos ratées a de très bons résultats. En outre, c'est une comparaison de résultats entre un parc national, catégorie UICN II et une Forest Reserve, catégorie VI. Dès lors, Rungwa River aurait une grande richesse spécifique presque semblable à un parc national. Pour conclure ainsi, il faudrait plus de données de ces deux aires protégées et calibrer les méthodes des pièges photographiques pour que les résultats soient 100% comparables.

L'utilisation de deux différents modèles de pièges photographiques apporte un certain biais tout au long de l'étude et est mentionné à plusieurs reprises dans les résultats. Cependant, il se peut aussi que c'est grâce à l'utilisation mixte des modèles dans les quadrats, qu'il y a eu ce grand nombre de richesse spécifique. D'une part, les pièges photographiques Cuddeback n'ont pas eu le problème des cartes SD remplies avant les 21 jours. Il y a 19 pièges photographiques Bushnell qui ont eu ce problème après 4 à 16 jours de fonctionnement. Ces 19 pièges photographiques représentent 8,8% des 216 pièges photographiques posés donc une petite part mais qui est intéressante à soulever. Dès lors, les pièges photographiques Cuddeback montrent une meilleure constance de fonctionnement tout en sachant qu'ils manquent des espèces comme montré dans le tableau 5 (p.24). D'autre part, les pièges photographiques Cuddeback font moins de photos et moins de photos inutiles que les modèles Bushnell. Ainsi, il a été possible de traiter tout le jeu de données des pièges photographiques en 5 semaines environ pour cette thèse de master. Pourtant, cet aspect n'est qu'à moitié positif car le nombre de photos indépendantes est moindre pour la marque Cuddeback que pour la marque Bushnell.

En outre, c'est grâce aux deux modèles de pièges photographiques et les fréquences de capture respectives que l'outil de la fréquence de capture a pu être vu par deux angles et une argumentation critique peut en ressortir. En plus, la comparaison de la fréquence de capture avec les jeux de données des années 2012 (S. Mermod) et 2014 (L. Delisle) a pu être réalisé car les mêmes marques de pièges Cuddeback étaient utilisé dans le quadrat R2.

Pourtant pour la précision scientifique, il faudrait utiliser qu'une sorte de piège photographique dans les études à venir.

5.1 Comparaison entre Rukwa et Rungwa River

Considérant la gestion, d'après la littérature, il devrait y avoir une plus grande richesse spécifique de mammifères pour l'aire protégée la plus stricte. Caro (1999b) et Kiffner et al. (2014), mentionnent une différence de richesse spécifique de mammifères en accord avec la catégorie de gestion UICN. Dans l'étude de Caro (1999b), il trouve une différence de 8 espèces entre une catégorie d'aire protégée UICN II (Katavi NP) et une catégorie d'aire protégée UICN VI (Melele North Game Controlled Area GCA). Dans l'étude de Kiffner et al. (2014), ils mentionnent une différence de 10 espèces entre une catégorie d'aire protégée UICN II (Lake Manyara NP) et une catégorie d'aire protégée UICN VI (Maasailand community area GCA). Cette différence est significative à l'échelle du transect à pied dans les aires protégées pour l'étude de Kiffner et al. (2014). Les résultats de cette étude sont inverses car il y a une plus grande richesse spécifique pour une catégorie UICN VI que pour une catégorie UICN IV. Cette différence n'est pas significative mais proche de la significativité donc elle peut être mentionnée. En outre, la différence de richesse spécifique n'est pas due à la différence de l'effort de recherche. Ce constat s'appuie sur les données récoltées par L. Delisle pour les quatre quadrats à Rukwa en 2014, elle comptabilise un total de 33 espèces. Ce nombre est inférieur d'une espèce que pour les données des deux quadrats de 2015. Dès lors, la comparaison de la richesse spécifique n'est pas biaisée par l'effort de recherche. Considérant les études préliminaires de travail de bachelor de S. Mermod (2012) et L. Delisle (2014), on constate qu'il n'y a pas de

différence significative pour la richesse spécifique entre une aire de catégorie IV (Rukwa GR) et une aire de catégorie VI (Mlele BKZ). Ainsi, ces deux travaux soutiennent les résultats concernant la richesse spécifique de cette étude. En outre, l'étude de Hausser et al. (2016) dénombrent un total de 49 espèces de moyens à grands mammifères pour une catégorie d'aire protégée UICN VI (Mlele BKZ) et démontre ainsi que les aires protégées ont un potentiel pour la conservation de cette faune. Ces trois études d'étudiantes et l'article de Hausser et al. (2016) montrent l'importance de considérer les aires protégées de bas statut pour la conservation des moyens à grands mammifères et pas seulement les aires protégées de catégories strictes.

Quant la gestion et l'abondance relative, il paraissait évident d'après Caro, 1999b; Kinnaird & O'Brien, 2012 et Stoner et al., 2007 que l'abondance relative ou la densité serait en accord avec la catégorie d'aire protégée. Seul Waltert et al. (2009) constate qu'il y avait une légère différence et que pour 4 espèces, elles avaient une plus grande densité dans une catégorie UICN IV (Rukwa GR) que dans une aire protégée UICN II (Katavi NP). Concernant cette étude, il n'y a pas de différence significative entre la fréquence de capture dans une aire protégée catégorie UICN IV que dans une catégorie UICN VI regardé au niveau du quadrat. Cependant, il faut savoir qu'il y avait une plus grande probabilité d'avoir une fréquence de capture plus haute à Rungwa River car il y a le double de quadrat posé. En regardant, les moyennes du nombre d'espèces entre Rungwa River et Rukwa (Tableau 10, p.30) on pourrait penser que l'augmentation de l'effort de recherche à Rukwa aurait changé les résultats pour une plus-value pour Rukwa.

La deuxième mise en garde est de se demander si la fréquence de capture peut prétendre être un indice relatif d'abondance. Les résultats montrent que seul 5 espèces se trouvent avec une fréquence de capture plus haute dans le même quadrat avec les deux modèles de pièges sur 20 espèces (Tableau 12, p.33). En plus, 8 espèces ont une fréquence de capture plus haute une fois à Rungwa et une fois à Rukwa (Tableau 12, p.33). Cette différence peut s'expliquer par la capacité de détection différente des deux modèles de pièges photographiques pour une petite espèce, le lièvre sauteur. Pour le reste des espèces, elles varient entre 6 et 80 kg et donc les deux modèles ne devraient pas avoir une détection différente. Une autre explication peut être le comportement des espèces. 5 espèces sont des espèces territoriales d'après Estes (1991) et Foley et al. (2014). Il s'agit du babouin cynocéphale, de l'hyène tachetée, du serval, du ratel et du léopard. On pourrait formuler l'hypothèse, qu'il y a au minimum une population de la même espèce dans chaque aire protégée. Ceci expliquerait les différents résultats obtenus pour les 5 espèces citées au-dessus. Cette théorie reste à prouver en prenant le domaine vital de chaque espèce. Pour le babouin cynocéphale, il n'a y pas de données sur son domaine vital exacte, il est juste écrit qu'ils vivent en groupe de 10 à 30 femelles et jeunes avec un mâle dominant pour une forêt (Estes, 1991). La taille de la forêt n'est pas mentionnée. L'hyène tachetée vit en clan avec des femelles dominantes (Estes, 1991). Une étude citée dans Estes (1991) de Ngorongoro Conservation Area (NCA) informe qu'un clan avec une moyenne de 55 individus a un domaine vital de 30km² (Estes, 1991). Le serval a un domaine vital qui peut se recouper avec d'autres individus (Estes, 1991). C'est aussi au NCA, qu'ils ont pu observer un mâle et une femelle partageant une zone de 7 sur 4,5 km de prairie avec une partie marais encore partagée avec 5 autres individus (Estes, 1991). Ceci correspond à une surface approximative de 30 km². Pour le ratel, il n'y a pas d'indication sur la taille du domaine vital, la seule information c'est que le mâle a un plus grand domaine vital que la femelle (Foley et al., 2014). Le léopard quant à lui est une espèce solitaire ayant un domaine vital de 8 à 25 km² (Estes, 1991). Ainsi, pour 3 espèces (hyène, serval et léopard), les domaines vitaux sont plus petits que 100km² et donc ils peuvent très bien avoir un individu pour les espèces solitaires et une population pour l'hyène tachetée dans chaque quadrat. Donc la taille du domaine vital pourrait jouer un rôle dans l'explication de la différence de fréquence de capture. Pour la civette d'Afrique on pense qu'elle serait territorial mais il n'y a pas de preuve pour l'instant (Estes, 1991). Et concernant l'oryctérope, il n'y a pas d'indication qu'il soit territorial. Ainsi, on ne peut pas tirer des conclusions pour ces deux espèces. En résumé, il est possible que les comportements des espèces influencent ce résultat non compréhensible pour ces 8 espèces et fait penser que l'outil de la fréquence de capture est à remettre en cause. D'ailleurs, cet outil est déjà critiqué dans Harmsen et al., 2010, 2011; Sollmann et al., 2013; Cusack et al., 2015. Dès lors, d'autre outil serait à utiliser comme le marquage remarquage (CMR), la notion d'occupation (occupancy) ou le Wildlife Picture Index (WPI) pour pouvoir tenter de déterminer la densité ou l'abondance relative des espèces de mammifères.

Concernant la gestion et la distribution, il y a une minime différence positive mais non-significative pour l'aire protégée de catégorie VI que celle de IV. Toutefois, en prenant l'éléphant d'Afrique, il y a clairement plus de site de présence pour Rukwa que pour Rungwa River. En outre, en prenant la carte de distribution spatiale, on voit que l'éléphant d'Afrique se trouve proche des cours d'eau et dans les forêts dense. Les milieux de forêt dense et de

fourré dense à Rukwa permettent à cet animal de grande taille de se dissimuler. Dès lors, la distribution n'est pas en relation unique avec la gestion mais aussi avec les paramètres environnementaux. Prenons un autre exemple, il y a 4 antilopes de l'étude qui se trouvent seulement à Rungwa River, se sont l'ourébi, le cob des roseaux, le rouanne et le damalisque. Ces 4 espèces ont une forte préférence pour des milieux ouverts comme les prairies (Estes, 1991). Cette préférence explique leur présence à Rungwa River et leur non-présence à Rukwa. Considérant les espèces de la Liste Rouge et leur distribution. L'éléphant d'Afrique et le léopard sont communs aux deux aires protégées. L'hippopotame ne se trouve qu'à Rungwa River par sa nécessité de vivre dans l'eau (Estes, 1991). Pour le lion et le lycaon, ce ne sont pas les milieux qui expliquent la raison de leur distribution. Le lion n'a été photographié qu'à Rungwa River tandis que le lycaon seulement à Rukwa. Ces deux espèces pourraient potentiellement être présentes dans les deux terrains d'étude. Dès lors, la diversité des milieux joue un rôle dans la distribution de certaines espèces et des analyses plus pointues sur chaque espèce seraient à envisager pour comprendre si c'est la différence de milieu, la gestion ou d'autres paramètres qui influencent la distribution spatiale.

En examinant l'habitat et la gestion, il y a une meilleure structure de l'habitat dans la catégorie UICN IV que celle de VI. Ainsi l'habitat est mieux conservé à Rukwa face à Rungwa River. Cette différence est principalement due à l'autorisation de la coupe de bois à Rungwa River. Concernant les résultats sur la composition de l'habitat, une étude plus poussée sur la flore pour définir les milieux de façon plus précise serait utile. Les données sur les milieux prises sur ArcGis ne sont pas si précises. Par exemple, il y a le long des cours d'eau à Rukwa dans le quadrat R2, une végétation riveraine qui ne se voit pas dans les milieux d'ArcGis. Cette végétation explique la présence du cercopithèque à diadème, détectés par observations fortuites. Ce primate est présent dans les forêts toujours vertes (Estes, 1991) et il peut donc être présent dans les galeries d'arbres autour de cours d'eau. On peut en conclure que la conservation de la structure de l'habitat à Rukwa permettra une longue conservation de la faune présente. À l'inverse pour Rungwa River, il est à se demander combien de temps la réserve pourra être un refuge pour la faune en vue de la dégradation de son habitat. Dans ce sens, Rukwa a une plus-value pour la structure de l'habitat.

Pour ce qui est des paramètres de gestion, on peut dire que les deux aires protégées manquent de ressources et ne sont donc pas efficaces. Pourtant, l'aire protégée de catégorie UICN IV a une gestion plus active que l'aire protégée de catégorie UICN VI. Le fait qu'il y a une institution qui gère Rukwa amène une vision globale sur les activités légales et illégales. Un accent est mis sur la lutte anti-braconnage. Le braconnage est probablement une des raisons pour le déclin de moyens à grands mammifères au parc national de Katavi (Caro et al., 2011). Ainsi, il est important de continuer la lutte anti-braconnage régulière aussi pendant la saison des pluies. Concernant Rungwa River, on constate d'entrée qu'il n'y a pas de gestionnaire attitré à cette réserve et il n'y a ainsi pas de vision globale. En outre, il n'y a pas d'organisation de patrouilles de surveillance pour vérifier les activités légales ou illégales. Le fait qu'il n'y a pas de lutte anti-braconnage explique des événements tels que les 27 hippopotames tués dans la rivière de Rungwa en juillet 2015 et serait une explication pour la faible présence de l'éléphant d'Afrique. Cet accès libre à la réserve invite à un grand nombre d'activités illégales. Par exemple, entre le village d'Illunde et la limite de la réserve, il y a de plus en plus de personnes qui se sont installées, construisent leur maisons et y font de l'agriculture. Il faut quand même mentionner que les gestionnaires principaux de l'aire protégée viennent d'entrer en fonction et n'ont pas encore pu mettre un fonctionnement effectif en place. Mais comme le mentionne A. Mbugah, le bois n'est pas extrait de façon durable, car il n'y a pas d'inventaire utilisable sur la végétation. Ainsi, il est conscient du problème qui est amené par la coupe intensive de bois. Dès lors, il y a une chance pour qu'A. Mbugah mettent en place une gestion de l'habitat adaptée. Cependant, il faudrait que toutes les institutions se mettent ensemble afin de mettre en place une gestion active pour la faune et la flore. Le bloc de chasse va être attribué en 2019 à une nouvelle compagnie de chasse. Ce changement pourra être bénéfique mais il est à se demander s'il n'arrivera pas trop tard.

Une autre idée de changement qui pourrait être mis en place, c'est de responsabiliser la population locale en les incluant dans la gestion ou pour une partie de la gestion. C'est une idée à prendre en compte car certains acteurs de la population locale comme les pêcheurs et les apiculteurs vivent des ressources naturelles de cette aire protégée et si la dégradation continue, ils ne pourront plus en bénéficier. Donc, ils seraient potentiellement intéressés à conserver cet écosystème. En ajoutant, les résultats positifs de la richesse spécifique de Rungwa River, il devient encore plus urgent de mettre un système de gestion effectif en place qui pourrait conserver l'habitat et la faune avant qu'il ait un grand déclin dans cette richesse spécifique.

En conclusion pour cette comparaison, il n'y a pas de grandes différences entre la richesse spécifique, la fréquence de capture et la distribution. Les paramètres de gestion soulignent faiblement une tendance inverse des conclusions sur la faune mais montrent qu'une faible gestion peut avoir des effets positifs sur l'habitat, la présence d'éléphants ou sur la moyenne d'espèces par site plus élevée. Ces résultats sur la faune peuvent rapidement changer si la détérioration de l'habitat et la fréquence des activités illégales ne cessent pas d'augmenter dans Rungwa River.

Il est probable que l'ajout des deux quadrats manquant ou de deux nouveaux quadrats dans la partie sud proche du lac Rukwa pourrait amener d'autres résultats par une plus grande diversité de milieux. C'est vrai que les quadrats dans Rungwa River sont distribués de manière à avoir différents milieux tandis que les deux quadrats à Rukwa R1 et R2 sont très proches l'un de l'autre et de ce fait se trouvent les deux dans l'escarpement. L'interaction entre les milieux et les espèces est une relation qu'il ne faut pas négliger et qui met à la lumière certains résultats comme la distribution spatiale des espèces et la richesse spécifique. En outre, il est aussi à noter que la structure de l'habitat affecte la faune sur le long terme et donc une analyse sans ce paramètre peut être remise en cause. Cette comparaison aurait encore pu prendre en compte l'histoire de la région pour compléter les facteurs naturels et environnementaux ainsi que permettre une meilleure connaissance des dilemmes et enjeux selon De Vries (2005). Il met en garde de vouloir faire des suivis écologiques ou des évolutions de projet sans contextualiser l'étude dans le temps (De Vries, 2005). Ainsi, on remarque que de ne pas prendre en compte le contexte d'une étude peut biaiser les résultats de l'étude. Les résultats comme cette étude, pour une partie de l'année, peuvent être relevant mais cela n'est pas sûr. Les conditions des paramètres environnementaux naturels et anthropiques peuvent changer et cela peut affecter la faune. Dès lors, un suivi écologique des espèces de mammifères sur plusieurs années sur les deux terrains d'études permettrait une connaissance dans le temps et une base solide scientifique pour appuyer les résultats.

5.2 Corrélations

Le choix des espèces s'appuie sur les données disponibles pour chaque espèce car il y aurait peu de sens de vouloir trouver des corrélations ou gradients pour des espèces peu présentes (1-2 sites de pose). D'ailleurs Pettorelli et al. (2010), ont pris en considération pour leur analyse statistique 7 espèces de carnivores qui se trouvaient au minimum sur 25 sites de pose dans 5 aires protégées afin d'évaluer la distribution et l'utilisation de l'habitat d'un assemblage de carnivores. En comparant leur condition pour la sélection des espèces à celle-ci, on s'aperçoit qu'il y a 3 espèces qui sont présentes pour un nombre inférieur à 25 sites de présence. Il s'agit de l'éléphant d'Afrique (19 sites de pose), du léopard (19 sites de pose) et de la mangouste à queue touffue (24 sites de pose). Ainsi, on s'aperçoit que l'idée globale de sélectionner les espèces les plus présentes est maintenue entre ces deux études. Pourtant Pettorelli et al. (2010), ont sélectionné de façon plus restreinte seulement les espèces présentes d'un ordre taxonomique et sur un plus grand nombre d'aire protégée. Cependant, il reste à soulever que la sélection dépend de la question de recherche. En prenant, la richesse spécifique pour trouver des corrélations, il aurait fait plus de sens d'élargir la sélection pour avoir une plus grande richesse spécifique. Dès lors, le choix des espèces influence considérablement les analyses et leurs résultats.

Le choix des variables environnementales influence tout autant sur les analyses et les résultats que le choix des espèces. Les variables environnementales dans cette étude sont de deux catégories différentes: anthropiques et naturels. Ce choix paraît intéressant pour comprendre la complexité des interactions entre les espèces et leur environnement. Pourtant, il se peut que ce choix minimise l'interaction de chaque variable. On pourrait donc penser que de séparer les variables environnementales par catégorie, aurait pu être intéressant. En outre, les données des paramètres environnementaux sont tirées du logiciel ArcGis et elles manquent de précision. Par exemple, il n'y avait pas de données concernant les camps d'apiculteurs dans la zone de Kasege à Rukwa. Concernant la présence en eau, la variable rivière a été prise en compte pour l'analyse. Pourtant, la présence en eau aurait pu être systématiquement répertoriée pendant la période de terrain. Ces données auraient amélioré les connaissances sur la présence en eau en fin de saison sèche. Dès lors, les interactions entre la faune et la présence en eau auraient possiblement montré des corrélations plus marquées. Cependant, il restera toujours un biais car ces données n'auraient pas été spatialement homogènes car elles dépendent de la surface couverte à pied et en voiture. Ainsi, les données des paramètres environnementaux ne sont pas exactes mais elles peuvent servir pour faire des analyses statistiques de base et donner une idée globale.

Concernant la richesse spécifique avec les variables environnementales, on peut constater que la richesse spécifique des 14 espèces est bien homogène dans les quadrats et dans les aires protégées. Ainsi, il n'y a pas de tendance générale pour un facteur environnemental en particulier ou plusieurs facteurs. En outre, les tests de statistiques ont montré le même constat. Les variables environnementales (9 variables) expliquent 9,22% de la variabilité des espèces. Ce pourcentage paraît très faible et il est à se demander quels sont les autres facteurs qui expliquent les 90% restant. Il se peut que le groupe d'espèces sélectionnés, ne réagit pas grandement face à des variables environnementales. Ces espèces n'ont pas de préférence pour des milieux naturels et sont donc des espèces généralistes. Il se peut qu'elles soient aussi généralistes envers les infrastructures humaines. C'est-à-dire qu'elles n'ont pas un comportement marqué aux infrastructures. Une deuxième raison peut être la diversité des taxons dans ce groupe. Il y a 6 ordres taxonomiques qui sont représentés mais pas avec le même nombre d'espèces. Les ordres carnivore et artiodactyle sont les plus présents. Cette grande diversité entre ordre taxonomique provoque une grande diversité des comportements des espèces. Ainsi, tout en étant ubiquiste, elles ont un rapport différent avec leur environnement. Les carnivores sont omnivores tandis que les artiodactyles sont herbivores. En regardant, les articles de Pettorelli et al. (2010); Waltert et al. (2010) et Bowkett et al. (2007), on remarque qu'ils ont pris un groupe d'espèces qui sont du même ordre taxonomique pour démontrer des corrélations avec l'habitat ou des facteurs environnementaux anthropiques. Ainsi, il est pensable que ce soit les choix des espèces qui influencent fortement sur les résultats.

La relation entre les activités de pastoralisme et la richesse spécifique aurait pu être prise en compte plus spécifiquement pour alimenter les études de Kiffner et al. (2014) et Bamford et al. (2014) qui ont des conclusions opposées sur cette relation et son influence.

Quant à la fréquence de capture et les paramètres environnementaux, on a pu montrer qu'il y a une corrélation entre la fréquence de capture de l'éléphant d'Afrique et la présence de la variable rivière. Cette corrélation montre une tendance d'un gradient quand la distance à la rivière diminue la fréquence de capture augmente. Cependant, il faudrait avoir plus de données pour confirmer ce gradient. Concernant le léopard, il n'y a pas eu une corrélation qui se démarque pour les deux aires protégées. Cependant d'après la distribution spatiale, les variables rivières et routes auraient une influence. De plus, il y a une différence entre la fréquence de capture moyenne du léopard avec les milieux, forêt ouverte et prairie ouverte saisonnièrement inondée. Cependant cette différence n'est que visible pour un modèle de piège photographique et non pour les deux modèles. Ainsi, il est intéressant de voir qu'il y a des différences de fréquence de capture qui peuvent être expliquées par les variables environnementales. Ces différences se voient quand on s'intéresse à une espèce en particulier. Dès lors, il serait intéressant de continuer l'analyse de la fréquence de capture en s'aidant des cartes de distributions et des analyses statistiques pour les espèces qui ont assez des données.

Pour conclure cette partie sur les corrélations, on peut dire que le choix des espèces et des variables environnementales n'étaient peut-être pas le plus optimal ce qui pourrait expliquer les résultats. Une recherche plus approfondie dans les articles scientifiques aurait permis d'avoir des sources pour appuyer les résultats des tests statistiques. Ainsi, il n'y a pas vraiment de choix de variables environnementales qui peut se faire pour d'autres études à suivre. De plus, il est légitime de se demander si cela fait du sens de réduire un grand nombre d'espèces avec leur différent comportement à un seul nombre par site, la richesse spécifique par site. Donc, il faudrait mieux de regarder par espèce, par groupes d'espèces taxonomiques ou par guildes fonctionnelles afin de trouver des corrélations ou gradients.

5.3 Vérification des hypothèses

Les hypothèses de cette étude, qui sont présentées dans le chapitre 2, sont reprises et discutées.

- En regard de sa catégorie UICN plus stricte, l'aire protégée de statut UICN IV (Rukwa GR) devrait héberger une plus grande richesse spécifique avec plus d'espèces menacées sur la liste rouge de l'UICN que l'aire protégée de catégorie UICN VI (Rungwa River FR)

D'après les résultats, on peut réfuter cette hypothèse. La catégorie UICN IV n'héberge pas une plus grande richesse spécifique que l'aire protégée de catégorie UICN VI sur la partie échantillonnée. En outre, on pourrait presque admettre le contraire car les résultats des pièges photographiques affichent 34 espèces pour l'aire protégée de catégorie UICN IV contre 41 espèces pour l'aire protégée de catégorie UICN VI. Cependant, il est à préciser qu'il y a 19 espèces qui se trouvent que sur une des deux aires protégées. Certaines de ces espèces sont influencées par la diversité des milieux et expliquent de cette façon leur présence ou absence sur une des deux aires protégées. En ajoutant les résultats des observations fortuites, il n'y a pas de grand changement. Ainsi, la richesse spécifique totale par aire protégée est de 37 espèces pour l'aire protégée de catégorie UICN IV et de 44 espèces pour l'aire protégée de catégorie UICN VI, soit une différence de 7 espèces qui n'est pas significative.

Concernant le nombre d'espèces sur la Liste Rouge, l'aire protégée de catégorie UICN IV affiche une présence de 3 espèces : le lycaon, l'éléphant d'Afrique et le léopard tandis que l'aire protégée de catégorie UICN VI affiche une présence de 4 espèces: l'éléphant d'Afrique, le lion, l'hippopotame et le léopard. Il y a un plus grand nombre pour l'aire protégée de catégorie UICN VI. Pourtant, il est à noter que l'éléphant d'Afrique est plus répandu dans l'aire de catégorie plus stricte. Ceci peut être un signe que la catégorie d'aire protégée plus stricte influence sur la présence de cette espèce.

Ainsi, la catégorie d'aire protégée n'aurait pas d'influence a priori sur la richesse spécifique d'après les résultats. Toutefois, il faudrait étudier la question sur plusieurs années pour être sûr de cette conclusion.

- La richesse spécifique devrait être influencée par la proximité des aires protégées plus strictes comme le Katavi National Parc

Cette hypothèse n'as pas de résultat concluant. Il semblerait que le parc national de Katavi n'a pas d'influence sur la richesse spécifique des deux aires protégées, d'après les tests de statistiques. Cependant, il est à préciser que les tests ont été faits sur une partie du jeu de données et que les données n'ont pas été séparées entre aire protégée. Il se pourrait que la présence de l'éléphant d'Afrique en plus grand nombre à Rukwa soit aussi influencée par le parc national de Katavi. Dans l'étude de Waltert et al. (2009), ils disent que la différence de densité entre Rukwa et Kavati pour l'éléphant n'est pas significative. Ainsi, il n'est pas certain que la densité de l'éléphant est influencée par les frontières à Katavi. Concernant Rungwa River, l'influence de Lukwati (UICN IV) et de Rukwa n'a pas été analysée. Il se pourrait que Lukwati héberge une grande richesse spécifique et que l'aire protégée de Rungwa River en profite. Mais cela reste à démontrer. Ainsi, pour cette hypothèse la présente étude ne peut pas répondre de façon déterminée.

- La fréquence de capture devrait être plus haute dans une catégorie d'une aire protégée UICN IV que dans une catégorie UICN VI, spécialement pour les espèces sur la Liste Rouge

L'hypothèse demande une recherche plus approfondie de la question et n'est que partiellement répondue.

Les résultats obtenus à l'échelle des quadrats n'ont pas donné de différence significative entre l'aire protégée de catégorie UICN IV et la catégorie UICN VI. Les deux espèces sur la Liste Rouge et communes aux deux aires protégées ne présentent pas les mêmes résultats. Pour l'éléphant d'Afrique, les valeurs des fréquences de captures exposent des valeurs plus grandes pour l'aire protégée de catégorie IV. La différence de ces valeurs entre aires

protégées est de 4x pour la marque Bushnell et de 10x pour la marque Cuddeback. Ainsi l'éléphant d'Afrique obtient des fréquences en accord avec la catégorie d'aire protégée UICN. À l'inverse pour le léopard, il n'y a pas de résultat précis des fréquences de captures. Ceci est dû aux résultats contraires obtenus par les pièges photographiques. Donc, les résultats obtenus pour les deux espèces sur la Liste Rouge UICN ne sont pas concluants.

En outre, cet outil de fréquence est remis en cause par les résultats contraire qui ont été trouvés par les deux modèles de pièges photographiques pour 8 espèces. Cependant, il se peut aussi que l'échelle du quadrat ne soit pas la bonne échelle pour calculer ces fréquences de capture. Ainsi, il se peut que les résultats soient différents à l'échelle du site de pose ou à l'aire protégée. Par ailleurs, il est à noter qu'il n'y avait pas le même effort de recherche dans les deux aires protégées et que cela aurait pu faire changer les résultats. Ainsi, les résultats obtenus de la fréquence de capture ne peuvent pas complètement rejeter ou accepter l'hypothèse.

- Les activités illégales devraient être plus nombreuses dans une aire protégée de la catégorie UICN VI que dans une aire protégée de catégorie IV

Cette hypothèse est acceptée avec précaution. L'activité illégale principale rencontrée est le pastoralisme. Cette activité a été rencontrée en abondance dans les quadrats RW1 et RW2 dans Rungwa River à pied, en voiture ainsi que vu sur les photos des pièges photographiques. Cette même activité n'a pas été répertoriée à Rukwa. Cependant, d'après les gestionnaires de Rukwa cette activité serait aussi présente dans les plaines au bord du lac Rukwa mais ceci n'est plus dans la zone d'étude. Concernant le braconnage, il n'y a pas vraiment de tendance. À Rukwa, il y a eu le son d'une AK47, trois braconniers observés, un braconnier pris en photos et trois sites avec une installation pour faire sécher la viande braconnée. À Rungwa River, il y a deux places de feu pour sécher la viande qui ont été répertoriées au bord de la rivière Rungwa et puis deux dans le quadrat RW2. En outre, il y a l'événement des 27 hippopotames tués dans la rivière Rungwa. Ainsi, il est difficile de tirer une conclusion concernant le braconnage. Surtout, qu'il y a deux différents types de braconnages qui n'ont pas été analysés séparément.

Concernant la coupe de bois illégale, il est de nouveau difficile de se prononcer. Concernant Rukwa, il n'y a pas été répertorié des traces de coupe de bois illégales de l'année 2015. Cependant, une veille installation pour scier du bois et un arbre coupé pour la récolte de miel ont été répertoriés. Pour Rungwa River, il est plus difficile de se prononcer car cette activité est en même temps aussi légale. Cependant, on peut noter qu'il y a eu 23 arbres coupés pour la récolte de miel répartie sur les quatre quadrats. Dès lors, il y a un nombre plus grand d'arbre coupé pour la récolte de miel à Rungwa River en comparaison avec Rukwa.

Ces trois activités illégales ont pu être identifiées. Concernant les autres activités (pêche, apiculture, coupe de bois,...), il n'y a pas de donnée utilisable récoltées. En outre, le nombre d'activités humaines légales et illégales répertoriés par pièges photographiques et par observations fortuites est clairement plus haut dans l'aire protégée de catégorie UICN VI (tableau 15, p.38). Dès lors, on peut dire que l'ampleur des activités illégales est en accord avec la catégorie UICN. Toutefois, il est à préciser que la surface complète des terrains d'études n'a pas été parcourue.

- La richesse spécifique devrait diminuer lorsque la distance de ces trois paramètres environnementaux (village, champ cultivé et route) diminue

Cette hypothèse demande une recherche plus approfondie pour pouvoir se prononcer dessus. Les résultats obtenus ne montrent pas de relation forte entre la richesse spécifique et ces trois paramètres environnementaux anthropiques. Cependant, la richesse spécifique ne comprenait que 14 espèces sur les 47 espèces. Il est probable qu'en prenant toute les espèces pour faire des analyses, le résultat soit différent. Il se peut aussi qu'il n'y ait pas de tendance générale pour toutes les espèces face à ces variables. Comme vu dans la problématique, les différentes espèces réagissent différemment sur ces paramètres environnementaux. Dès lors, il se peut que de regrouper toutes les espèces avec leur différent comportement dans une valeur de richesse spécifique par site de

pose, ne soit pas adapté. Ainsi, il serait favorable de continuer les recherches en prenant des espèces aux comportements semblables et de voir de cette façon s'il y a des corrélations qui deviennent visibles et fortes.

6 Conclusion

Cette étude met en lumière le fait que les aires protégées de basse catégorie UICN, Rukwa GR et Rungwa River FR, abritent une grande richesse spécifique de moyens à grands mammifères, soit un total de 47 espèces avec 5 espèces sur la Liste Rouge UICN. Ces résultats positifs légitiment la poursuite et l'intensification des recherches pour toutes les aires protégées sans distinction de catégorie. Cependant, ces résultats ne sont pas absolus et peuvent changer dans le temps. C'est pour cela qu'il faudrait avoir plusieurs années avec des données pour voir la tendance générale de l'aire protégée avec l'écosystème respectif. D'ailleurs, la tendance générale des mammifères, en particulier les grandes espèces, serait en déclin au niveau du pays et spécialement dans l'écosystème de Katavi (Stoner et al. 2007; Caro 2011). Pour confirmer ce déclin, il faudrait étoffer les études sur ce thème. Dès lors, il y a une nécessité d'agir pour conserver cette richesse faunistique afin de conserver l'entier de la biodiversité avec ces interactions complexes. À l'échelle du pays les actions contre le déclin profiteraient à l'économie nationale basée en partie sur les activités touristiques de cette richesse. Cette action devrait passer par la sensibilisation à cette richesse en biodiversité auprès de la population locale et trouver des compromis entre extraction des ressources et préservation pour la population locale. En outre, la population locale devrait être impliquée dans la gestion. Cependant, la mise en place des solutions durables demandent un investissement en temps et un effort comme le mentionne par Ostrom et Nagendra (2006): des solutions contre les utilisations non durables des ressources demandent un engagement de temps et un effort pour trouver une gestion qui soient adaptées à l'écologie locale et aux structures sociales des utilisateurs comme des gestionnaires (Ostrom et Nagendra, 2006). Ainsi, une grande persévérance est demandée pour trouver un équilibre entre l'utilisation des ressources naturelles et leur conservation.

Cependant nous pouvons nous demander de quel droit discutons-nous de cette biodiversité et donnons-nous des conseils alors que dans nos pays européens, il n'y a presque plus de grande faune ni des grandes surfaces de milieux naturels... Tout en sachant qu'il y a des actions de conservation dans nos pays européens et que la grande faune est plus présente qu'il y a une centaine d'années.

En conclusion, il ne devrait pas y avoir de hiérarchie dans la conservation de la biodiversité comme il est promu par le système d'aire protégée avec leur catégorie, en excluant les aires non-protégées. Il est évident que les 12,7% d'aires protégées mondiales ne serviront pas à protéger l'entier de la biodiversité. Ainsi d'autres solutions sont à mettre en place et doivent être acceptées. En outre, il n'y a pas seulement les gestionnaires d'une aire protégée qui peuvent aider à conserver la biodiversité mais nous sommes tous appelés à faire des petits et grands gestes pour maintenir cette grande biodiversité à l'échelle locale, régionale ou mondiale.

„L'homme a assez de raisons objectives pour s'attacher à la sauvegarde du monde sauvage. Mais la nature ne sera en définitive sauvée que par notre cœur. Elle ne sera préservée que si l'homme lui manifeste un peu d'amour, simplement parce qu'elle est belle et parce que nous avons besoin de sa beauté, quelle que soit la forme à laquelle nous sommes sensibles du fait de notre culture et de notre formation intellectuelle. Car cela aussi fait partie intégrante de l'âme humaine. „ citation de Jean Dorst

Lausanne, March 18, 2016.

Vanessa Stampfli

7 Bibliographies

- [1] CBD Convention de la diversité biologique (1992) Convention de la diversité biologique (1992), conclue à Rio de Janeiro le 5 juin 1992, (1992).
- [2] F.Nelson, E.Collins, A. Frechette, C. Koenig, M Jones-Yellin, B Morgan, G Ramsay, G Rao, C Rodriguez, Z Jotte Tulu, C Watkins J Zinda, Preservation or degradation? Communal management and ecological change in a southeast Michigan forest, *Biodivers Conserv*, Springer, (2007).
- [3] I.D. Craigie, J.E.M. Baillie, A. Balmford, C.Carbone, B. Collen, R.E. Green, J.M.Hutton, Large mammal population declines in Africa's protected areas, *Biological Conservation* 143 (2010) 2210-2228.
- [4] J. Baillie, C. Hilton-Taylor, S.N. Stuart, 2004 IUCN Red List of Threatened Species: A Global Species Assessment, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, (2004).
- [5] R.D. Estes, J.L. Atwood, A.B. Estes, Downward trends in Ngorongoro Crater ungulate populations 1986-2005: Conservation concerns and the need for ecological research, *Biological Conservation* 131 (2006) 106-120.
- [6] C. Stoner, T. Caro, S. Mduma, C. Mlingwa, G. Sabuni, M. Borner, Assessment of Effectiveness of Protection Strategies in Tanzania Based on a Decade of Survey Data for Large Herbivores, *Conservation Biology* Volume 21, No. 3, 635-646, (2007).
- [7] T. Caro, Decline of large mammals in the Katavi-Rukwa ecosystem of western Tanzania, *African Zoology*, 43(1):99-116, (2008).
- [8] N. Pettorelli, A.L. Lobora, M.J. Msuha, C.Foley, S.M.Durant, Carnivore biodiversity in Tanzania: revealing the distribution patterns of secretive mammals using camera traps, *Animal Conservation* 13 (2010) 131-139.
- [9] J.R. Kideghesho, A.A. Rija, K.A. Mwamende, I.S. Selemani, Emerging issues and challenges in conservation biodiversity in the rangelands of Tanzania, *Nature Conservation* 6:1-29 (2013).
- [10] Y. Hausser, P. Mpuya, Beekeeping in Tanzania: When the bees get out of the wood... An innovative cross-sectoral approach to community-based natural resource management, *Game and Wildlife Science*, Vol. 21 (3) (2004), p.291-312.
- [11] Y. Hausser, H. Weber, B. Meyer, Bees, farmers, tourists and hunters: conflict dynamics around Western Tanzania protected areas, *Biodivers Conserv* (2009) 18:2679-2703.
- [12] J. Geldmann, M. Barnes, L. Coad, I.D. Craigie, M. Hockings, N.D. Burgess, Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines, *Biological Conservation* 161 (2013) 230-238.
- [13] N. Dudley, Guidelines for Applying Protected Area Management Categories, Best Practice Protected Area Guidelines Series, No.21, IUCN, Gland, Switzerland, (2008).
- [14] A. Nelson, K. M. Chomitz, Effectiveness of Strict vs. Multiple Use Protected Areas in Reducing Tropical Forest Fires : A Global Analysis Using Matching Methods, *PLoS ONE* 6(8), (2011)
- [15] T.M. Hayes, Parks, People, and Forest Protection: An Institutional Assessment of the Effectiveness of Protected Areas, *World Development* Vol.34, No.12, pp.2064-2075, (2006).
- [16] S.J. Leroux, M.A. Krawchuk, F. Schmiegelow, S.G. Cumming, K. Lisgo, L.G. Anderson, M. Petkova, Global protected areas and IUCN designations: Do the categories match the condition?, *Biological Conservation* 143 (2010) 609-616
- [17] P.R. Ehrlich, R.M. Pringle, Where does biodiversity go from here? A grim business-as-usual forecast and a hopeful portfolio of partial solutions, *PNAS*, (2008), vol.105, suppl.1, 11579-11586.

- [18] E. Ostrom, H. Nagendra, Insights on linking forests, trees, and people from the air, on the ground, and in the laboratory, *PNAS*, (2006), vol.103, no.51, 19224-19231.
- [19] S. Li, W.J. McShea, D. Wang, Z. Lu, X. Gu, Gauging the impact of management expertise on the distribution of large mammals across protected areas, *Diversity and Distributions* (2012), 18, 1166-1176.
- [20] H. Vanthomme, J. Kolowski, L. Korte, A. Alonso, Distribution of a Community of Mammals in Relation to Roads and Other Human Disturbances in Gabon, Central Africa, *Conservation Biology*, Volume 27, No. 2, 281-291, (2013).
- [21] C. Kiffner, C. Wenner, A. LaViolet, K. Yeh, J. Kioko, From savannah to farmland: effects of land-use on mammal communities in the Tarangire-Manyara ecosystem, Tanzania, *African Journal of Ecology*, 53, 156-166, (2014).
- [22] A.E. Bowkett, F. Rovero, A.R. Marshall, The use of camera-trap data to model habitat use by antelope species in the Udzungwa Mountain forests, Tanzania, Blackwell Publishing Ltd, *African Journal of Ecology*, 46, 479-487, (2007).
- [23] M. Waltert, B. Meyer, C. Kiffner, Habitat availability, hunting or poaching: what affects distribution and density of large mammals in western Tanzanian woodlands?, Blackwell Publishing Ltd, *African Journal of Ecology*, 47, 737-746, (2009a).
- [24] T.M. Caro, Densities of mammals in partially protected areas: the Katavi ecosystem of western Tanzania, *Journal of Applied Ecology* (1999b), 36, 205-217.
- [25] T. Caro, On the merits and feasibility of wildlife monitoring for conservation: a case study from Katavi National Park, Tanzania, Blackwell Publishing Ltd, *African Journal of Ecology*, 49, 320-331, (2011).
- [26] T. Caro, M. Elisa, J. Gara, D. Kadomo, A. Martin, D. Mushi, C. Timbuka, Integrating Research with Management: The Case of Katavi National Park, Tanzania, *African Zoology*, 48(1) :1-12, (2013).
- [27] C. Fischer, R. Tagand, Y. Hausser, Diversity and distribution of small carnivores in a miombo woodland within the Katavi region, Western Tanzania, *Small Carnivore Conservation*, Vol: 48: 60-66, (2013).
- [28] J.J. Cusack, A.J. Dickman, J.M. Rowcliffe, C. Carbone, D.W. Macdonald, T. Coulson, Random versus Game Trail-Based Camera Trap Placement Strategy for Monitoring Terrestrial Mammal Communities, *PLoS ONE* 10(5):e0126373, (2015).
- [29] Y. Hausser, R. Tagand, E. Vimercati, S. Mermod, C. Fischer, Comparing survey methods to assess the conservation value of a community-managed protected area in Western Tanzania, *African Journal of Ecology*, accepted but not published, (2016).
- [30] T.M Caro, Species richness and abundance of small mammals inside and outside an African national park, *Biological Conservation* 98 (2001) 251-257.
- [31] T.A. Gardner, T. Caro, E.B. Fitzherbert, T. Banda, P. Lalbhai, Conservation Value of Multiple-Use Areas in East Africa, *Conservation Biology* Volume 21, (2007), 1516-1525.
- [32] M.F. Kinnaird, T.G. O'Brien, Effects of Privat-Land Use, Livestock Management, and Human Tolerance on Diversity, Distribution, and Abundance of Large African Mammals, *Conservation Biology*, Volume 26, No.6, 1026-1039, (2012).
- [33] P. Mgawe, M. Borgerhoff Mulder, T. Caro, A. Martin, C. Kiffner, Factors affecting bushmeat consumption in the Katavi-Rukwa ecosystem of Tanzania, *Tropical Conservation Science* Vol. 5 (4):446-462, (2012).
- [34] G.F. Masanja, Human Population Growth and Wildlife Extinction in Ugalla Ecosystem, Western Tanzania, *Journal of Sustainable Development Studies*, Volume 5, Number 2, (2014), 192-217.
- [35] J.H. Green, C. Larrosa, N.D. Burgess, A. Balmford, A. Johnston, B.P. Mbilinyi, P.J. Platts, L. Coad, Deforestation in an African biodiversity hotspot: Extent, variation and the effectiveness of protected areas, *Biological Conservation* 164 (2013) 62-72.

- [36] E. Fitzherbert, T. Gardner, T.R.R. Davenport, T. Caro, Butterfly species richness and abundance in the Katavi ecosystem of western Tanzania, Blackwell Publishing Ltd, African Journal of Ecology, 44, 353-362, (2006).
- [37] A.J. Bamford, D. Ferrol-Schulte, J. Wathan, Human and wildlife usage of a protected area buffer zone in an area of high immigration, Fauna & Flora International, Oryx, 48(4), 504-513, (2014).
- [38] M.W. Tobler, S.E. Carillo-Percestequi, R. Leite Pitman, R. Mares, G. Powell, An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals, Animal Conservation 11 (2008) 169-178.
- [39] F. Rovero, E. Martin, M. Rosa, J.A. Ahumada, D. Spitale, Estimating Species Richness and Modelling Habitat Preferences of Tropical Forest Mammals from Camera Trap Data, PLoS ONE 9(7): e103300, (2014).
- [40] M. Waltert, M. Chuwa, C. Kiffner, An assessment of the puku (*Kobus vardonii* Livingstone 1857) population at Lake Rukwa, Tanzania (2009b).
- [41] Charles Foley, Lara Foley, Alex Lobora, Daniela De Luca, Maurus Msuha, Tim R.B. Davenport & Sara Durant ; A field guide to the Larger Mammals of Tanzania, Princeton University Press, (2014).
- [42] J. Kingdon, The Kingdon Field Guide to African Mammals, A&C Black Publishers Ltd, (1997).
- [43] T. Banda, N. Mwangulango, B. Meyer, M.W. Schwartz, F. Mbago, M. Sungula, T. Caro, The woodland vegetation of the Katavi-Rukwa ecosystem in western Tanzania, Forest Ecology and Management 255 (2008) 3382-3395.
- [44] E. Fitzherbert, T. Gardner, T. Caro, P. Jenkins, Habitat preferences of small mammals in the Katavi ecosystem of western Tanzania, Blackwell Publishing Ltd, African Journal of Ecology, 45, 249-257, (2007).
- [45] A.Engilis Jr., P.S. Lalbhai, T. Caro, Avifauna of the Katavi-Rukwa Ecosystem, Tanzania, Journal of East African Natural History 98(1): 95-117, (2009).
- [46] K. Weingarh, F. Zimmermann, F. Knauer, M. Heurich, Evaluation of six digital camera models for the use in capture-recapture sampling of Eurasian Lynx (*Lynx lynx*), Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz, Heft 13 (2013) S.87-92.
- [47] The Wildlife Conservation Act, Tanzania, MNRT, Wildlife Division, 2009.
- [48] GTZ, Rukwa-Lukwati Game Reserves Part of General Management Plan-Draft, 2004.
- [49] S. Mermod, Etude et comparaison de la diversité spécifique des moyens à grands mammifères de deux aires protégées à statut de protection différent, Rukwa Game Reserve et Mlele Beekeeping Zone, région de Katavi-Tanzanie, HEPIA, thèse de bachelor, (2012).
- [50] L. Delisle, Evaluation comparative de la valeur de conservation de différentes aires protégées tanzaniennes par le biais de pièges photographiques, HEPIA, thèse de bachelor, (2014).
- [51] TFS, Forest Harvesting Plan for Rungwa River Forest Reserve, Mlele District-Katavi Region, 2014-2019, (2014).
- [52] TFS, Executive Agencies ACT (Tanzania Forest Services Agency) (Establishment) Order, 2010
- [53] P.D. Meek, G. Ballard, A. Claridge, R. Kays, K. Moseby, T.O'Brien, A. O'Connell, J. Sanderson, D. E. Swann, M. Tobler, S. Townsend, Recommended guiding principles for reporting on camera trapping research, Biodivers Conserv (2014) 23:2321-2343.
- [54] F. Rovero, F. Zimmermann, D. Berzi, P. Meek, "Which camera trap type and how many do I need?" A review of camera features and study designs for a range of wildlife research applications, Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy, Online first, (2013).
- [55] R. Sollmann, A. Mohamed, H. Samejima, A. Wilting, Risky business or simple solution-Relative abundance indices from camera-trapping, Biological Conservation 159 (2013) 405-412.

- [56] A.F O'Connell, L.L Bailey, Inference for occupancy and occupancy dynamics. In: O'Connell AF, Nichols JD, Karanth KU, editors. Camera traps in animal ecology: methods and analysis. New York: Springer. pp. 191–205, (2011).
- [57] J. Mccallum, Changing use of camera traps in mammalian field research: habitats, taxa and study types, *Mammal Review*, (2012).
- [58] K.E. Jenks, P. Chanteap, K. Damrongchainarong, Pe. Cutter, Pa. Cutter, T. Redford, A. J. Lynam, J. Howard, P. Leimgruber, Using relative abundance indices from camera-trapping to test wildlife conservation hypotheses-an example from Khao Yai National Park, Thailand, *Tropical Conservations Science* Vol.4(2): 113-131, (2011).
- [59] B.J. Harmsen, R.J. Foster, C.P. Doncaster, Heterogeneous capture rates in low density populations and consequences for capture-recapture analysis of camera-trap data, *Popul Ecol* (2011) 53:253-259.
- [60] B.J. Harmsen, R.J. Foster, S. Silver, L. Onde, C.P. Doncaster, Differential Use of Trails by Forest Mammals and the Implications for Camera-Trap Studies: A Case Study from Belize, *BIOTROPICA* 42(1): 126-133, (2010).
- [61] H. Tuomisto, An updated consumer's guide to evenness and related indices, *Nordic Society Oikos*, (2012).
- [62] Christoph Kopp, script module T3, mars 2015.
- [63] S. Mermod, Geotools-stat, Statistiques et Géo-Statistiques, Rapport d'examen, Université de Genève, (2014).
- [64] D. Chessel, S. Benyacoub, S. Dolédec, Analyse Canonique des Correspondances, ade4, Fiche thématique 3.7/97-07/, publication de l'université de Lyon, (1997).
- [65] R.D. Estes, *The Behavior Guide to African Mammals*, The University of California Press, London, England, (1991).
- [66] D. De Vries, Choosing Your Baseline Carefully: Integrating Historical and Political Ecology in the Evaluation of Environmental Intervention Projects, *Journal of Ecological Anthropology*, Vol.9, (2005).
- [67] Jean Dorst, « Jean Dorst: Avant que nature meure pour une écologie politique (1965) et Robert Barbault: Pour que nature vive », Delachaux et Niestlé et Muséum national d'Histoire naturelle, Normandie roto impression S.A.S, Lonrai, France, 2012.
- [68] <http://safarisandexpeditions.com/index.php/game-reserves.html>, consulté le 28 février 2016.
- [69] <http://atlas.challenges.fr/pays/TZ-tanzanie/>, consulté le 27 janvier 2016.
- [70] UICN, <https://www.iucn.org/>, consulté le 5 janvier 2016.
- [71] www.citypopulation.de, consulté le 25 janvier 2016.
- [72] http://piegephotographique.fr/boutique/product.php?id_product=237, consulté le 17 mars 2016.
- [73] http://envlit.ifremer.fr/infos/glossaire/i/indice_de_shannon, consulté le 28 février 2016.
- [74] http://www.lagrandepoubelle.com/wikibis/environnement/diversite_beta.php#cite_note-S.C3.B8rensen-0, consulté le 1 mars 2016.
- [75] http://www.gardenersown.co.uk/Education/Lectures/R/basics.htm#u_test, consulté le 28 février 2016.
- [76] http://www.adscience.fr/uploads/ckfiles/files/html_files/StatEL/statel_test_mann_whitney.htm, consulté le 28 février 2016.
- [77] <http://factominer.free.fr/classical-methods/analyse-en-composantes-principales.html>, consulté le 29 février 2016.
- [78] <http://www.iucnredlist.org/details/41702/0>, consulté le 15 mars 2015.

- [79] https://cites.org/eng/prog/mike/data_and_reports, consulté le 15 mars 2016.
- [80] <http://www.panda.org/>, consulté le 16 février 2016.
- [81] <http://www.africahunting.com/threads/list-of-hunting-companies-allocated-hunting-blocks-in-tanzania.7141/>), consulté le 14 janvier 2016.

Commentaire personnel

Claude Fischer, professeur à l'HEPIA, 2016

Yves Hausser, professeur à l'HEPIA, 2016

Joseph Mwang'ombe, project manager Rukwa-Lwafi Game Reserve, Wildlife Division, 2015, 2015

Said Habibu, Wildlife officer, Wildlife Division, 2015

Marc Chuwa, project manager assistant Rukwa-Lwafi Game Reserve, Wildlife Division, 2015

Anthony Mbugah, District Forest Manager, TFS, 2015

John Mduma, District Game Officer, Mlele District, 2015

Ezekiel Sumbuka, District Natural Ressource Officer, Mlele District, 2015

Certaines informations reçues par le district de Mlele et le district de Mpanda, n'ont pas pu être identifiées à une personne précise et sont donc marqué comme Mlele et Mpanda, commentaire personnel.

8 Annexes

Liste des annexes

- I Les catégories d'aires protégées avec leurs explications
- II L'inventaire des espèces de Waltert et al. (2009a) pour Rukwa GR et Katavi NP
- III Carte des milieux et carte de la topographie avec les cours d'eau
- IV Liste des allocations de chasse 2013-2018 pour la Tanzanie
- V Liste d'espèces pour Rukwa GR de S. Mermoud (2012) et L. Delisle (2014)
- VI Extrait du G.N. concernant Rungwa River Forest Reserve
- VII Carte des emplacements théoriques des sites de poses pour les deux terrains d'études
- VIII Présentation des deux modèles de pièges photographiques
- IX Protocole de terrains
- X Calendrier réel de la thèse de master
- XI Extrait de cartes avec les points réels des sites de pose dans Rungwa River FR et Rukwa GR
- XII Liste des 51 pièges photographiques avec dysfonctionnements
- XIII Schéma représentant le placement réel des deux modèles de pièges photographiques
- XIV Extrait du tableau pour les analyses statistiques
- XV Questionnaire pour les entretiens
- XVI Résultat général des pièges photographiques pour le nombre de photos
- XVII Liste d'espèces pour Rukwa GR de 2012, 2014 et 2015
- XVIII Graphique pour le nombre d'espèces et le nombre de sites de pose
- XIX Tableau de la fréquence de capture (Bushnell)
- XX Tableau de la fréquence de capture (Cuddeback)
- XXI Tableau de la fréquence de capture du quadrat R2 (2012, 2014 et 2015)
- XXII Tableau pour la distribution des espèces
- XXIII Histogramme complet de la distribution des espèces
- XXIV Cartes de distribution spatiale pour les 47 espèces photographiées
- XXV Carte avec l'emplacement des activités de coupes de bois
- XXVI Carte avec l'emplacement des activités de pastoralisme
- XXVII Résultats des interviews pour les gestionnaires de Rukwa GR
- XXVIII Résultats des interviews pour les gestionnaires de Rungwa River FR
- XXIX Quotas de chasse pour Rukwa GR et Rungwa River FR
- XXX Liste des espèces chassées à Rukwa GR
- XXXI Extrait de résultats de la coupe de bois à Rungwa River
- XXXII Carte de la richesse spécifique et des paramètres environnementaux
- XXXIII Carte de la fréquence de capture pour l'éléphant
- XXXIV Carte de la fréquence de capture pour le léopard

Note : Les documents annexes sans mention de la source ont été produits par l'auteur

Annexe I

Les catégories d'aires protégées avec leurs explications

Les catégories **IV** et **VI** sont sujets de cette étude

Catégorie	Titre
Ia	Réserve naturelle intégrale
Ib	Zone de nature sauvage
II	Parc national
III	Monument ou élément naturel
IV	Aire de gestion des habitats ou des espèces
V	Paysage terrestre ou marin protégé
VI	Aire protégée avec utilisation durable des ressources naturelles

Inspirés du site internet d'UICN (consulté le 07.01.2016)

Explication des catégories des aires protégées, tiré de Dudley (2008)

IUCN PROTECTED AREA DEFINITION AND MANAGEMENT CATEGORIES WITH GOUVERNANCE TYPES

IUCN defines a protected area as:

A clearly defined geographical space, recognised, dedicated and managed, through legal or other effective means, to achieve the long-term conservation of nature with associated ecosystem services and cultural values.

The definition is expanded by six management categories (one with a sub-division), summarized below.

Ia Strict nature reserve: Strictly protected for biodiversity and also possibly geological/ geomorphological features, where human visitation, use and impacts are controlled and limited to ensure protection of the conservation values

Ib Wilderness area: Usually large unmodified or slightly modified areas, retaining their natural character and influence, without permanent or significant human habitation, protected and managed to preserve their natural condition

II National Park: Large natural or near-natural areas protecting large-scale ecological processes with characteristic species and ecosystems, which also have environmentally and culturally compatible spiritual, scientific, educational, recreational and visitor opportunities

III Natural monument or feature: Areas set aside to protect a specific natural monument, which can be a landform, sea mount, marine cavern, geological feature such as a cave, or a living feature such as an ancient grove

IV Habitat/species management area: Areas to protect particular species or habitats, where management reflects this priority. Many will need regular, active interventions to meet the needs of particular species or habitats, but this is not a requirement of the category

V Protected landscape or seascape: Where the interaction of people and nature over time has produced a distinct character with significant ecological, biological, cultural and scenic value: and where safeguarding the integrity of this interaction is vital to protecting and sustaining the area and its associated nature conservation and other values

VI Protected areas with sustainable use of natural resources: Areas which conserve ecosystems, together with associated cultural values and traditional natural resource management systems. Generally large, mainly in a natural condition, with a proportion under sustainable natural resource management and where low-level non-industrial natural resource use compatible with nature conservation is seen as one of the main aims

The management categories are applied with a typology of governance types -a description of who holds authority and responsibility for the protected area. IUCN defines four governance types

Governance by government: Federal or national ministry/agency in charge; sub-national ministry/agency in charge; government-delegated management (e.g. to NGO)

Shared governance: Collaborative management (various degrees of influence); joint management (pluralist management board; transboundary management (various levels across international borders)

Private governance: By individual owner; by non-profit organisations (NGOs, universities, cooperatives); by for-profit organisations (individuals or corporate)

Governance by indigenous peoples and local communities: Indigenous peoples' conserved areas and territories; community conserved areas – declared and run by local communities

Annexe II

L'inventaire des espèces de Waltert et al. (2009a) pour Rukwa GR et Katavi NP, (tiré de Waltert et al. 2009a)

Distribution of large mammals in western Tanzania 741

Table 1 Estimate of density D [individuals per km²], coefficient of variation of density CV, and biomass density [kg km⁻²] of large mammalian herbivores in the Katavi–Rukwa ecosystem, Tanzania

	Density (from Waltert <i>et al.</i> , 2008)						z-value	P	Biomass density		
	National park		Game reserve		Total study area				NP	GR	Total
	D	CV	D	CV	D	CV					
Elephant	0.95	0.43	0.46	0.43	0.70	0.36	-0.638	0.262	2,138	1,035	1,575
Hippopotamus ^a	1.33	–	0.03	–	0.68	–	–	–	1,379	28	717
Giraffe	0.98	0.24	0.44	0.34	0.71	0.22	2.361	0.009	515	231	373
Buffalo	2.04	0.50	1.61	0.69	1.82	0.50	0.351	0.363	881	696	786
Eland	0.32	0.53	0.07	1.11	0.19	0.48	1.667	0.048	94	21	56
Roan antelope	0.15	0.53	–	–	0.08	0.53	1.887	0.030	29	0	16
Sable antelope	–	–	0.96	0.66	0.48	0.66	-1.515	0.065	0	158	79
Zebra	4.00	0.45	0.68	0.45	2.33	0.40	1.253	0.105	660	112	384
Greater kudu	–	–	0.34	0.66	0.18	0.66	-1.515	0.065	0	43	23
Waterbuck	0.40	0.51	0.07	1.13	0.23	0.49	1.564	0.059	56	10	32
Kongoni	0.26	0.69	0.81	0.59	0.54	0.54	-0.634	0.263	25	77	51
Topi	3.15	0.57	–	–	1.56	0.57	1.754	0.040	255	0	126
Bush pig	0.21	0.67	0.64	0.47	0.43	0.45	-1.536	0.062	11	34	23
Warthog	1.31	0.25	0.39	0.32	0.85	0.22	1.856	0.032	64	19	41
Puku	–	–	0.40	0.88	0.20	0.88	-1.136	0.128	0	19	9
Impala	5.02	0.43	2.31	0.46	3.66	0.39	1.452	0.073	181	83	132
Reedbuck	0.74	0.53	0.29	0.57	0.48	0.45	1.345	0.089	25	10	16
Bushbuck	0.33	0.33	0.39	0.39	0.36	0.28	-0.810	0.209	11	12	11
Duiker	0.96	0.27	1.13	0.24	1.04	0.19	-0.657	0.256	12	15	13
Small antelope ^b	0.37	0.36	0.61	0.38	0.49	0.29	-0.503	0.307	3	5	4
Sum									6355	2607	4469

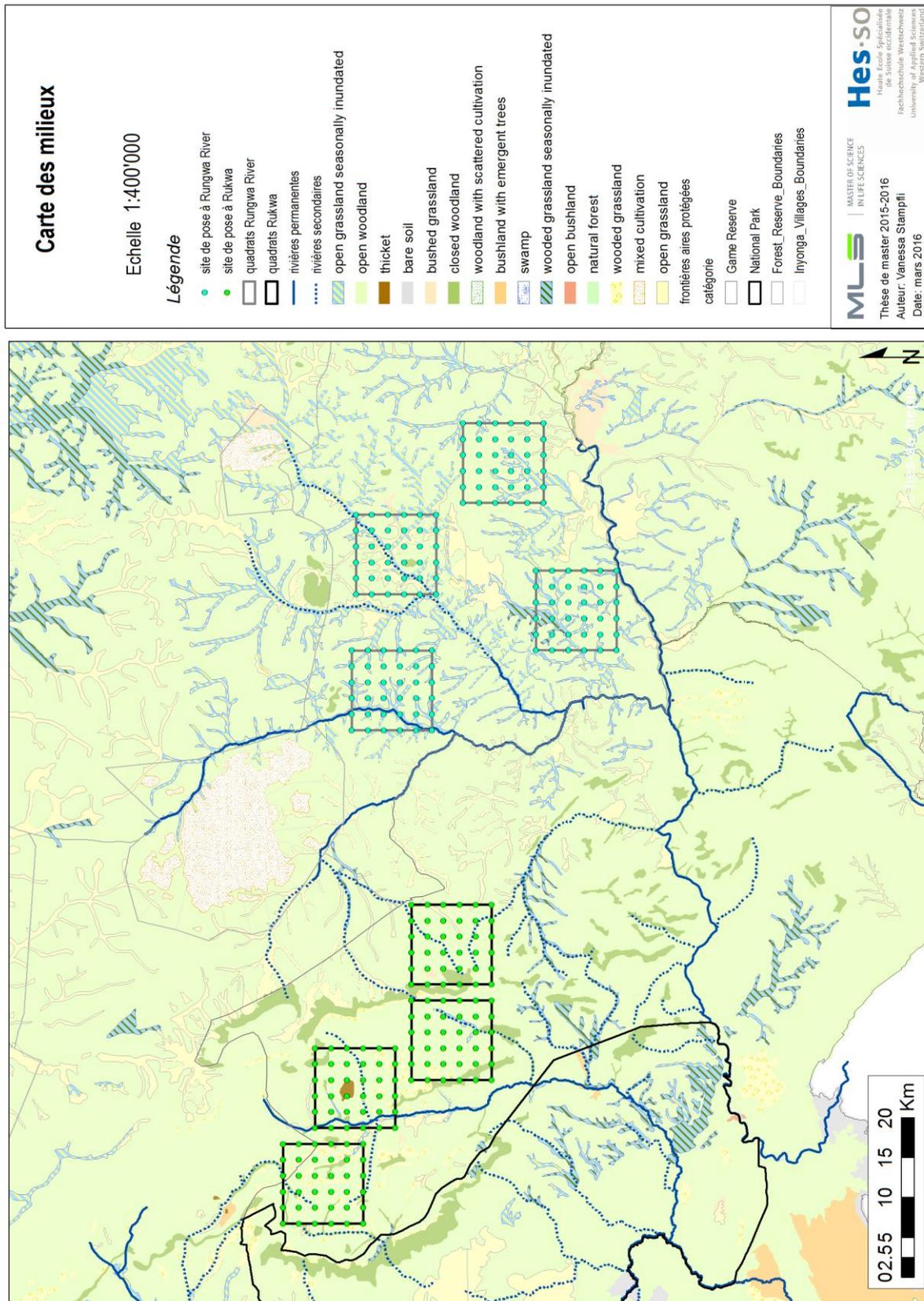
Biomass derived from average female body weight multiplied with the factor 0.75. P- and z-values from z-tests on difference in density between National Park (NP) and Game Reserve (GR). Species are listed in descending order of female body weight. Small antelope may include duiker (*Sylviaapra grimmia*), sharpe's grysbok (*Raphicerus sharpei*), steenbuck (*Raphicerus campestris*) and oribi (*Ourebia ourebi*).

^aData on hippopotamus from minimum count (see methods).

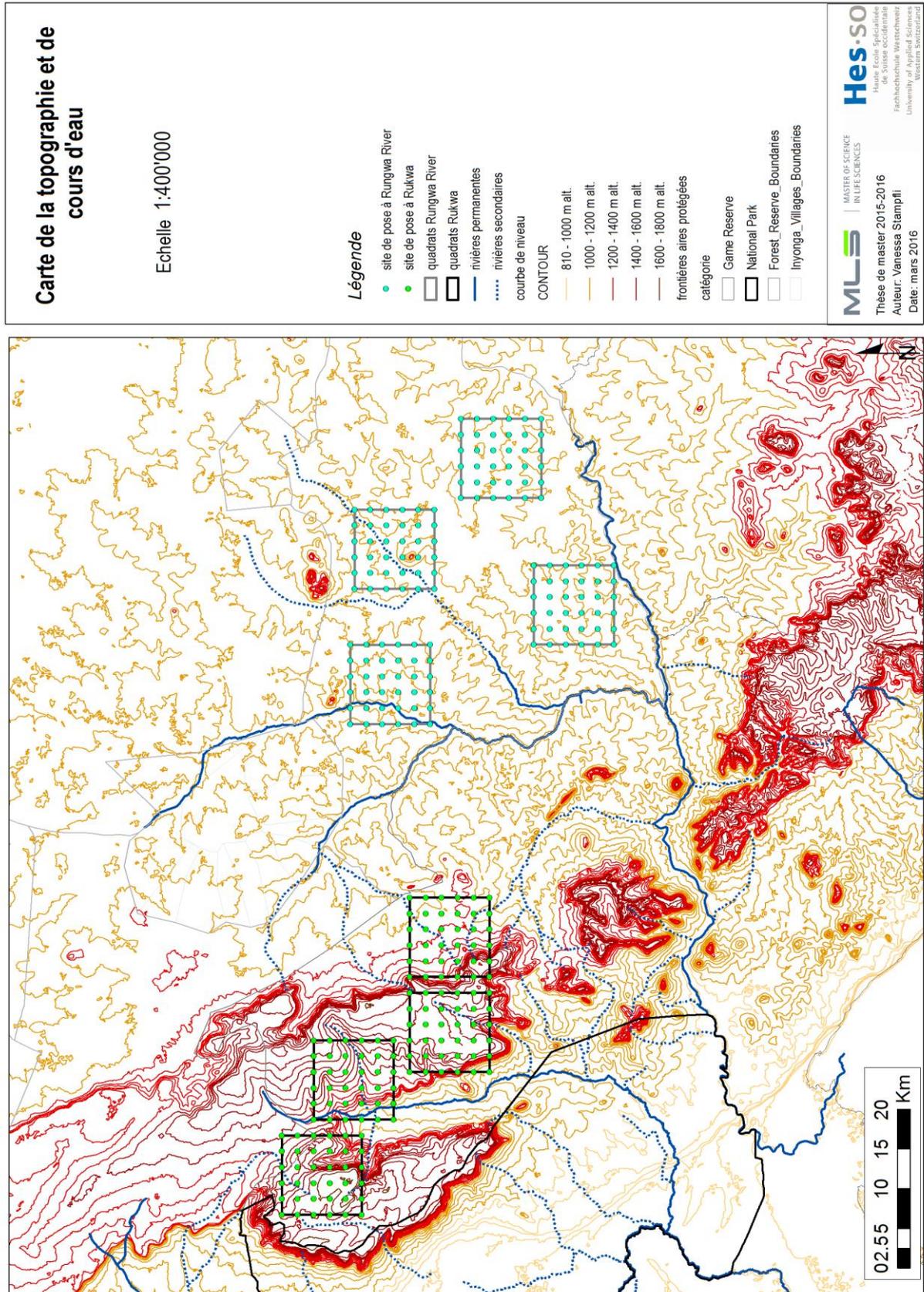
^bWeight of small antelope is median of Steenbuck, Grysbock, Oribi, Duiker.

Annexe III

Carte des milieux avec les quadrats en noir pour Rukwa et en gris pour Rungwa River



Carte de la topographie et de cours d'eau avec les quadrats en noir pour Rukwa et en gris pour Rungwa River



Liste des allocations de chasse 2013-2018 pour la Tanzanie (tiré de <http://www.africahunting.com/>)

THE INDEPENDENT NEWS SERVICE FOR HUNTERS WHO TRAVEL

Tanzania Hunting Concession Allocations For 2013-2018

<u>Hunting Company</u>	<u>Concessions Allocated</u>	<u>Hunting Company</u>	<u>Concessions Allocated</u>	<u>Hunting Company</u>	<u>Concessions Allocated</u>
African Trophy Hunting Safaris Ltd	Selous GR K5 Selous GR U1	Tanzania Game Trackers Safaris Ltd	Ugalla GR (S) Moyowosi-Njigiwe GR1 Maswa Kimali GR Ugalla GR (N) Maswa Mbono GR	African Buffalo Safaris Trackers Ltd	Kizigo GR (E) - 2 Kigosi GR (S) Mto wa mbu GCA
Bartlette Safari Corporation Ltd	Selous GR MT2 Selous GR LL1 Selous GR MHJ2 Selous GR MHJ1	Tanzania Wildlife Co. Ltd	Selous GR U3 Selous GR MA 1 Rungwa Ikili GR	Melami Hunting Safaris Ltd	Simanjiro Kitiangare GCA Muhuwesi GCA
Bushman Hunting Safaris (T) Ltd	Selous GR MHJ3 Maswa GR (N) Rungwa Rungwa GR (E)	Traditional African Safaris Ltd	Irkishbor Selous GR LU3	EBN Hunting Safaris Ltd	Kizigo GR (E) - 1
Game Frontiers of Tanzania Ltd	Moyowosi/Njingwe GR 2 Rungwa River GCA Ituru Forest/Open Area Ugalla GR (E)	Grumet Reserves (T) Ltd	Grumeti GR Ikorongo GR	Tanza Guides Ltd	Kitwai GCA (N)
Gerald Pasanisi Safari Corp	Selous GR MB3 Selous GR MT1 Selous GR ML1 Selous GR LU8 Selous GR LL2	Wengert Windrose Safaris (T) Ltd	Moyowosi GR (S) Lake Natron G.C.A (N-South)	Sid Kawawa Hunting Safaris Ltd	Mwatisi O.A. (S) Ibanda Rumanyika GR
Kiboko Hunting Safaris Ltd	Selous GR Block K1 Selous GR Block K2	Western Frontiers (T) Ltd	Piti O.A. (E) Selous GR R4 Mtungwe O. A. (Central)	Safari Club (T) Ltd	Kilwa O.A. (S) - Mbwemkuru Kilwa O.A. (S) - Nakiu
Kilimanjaro Game Trails Ltd	Burigi GR (W)	Wild Footprint Ltd	Mlele GCA (N) Kizigo GR (W)	Tandala Hunting Safaris Ltd	Mwambesi GCA Inyonga GCA (C) Msima GCA (E)
Kilombero North Safaris Ltd	Selous GR LU1 - LU2 Kilombero GCA-Mlimba Lake Natron GCA (S)	Marera Safari Lodge & Tours (T) Ltd	Muhesi GR (W) Rungwa Rungwa GR (W)	Tanganyika Game Fishing & Photographic Safaris Ltd	Selous GR LU5
Luke Samaras Ltd	Selous GR MS1 Selous GR U4 Selous GR LR 1 Selous GR LR 2	Bunda Safaris Ltd	Mahenge Open Area North Kilwa Open Area North Ruvuma Open Area Mahenge Open Area (South) Mwatisi O.A. (N) - Furua O.A.	Tanganyika Wildlife Safari Corporation	Selous GR LU6 Selous GR MB2 Selous GR MB1 Selous GR LU7 Selous GR N1
Malagarasi Hunting Safaris	Inyonga GCA (E) Selous GR L1	Siafu Safaris Ltd	Gombe GCA	Tanzania Bundu Safaris Ltd	Mkungunero GR Lolkisale GCA Masai OA (W)
Masailand Hunting Co. Ltd	Selous GR LU4-K3 Selous GR IHI	SNF Hunting Safaris Ltd	Landanai GCA	HSK Safaris Co. Ltd	Simanjiro GCA (W)
Miombo Safaris Ltd	Selous GR R3 Rungwa Mpera GR Lukwika/Lumesule GR Msanjesi GR Kipilimbji, Lihonja FR	Fereck Safaris Ltd	Selous GR N2 Kitwai GCA (SW) Selous R MB4	Go Wild Hunting Safaris Ltd	Lunda Mkwambi GCA (N)
Mwanauta & Co. Ltd	Rungwa Mwangembe GR	Eshkesh Safaris Ltd	Masai Open Area (E)	East African Trophy Hunter Ltd	Kigosi (C)
Northern Hunting Enterprises Ltd	Burigi GR (E) Rungwa Inyonga GR Biharamulo GR Lwafi GR - Nkamba FR	Coastal Sable Safaris Ltd	Masai Open Area (S)	Z.H. Poppe Ltd	Kigosi GR (E)
Old Nyika Safaris Ltd	Chunya Lukwati Open Area Piti (W) Open Area Chunya Msami Open Area	Wembere Hunting Safaris Ltd	Ruhudji/Ilinga Open Area Rungwa North Open Area Handeni GCA Ngaserai Open Area	Royal Frontiers Of (T) Ltd	Moyowosi GR (N) Inyonga GCA (W) Selous GR R2 Talamai O.A.
Ortello Business Corp. Ltd	Loliondo GCA	Maully Tours & Safaris Ltd	Ugalla Niensi Makere FR - Uvinza O.A. Ugalla O.A. (North-East) Ugalla O.A. (North-West)	Rungwa Game Safaris (T) Ltd	Moyowosi-Njingwe GR 3 Wembere GCA (S)
Pori Trackers of Africa	Selous GR LR3 Selous GR M2	Mkwawa Hunting Safaris (T) Ltd	Selous GR R1 Selous GR M1 Chunya Open Area (E) Selous GR K4	Safari Royal Holding Ltd	Lukwati GR (N)
Robin Hurt Safaris (T). Ltd	Luganzo GCA Mlele GCA (S) Burko Open Area Rungwa Open Area (S)	Green Leaf Ltd	Lake Rukwa GCA Selous GR U2	Muhesi Safaris Ltd	Muhesi GR (E) Monduli Juu Open Area
		Giant Hunting Club Ltd	Kilwa O.A. (South)	Palahala Safaris & Hunting Ltd	Kizigo GR (C) Wembere Open Area (Centra 2)
		Mwatisi Safaris Ltd	Msima GCA (W) Rungwa-Mzombe Open Area Kitwai GCA (SE)	Out of Africa Co. Ltd	Kilombero GCA (S)-B/Ulanga
				Michel Mantheakis Lake Safaris Ltd	Natron GCA (South-West) Lukwati GR (S)
				Green Miles Co. Ltd	Selous GR MK1 Lake Natron GCA (North)

March 2012

3

Annexe V

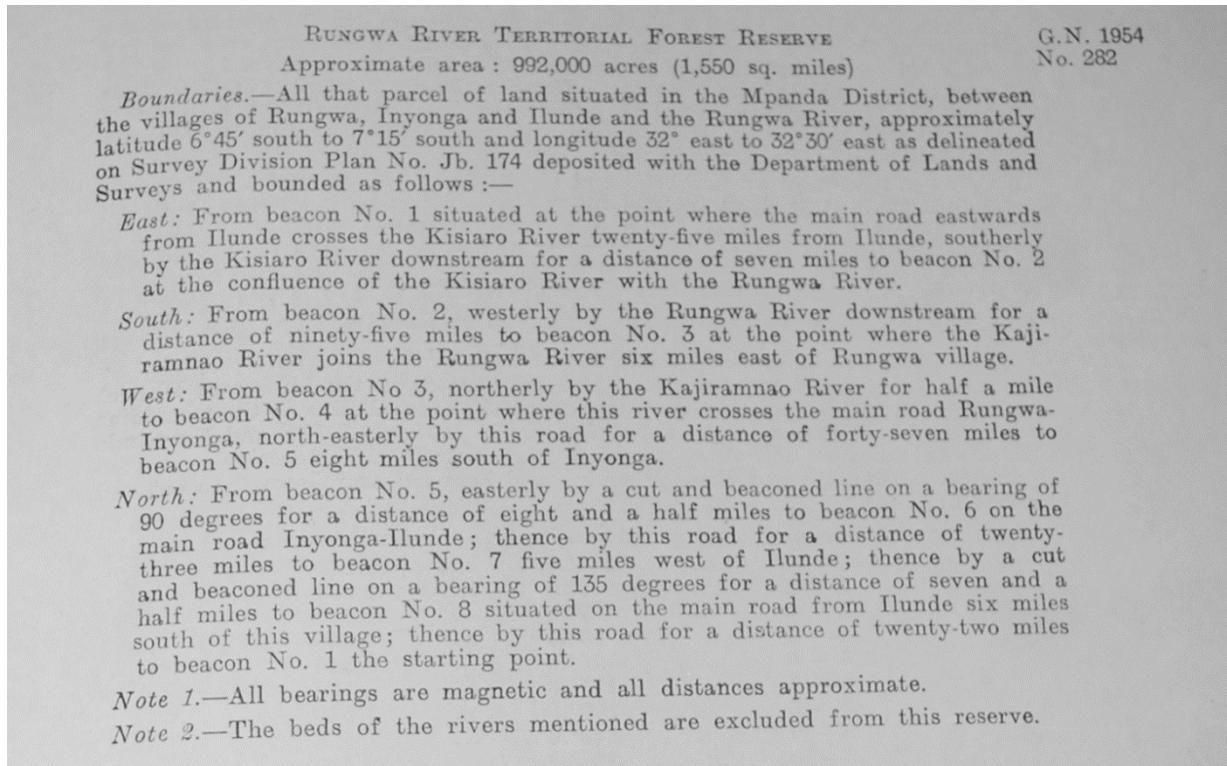
Liste d'espèces pour Rukwa GR de S. Mermod (2012) et L. Delisle (2014) avec espèces sur la Liste Rouge UICN (case en gris)

Ordre	Noms latin des espèces	Noms en français	2012				2014			
			R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Primates	<i>Galago moholi</i>	Galago moholi					x			
Primates	<i>Galago senegalensis</i>	Galago du Sénégal							x	
Primates	<i>Otolemur crassicaudatus</i>	Galago à queue touffue				x	x		x	
Primates	<i>Papio cynocephalus</i>	rat de Gambie		x	x		x		x	x
Insectivora	<i>Petrodromus tetradactylus</i>	Pétradrome				x	x			
Lagomorpha	<i>Lepus sp.</i>	Lièvre sp.		x	x		x		x	
Rodentia	<i>Cricetomys gambianus</i>	rat de Gambie				x	x			
Rodentia	<i>Hystrix africaeaustralis</i>	Porc-épique d'Afrique du Sud			x	x	x		x	x
Rodentia	<i>Pedetes surdaster (capensis)</i>	Lièvre sauteur	x	x	x		x		x	
Carnivora	<i>Atilax paludinosus</i>	Mangouste des marais					x			
Carnivora	<i>Bdeogale crassicaudata</i>	Mangouste à queue touffue	x				x		x	
Carnivora	<i>Canis adustus</i>	Chacal à flancs rayés				x	x			
Carnivora	<i>Civettictis civetta</i>	Civettes d'Afrique			x	x	x	x	x	
Carnivora	<i>Crocuta crocuta</i>	Hyène tachetée			x	x	x	x	x	x
Carnivora	<i>Genetta angolensis</i>	Genette d'Angola	x			x	x		x	x
Carnivora	<i>Ichneumia albicauda</i>	Manouste à queue blanche				x				
Carnivora	<i>Leptailurus serval</i>	Serval					x		x	
Carnivora	<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon						x	x	
Carnivora	<i>Mellivora capensis</i>	Ratel		x		x	x			x
Carnivora	<i>Mungos mungo</i>	Mangue rayée				x				
Carnivora	<i>Panthera pardus</i>	Panthère, Léopard		x	x	x	x		x	
Tubulidentata	<i>Orycteropus afer</i>	Oryctérope		x			x	x	x	
Proboscidea	<i>Loxodonta africana</i>	Eléphant d'Afrique	x	x	x		x	x	x	
Perissodactyla	<i>Equus q.boehmi</i>	Zèbre de steppe	x			x		x		x
Artiodactyla	<i>Alcelaphus (b.) lichtensteinii</i>	Bubale de Lichtenstein	x	x	x	x	x	x	x	x
Artiodactyla	<i>Giraffa camelopardalis</i>	Girafe			x	x	x	x	x	x
Artiodactyla	<i>Hippotragus equinus</i>	Rouanne								x
Artiodactyla	<i>Hippotragus niger</i>	Hippotrague noir	x	x	x	x	x	x	x	x
Artiodactyla	<i>Phacochoerus africanus</i>	Phacochère	x	x	x		x	x	x	x
Artiodactyla	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Potamochère	x	x	x	x	x	x	x	x
Artiodactyla	<i>Raphicerus sharpei</i>	Grysbok de Sharpe	x			x	x		x	x
Artiodactyla	<i>Redunca arundinum</i>	Cobe des roseaux						x		x
Artiodactyla	<i>Sylvicapra grimmia</i>	Céphalophe couronné	x	x	x	x	x	x	x	x
Artiodactyla	<i>Syncerus caffer</i>	Buffle d'Afrique		x	x		x	x	x	x
Artiodactyla	<i>Tragelaphus oryx</i>	Elan du Cap				x				
Artiodactyla	<i>Tragelaphus scriptus</i>	Guib hamaché	x	x	x		x	x	x	
	Total par quadrat		12	14	16	20	28	15	24	16
	Total par année		29				33			
	Total d'espèces		35							

Espèces sur Liste Rouge UICN	Catégorie
<i>Lycaon pictus</i>	EN
<i>Loxodonta africana</i>	VU
<i>Panthera pardus</i>	NT

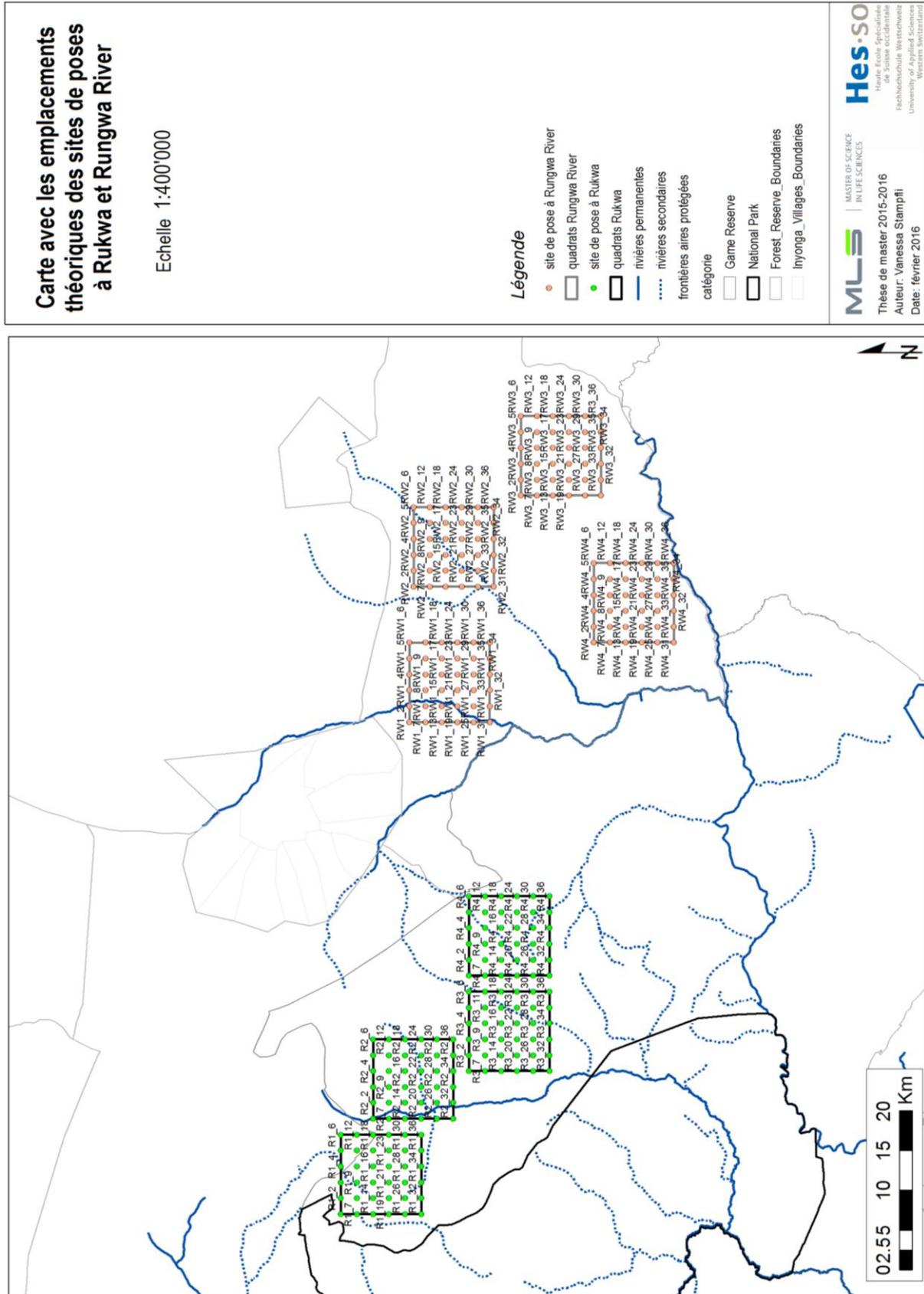
Annexe VI

Rungwa River Forest Reserve a été déclaré en 1954 (G.N. No 282 du 02.09.1954) et voici un extrait avec les informations sur la délimitation de cette aire protégée (photographié au TFS à Tabora)



Annexe VII

Carte des emplacements théoriques des sites de poses pour les deux terrains d'études, l'extrait de cartes des emplacements réels des pièges photographiques se trouve en Annexe XI



Annexe VIII

Présentation des deux modèles de pièges photographiques (basé sur le manuel d'utilisation de Trophy Cam HD, Hausser et al., 2016, Weingarth et al., 2013, <http://piegephotographique.fr/>)

Les différents paramètres pour les deux modèles de pièges photographiques

Trophy Cam HD, Bushnell		Capture, Cuddeback	
Sensor	PIR	Sensor	PIR
Flash	Infra red	Flash	Luminescent
Image Size	3M-5M-8M	Image Size	env.3M
Speed detection	0.2 sec	Speed detection	0.3 sec
Fonction	Test	Fonction	Test
SD card	2GB	SD card	2GB

Les différents réglages effectués pour les deux modèles de pièges photographiques

Trophy Cam HD, Bushnell		Capture, Cuddeback	
Parameter	Settings	Parameter	Settings
Mode	Camera	Set	Time
Image Size	3M Pixel		Date
Image format	Full screen		Year
Capture number	2 Photos	Armed (interval)	1 Minute
Led control	High		
Interval	1 Minute		
Sensor Level	Normal		
NV Shutter	High		
Camera mode	24 Hrs		
Time stamp	on		
Set clock	Set Date and Hours		

* Pour la Trophy Cam HD, il y a 8 réglages en plus mais qui n'ont pas été pris en compte

Un exemple de photo pour chaque marque, un babouin cynocéphale (*Papio cyncephalus*) capturé par un Bushnell et un hippopotame (*Hippopotamus amphibius*) capturé par un Cuddeback



Annexe X

Calendrier réel de la thèse de master

02.08.2015-04.03.2016

Période de terrain	02.08-14.11.2015
Trajets, démarches administratives, préparations et prendre connaissance du matériel	03.08-11.08.2015
Pose de RW3 & RW4	12.08-19.08.2015
Traitement des données (protocoles et observations fortuites), trajet au camp de Robin Hurt (société de chasse) à Rukwa GR, préparation de la dépose	
Dépose de RW3 & RW4	02.09-08.09.2015
Journée de préparation pour prochaine session de pose	09.09.2015
Pose de RW1 & RW2	10.09-16.09.2016
Préparation du questionnaire pour paramètres de gestion, traitement des protocoles et observations fortuites, 3x interviews au gestionnaire de Rukwa GR, commencement traitement des photos des pièges photographiques, préparation de la dépose	17.09-30.09.2015
Dépose de RW1 & RW2	1.10-6.10.2015
Séjour à Mpanda pour régler permis de résidence, traitement des protocoles et observations fortuites, 3x interview, préparation de la pose	7.10-13.10.2015
Pose de R1 & R2 avec C.Fischer	14.10-21.10.2015
Présence sur le terrain de C.Fischer, Traitements des données (protocoles + observations fortuites), traitement des photos des pièges photographiques	22.10-1.11.2015
Dépose de R1 & R2	2.11-8.11.2015
Clôture de la période de terrain et retour en Suisse	9.11-14.11
Traitements des données de pièges photographiques	16.11-18.12.2015
Analyse et rédaction de la thèse de master	21.12.2015-04.03.2016

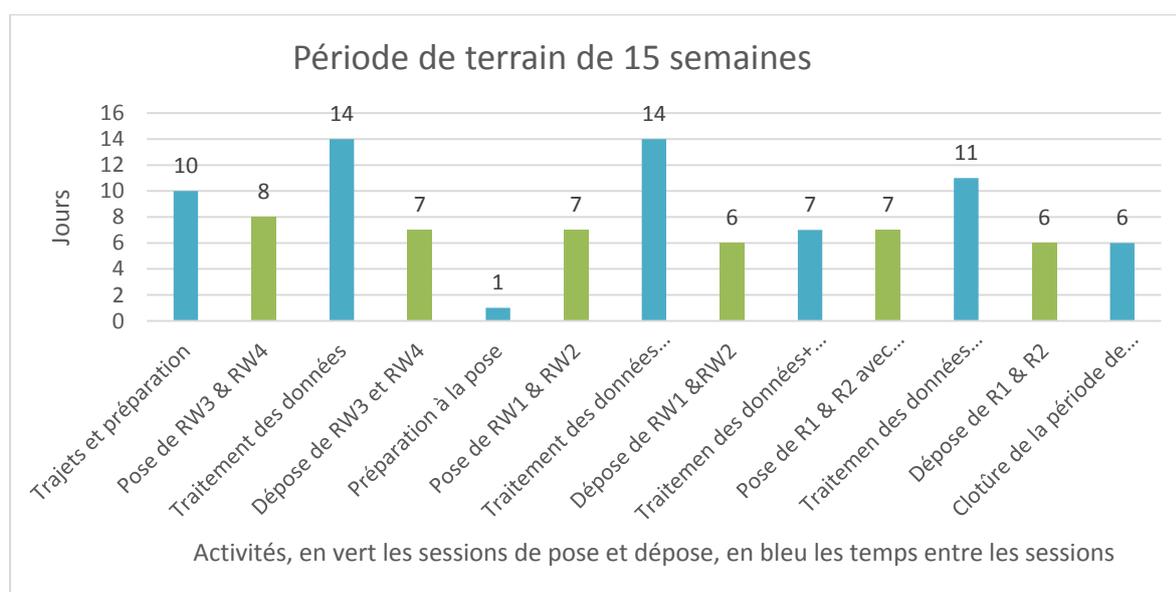
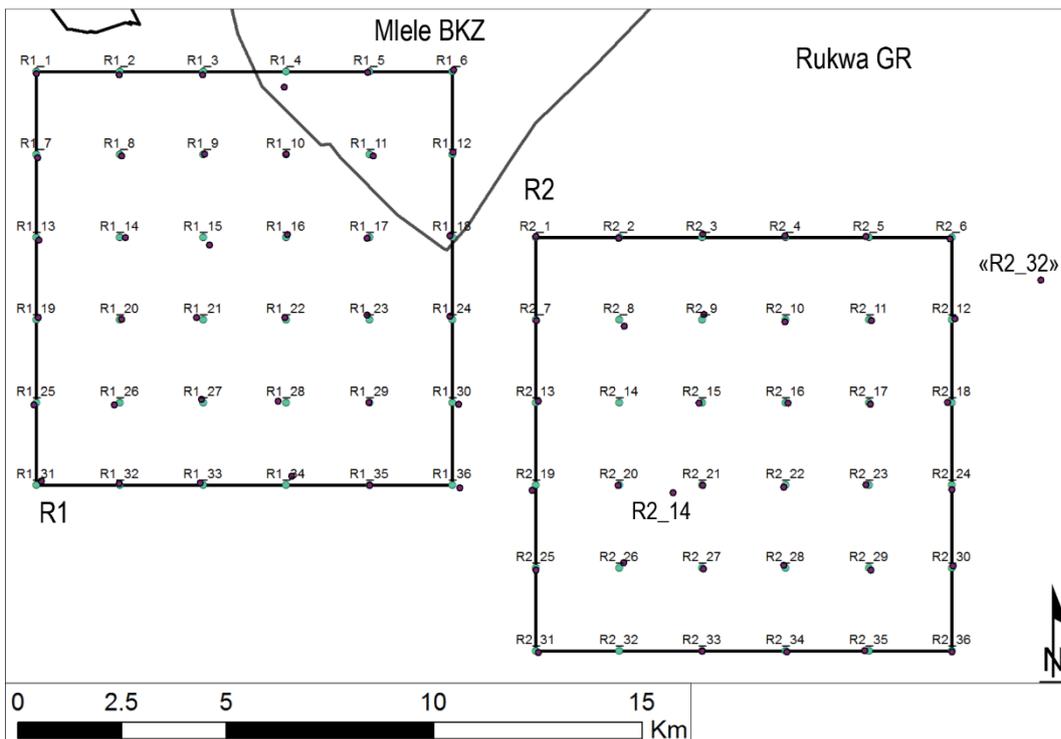
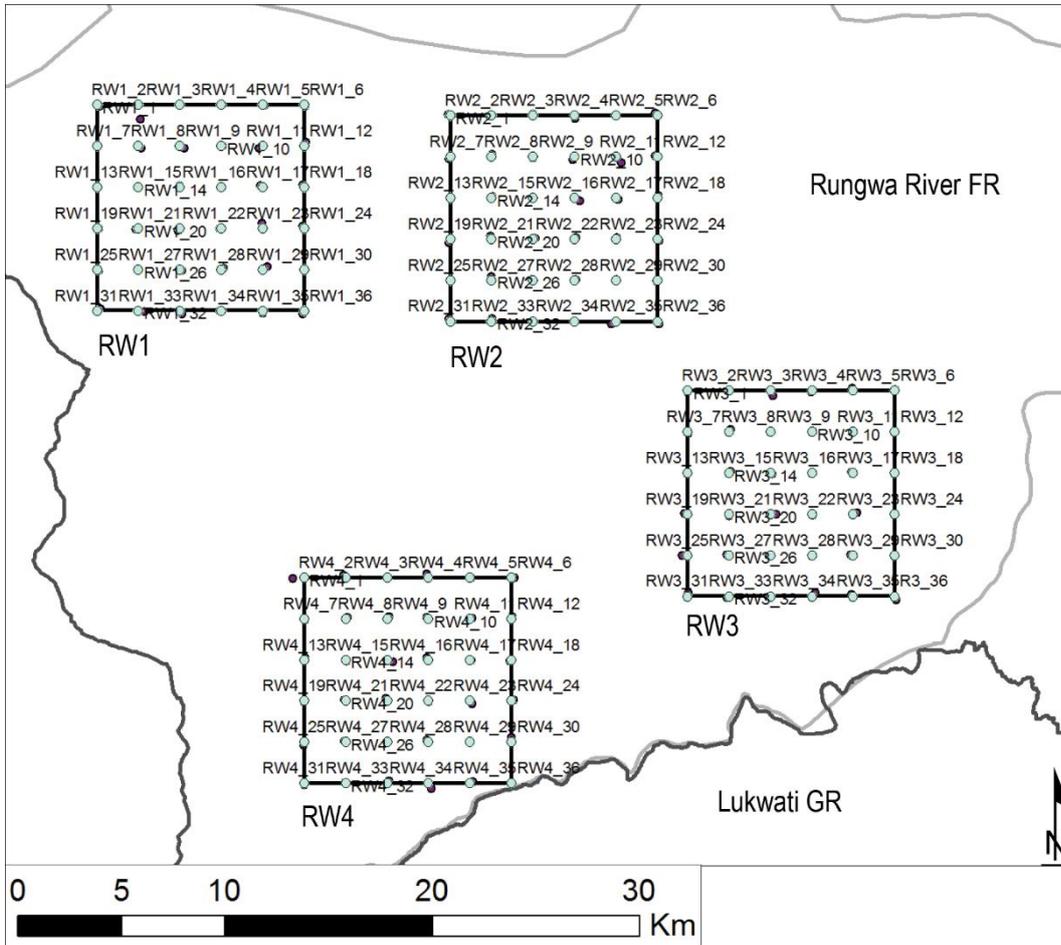


Figure 25 Graphique montrant la repartition des activités de la période de terrain, (source, présente étude)

Annexe XI

Extrait de cartes avec les points réels des sites de pose dans Rungwa River FR et Rukwa GR



Annexe XII

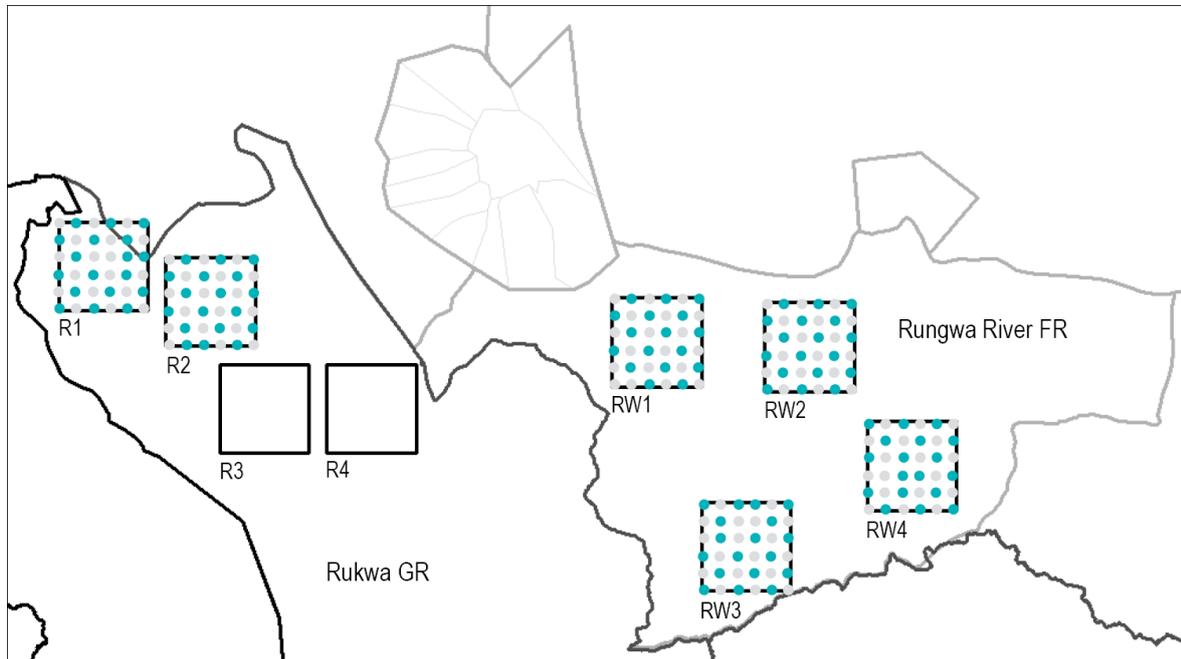
Liste des 51 pièges photographiques où il n'y a pas de données pour les 21 jours de session. Les données partielles ont été prises dans l'analyse.

Catégorie	Site de pose	Problèmes	Type de marque	CT days	Total par catégorie
Aucune donnée	RW1_3	volé	B		4
	RW1_10	volé	B		
	RW1_33	SD carte perdue	C		
	RW3_12	brûlé	C		
Donnée non utilisables	RW1_22	mode off	B		4
	RW1_29	mode off	B		
	RW1_36	mode off	B		
	RW3_22	photo d'erreur	C		
Données partielles	RW1_17	Carte SD remplie	B	10.13	43
	RW1_19	batterie	C	17.33	
	RW1_25	batterie	B	1.98	
	RW1_32	carte SD remplie	B	4.18	
	RW2_3	Mode vidéo, Carte SD remplie	B	6.18	
	RW2_9	batterie	C	14.40	
	RW2_10	batterie	B	4.71	
	RW2_15	batterie	B	15.28	
	RW2_19	batterie	C	1.65	
	RW2_22	batterie	B	6.07	
	RW2_25	carte SD remplie	B	8.07	
	RW2_27	batterie	B	19.42	
	RW2_29	carte SD remplie	B	12.20	
	RW2_31	batterie	C	4.88	
	RW2_34	batterie	B	19.52	
	RW3_5	batterie	C	12.61	
	RW3_9	carte SD remplie	B	13.97	
	RW3_11	carte SD remplie	B	17.15	
	RW3_16	carte SD remplie	B	6.96	
	RW3_18	carte SD remplie	B	15.46	
	RW3_20	carte SD remplie	B	15.27	
	RW3_25	batterie	C	15.12	
	RW3_30	carte SD remplie	B	16.06	
	RW3_35	carte SD remplie	B	9.87	
	RW4_2	carte SD remplie	B	9.16	
	RW4_5	carte SD remplie	B	8.08	
	RW4_7	batterie	B	2.49	
	RW4_9	carte SD remplie	B	11.00	
RW4_10	batterie	B	14.03		
RW4_15	carte SD remplie	B	8.18		

RW4_17	indéterminé	B	16.64
RW4_20	carte SD remplie	B	13.08
RW4_25	carte SD remplie	B	8.07
RW4_31	batterie	C	12.44
RW4_35	batterie	C	3.63
RW4_36	carte SD remplie	B	6.21
R1_24	indéterminé	B	4.47
R1_27	batterie	B	4.83
R1_32	batterie	B	5.44
R2_2	indéterminé	C	4.47
R2_19	eau dans le boîtier	C	8.4
R2_26	batterie	C	7.17
R2_29	batterie	B	4.37

Annexe XIII

Schéma représentant le placement réel des deux modèles de pièges photographiques



Les deux marques de pièges photographiques

- Cuddeback
- Bushnell

Annexe XIV

Extrait du tableau pour les analyses statistiques

zone	grid	sites	coords	coordE	nbspecies	habitat	road	road_primary	villages	field	becamp	Karavi_NP	Lukwati_GR	boundary_Gfs	act_humans	obs_human	river	river_permanent	
RUNGWA	RW3	RW3_1	-7,00034	32,42773	1	open woodland	5960,983929	22776,47635	29235,69472	21778,17116	10782,15515	69521,4551	15107,8994	15107,8994	8270,91312	1789,9276	3151,87299	15194,1466	
RUNGWA	RW3	RW3_2	-6,99984	32,44574	4	open woodland	4084,839788	22434,2665	28830,96494	21787,9041	11392,96079	71429,8698	14921,6096	14921,6096	9222,715283	209,850415	3824,950133	15002,31544	
RUNGWA	RW3	RW3_3	-7,00003	32,46518	1	open woodland	1963,55675	22989,59038	28845,1697	22087,79472	9501,014115	73404,8098	14193,3822	14193,3822	9753,611606	1038,63007	2793,957337	14304,64055	
RUNGWA	RW3	RW3_4	-7,00034	32,48187	5	open woodland	260,37993039	23233,86715	28591,48102	21785,26031	7781,290352	75222,5861	13606,0695	13606,0695	8928,620002	724,579565	1140,620002	14174,71176	
RUNGWA	RW3	RW3_5	-6,99858	32,49971	2	open woodland	1510,30462	23272,51953	28456,84164	21638,69274	6034,61407	77166,0202	13164,986	13164,986	8410,838314	123,469781	422,004372	1424,5311	
RUNGWA	RW3	RW3_6	-6,99937	32,51873	4	open woodland	3507,071461	24256,84617	28756,92289	21974,46289	4635,166403	79157,4888	12715,2459	12715,2459	8060,990057	267,72795	2162,876615	14285,02562	
RUNGWA	RW3	RW3_7	-7,01819	32,42806	4	open woodland	5585,066133	24550,8848	31161,80527	23751,65379	11853,42896	68959,9634	13165,77724	13165,77724	7774,552552	1562,44567	1553,416297	13259,92024	
RUNGWA	RW3	RW3_8	-7,01737	32,46415	4	open woodland	1600,924386	24636,48839	30545,44471	23786,95909	10439,96935	72811,4373	12555,086	12555,086	8544,785091	258,338962	1844,373718	12668,26346	
RUNGWA	RW3	RW3_9	-7,01749	32,48248	1	open woodland	378,5826501	25082,47076	30487,90473	23680,2932	8834,807292	74757,1664	11847,7954	11847,7954	7252,321444	1158,57911	2342,027165	12289,24137	
RUNGWA	RW3	RW3_10	-7,01774	32,50008	7	open woodland	2237,184161	25641,19253	30574,08618	23755,52933	7499,448255	76525,3789	11112,5992	11112,5992	6366,451299	358,484385	2503,084315	12105,52486	
RUNGWA	RW3	RW3_11	-7,03569	32,42823	1	open woodland	5043,96292	26286,2504	32058,78195	25686,7223	12572,45237	68443,935	11276,7585	11276,7585	5839,218488	1587,52083	670,0405092	11365,02811	
RUNGWA	RW3	RW3_12	-7,03533	32,44664	5	open woodland	3078,24521	26350,77547	32708,10418	25709,35016	12182,93462	70418,6699	10997,8658	10997,8658	6224,539586	1943,52947	624,9648211	11079,89896	
RUNGWA	RW3	RW3_13	-7,03610	32,46482	2	open woodland	1264,961418	26690,5197	32607,67179	25841,63279	11661,00562	73340,9759	10534,9868	10534,9868	7071,066608	68,619103	916,0172419	10640,07093	
RUNGWA	RW3	RW3_14	-7,03555	32,48215	1	open woodland	1394,905162	27011,31162	32485,25389	25677,89486	10281,20299	74212,0746	10106,0587	10106,0587	5716,780936	228,334209	344,6456998	10329,53269	
RUNGWA	RW3	RW3_15	-7,03867	32,49952	1	open woodland	2734,40386	27530,84986	32549,87284	25730,84983	9009,321772	76072,1028	9254,39359	9254,39359	4561,660039	829,717174	1941,337225	10122,9799	
RUNGWA	RW3	RW3_16	-7,03575	32,51828	2	open woodland	4788,211508	28078,11188	32740,73895	25942,49283	6962,345634	78085,4377	8728,12093	8728,12093	4037,814289	580,485277	3809,815057	10309,79524	
RUNGWA	RW3	RW3_17	-7,05364	32,42656	3	open woodland	28268,81306	30504,59706	35044,59706	27673,90118	10716,00382	67769,818	9420,540161	9420,540161	3858,001015	612,699073	1056,37631	9510,60384	
RUNGWA	RW3	RW3_18	-7,05455	32,44576	4	open woodland	2935,79639	28460,4682	34829,9069	27823,92051	10095,15013	69809,8534	8886,49464	8886,49464	4228,28012	288,411914	537,0197917	8668,958983	
RUNGWA	RW3	RW3_19	-7,05400	32,46642	5	seasonally inundated	686,0975248	28672,68598	34573,91332	27799,28982	10031,72365	72047,6886	8572,25042	8572,25042	5695,921705	378,175982	257,974964	8689,207482	
RUNGWA	RW3	RW3_20	-7,05348	32,50181	1	open woodland	3222,153627	29491,87783	34530,90077	27715,17112	9192,206986	75877,4249	7337,24832	7337,24832	2783,202922	2171,18023	1492,486152	8155,016286	
RUNGWA	RW3	RW3_21	-7,07213	32,42554	2	open woodland	4838,213007	30303,42189	37077,08649	29720,30015	8720,897071	67205,9566	7550,10304	7550,10304	1831,757221	332,589594	942,3023792	7633,476833	
RUNGWA	RW3	RW3_22	-7,07175	32,44500	2	open woodland	2756,880783	30350,7968	36728,95044	29718,01898	8243,491812	69318,8668	7005,05451	7005,05451	2626,937975	339,165319	620,9360182	7089,125228	
RUNGWA	RW3	RW3_23	-7,07175	32,44500	2	open grassland													
river_secondary(pas complet)			11102,95554																
RUNGWA	RW3	RW3_24	12538,35639																
RUNGWA	RW3	RW3_25	13985,30258																
RUNGWA	RW3	RW3_26	14971,66538																
RUNGWA	RW3	RW3_27	16183,87437																
RUNGWA	RW3	RW3_28	17756,03355																
RUNGWA	RW3	RW3_29	12292,73472																
RUNGWA	RW3	RW3_30	15304,77499																
RUNGWA	RW3	RW3_31	16490,66134																
RUNGWA	RW3	RW3_32	17745,80713																
RUNGWA	RW3	RW3_33	13547,7369																
RUNGWA	RW3	RW3_34	15083,87854																
RUNGWA	RW3	RW3_35	16716,31821																
RUNGWA	RW3	RW3_36	18090,76863																
RUNGWA	RW3	RW3_37	19230,95923																
RUNGWA	RW3	RW3_38	20571,70949																
RUNGWA	RW3	RW3_39	14828,52014																
RUNGWA	RW3	RW3_40	16385,10623																

Annexe XV

Les questions pour les entretiens sur les paramètres de gestion de Rungwa River. Le questionnaire de Rukwa est similaire mais il a adapté pour quelques questions (voir Annexe XXVII avec les réponses).

1. Information about the interviewed Person:

- 1.1 Which official institution does this work position belong to?
- 1.2 What exactly is the title of your work position?
- 1.3 What are the main tasks and requirements for the work position you are in?
- 1.4 How long have you been working for this institution and in this position?

2. Challenge of the protected area:

- 2.1 What are the main challenges of this protected area?
- 2.2 Is there a specific order, in which they have importance?

3. Biological importance:

- 3.1 What is the main richness of this protected area?
- 3.2 What are the main functions of this ecosystem?
- 3.3 Is there a specific conservation objective for this area?

4. Socio-economic importance:

- 4.1 How many staff members are from the local community at the moment?
- 4.2 The legal activities of Rungwa River FR are :
 - a. Hunting safari for Tourist, (Hunting block Rungwa River GCA from Game Frontiers of Tanzania)
 - b. Timbering
 - c. Fishing in Rungwa River
 - d. Beekeeping
 - e. Scientific research (education, school)
 - f. Spiritual places
 - g. ...
- 4.3 Which legal activity do you think is the most disturbing for the wildlife?
- 4.4 What is the effect of this activity on the wildlife?
- 4.5 How are you able to practice these activities (permit (cost), can they go alone or do they need to be accompanied by a Game Warden)? Where can they get the permit (local community and also hunting tourist, scientific)?
- 4.6 How many permits have been delivered this year (2015)? How many have been delivered the years before? Hunting safari, Beekeeping, Scientific research, Fishing, Spiritual places
- 4.7 How many spiritual places are there in the protected area? How many times per year are these visited?
- 4.8 How many times the beekeeper comes to harvest?
- 4.9 What are the main illegal activities done here in Rungwa River GR?
- 4.10 Which is the main illegal activity which disturbs the wildlife?
- 4.11 Has habitat been lost in Rungwa River GR due to clearing of the forest?
If yes, do you see an effect on the wildlife population, especially on mammals?

5. Vulnerability:

- 5.1 How is the accessibility for illegal activities?

6. Management of this protected area:

- 6.1 Is there a management plan for Rungwa River FR or is there in general a management plan for the Forest Reserve surrounding Inyonga?
- 6.2 Are you elaborating objectives for this protected area each year, each season? On what are these objectives built on (finding from patrols, research, treats and pressures)? Or do you make regular reports about the management, the patrols? (Send to the ministry?)

- 6.3 Is there a regular inventory of the natural and cultural resources?
- 6.4 Are you working with local communities to get their opinions? Are they included afterwards in the management plan or objectives?
- 6.5 According to you, is the wildlife and habitat management effective?

7. Legal security:

- 7.1 How long for has Rungwa River Forest Reserve had the status of protected area?
- 7.2 What was the area before?
- 7.3 Does the PA have a long-term legally binding effect on the protection?

8. Protected area site:

- 8.1 Focusing on the surrounding landscape, what are the main advantages and disadvantages for Rungwa River FR? (village proximity, Rungwa River, common boundary with Lukwati GR and Rukwa GR)

9. Comparison with Rukwa GR and Rungwa River FR:

- 9.1 Do you know Rukwa Game Reserve?
- 9.2 In your opinion is there a difference in the richness of species diversity?
- 9.3 More specific, do you see a difference between Rukwa and Rungwa River regarding large and medium sized mammals?
- 9.4 Why is there a difference between these two PA:
- 9.5 In your opinion, do you see a difference in the number of illegal activities between these two protected areas?

10. Staff:

- 10.1 Are the staff and financial resources adequate to manage the protected area?
- 10.2 How many ranger are there per km²? How are the patrols organised (how often per year and per month, is there a change in the number of patrols between rainy and dry season? With whom are you collaborating to get information or to do the patrols?
- 10.3 How is the staff allocated to this protected area? And what are the staff's qualifications?
- 10.4 Is the staff adequately skilled to conduct critical management activities?

11. Communication:

- 11.1 How is the communication with local communities managed?
- 11.2 How is the staff's collaboration with partners, like local communities and other organisation?
- 11.3 How is the organisation of the decisions? Which ones are taken by the Ministry and which ones in Rungwa River FR?

12. Infrastructures:

- 12.1 What is the number of kilometres of road and how many kilometres are passable in the rainy season?
- 12.2 Is this number enough to manage this protected area?
- 12.3 What about the maintenance of these roads? (Financial, number of repairing per year, ...)
- 12.4 How many vehicles do you have? How many vehicles for patrol? Are the vehicles in good condition?
- 12.5 What about the housing infrastructure? How many house are there? How many are used by staff? How many are used by visitors?

13. Finances:

- 13.1 Has the funding in the past 5 years been enough to look after this protected area?
- 13.2 What about the funding for the next 5 years?
- 13.3 Where do the financial resources come from?
- 13.4 How is the allocation of expenditure done? (how much is allocated for salaries, infrastructures, patrols)
- 13.5 What is the income of Rungwa River FR? Is this income re-invested?
- 13.6 How is the financial control managed?

14. *Research, monitoring and evaluation:*

- 14.1 Is the impact of legal and illegal activities of the PA users monitored and recorded?
14.2 Is there an annual report of ecological activities?

15. *Hunting quotas:*

- 15.1 How are the quotas defined?
15.2 How often are they revised?
15.3 What factors lead to increase or decrease of the quotas?
15.4 For the last 10 years, is the trend increasing or decreasing?

16. *Results of the anti-poaching:*

- 16.1 How many people do you arrest per year? How many people are caught poaching each year for commercial and/or traditional reasons?
16.2 Where do these people come from?
16.3 Could you please list the mammals' species which traditional poachers would most hunt and the mammal species which commercial/trade poachers would most hunt?
16.4 How many arrested people (%) are going to court?
16.5 After bringing them to the police, are you still in contact with their case?

17. Population evolution:

- 17.1 Have you noticed a significant increase or decrease of the mammals' population?
17.2 What do you think about population evolution for:
- Buffalo (*Syncerus caffer*)
 - Sable antelope (*Hippotragus niger*)
 - Roan antelope (*Hippotragus equinus*)
 - Hartebeest (*Alcephalus buselaphus lichtenseinii*)
 - Topi (*Damaliscus lunatus*)
 - Great kudu (*Tragelaphus strepsiceros*)
 - Leopard (*Panthera pardus*)
 - Waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus*)
 - Lion (*Panthera leo*)
 - Elephant (*Loxodonta Africana*)
 - Giraffe (*Giraffa camelopardalis*)
 - Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*)

18. *Gradients:*

- 18.1 From your point of view, are there gradients between human activities and mammals' species richness? If yes, which one?
18.2 What do you think about mammal guild (Carnivores, Odd-toed Ungulates, Even-toed Ungulates and Primates) and spatial distribution?
18.3 Do you see a correlation between species richness and distance to the road?
18.4 Do you see a correlation between beekeeper camps and mammal species richness?

Annexe XVI

Résultat général des pièges photographiques pour le nombre de photos

Le nombre de photos utiles de l'étude présentés en détail par aire protégée et par marque de piège photographiques

Photos utiles en détails	RUKWA GR		RUNGWA RIVER FR		Total
	Bushnell	Cuddeback	Bushnell	Cuddeback	
Nombre de photos d'espèces	2217	293	4559	488	7557
Nombre de photos d'équipe de pose	66	68	109	137	380
Nombre de photos d'usagers légaux	4	4	7	0	15
Nombre de photos d'usagers illégaux	2	0	9	36	47
Nombre de photos d'usagers indéterminés si légaux ou illégaux	6	0	4	2	12
Nombre de photos de mammifères sauvages	1918	255	3332	429	5934
Autres taxons ou mammifères domestiques	73	6	656	41	776
Nombre de photos indéterminées	226	32	571	18	847

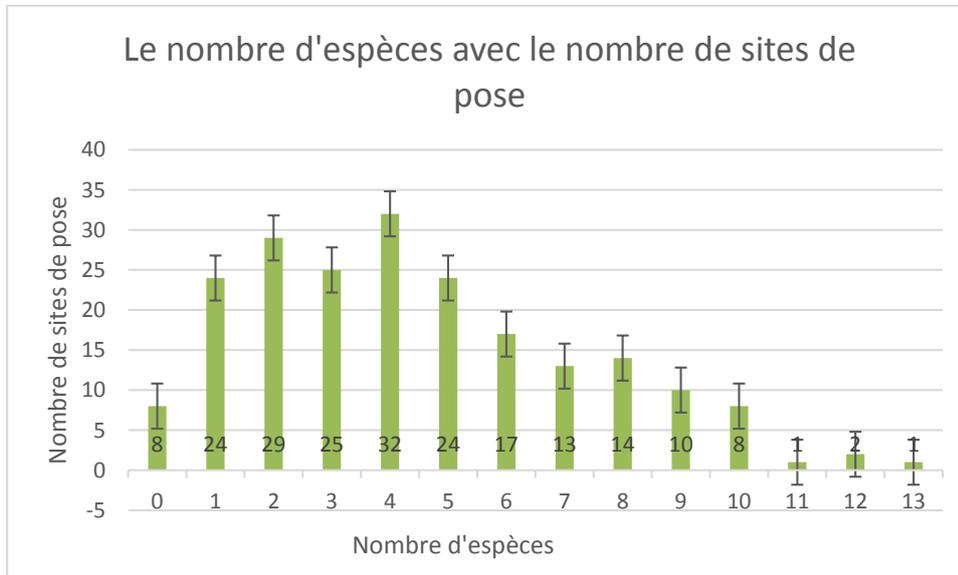
Annexe XVII

Liste d'espèces pour Rukwa GR de S. Mermod (2012), L. Delisle (2014) en comparaison avec cette étude (2015)

Ordres	Noms latin des espèces	Noms en français	2012 (S.Mermod)	2014 (L.Delisle)	2015
Primates	<i>Galago moholi</i>	Galago moholi	0	x	0
Primates	<i>Galago senegalensis</i>	Galago de Sénégal	0	x	x
Primates	<i>Otolemur crassicaudatus</i>	Galago à queue touffue	x	x	x
Primates	<i>Papio cynocephalus</i>	rat de Gambie	x	x	x
Insectivora	<i>Petrodromus tetradactylus</i>	Pétrodrome	x	x	0
Lagomorpha	<i>Lepus sp.</i>	Lièvre sp.	x	x	x
Rodentia	<i>Cricetomys gambianus</i>	rat de Gambie	x	x	x
Rodentia	<i>Hystrix africaeausstralis</i>	Porc-épique d'Afrique du Sud	x	x	x
Rodentia	<i>Pedetes surdaster (capensis)</i>	Lièvre sauteur	x	x	x
Carnivora	<i>Atilax paludinosus</i>	Mangouste des marais	0	x	x
Carnivora	<i>Bdeogale crassicaudata</i>	Mangouste à queue touffue	x	x	x
Carnivora	<i>Canis adustus</i>	Chacal à flancs rayés	x	x	0
Carnivora	<i>Civettictis civetta</i>	Civette d'Afrique	x	x	x
Carnivora	<i>Crocuta crocuta</i>	Hyène tachetée	x	x	x
Carnivora	<i>Genetta angolensis</i>	Genette d'Angola	x	x	x
Carnivora	<i>Genetta maculata</i>	Genette commune à grandes taches	0	0	x
Carnivora	<i>Helogale parvula</i>	Mangouste naine	0	0	x
Carnivora	<i>Ichneumia albicauda</i>	Manouste à queue blanche	x	0	x
Carnivora	<i>Leptailurus serval</i>	Serval	0	x	x
Carnivora	<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon	0	x	x
Carnivora	<i>Mellivora capensis</i>	Ratel	x	x	x
Carnivora	<i>Mungos mungo</i>	Mangue rayée	x	0	x
Carnivora	<i>Panthera pardus</i>	Panthère, Léopard	x	x	x
Tubulidentata	<i>Orycteropus afer</i>	Oryctérope	x	x	x
Proboscidea	<i>Loxodonta africana</i>	Eléphant d'Afrique	x	x	x
Perissodactyla	<i>Equus q.boehmi</i>	Zèbre de steppe	x	x	x
Artiodactyla	<i>Alcelaphus b. lichtensteinii</i>	Bubale de Lichtenstein	x	x	x
Artiodactyla	<i>Giraffa camelopardalis</i>	Girafe	x	x	x
Artiodactyla	<i>Hippotragus equinus</i>	Rouanne	0	x	0
Artiodactyla	<i>Hippotragus niger</i>	Hippotrague noir	x	x	x
Artiodactyla	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Cobe defassa	0	0	x
Artiodactyla	<i>Phacochoerus africanus</i>	Phacochère	x	x	x
Artiodactyla	<i>Philantomba monticola</i>	Céphalophe bleu	0	0	x
Artiodactyla	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Potamochère	x	x	x
Artiodactyla	<i>Raphicerus sharpei</i>	Grysbok de Sharpe	x	x	x
Artiodactyla	<i>Redunca arundinum</i>	Cobe des roseaux	0	x	0
Artiodactyla	<i>Sylvicapra grimmia</i>	Céphalophe couronné	x	x	x
Artiodactyla	<i>Syncerus caffer</i>	Buffle d'Afrique	x	x	x
Artiodactyla	<i>Tragelaphus oryx</i>	Elan du Cap	x	0	0
Artiodactyla	<i>Tragelaphus scriptus</i>	Guib harnaché	x	x	x
Total par année			29	33	34
Total d'espèces			40		

Annexe XVIII

Graphique pour le nombre d'espèces et le nombre de sites de pose. Dans ce graphique, les 8 sites de poses qui n'ont pas données ou des données non-utilisables n'ont pas été pris en compte (Annexe XI). Les 8 sites de poses avec 0 espèces sont des sites de pose où les pièges photographiques ont fonctionné mais aucune espèce n'a pu être identifiée. Ce sont les sites de pose: R1_14, R2_16, R2_23, R2_35, RW1_6, RW1_16, RW1_25 et RW3_24.



Annexe XIX

La fréquence de capture par quadrat pour les pièges photographiques de la marque Bushnell.

En vert, les fréquences de capture les plus haute et en encadré noir, les fréquences de captures plus hautes pour une aire protégée. La dernière colonne représente le facteur de multiplication entre la plus haute valeur des deux aires protégées. Dans les parenthèses, il est inscrit l'aire protégée pour qui la fréquence de capture est plus élevée RW pour Rungwa River et R pour Rukwa.

	RW1	RW2	RW3	RW4	R1	R2	
Noms français	Freq.capt.B	Freq.capt.B	Freq.capt.B	Freq.capt.B	Freq.capt.B	Freq.capt.B	facteur de multiplication
Vervet	0.040540541	0.009966777	0.012307692	0	0	0	
Galago de Sénégal	0	0	0	0.007751938	0.00862069	0	
Galago à queue touffue	0.013513514	0	0	0	0.020114943	0.023529412	
Babouin cynocéphale	0.040540541	0.006644518	0.021538462	0.007751938	0.025862069	0.015686275	
Lièvre sp.	0.04954955	0.023255814	0.070769231	0.213178295	0.005747126	0	37x (RW)
rat de Gambie	0	0	0	0	0.025862069	0.019607843	
Porc-épic d'Afrique du Sud	0.022522523	0.023255814	0.006153846	0.015503876	0.011494253	0.02745098	
Lièvre sauteur	0.027027027	0.033222591	0.08	0.031007752	0.002873563	0.101960784	
Mangouste des marais	0	0	0	0	0.017241379	0	
Mangouste à queue touffue	0.004504505	0.006644518	0.009230769	0	0.08908046	0.094117647	10x (R_)
Civette d'Afrique	0.013513514	0	0.006153846	0	0.011494253	0.02745098	2x (R_)
Hyène tachetée	0.009009009	0.009966777	0.006153846	0.023255814	0	0.02745098	
Chat ganté	0	0.003322259	0	0	0	0	
Genette d'Angola	0.045045045	0.056478405	0.04	0.042635659	0.07183908	0.066666667	
Genette commune à grandes taches	0.009009009	0.016611296	0.027692308	0.015503876	0.00862069	0.023529412	
Mangouste naine	0	0	0	0	0.002873563	0.011764706	
Mangouste rouge	0	0	0	0.003875969	0	0	
Mangouste à queue blanche	0	0	0	0.031007752	0	0.019607843	
Serval	0	0	0.003076923	0	0.002873563	0.003921569	
Lycaon	0	0	0	0	0.002873563	0	
Ratel	0.013513514	0.013289037	0	0.007751938	0.00862069	0.007843137	
Mangue rayée	0.004504505	0.009966777	0.012307692	0.003875969	0.002873563	0	4x (RW)
Lion	0	0	0	0.003875969	0	0	
Panthere, Léopard	0.013513514	0.009966777	0	0.003875969	0.014367816	0.007843137	
Oryctérope	0.009009009	0.006644518	0.021538462	0.003875969	0.005747126	0.011764706	
Eléphant d'Afrique	0	0	0.018461538	0	0.011494253	0.078431373	4x (R_)
Zèbre de steppe	0.009009009	0.003322259	0	0.019379845	0.011494253	0.003921569	
Impala	0	0	0	0.003875969	0	0	
Bubale de Lichtenstein	0.027027027	0.016611296	0.049230769	0.023255814	0.00862069	0.011764706	4x (RW)
Damalisque	0	0.006644518	0.003076923	0	0	0	
Girafe	0.013513514	0.056478405	0.049230769	0.023255814	0.011494253	0.023529412	2x (RW)
Rouanne	0.009009009	0.009966777	0.012307692	0.003875969	0	0	
Hippotrague noir	0.054054054	0.009966777	0.003076923	0.065891473	0.014367816	0.015686275	3x (RW)
Cobe defassa	0	0	0	0.007751938	0.002873563	0	3x (RW)
Phacochère	0.085585586	0.03654485	0.015384615	0.03875969	0.109195402	0.02745098	
Céphalophe bleu	0	0	0	0	0	0.156862745	
Potamochère	0.031531532	0.033222591	0.012307692	0.011627907	0.040229885	0.066666667	2x (R_)
Grysbok de Sharpe	0.018018018	0.033222591	0.021538462	0.019379845	0	0.007843137	4x (RW)
Cob des roseaux	0	0	0	0.023255814	0	0	
Céphalophe couronné	0.378378378	0.209302326	0.335384615	0.127906977	0.247126437	0.207843137	
Buffle d'Afrique	0	0	0.006153846	0	0.037356322	0.003921569	6x (R_)
Elan du Cap	0.004504505	0.016611296	0	0.007751938	0	0	
Guib harnaché	0	0	0	0	0.077586207	0.117647059	
Grand Koudou	0.013513514	0.003322259	0.012307692	0.015503876	0	0	

Annexe XX

La fréquence de capture par quadrat pour les pièges photographiques de la marque Cuddeback.

En vert, les fréquences de capture les plus haute et en encadré noir, les fréquences de captures plus hautes pour une aire protégée. La dernière colonne représente le facteur de multiplication entre la plus haute valeur des deux aires protégées. Dans les parenthèses, il est inscrit l'aire protégée pour qui la fréquence de capture est plus élevée RW pour Rungwa River et R pour Rukwa.

	RW1	RW2	RW3	RW4	R1	R2	
Noms français	Freq.capt.C	Freq.capt.C	Freq.capt.C	Freq.capt.C	Freq.capt.C	Freq.capt.C	facteur de multiplication
Vervet	0.002873563	0.008928571	0	0.00295858	0	0	
Babouin cynocéphale	0.014367816	0.008928571	0.002915452	0.00887574	0.015151515	0.033210332	2x (R_)
Lièvre sp.	0	0.005952381	0	0.00591716	0	0	
Porc-épic d'Afrique du Sud	0.005747126	0.00297619	0.002915452	0.00887574	0.01010101	0	
Lièvre sauteur	0	0	0.002915452	0.017751479	0	0.003690037	5x (RW)
Mangouste à queue touffue	0	0	0	0	0.005050505	0.018450185	
Civette d'Afrique	0.005747126	0	0	0	0.002525253	0	2x (RW)
Hyène tachetée	0.005747126	0.011904762	0.017492711	0.017751479	0.002525253	0	7x (RW)
Genette d'Angola	0	0	0.002915452	0	0	0.022140221	8x (R_)
Mangouste à queue blanche	0	0.00297619	0	0.00295858	0	0	
Serval	0	0.005952381	0	0	0	0.003690037	
Ratel	0.002873563	0	0	0	0	0.003690037	
Lion	0	0	0	0.00295858	0	0	
Panthère, Léopard	0.005747126	0	0	0.01183432	0.002525253	0	5x (RW)
Oryctérope	0	0.00297619	0	0	0.002525253	0.011070111	4x (R_)
Éléphant d'Afrique	0	0	0.002915452	0	0	0.029520295	10x (R_)
Zèbre de steppe	0	0.008928571	0.005830904	0.020710059	0.002525253	0	8x (RW)
Impala	0	0	0	0.00591716	0	0.003690037	
Bubale de Lichtenstein	0.017241379	0.041666667	0.020408163	0.017751479	0.012626263	0	3x (RW)
Girafe	0.005747126	0.020833333	0.005830904	0.017751479	0.002525253	0.003690037	6x (RW)
Hippopotame	0	0	0.011661808	0	0	0	
Rouanne	0.002873563	0.008928571	0.002915452	0.00591716	0	0	
Hippotrague noir	0.014367816	0.00297619	0.005830904	0.081395349	0.01010101	0.029520295	3x (RW)
Orétrague	0	0.00297619	0	0	0	0	
Ourébi	0	0.008928571	0.002915452	0	0	0	
Phacochère	0.022988506	0.032738095	0.005830904	0.017751479	0.02020202	0.036900369	
Potamochère	0	0.020833333	0.011661808	0.01183432	0.047979798	0.018450185	2x (R_)
Grysbok de Sharpe	0	0.008928571	0	0.00295858	0	0.003690037	2x (RW)
Cob des roseaux	0	0	0.002915452	0.029585799	0	0	
Céphalophe couronné	0.103448276	0.06547619	0.06122449	0.059171598	0.083333333	0.084870849	
Buffle d'Afrique	0.002873563	0	0.005830904	0	0.002525253	0.022140221	4x (R_)
Elan du Cap	0.002873563	0	0	0.00591716	0	0	
Guib harnaché	0	0	0	0	0.007575758	0.014760148	
Grand Koudou	0.002873563	0	0	0	0	0	

Annexe XXI

La fréquence de capture pour le quadrat R2 pour les pièges photographiques de la marque Cuddeback avec les données S. Mermod (2012), L. Delisle (2014) et 2015. En vert, les fréquences de capture les plus hautes sur les autres années.

FREQUENCE DE CAPTURE CUDDEBACK POUR QUADRAT R2, RUKWA		2012 (S. Mermod)	2014 (L. Delisle)	2015
CT days		211.5	591.95	271
Noms latin des espèces	Noms français			
<i>Papio cynocephalus</i>	Babouin cynocéphale	0.004728132	0	0.033210332
<i>Lepus sp.</i>	Lièvre sp.	0.004728132	0	0
<i>Pedetes surdaster (capensis)</i>	Lièvre sauteur	0.009456265	0	0.003690037
<i>Civettictis civetta</i>	Civette d'Afrique	0	0.001689308	0
<i>Crocuta crocuta</i>	Hyène tachetée	0	0.003378616	0.025830258
<i>Leptailurus serval</i>	Serval	0	0	0.003690037
<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon	0	0.003378616	0
<i>Mellivora capensis</i>	Ratel	0.004728132	0	0.003690037
<i>Panthera pardus</i>	Panthère, Léopard	0.004728132	0	0
<i>Orycteropus afer</i>	Oryctérope	0.004728132	0.005067924	0.011070111
<i>Loxodonta africana</i>	Eléphant d'Afrique	0.023640662	0.003378616	0.029520295
<i>Equus quagga boehmi</i>	Zèbre de steppe	0	0.006757232	0.014760148
<i>Alcelaphus lichtensteinii</i>	Bubale de Lichtenstein	0.009456265	0.028718237	0.018450185
<i>Giraffa camelopardalis</i>	Girafe	0	0.003378616	0.003690037
<i>Hippotragus niger</i>	Hippotrague noir	0.009456265	0.020271697	0.029520295
<i>Phacochoerus africanus</i>	Phacochère	0.009456265	0.015203773	0.036900369
<i>Potamochoerus larvatus</i>	Potamochère	0.004728132	0.006757232	0.018450185
<i>Raphicerus sharpei</i>	Grysbok de Sharpe	0	0	0.003690037
<i>Redunca arundinum</i>	Cob des roseaux	0	0.001689308	0
<i>Sylvicapra grimmia</i>	Céphalophe couronné	0.056737589	0	0.084870849
<i>Syncerus caffer</i>	Buffle d'Afrique	0.009456265	0.005067924	0.022140221
<i>Tragelaphus scriptus</i>	Guib harnaché	0.01891253	0.010135849	0.014760148
Total de fréquence de capture plus élevée par année		3	2	10

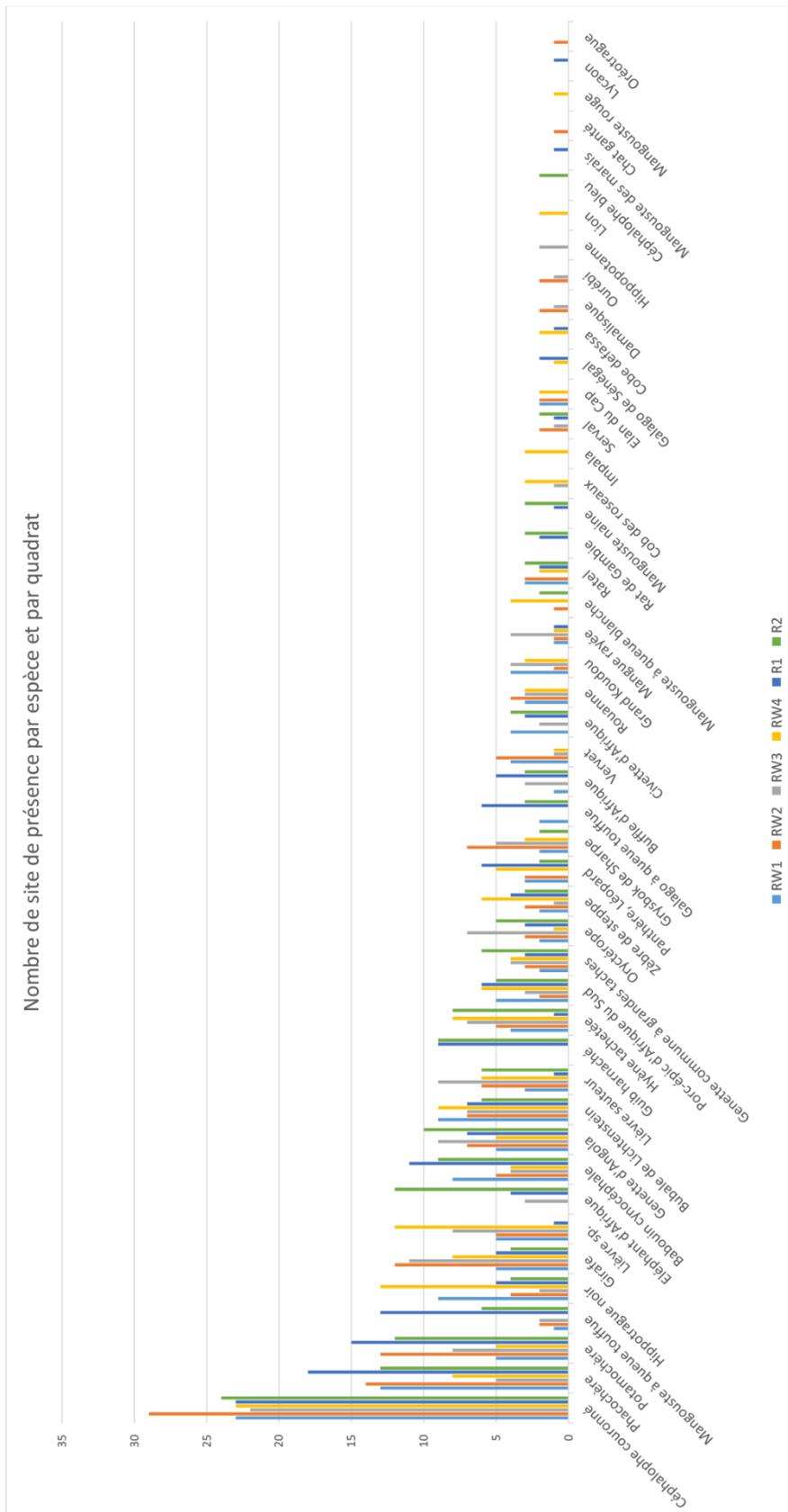
Annexe XXII

La distribution des espèces dans les deux aires protégées par quadrat. Il y a trois séparations dans ce tableau qui forment trois groupes. Les 14 premières espèces au seuil de 20% pour un quadrat forment le premier groupe. Le deuxième groupe est formé par 25 espèces qui ont des seuils de 17% à 3% pour un quadrat. Le dernier groupe est formé par les espèces ne se trouvant que sur 1 ou 2 sites de présence pour l'ensemble des 216 sites de pièges photographique.

	RW1		RW2		RW3		RW4		R1		R2		TOTAL PAR AIRE PROTEGEE	
	Nbre de site de présence	more site de présence / nbre de site du quadrat *100 = %	Nbre de site de présence	more site de présence / nbre de site du quadrat *100 = %	Nbre de site de présence	more site de présence / nbre de site du quadrat *100 = %	Nbre de site de présence	more site de présence / nbre de site du quadrat *100 = %	Nbre de site de présence	more site de présence / nbre de site du quadrat *100 = %	Nbre de site de présence	more site de présence / nbre de site du quadrat *100 = %	Total de site de présence pour Rungwa River	Total de site de présence pour Rukwa
1 Noms français	23	63.89	29	80.56	22	61.11	23	63.89	23	63.89	24	66.67	97	47
2 Céphalophe couronné	13	36.11	14	38.89	5	13.89	8	22.22	18	50.00	13	36.11	40	31
3 Phacochère	5	13.89	13	36.11	8	22.22	5	13.89	15	41.67	12	33.33	31	27
4 Mangouste à queue touffue	1	2.78	2	5.56	2	5.56	0	0.00	13	36.11	6	16.67	5	19
5 Hippopotame noir	9	25.00	4	11.11	2	5.56	13	36.11	5	13.89	4	11.11	28	9
6 Girafe	5	13.89	12	33.33	11	30.56	8	22.22	5	13.89	4	11.11	36	9
7 Lièvre sp.	5	13.89	5	13.89	8	22.22	12	33.33	1	2.78	0	0.00	30	1
8 Eléphant d'Afrique	0	0.00	0	0.00	3	8.33	0	0.00	4	11.11	12	33.33	3	16
9 Babouin cynocéphale	8	22.22	5	13.89	4	11.11	4	11.11	11	30.56	9	25.00	21	20
10 Genette d'Angola	5	13.89	7	19.44	9	25.00	5	13.89	7	19.44	10	27.78	26	17
11 Bubale de Lichtenstein	9	25.00	7	19.44	7	19.44	9	25.00	7	19.44	6	16.67	32	13
12 Lièvre sauteur	3	8.33	6	16.67	9	25.00	6	16.67	1	2.78	6	16.67	24	7
13 Guib harnaché	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	9	25.00	9	25.00	0	18
14 Hyène tachetée	4	11.11	5	13.89	7	19.44	8	22.22	1	2.78	8	22.22	24	9
15 Poic-épïc d'Afrique du Sud	5	13.89	2	5.56	3	8.33	6	16.67	6	16.67	5	13.89	16	11
16 Genette commune à grandes taches	2	5.56	3	8.33	4	11.11	4	11.11	3	8.33	6	16.67	13	9
17 Oryctérope	2	5.56	3	8.33	7	19.44	1	2.78	3	8.33	5	13.89	13	8
18 Zèbre de steppe	2	5.56	3	8.33	3	8.33	6	16.67	4	11.11	3	8.33	12	7
19 Panthère, Léopard	3	8.33	3	8.33	0	0.00	5	13.89	6	16.67	2	5.56	11	8
20 Gysbok de Sharpe	2	5.56	7	19.44	5	13.89	3	8.33	3	8.33	0	0.00	17	2
21 Galago à queue touffue	2	5.56	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	16.67	3	8.33	2	9
22 Buffle d'Afrique	1	2.78	1	2.78	3	8.33	0	0.00	5	13.89	3	8.33	4	8
23 Vervet	4	11.11	5	13.89	1	2.78	1	2.78	0	0.00	0	0.00	11	0
24 Civette d'Afrique	4	11.11	0	0.00	2	5.56	0	0.00	3	8.33	4	11.11	6	7
25 Rouanne	3	8.33	4	11.11	3	8.33	3	8.33	0	0.00	0	0.00	13	0
26 Grand Koudou	4	11.11	1	2.78	4	11.11	3	8.33	0	0.00	0	0.00	12	0
27 Mangue rayée	1	2.78	1	2.78	4	11.11	1	2.78	1	2.78	0	0.00	7	1
28 Mangouste à queue blanche	0	0.00	1	2.78	0	0.00	4	11.11	0	0.00	2	5.56	5	2
29 Ratel	3	8.33	3	8.33	0	0.00	2	5.56	2	5.56	3	8.33	8	5
30 Rat de Gambie	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	5.56	3	8.33	0	5
31 Mangouste marine	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.78	3	8.33	0	4
32 Cob des roseaux	0	0.00	0	0.00	1	2.78	3	8.33	0	0.00	0	0.00	4	0
33 Impala	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	8.33	0	0.00	0	0.00	3	0
34 Serval	0	0.00	2	5.56	1	2.78	0	0.00	1	2.78	2	5.56	3	3
35 Elan du Cap	2	5.56	2	5.56	0	0.00	2	5.56	0	0.00	0	0.00	6	0
36 Galago de Sénégal	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.78	2	5.56	0	0.00	1	2
37 Cob de defassa	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	5.56	1	2.78	0	0.00	2	1
38 Damalisque	0	0.00	2	5.56	1	2.78	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0
39 Ourébi	0	0.00	2	5.56	1	2.78	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3	0
40 Hippopotame	0	0.00	0	0.00	2	5.56	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	0
41 Lion	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	5.56	0	0.00	0	0.00	2	0
42 Céphalophe bleu	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	5.56	0	2
43 Mangouste des marais	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.78	0	0.00	0	1
44 Chat ganlé	0	0.00	1	2.78	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0
45 Mangouste rouge	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.78	0	0.00	0	0.00	1	0
46 Lyaon	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	2.78	0	0.00	0	1
47 Oreotrague	0	0.00	1	2.78	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0

Annexe XXIII

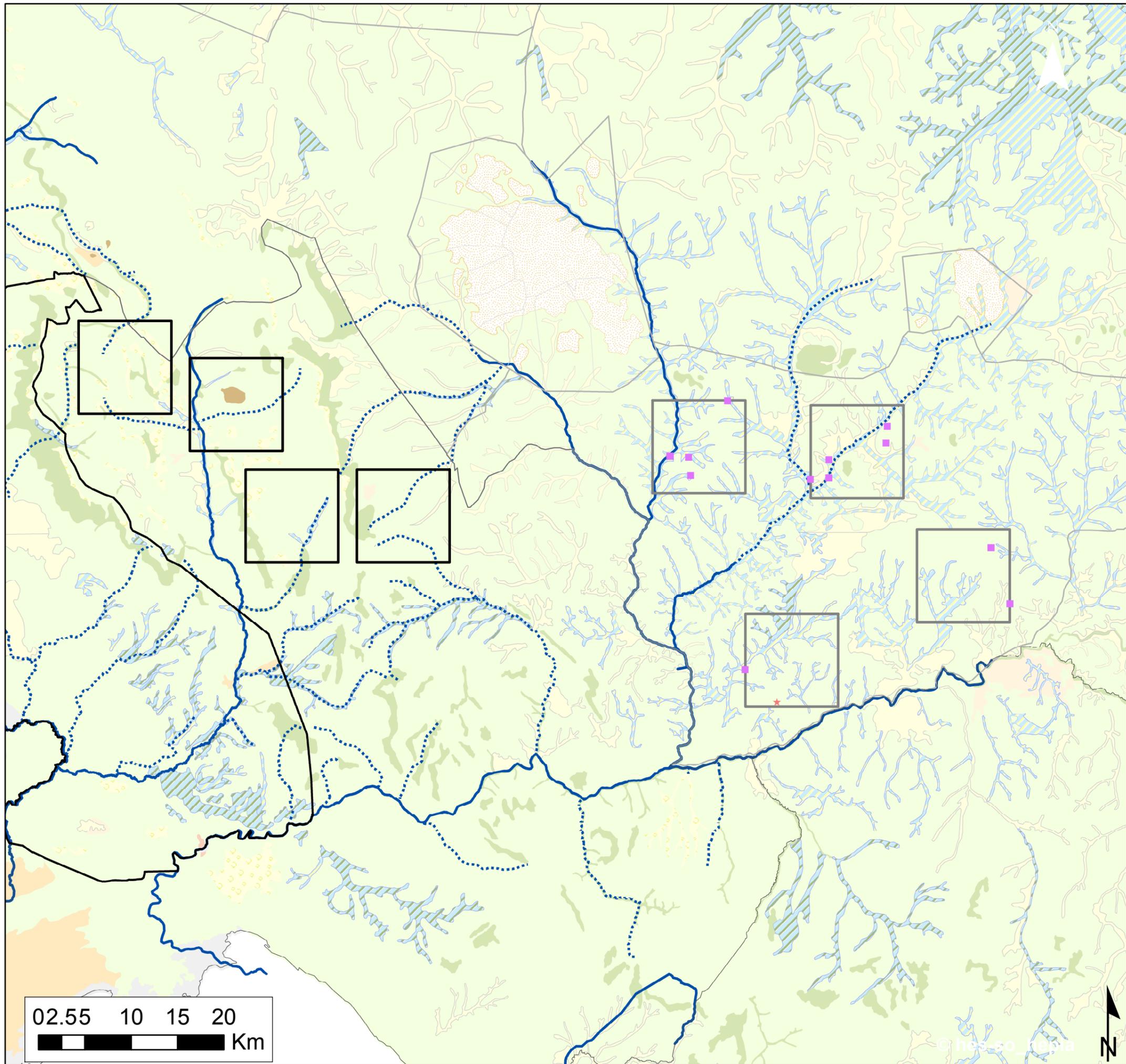
Histogramme complet avec la présence de chaque espèce par quadrat ainsi que le nombre de site de présence par quadrat



Annexe XXIV

Carte de distribution spatiale pour les 47 espèces photographiées et les observations fortuites ont été ajoutées. Les espèces sont classées par leurs ordres taxonomiques (tableau ci-dessous)

	Ordres	Noms latin des espèces	Noms français
1	Primates	<i>Chlorocebus pygerythrus</i>	Vervet
2	Primates	<i>Galago senegalensis</i>	Galago de Sénégal
3	Primates	<i>Otolemur crassicaudatus</i>	Galago à queue touffue
4	Primates	<i>Papio cynocephalus</i>	Babouin cynocéphale
5	Lagomorpha	<i>Lepus sp.</i>	Lièvre sp.
6	Rodentia	<i>Cricetomys gambianus</i>	rat de Gambie
7	Rodentia	<i>Hystrix africaeaustralis</i>	Porc-épique d'Afrique du Sud
8	Rodentia	<i>Pedetes surdaster (capensis)</i>	Lièvre sauteur
9	Carnivora	<i>Atilax paludinosus</i>	Mangouste des marais
10	Carnivora	<i>Bdeogale crassicauda</i>	Mangouste à queue touffue
11	Carnivora	<i>Civettictis civetta</i>	Civetite d'Afrique
12	Carnivora	<i>Crocuta crocuta</i>	Hyène tachetée
13	Carnivora	<i>Felis silvestris</i>	Chat ganté
14	Carnivora	<i>Genetta angolensis</i>	Genette d'Angola
15	Carnivora	<i>Genetta maculata</i>	Genette commune à grandes taches
16	Carnivora	<i>Helogale parvula</i>	Mangouste naine
17	Carnivora	<i>Herpestes sanguineus</i>	Mangouste rouge
18	Carnivora	<i>Ichneumia albicauda</i>	Mangouste à queue blanche
19	Carnivora	<i>Leptailurus serval</i>	Serval
20	Carnivora	<i>Lycaon pictus</i>	Lycaon
21	Carnivora	<i>Mellivora capensis</i>	Ratel
22	Carnivora	<i>Mungos mungo</i>	Mangue rayée
23	Carnivora	<i>Panthera leo</i>	Lion
24	Carnivora	<i>Panthera pardus</i>	Panthère, Léopard
25	Tubulidentata	<i>Orycteropus afer</i>	Oryctérope
26	Proboscidea	<i>Loxodonta africana</i>	Éléphant d'Afrique
27	Perissodactyla	<i>Equus quagga boehmi</i>	Zèbre de steppe
28	Artiodactyla	<i>Aepyceros melampus</i>	Impala
29	Artiodactyla	<i>Alcelaphus lichtensteinii</i>	Bubale de Lichtenstein
30	Artiodactyla	<i>Damaliscus lunatus</i>	Damalisque
31	Artiodactyla	<i>Giraffa camelopardalis</i>	Girafe
32	Artiodactyla	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippopotame
33	Artiodactyla	<i>Hippotragus equinus</i>	Rouanne
34	Artiodactyla	<i>Hippotragus niger</i>	Hippotrague noir
35	Artiodactyla	<i>Kobus ellipsiprymnus</i>	Cobe defassa
36	Artiodactyla	<i>Oreotragus oreotragus</i>	Orétrague
37	Artiodactyla	<i>Ourebia ourebi</i>	Ourébi
38	Artiodactyla	<i>Phacochoerus africanus</i>	Phacochère
39	Artiodactyla	<i>Philantomba monticola</i>	Céphalophe bleu
40	Artiodactyla	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Potamochère
41	Artiodactyla	<i>Raphicerus sharpei</i>	Grysbok de Sharpe
42	Artiodactyla	<i>Redunca arundinum</i>	Cob des roseaux
43	Artiodactyla	<i>Sylvicapra grimmia</i>	Céphalophe couronné
44	Artiodactyla	<i>Syncerus caffer</i>	Buffle d'Afrique
45	Artiodactyla	<i>Tragelaphus oryx</i>	Elan du Cap
46	Artiodactyla	<i>Tragelaphus scriptus</i>	Guib harnaché
47	Artiodactyla	<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	Grand koudou



Distribution spatiale

Vervet

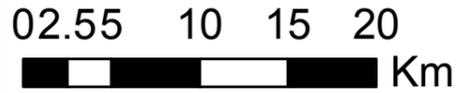
Chlorocebus pygerythrus

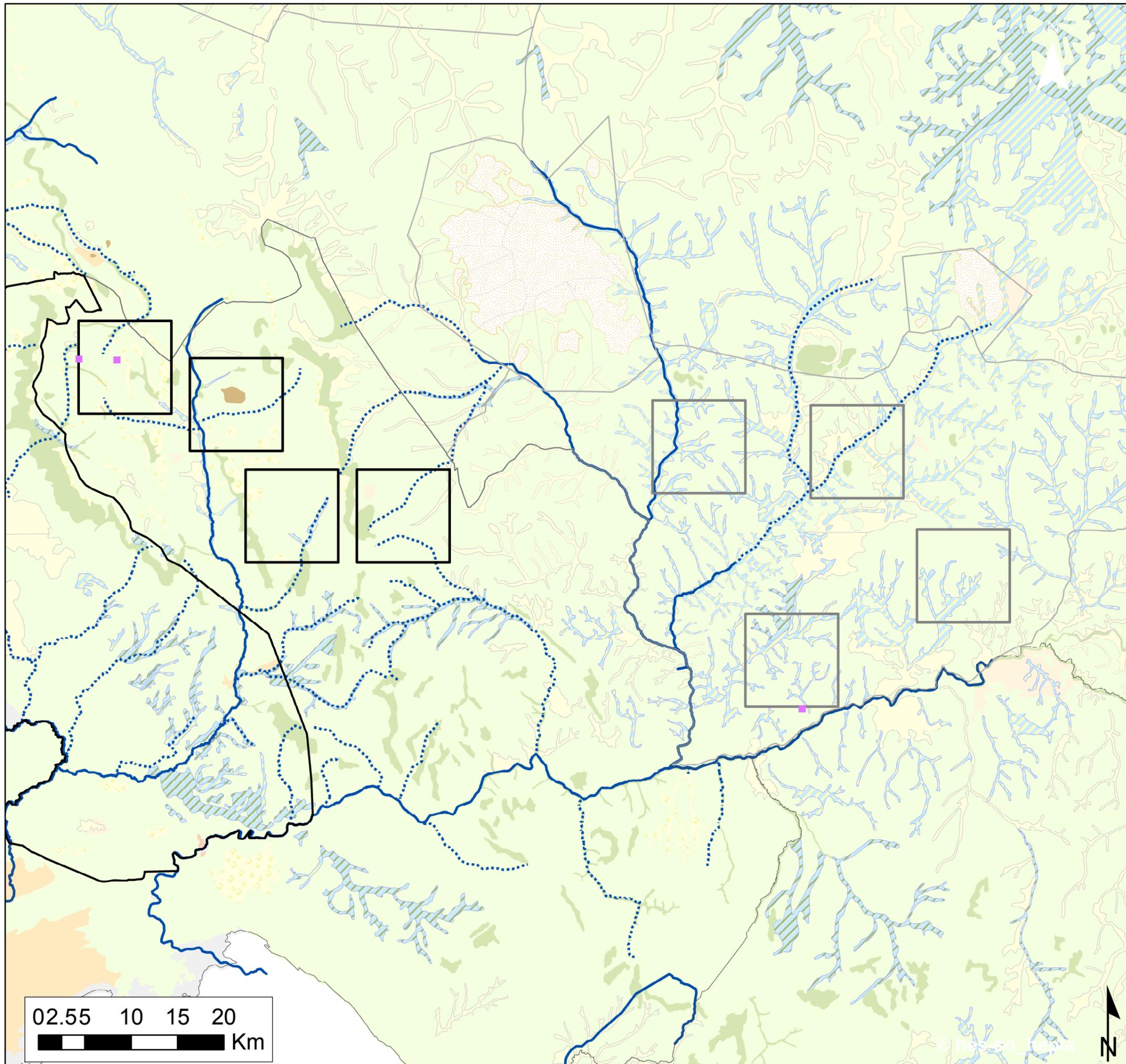
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ★ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

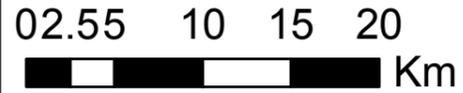
Galago de Sénégal
Galago senegalensis

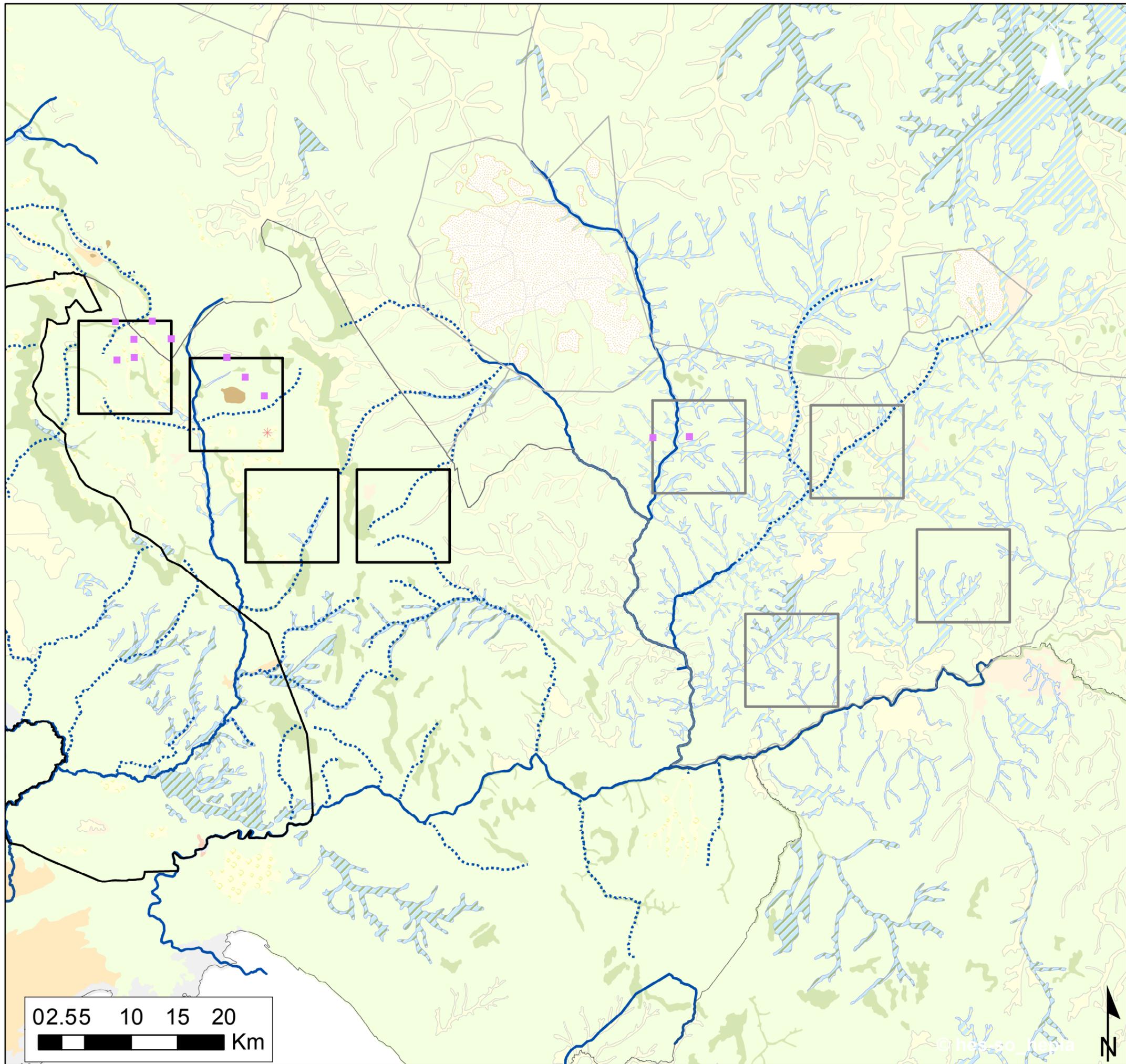
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

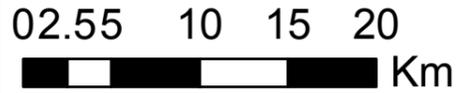
Galago à queue touffue
Otolemur crassicaudatus

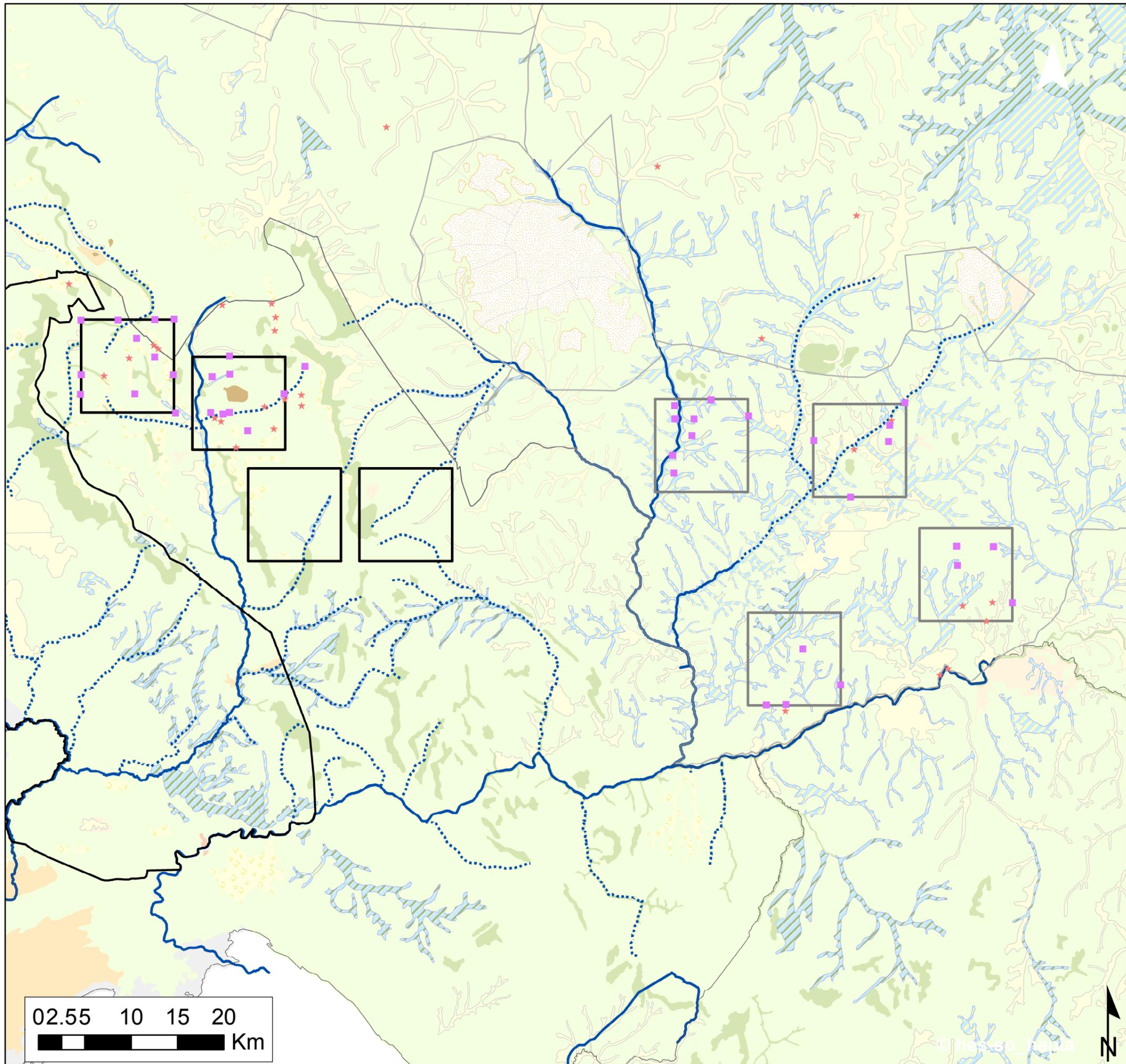
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ∗ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ∗ Indirect
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
 Carte de la végétation





Distribution spatiale

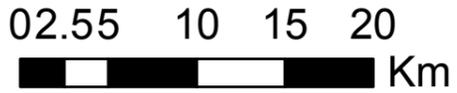
Babouin cynocéphale
Papio cynocephalus

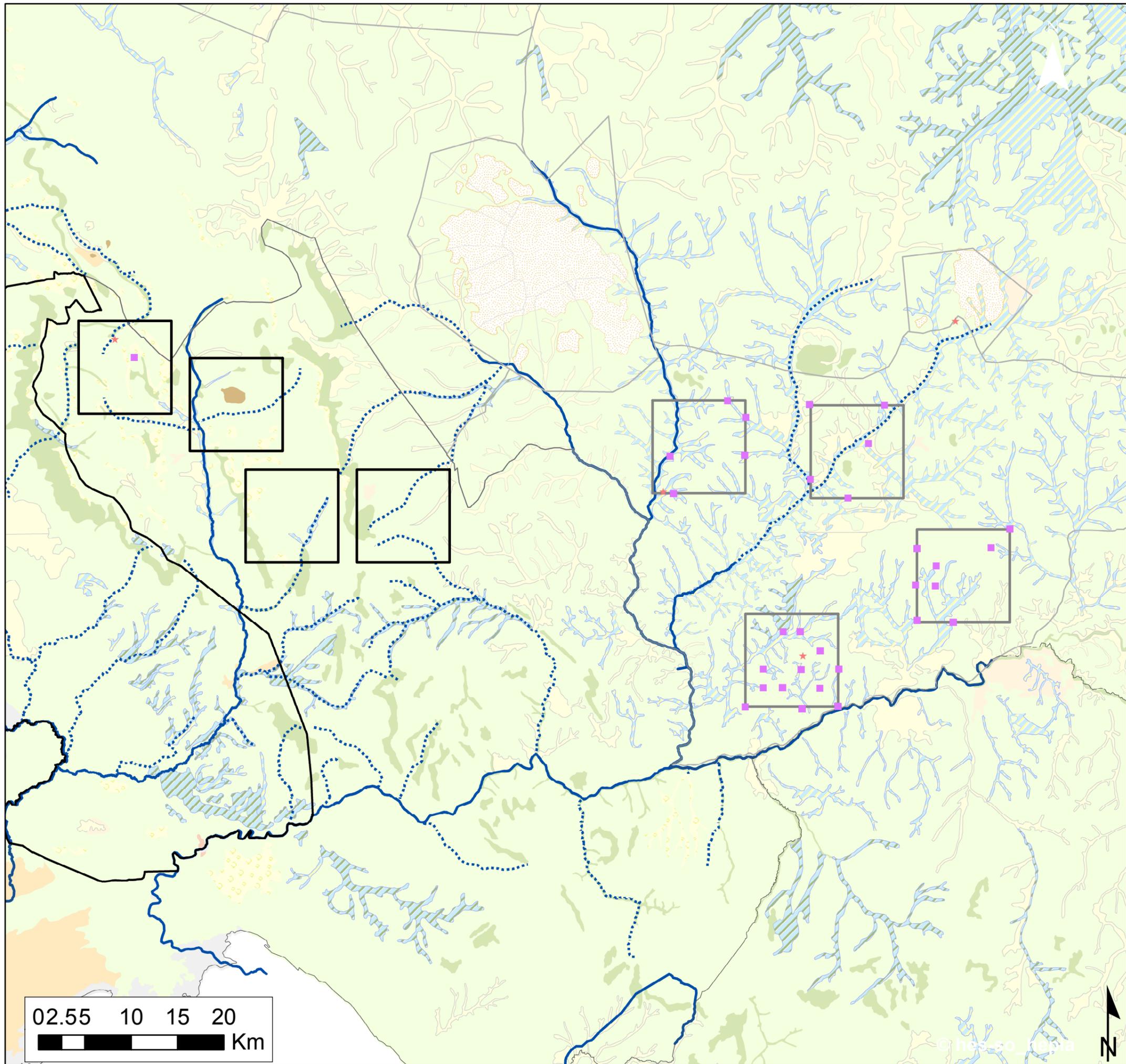
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ★ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Lièvre

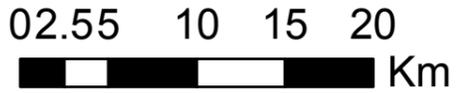
Lepus sp.

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ★ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Rat de Gambie

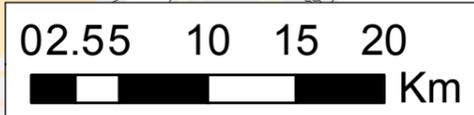
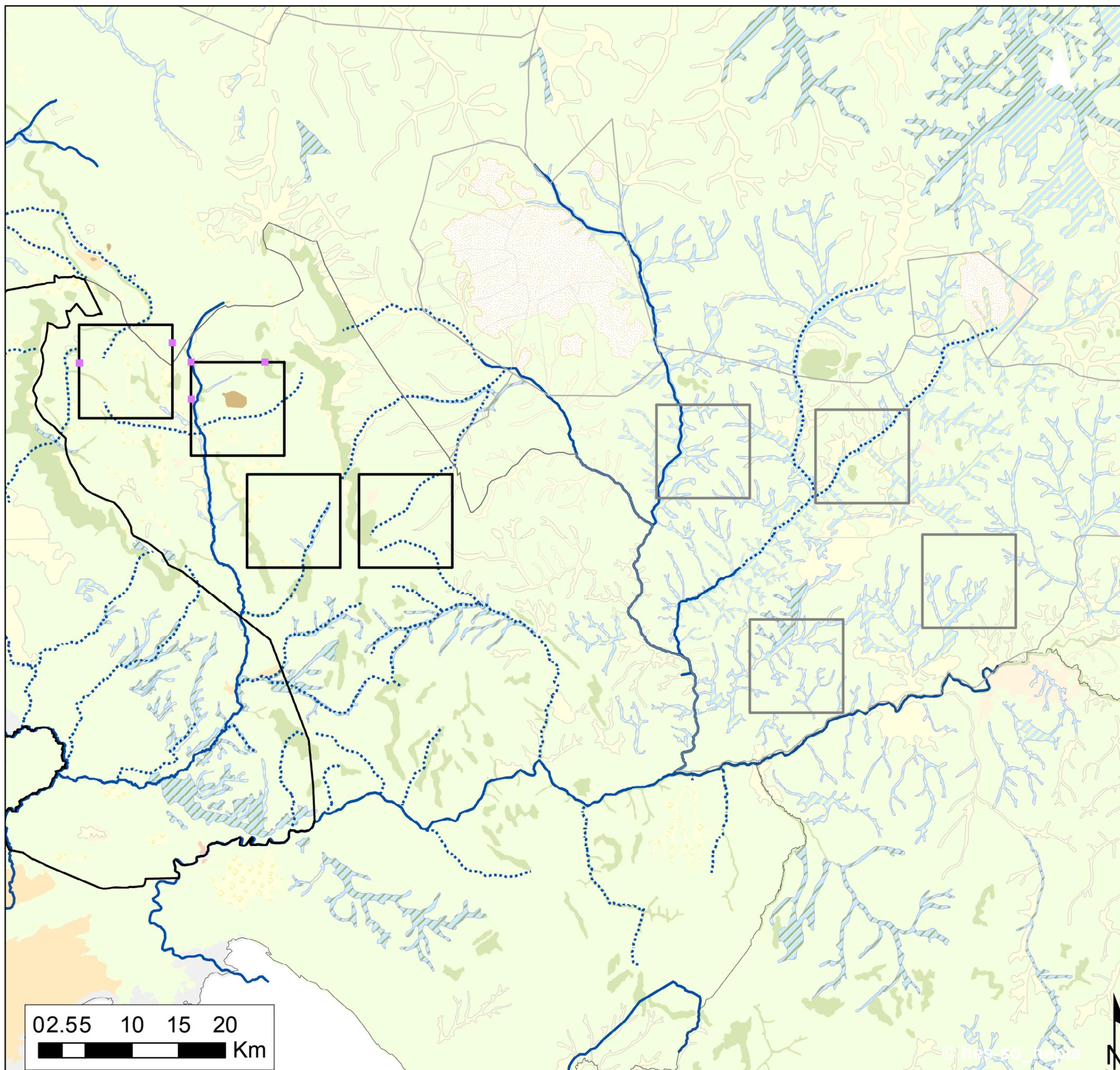
Cricetomys gambianus

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Porc-épique d'Afrique du Sud

Hystrix africaeaustralis

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

○ observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

* Indirect

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

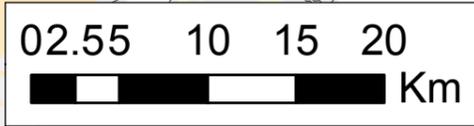
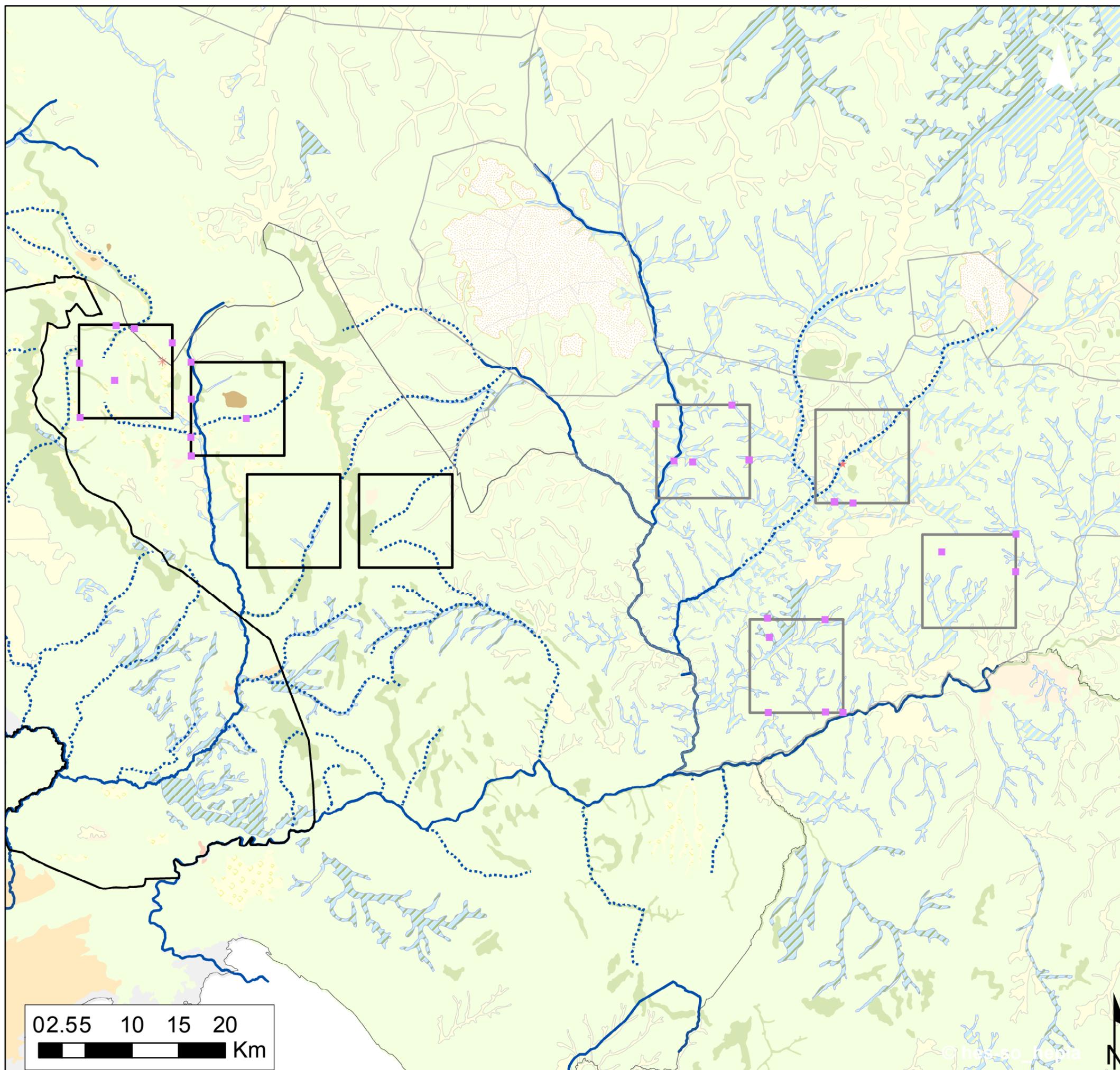
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



Distribution spatiale

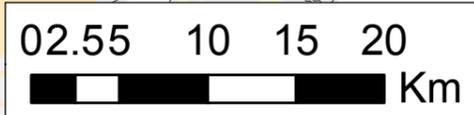
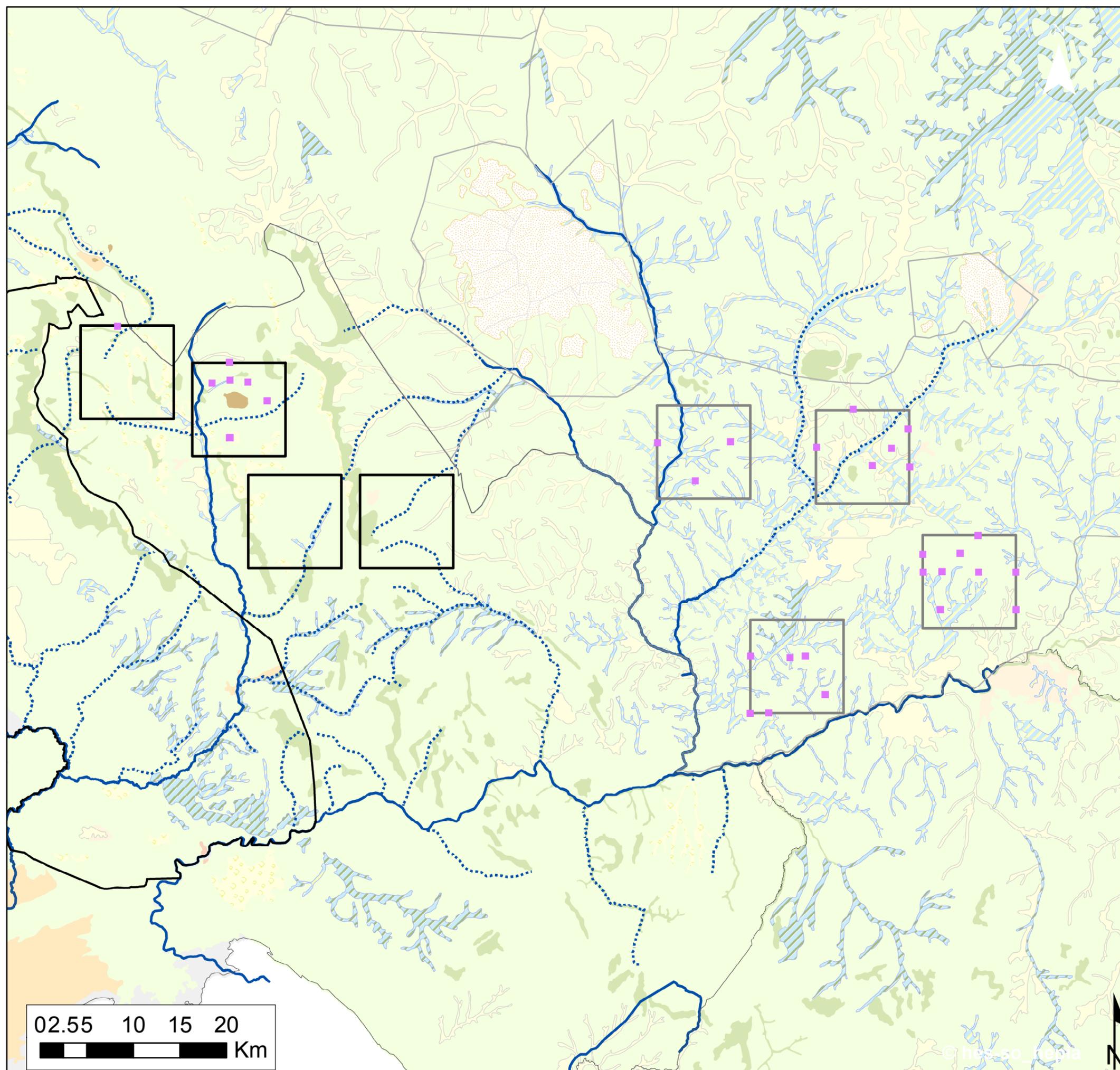
Lièvre sauteur
Pedetes surdaster (capensis)

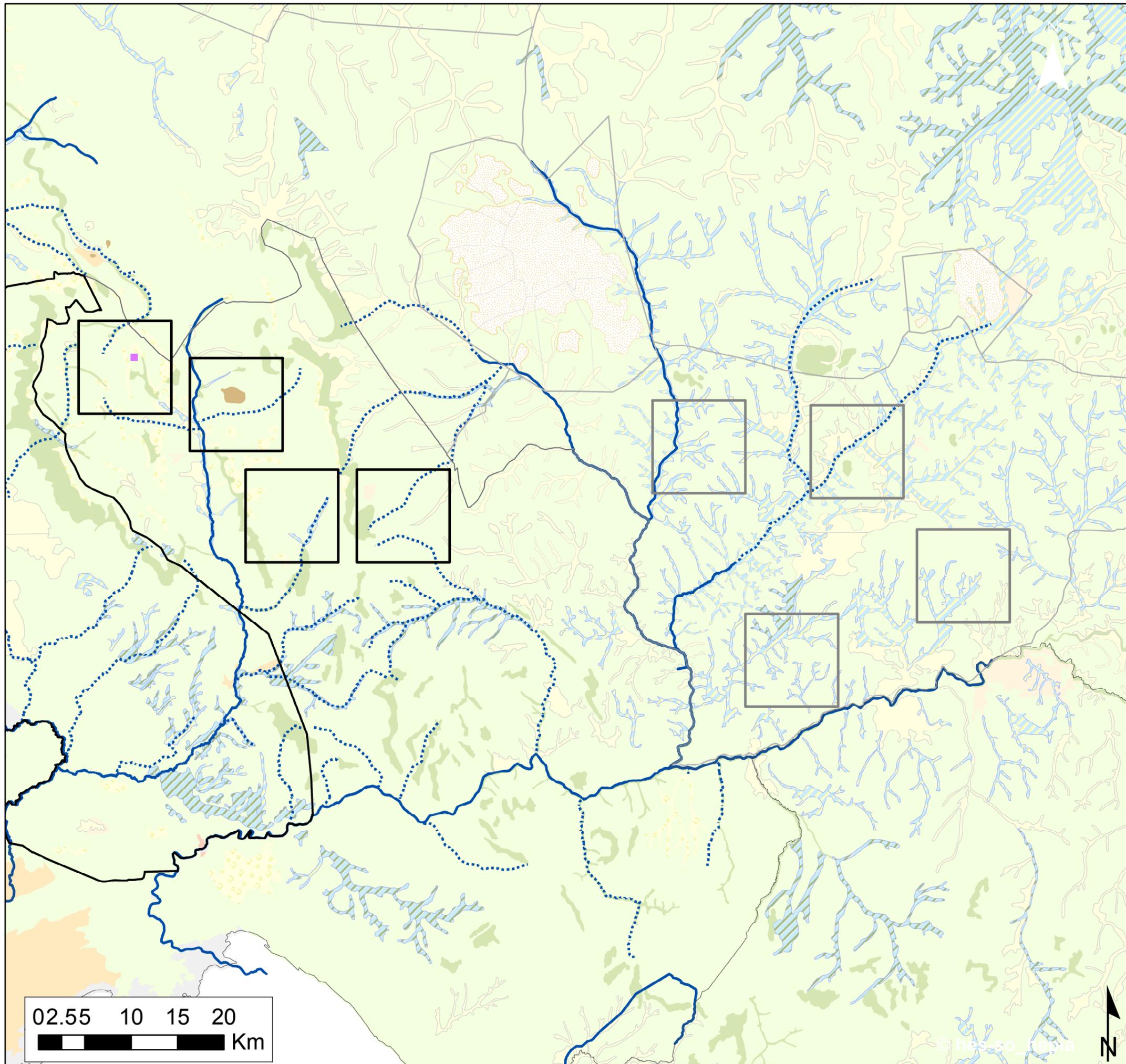
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

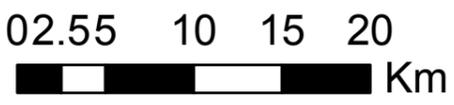
Mangouste des marais
Atilax paludinosus

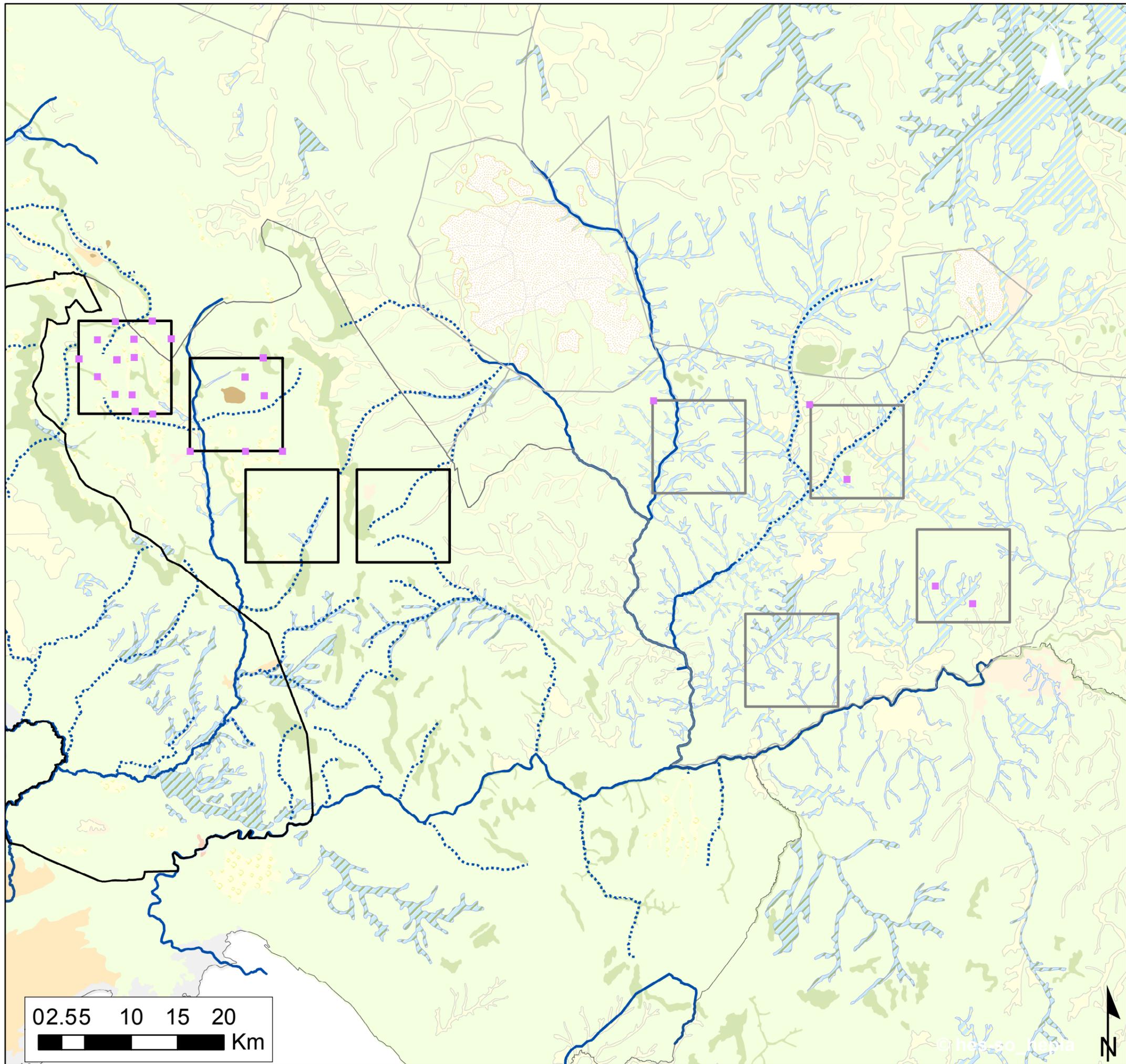
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

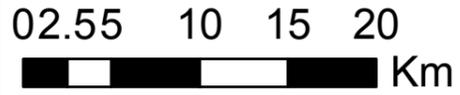
Mangouste à queue touffue
Bdeogale crassicauda

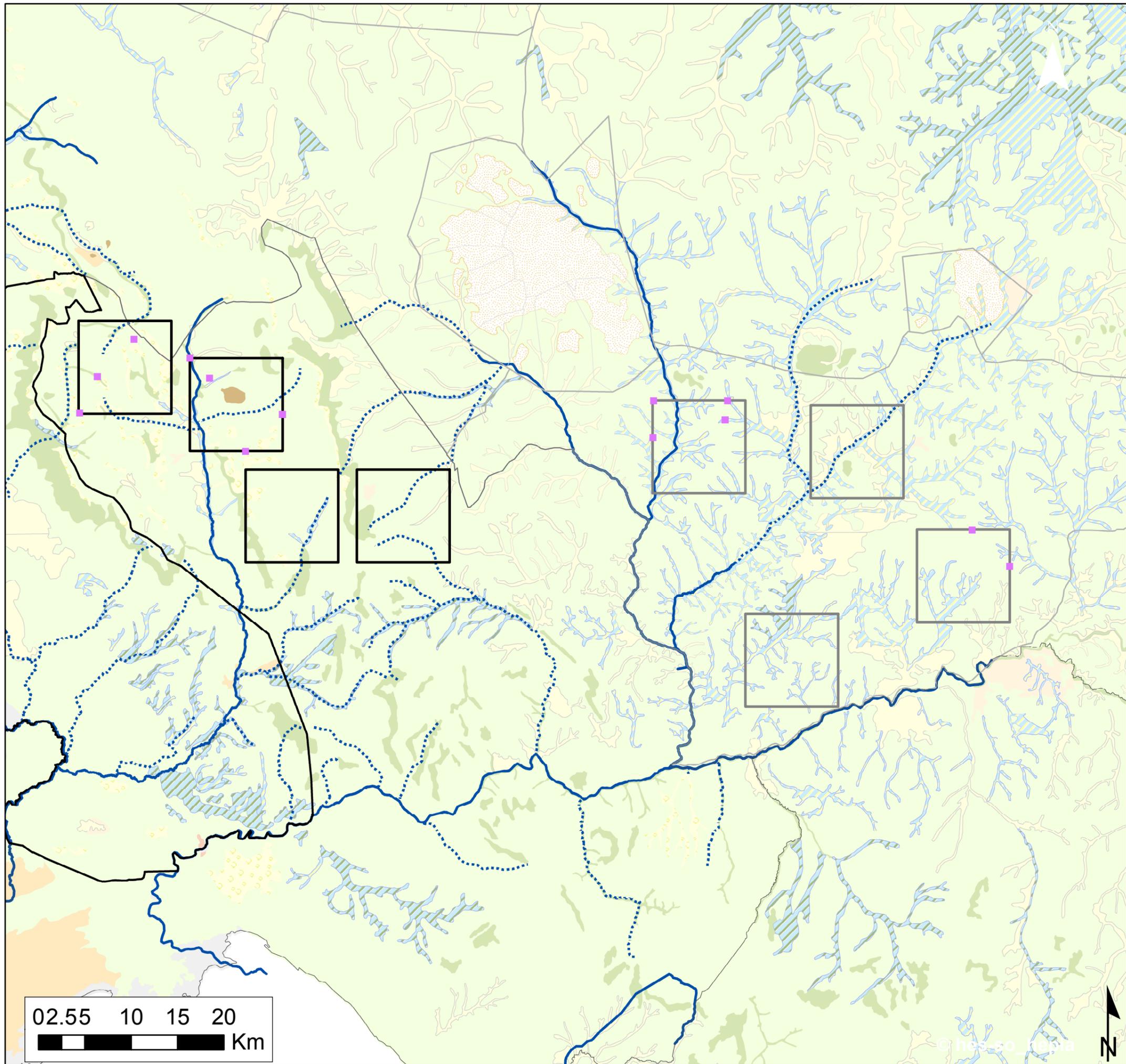
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

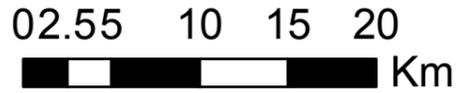
Civette d'Afrique
Civettictis civetta

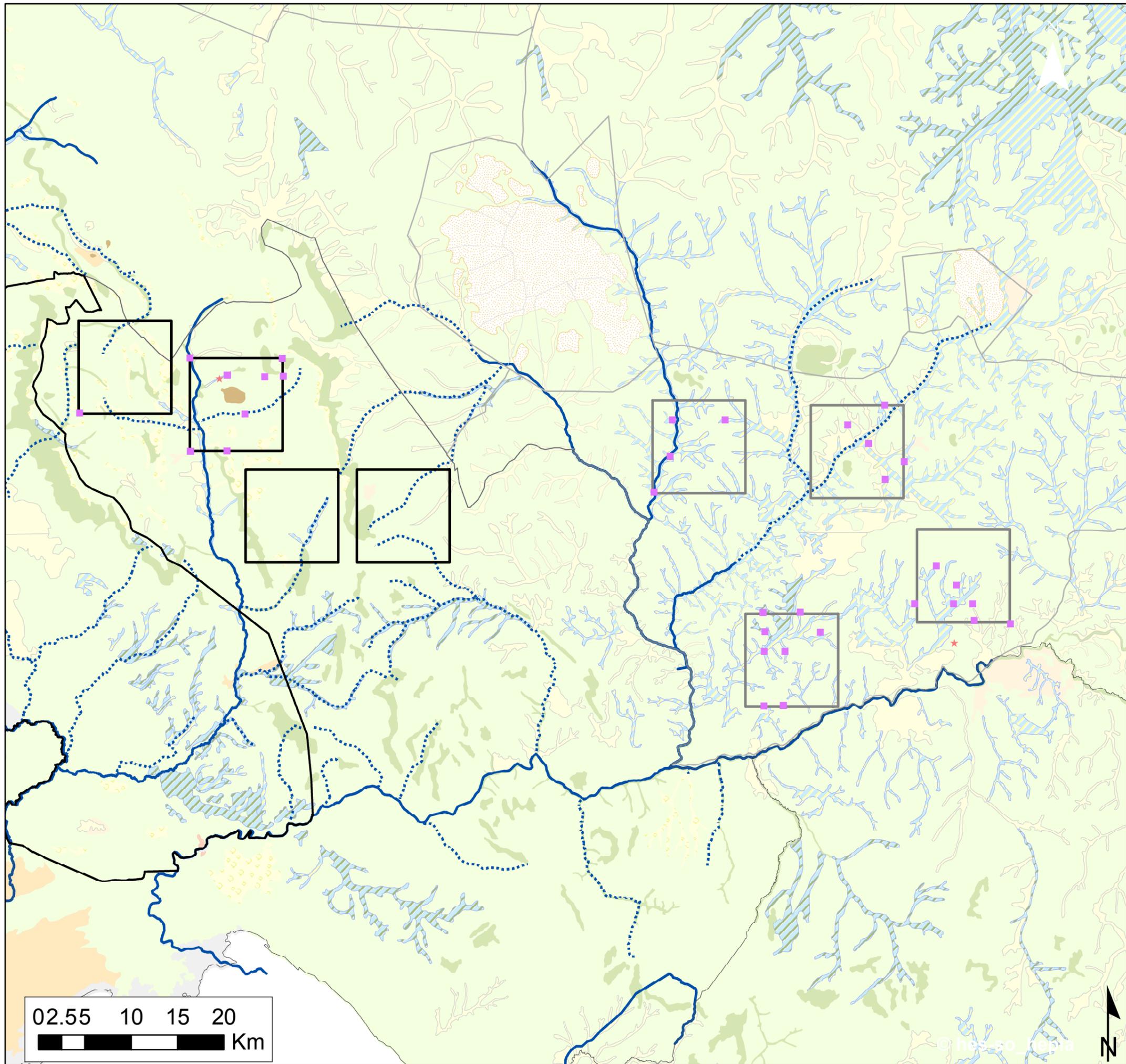
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

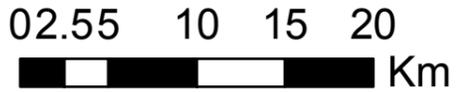
Hyène tachetée
Crocuta crocuta

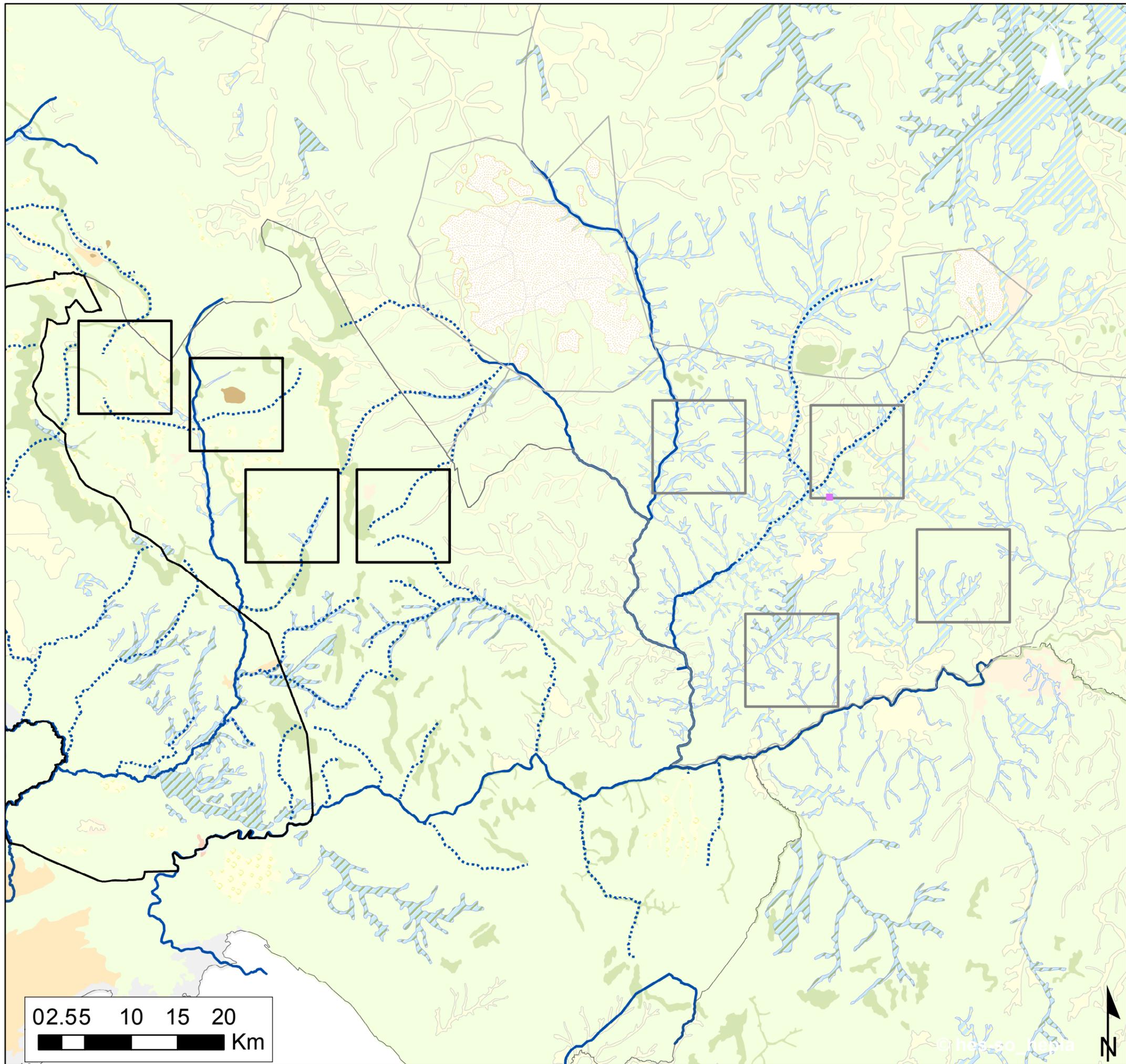
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ★ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
 Carte de la végétation





Distribution spatiale

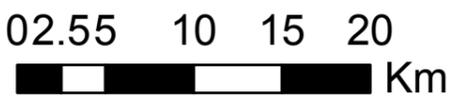
Chat ganté
Felis silvestris

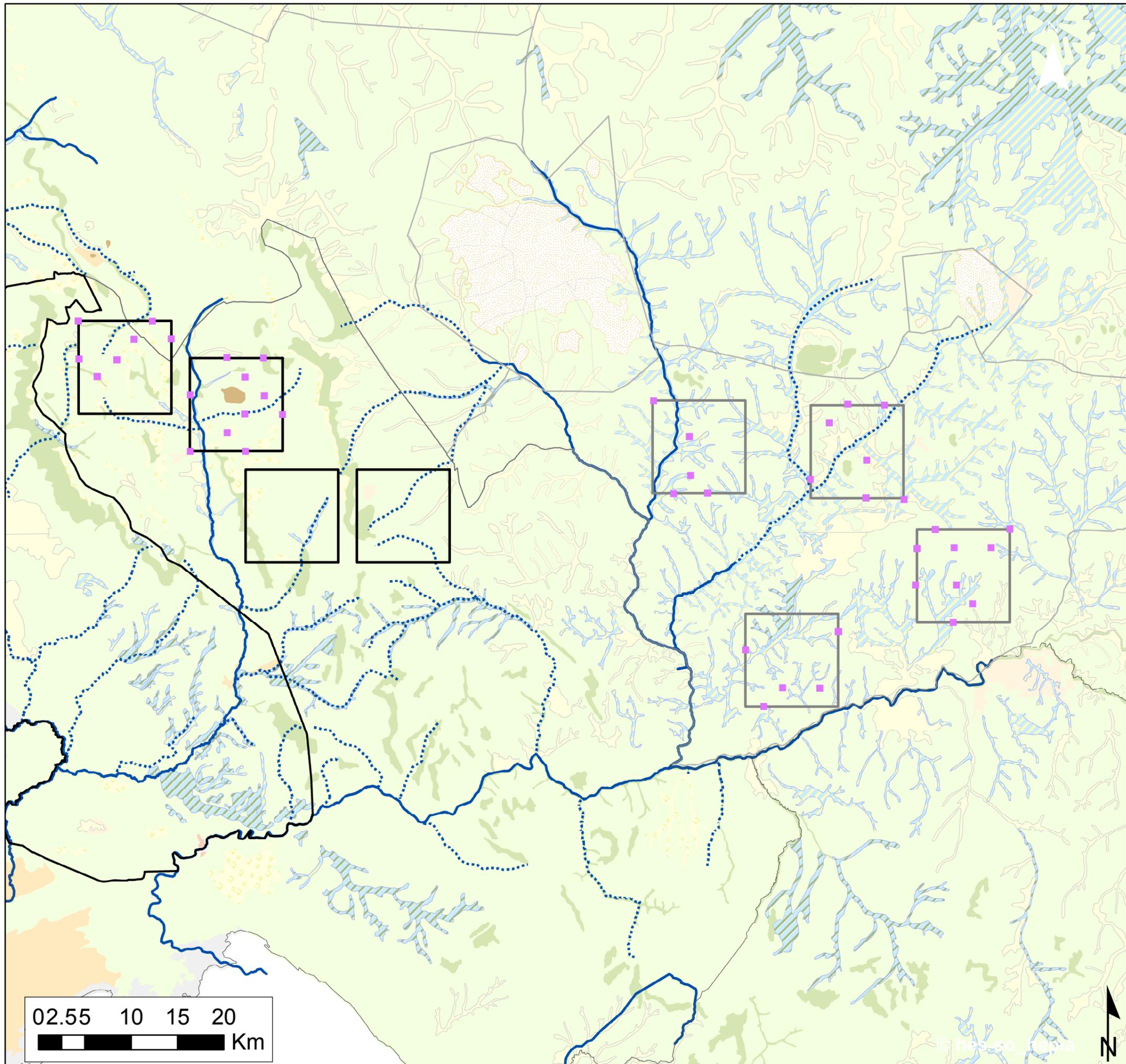
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

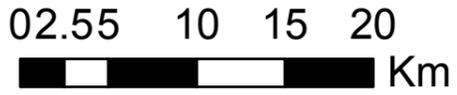
Genette d'Angola
Genetta angolensis

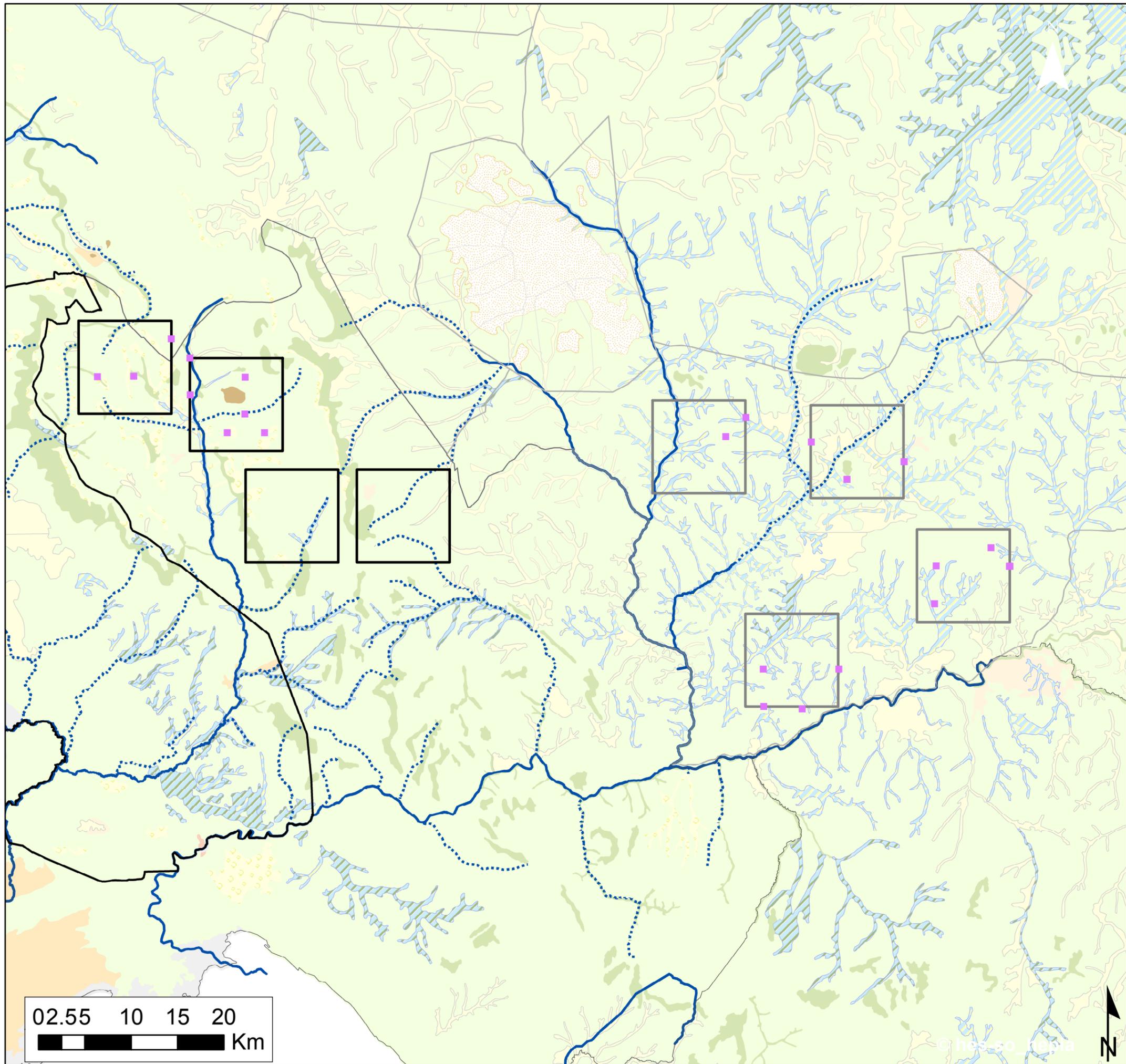
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

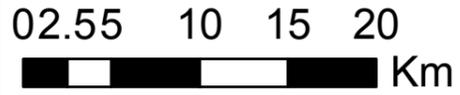
Genette commune à grandes taches
Genetta maculata

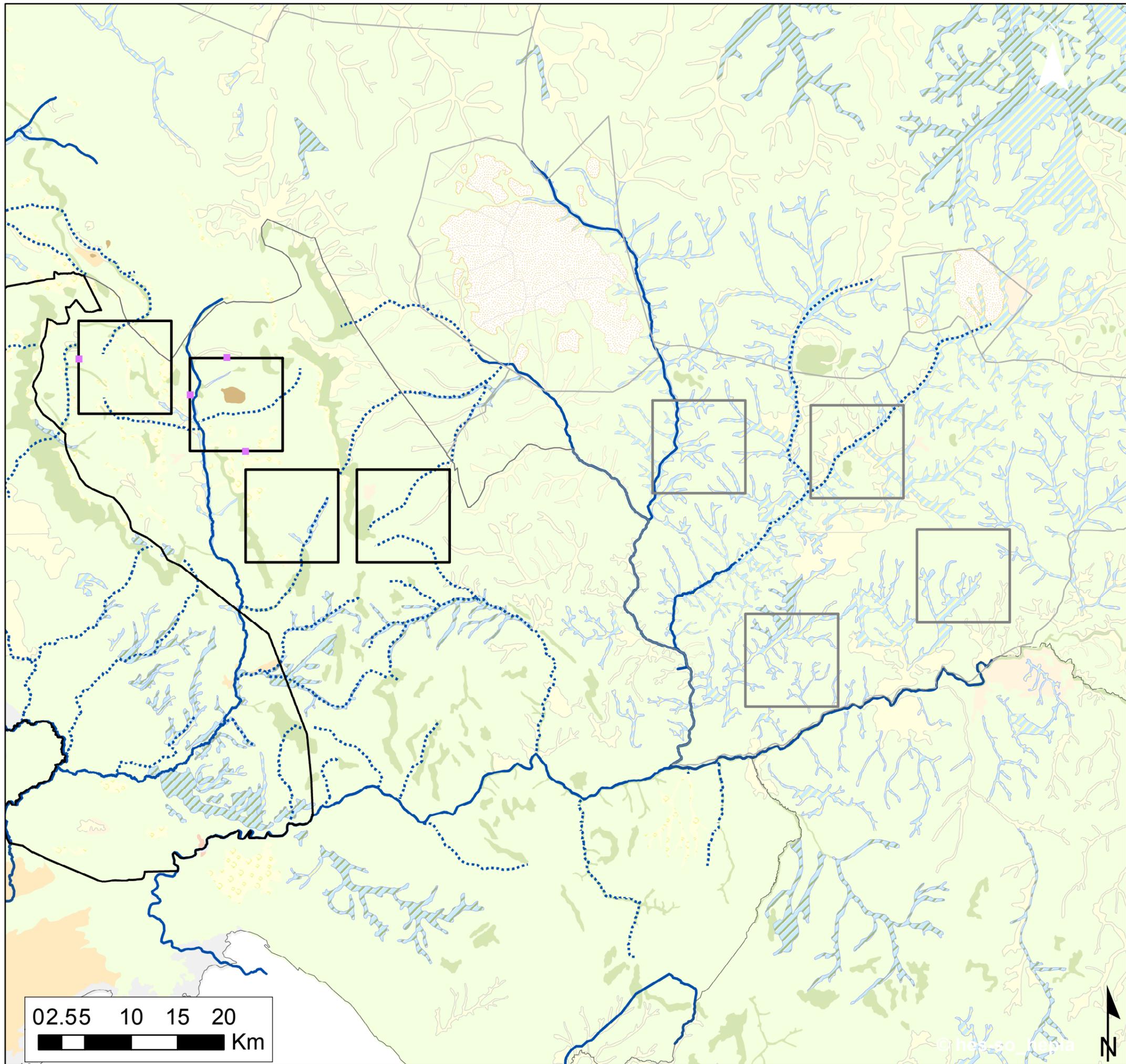
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

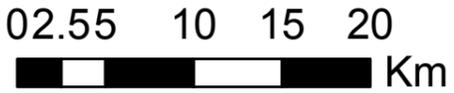
Mangouste naine
Helogale parvula

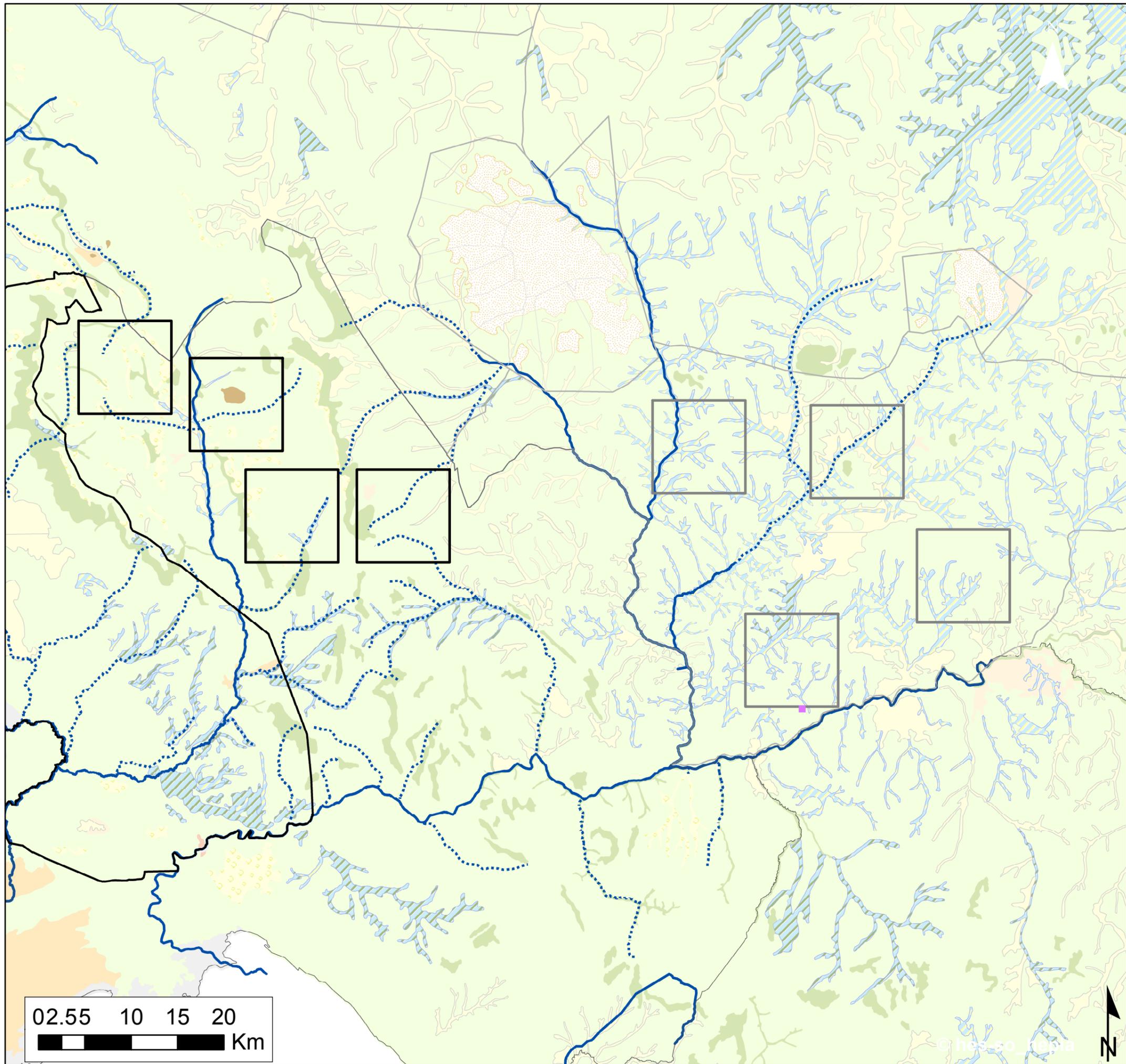
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

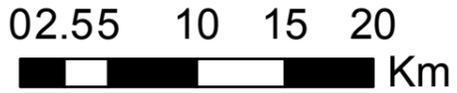
Mangouste rouge
Herpestes sanguineus

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Mangouste à queue blanche

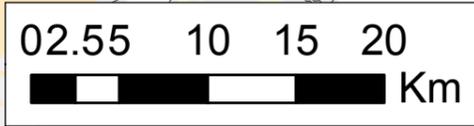
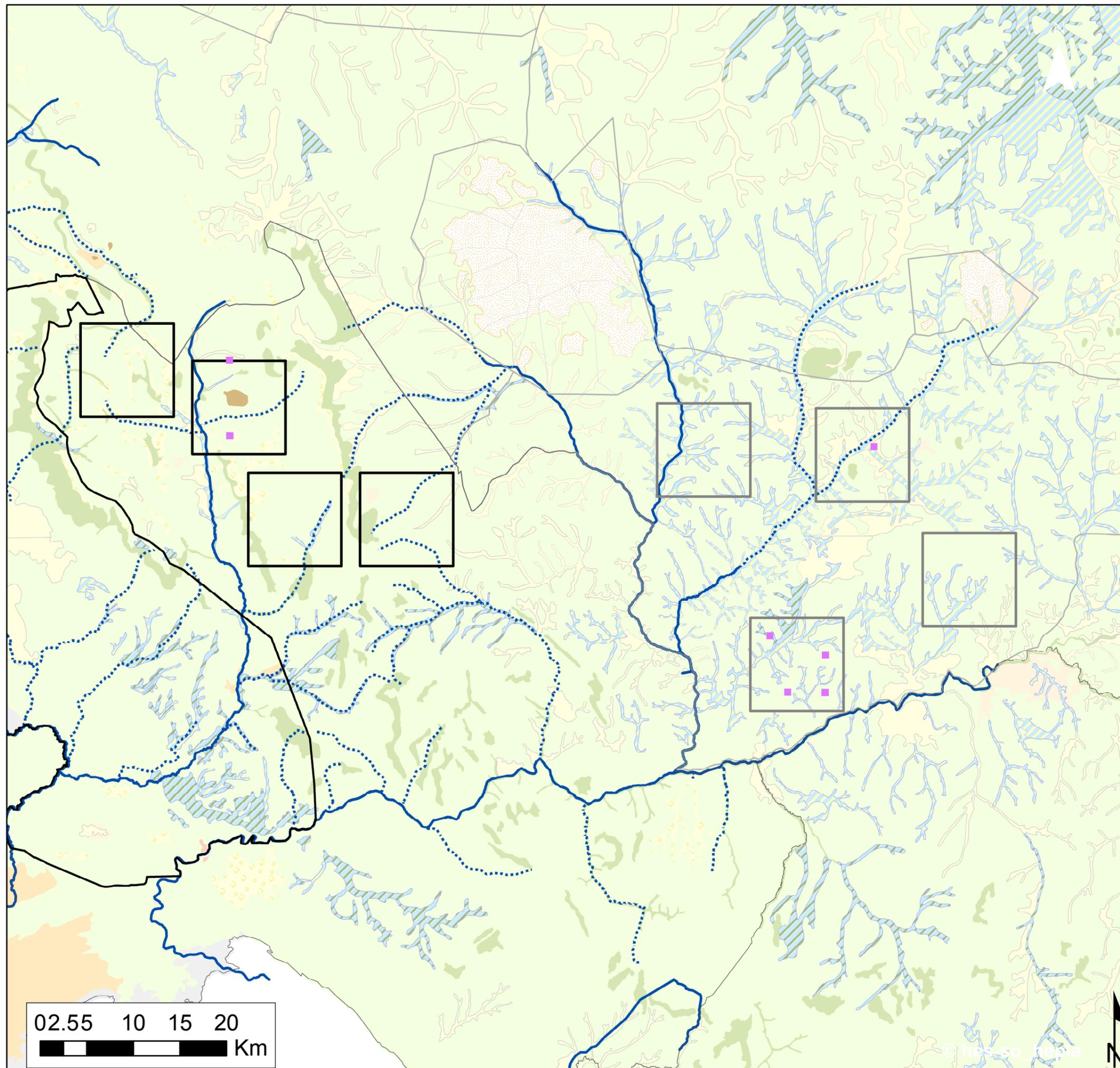
Ichneumia albicauda

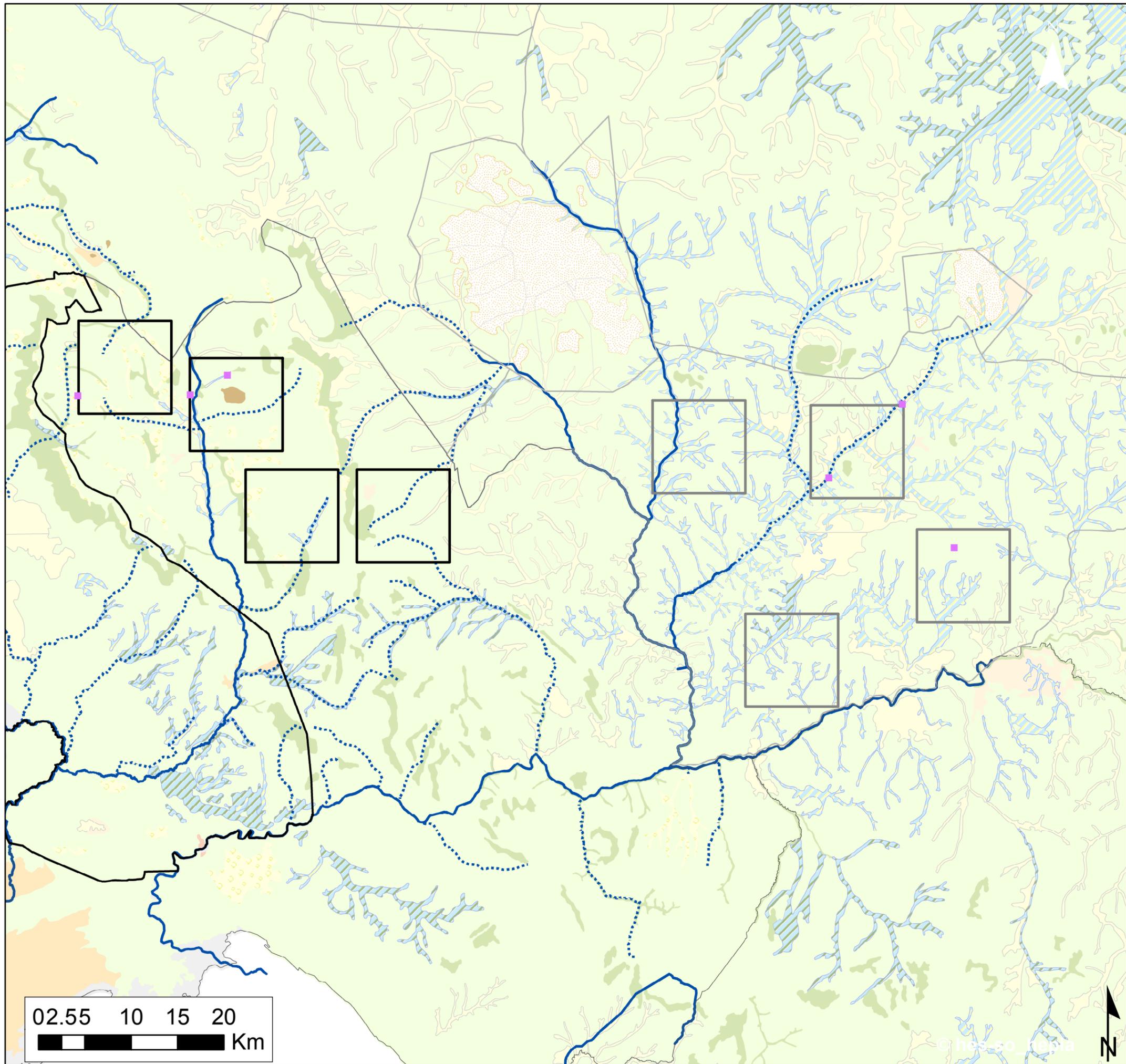
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Serval

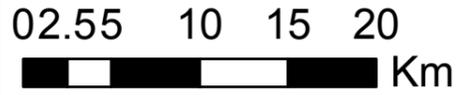
Leptailurus serval

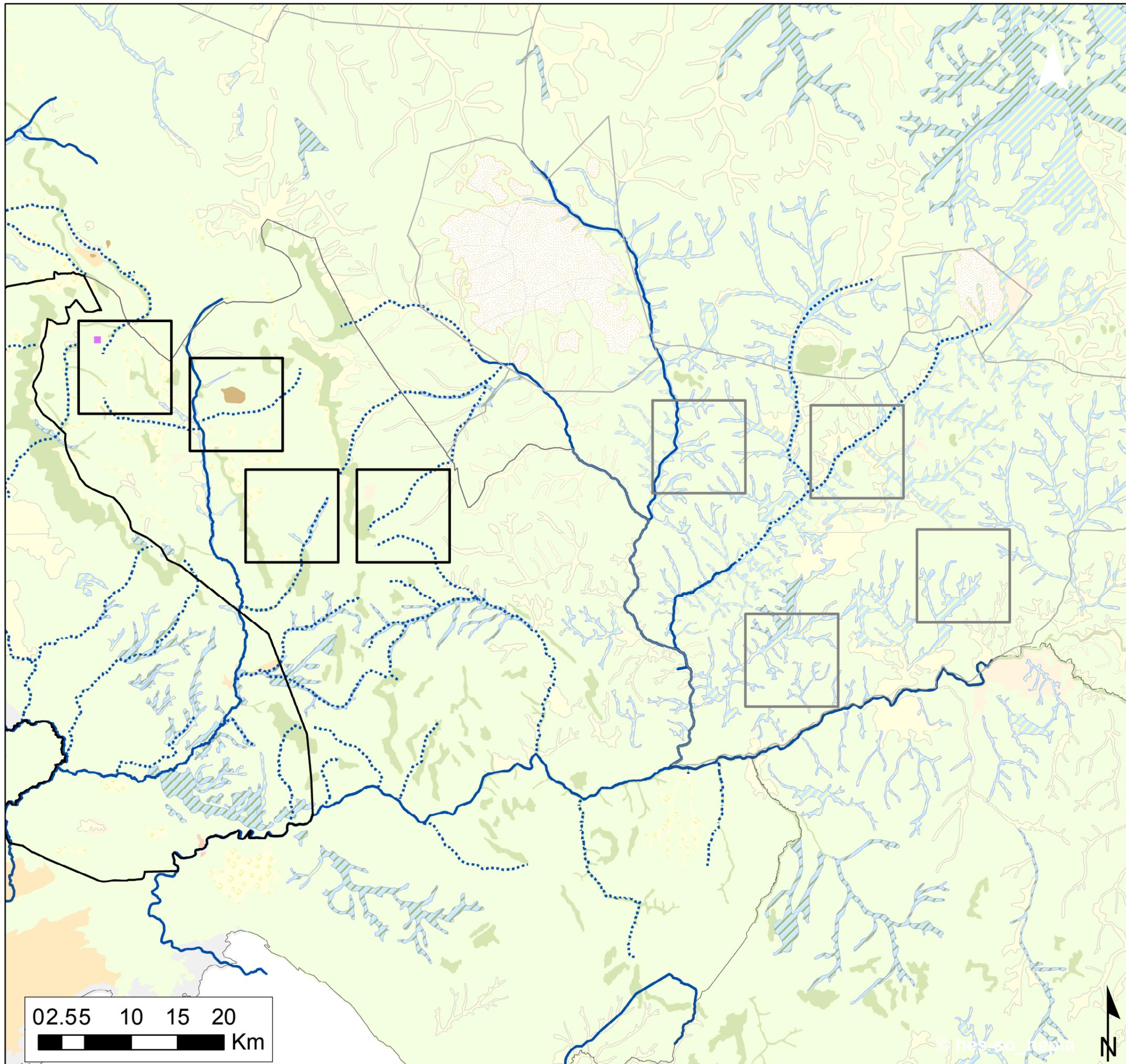
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Lycaon

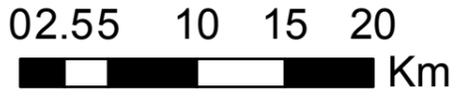
Lycaon pictus

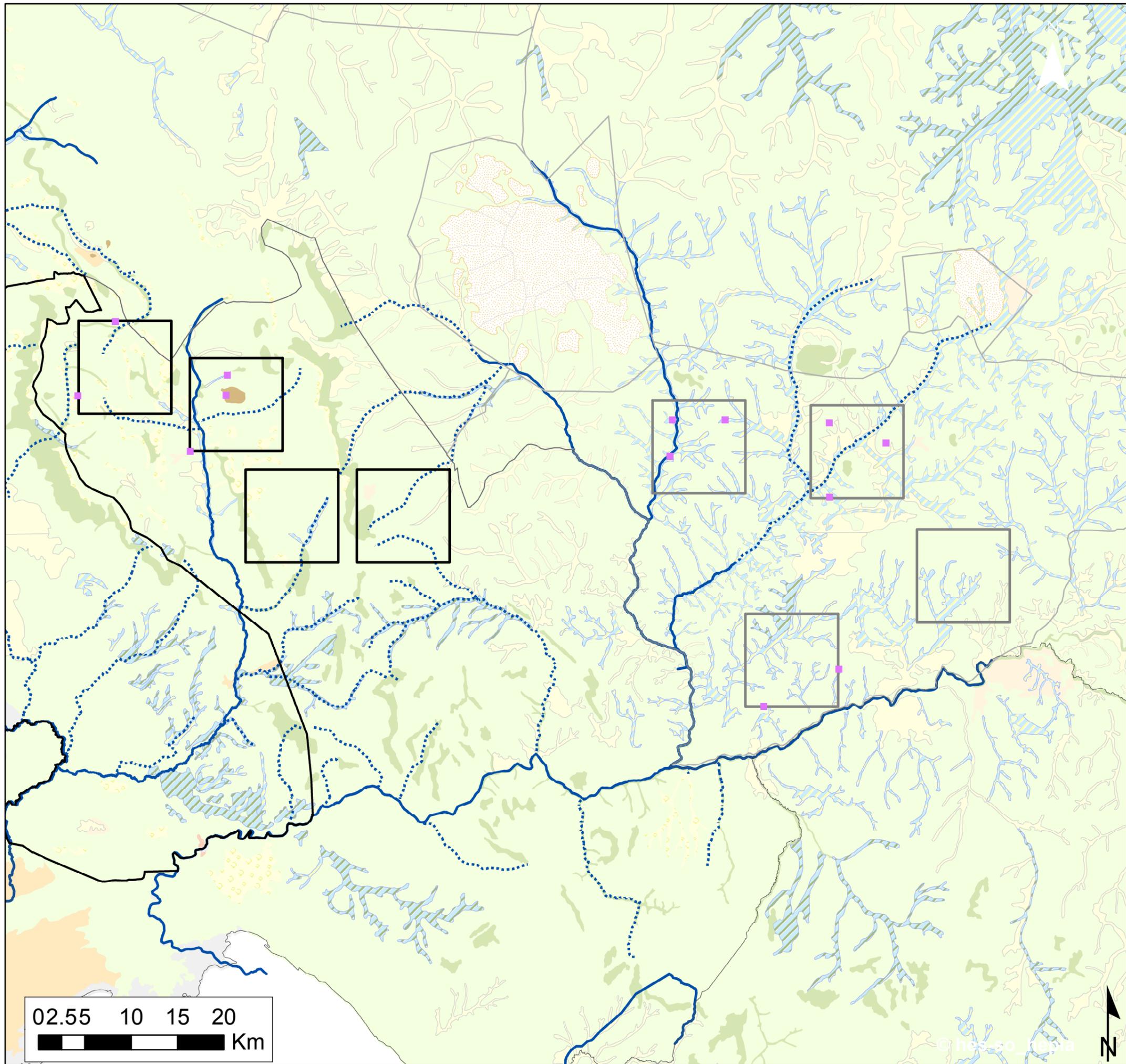
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Ratel

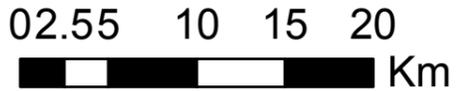
Mellivora capensis

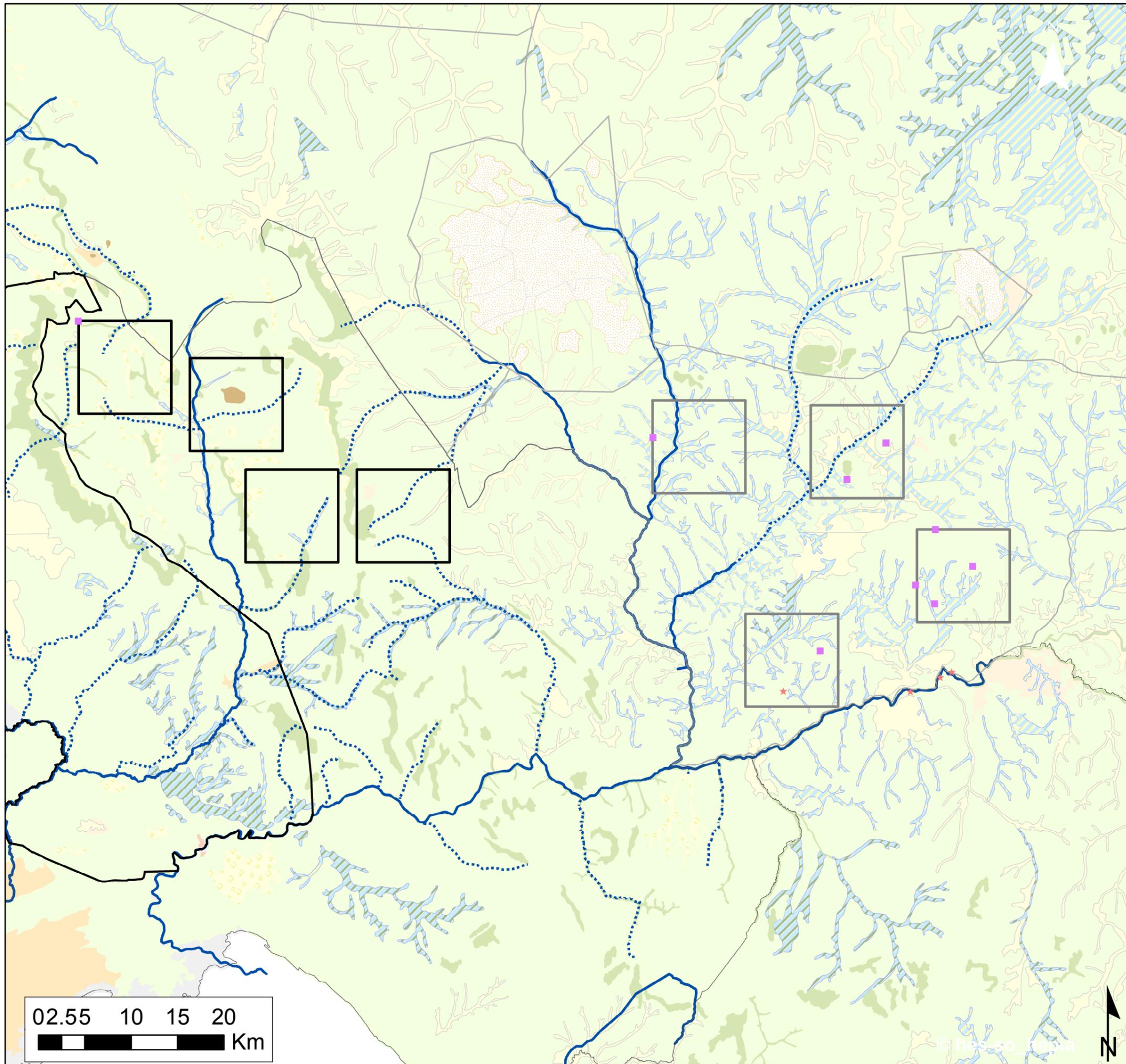
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Mangue rayée

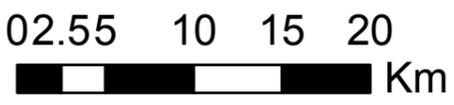
Mungos mungo

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Lion

Panthera leo

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

○ observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

* Indirect

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

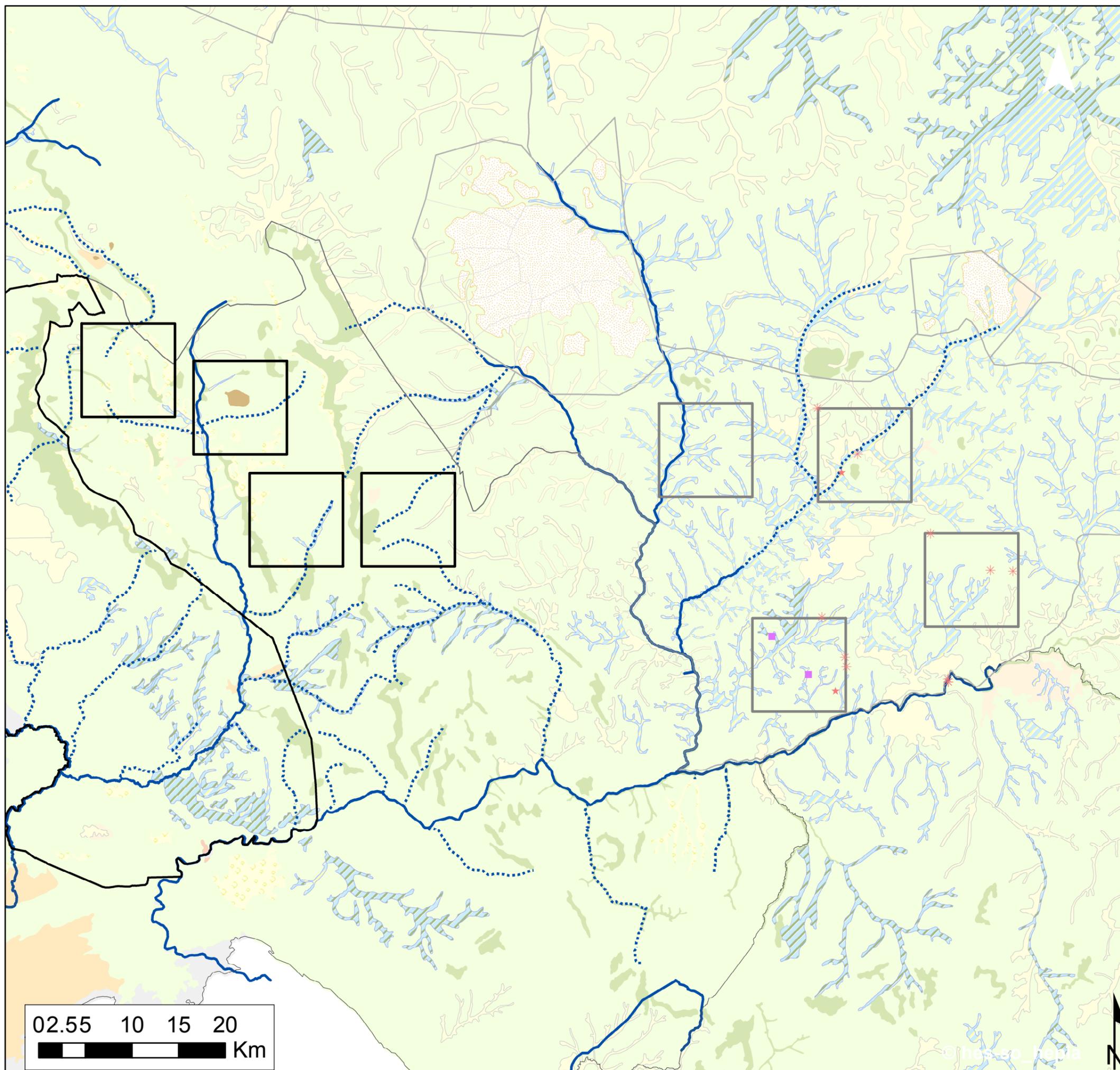
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·so

Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016

Distribution spatiale

Léopard

Panthera pardus

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

○ observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

* Indirect

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

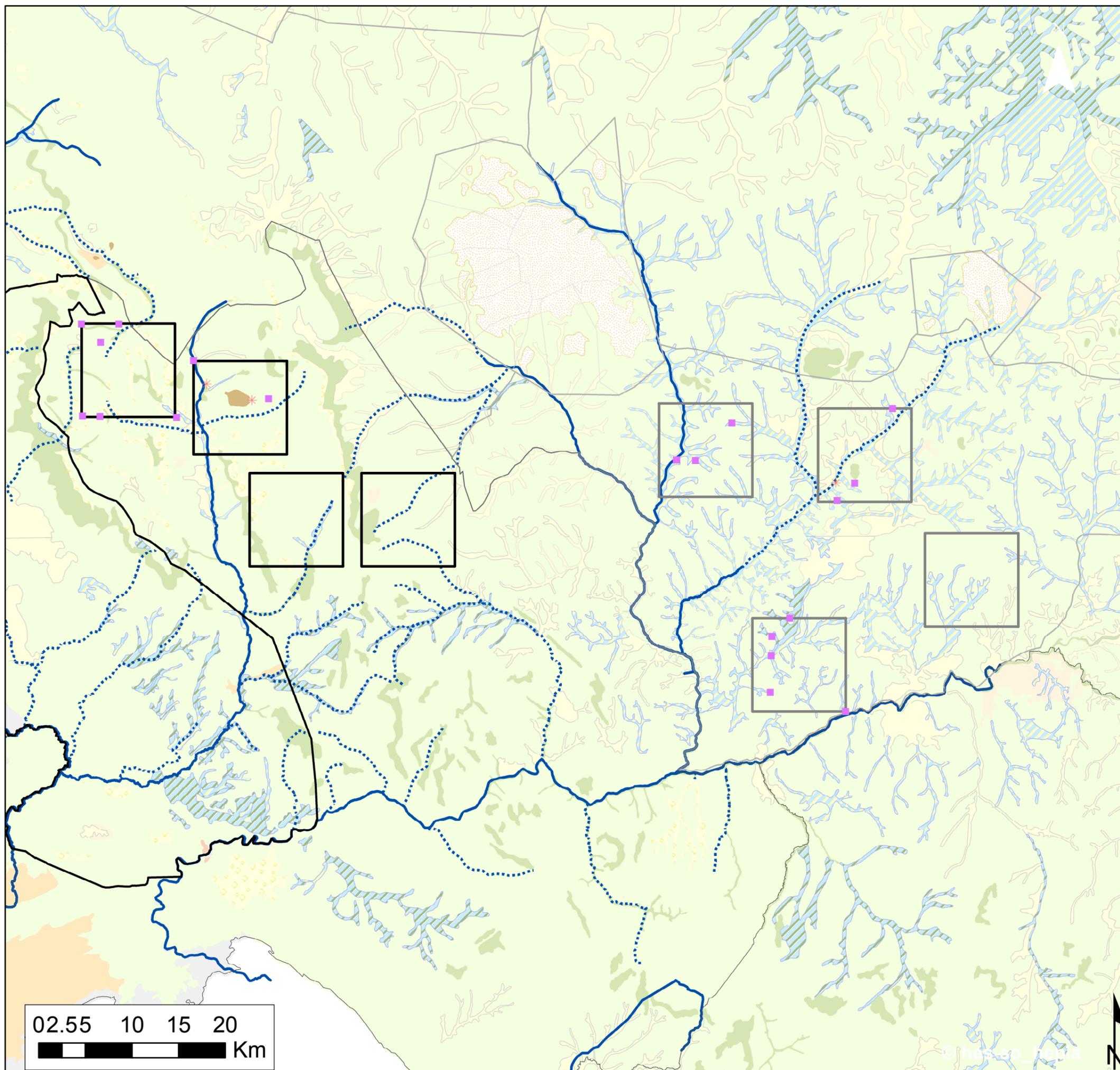
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

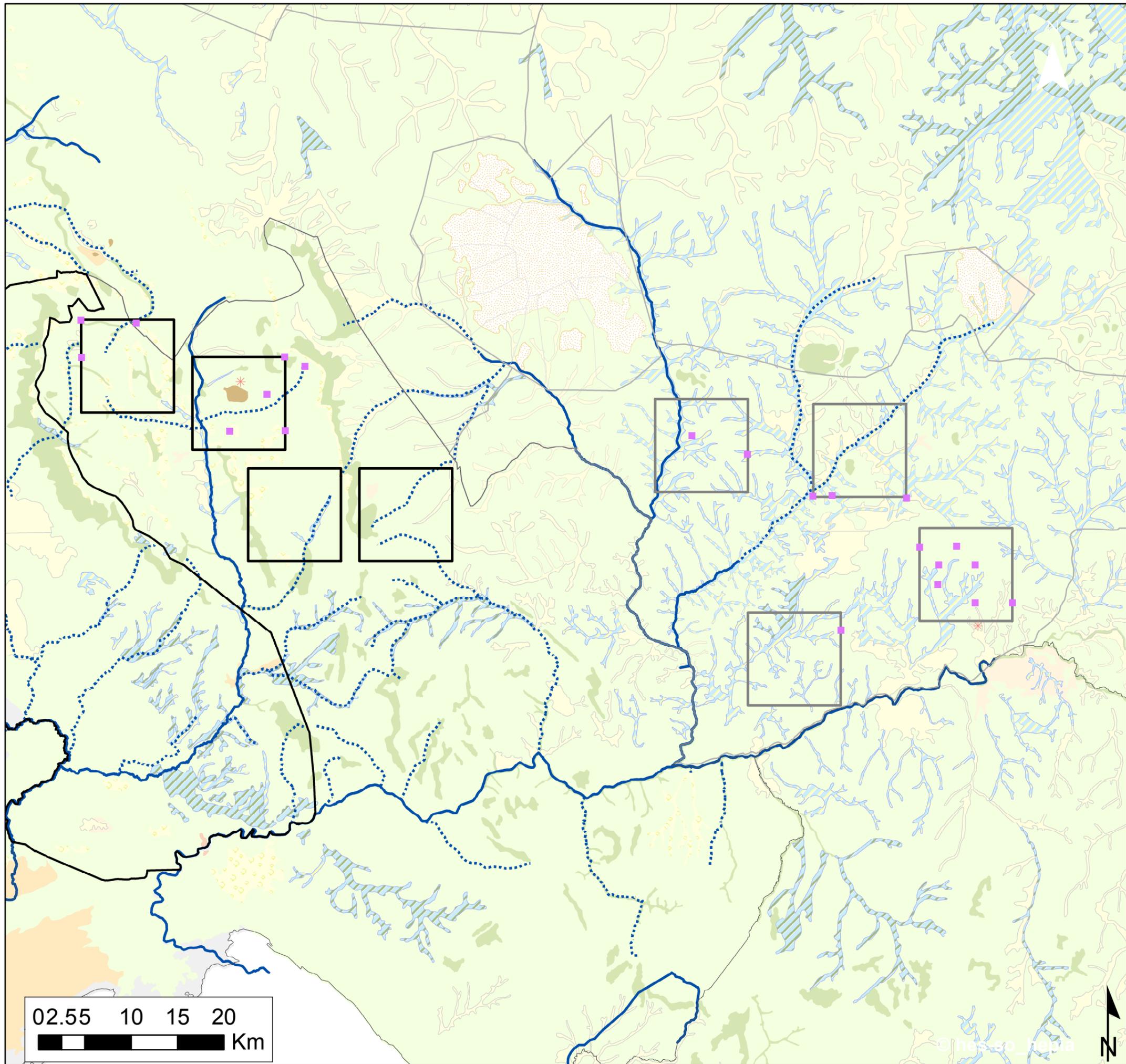
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016



Distribution spatiale

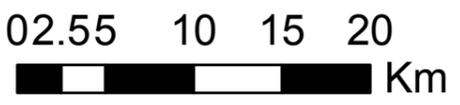
Oryctérope
Orycteropus afer

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- * Indirect
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

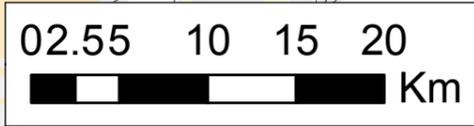
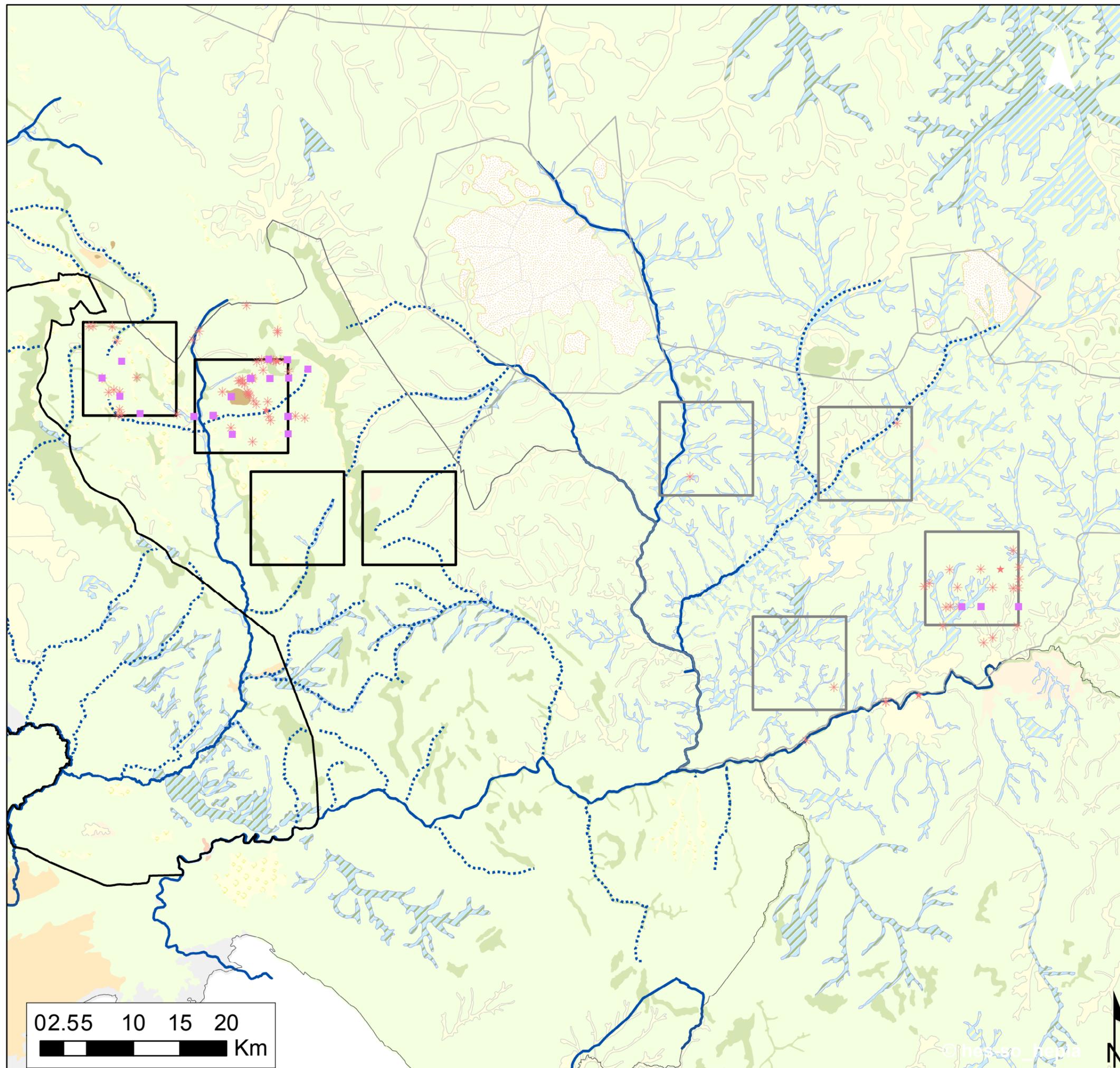
Eléphant d'Afrique
Loxodonta africana

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- * Indirect
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Zèbre de steppe

Equus quagga boehmi

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

○ observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

* Indirect

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

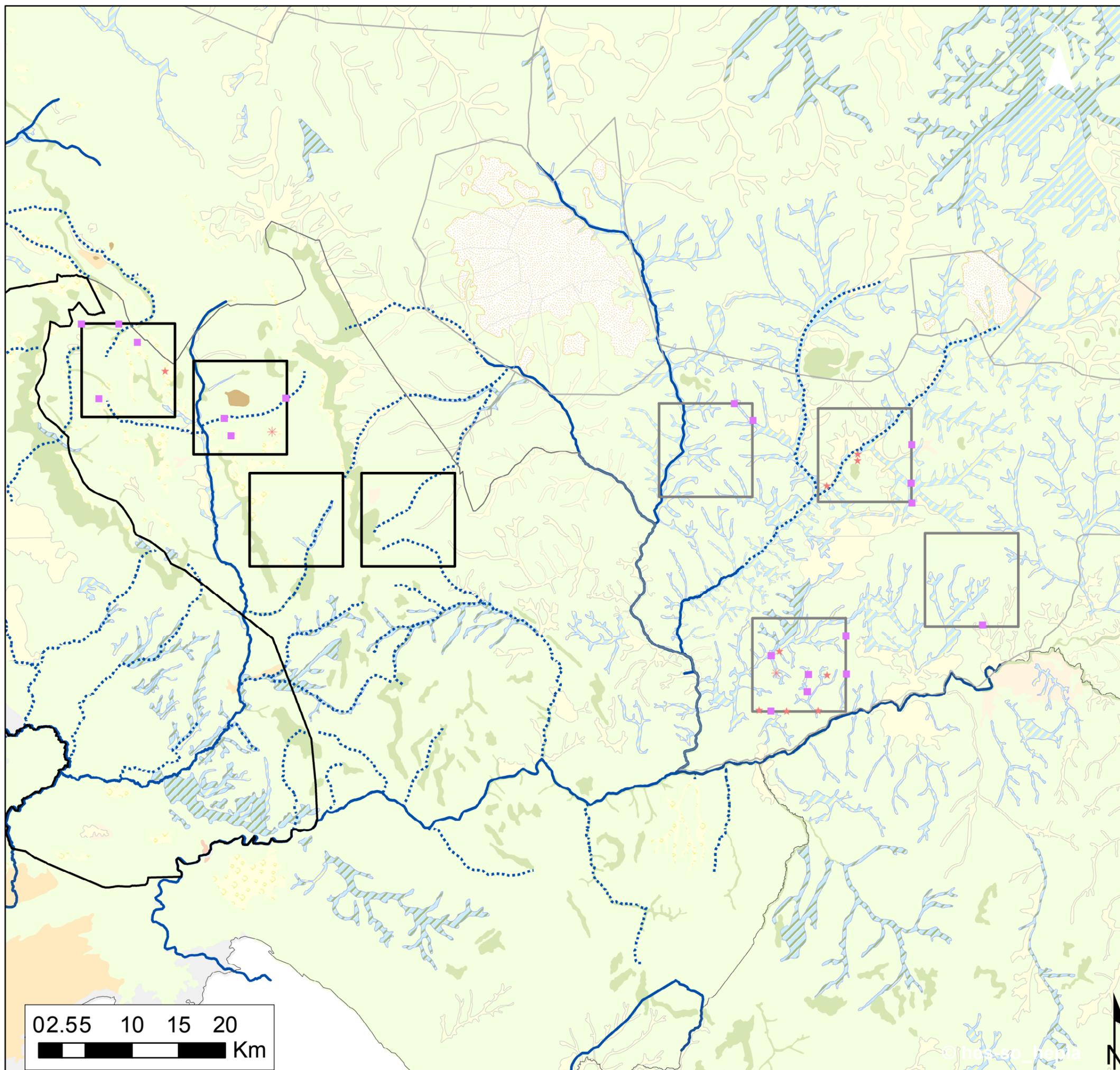
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

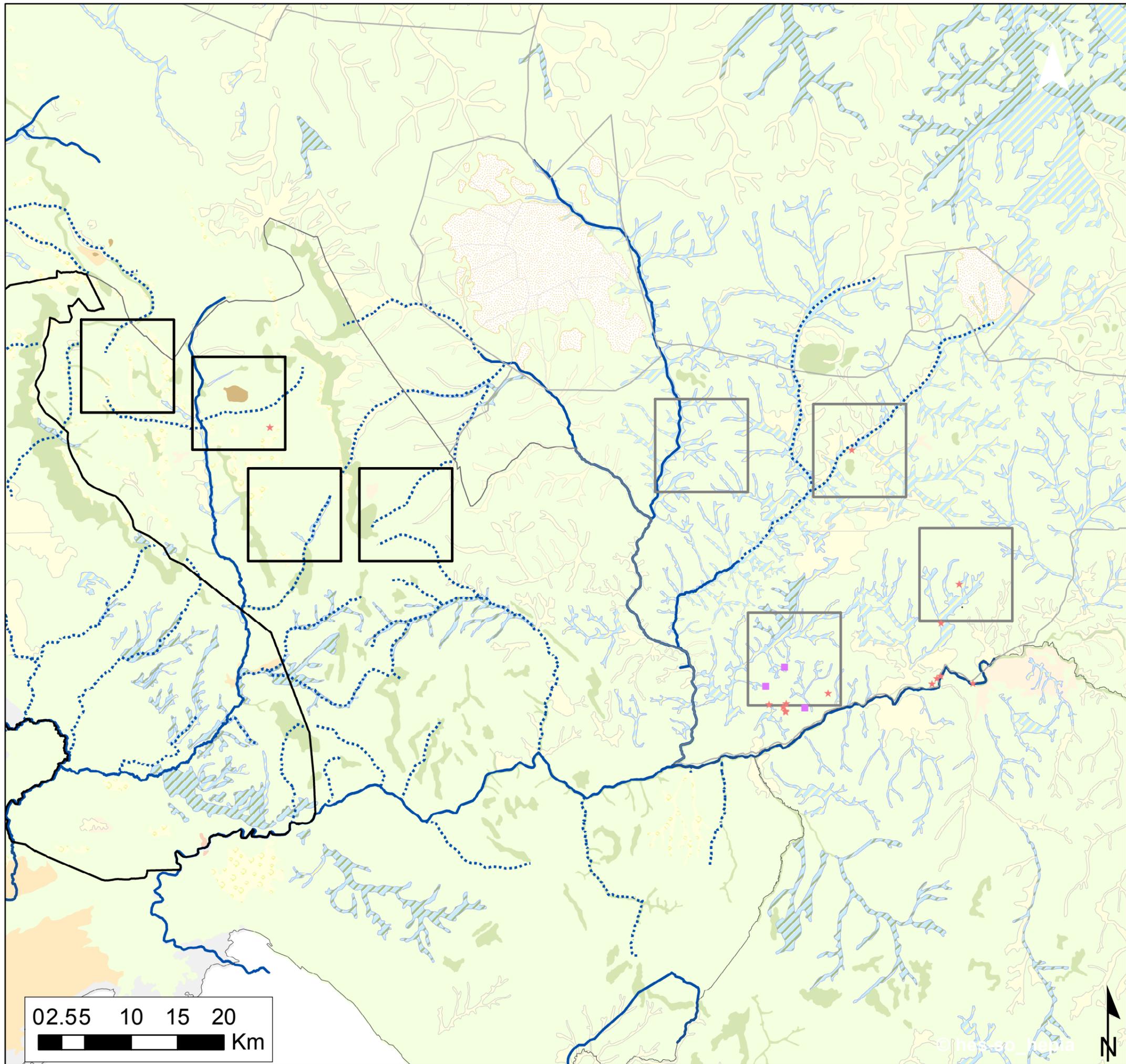
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland



Distribution spatiale

Impala

Aepyceros melampus

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique
 observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

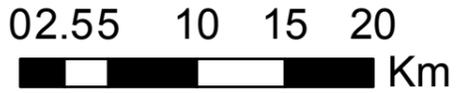
□ Game Reserve

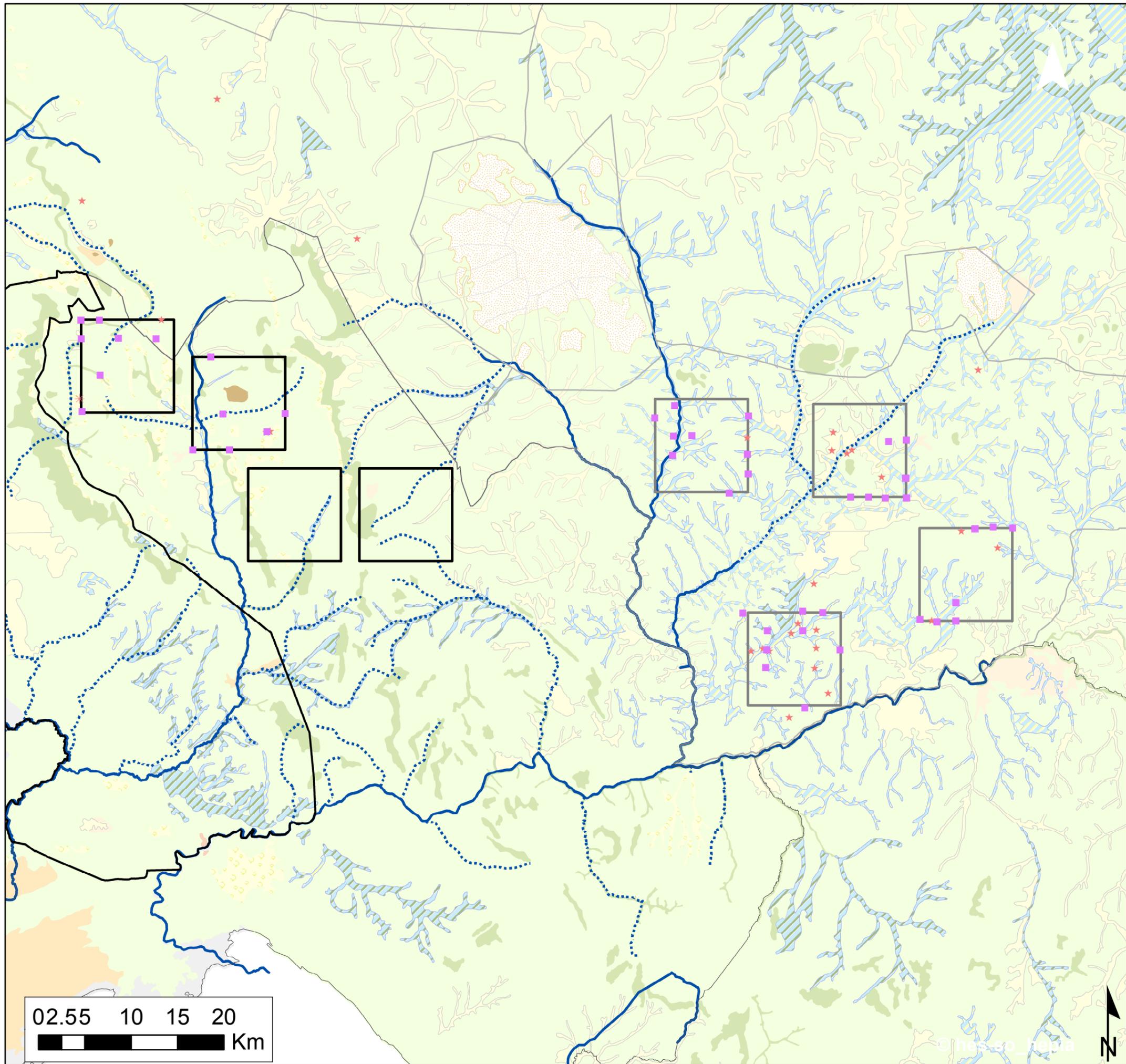
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
 Carte de la végétation





Distribution spatiale

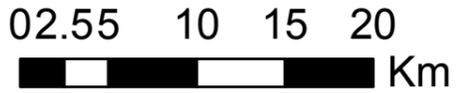
Bubale de Lichtenstein
Alcelaphus lichtensteinii

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- * Indirect
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Damalisque

Damaliscus lunatus

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

○ observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

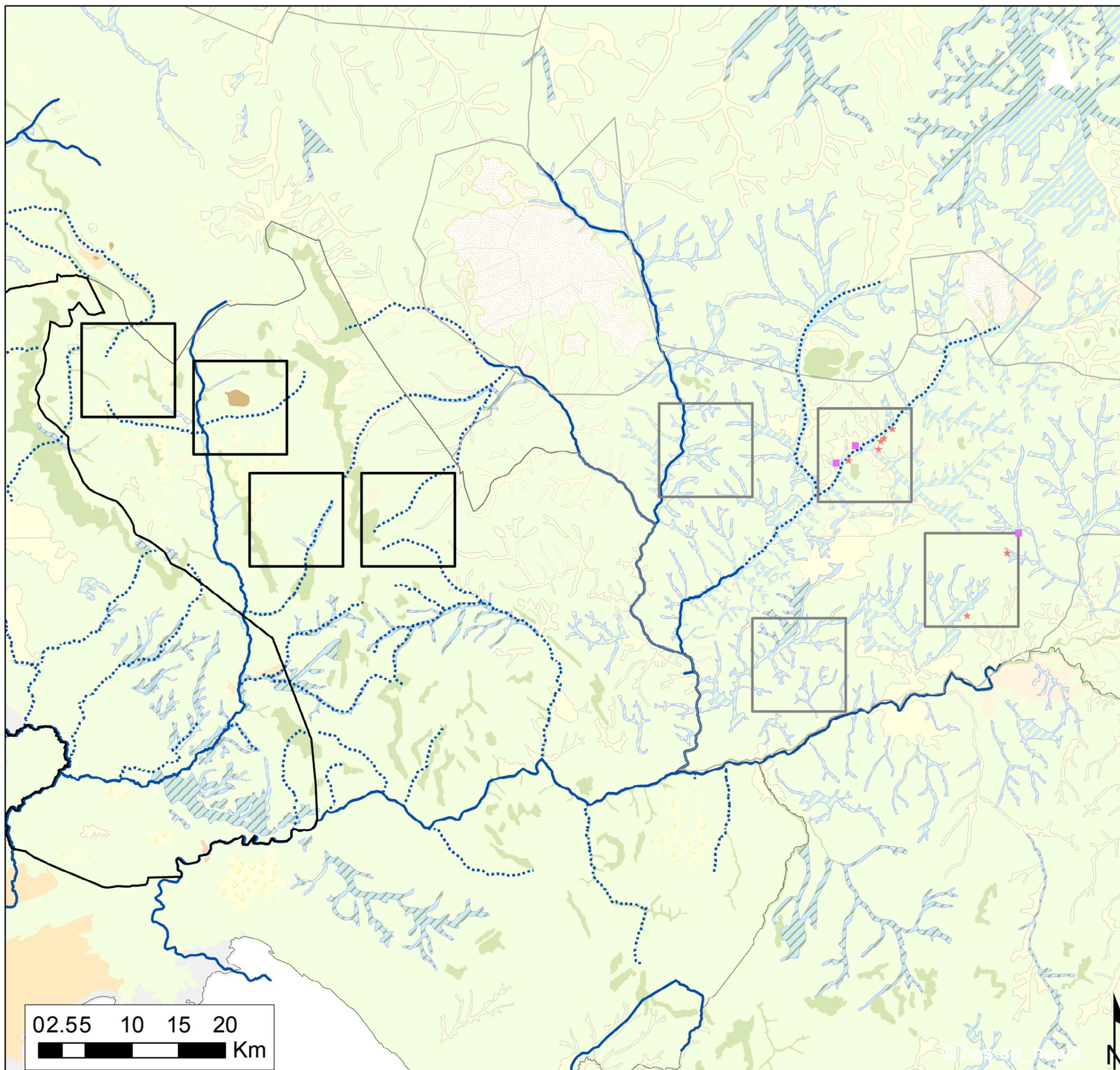
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



Distribution spatiale

Girafe

Giraffa camelopardalis

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique
• observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

* Indirect

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

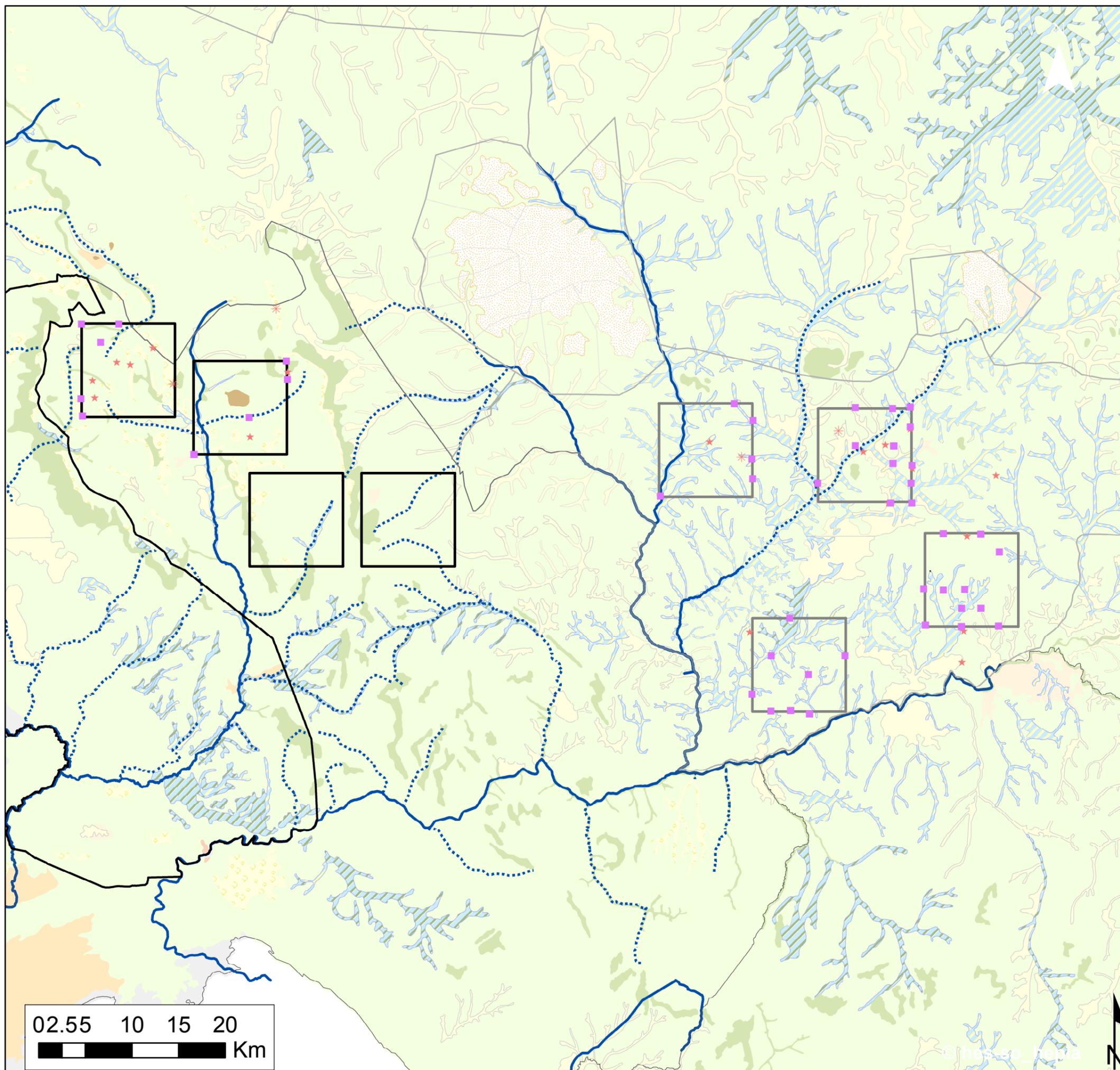
□ National Park

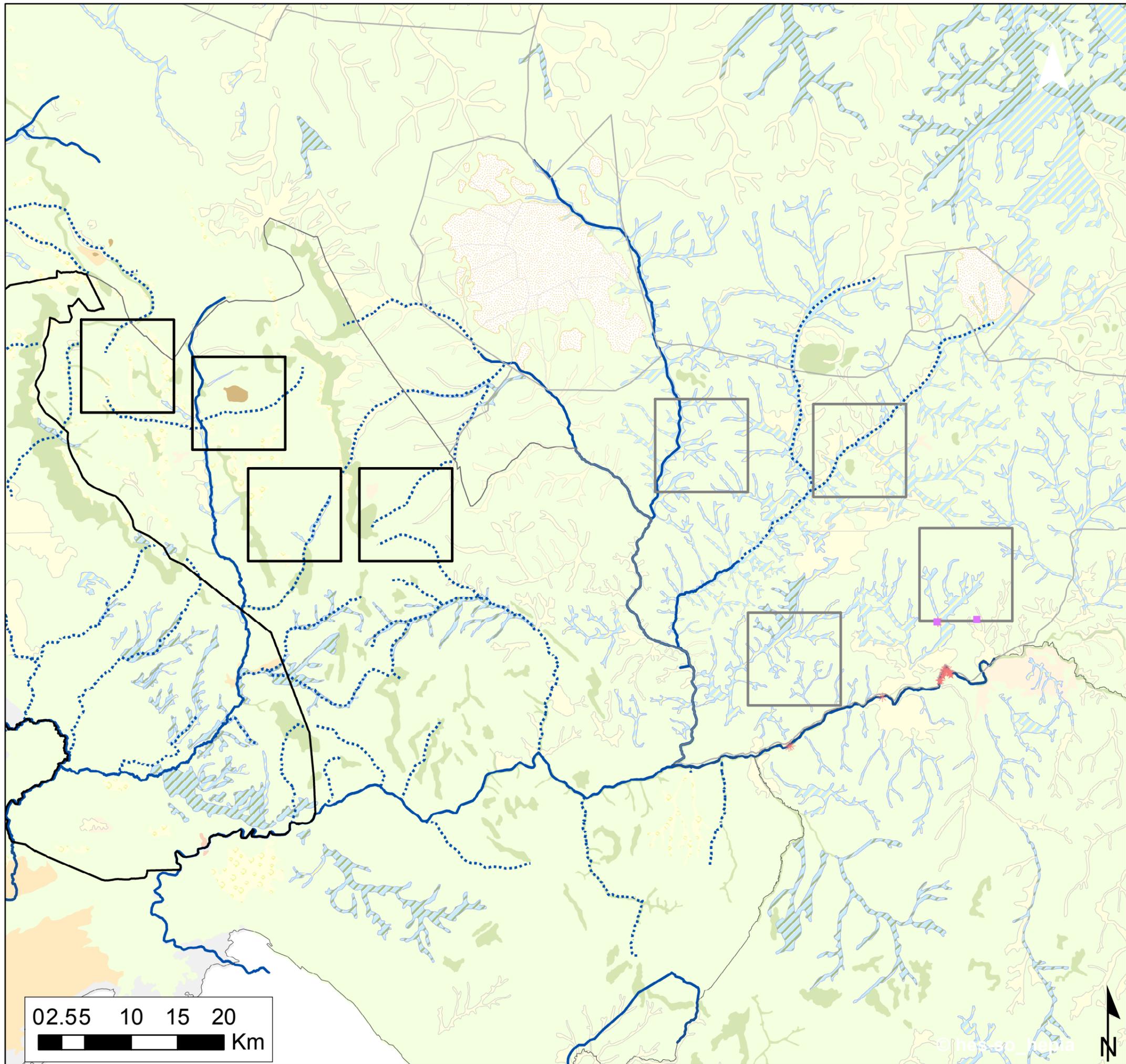
□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation





Distribution spatiale

Hippopotame

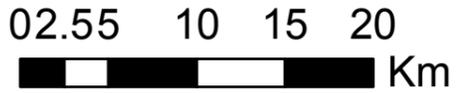
Hippopotamus amphibius

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- * Indirect
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Rouanne

Hippotragus equinus

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

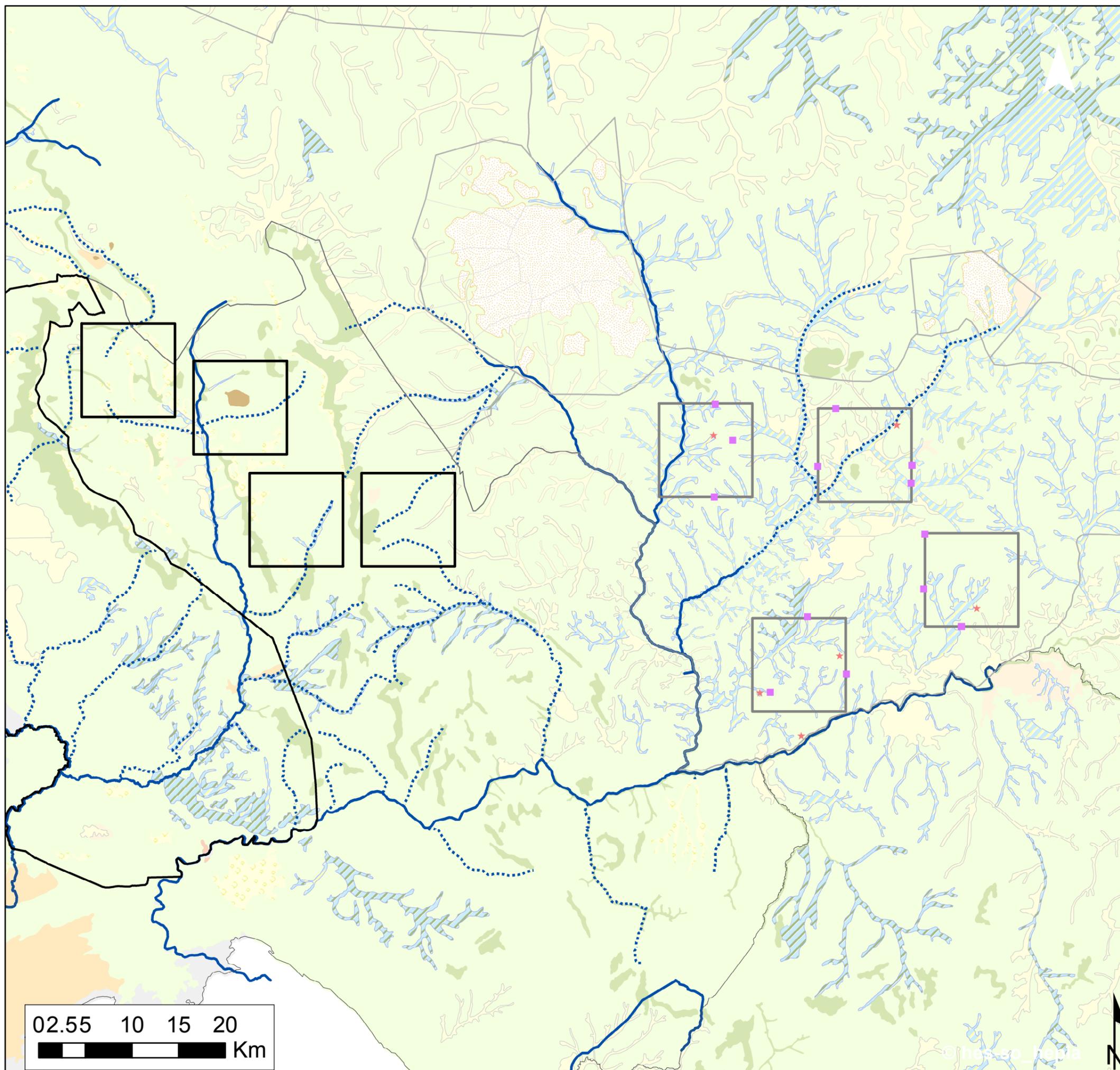
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

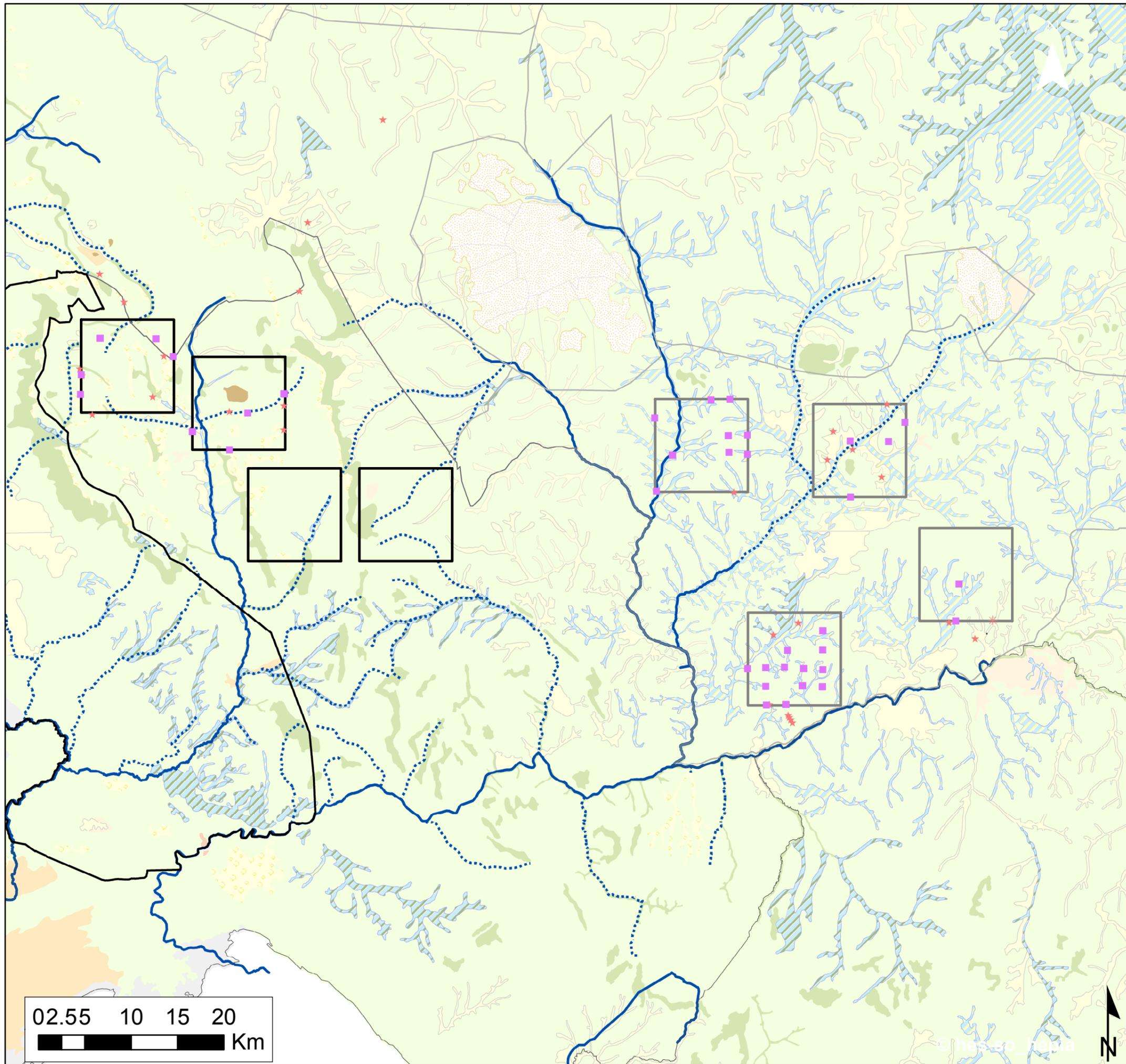
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016



Distribution spatiale

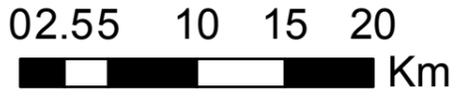
Hippotrague noir
Hippotragus niger

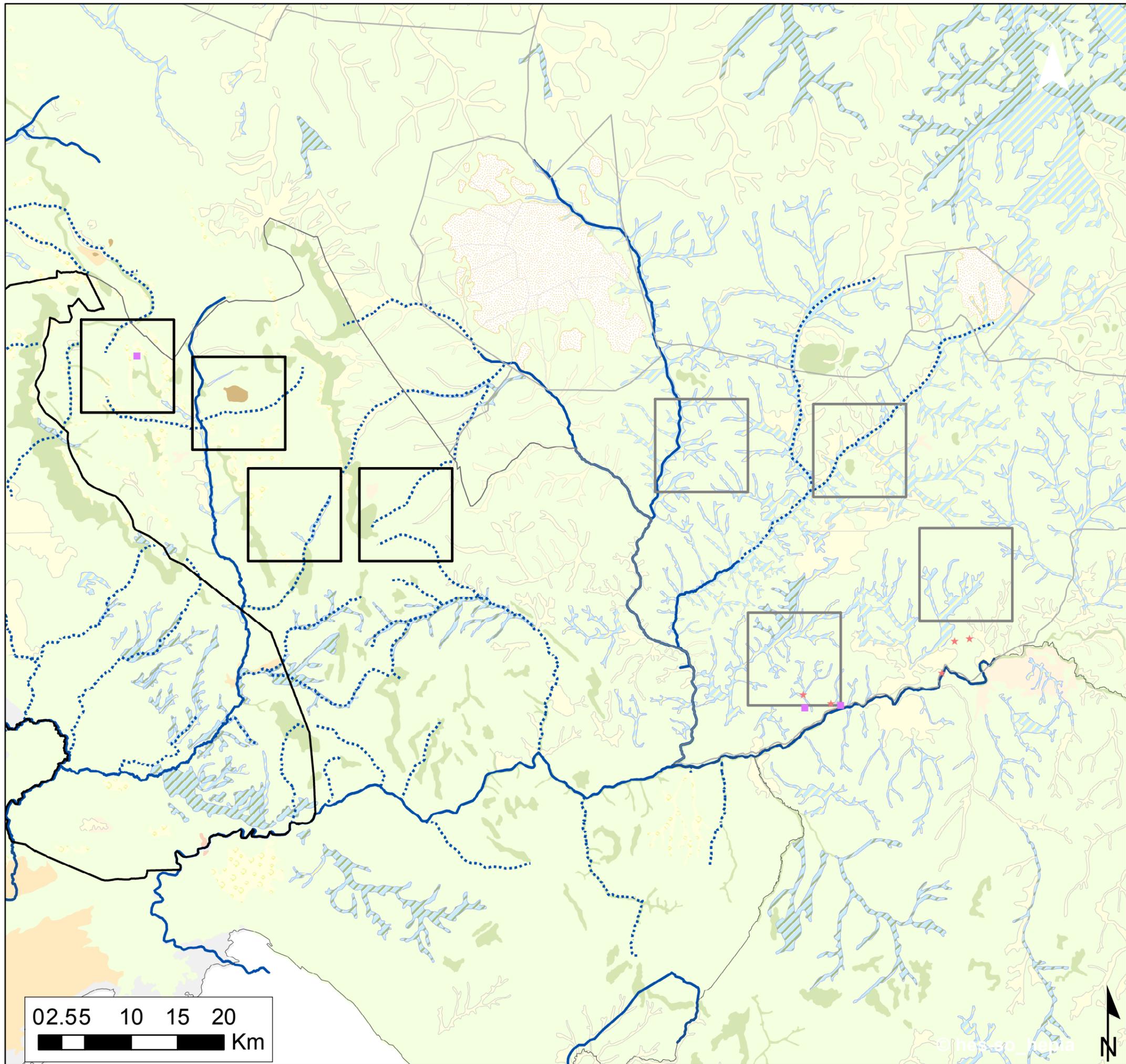
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
-
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- * Indirect
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Cobe defassa

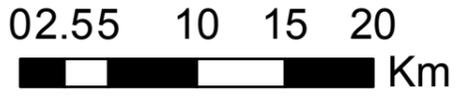
Kobus ellipsiprymnus

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ★ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Orétrague

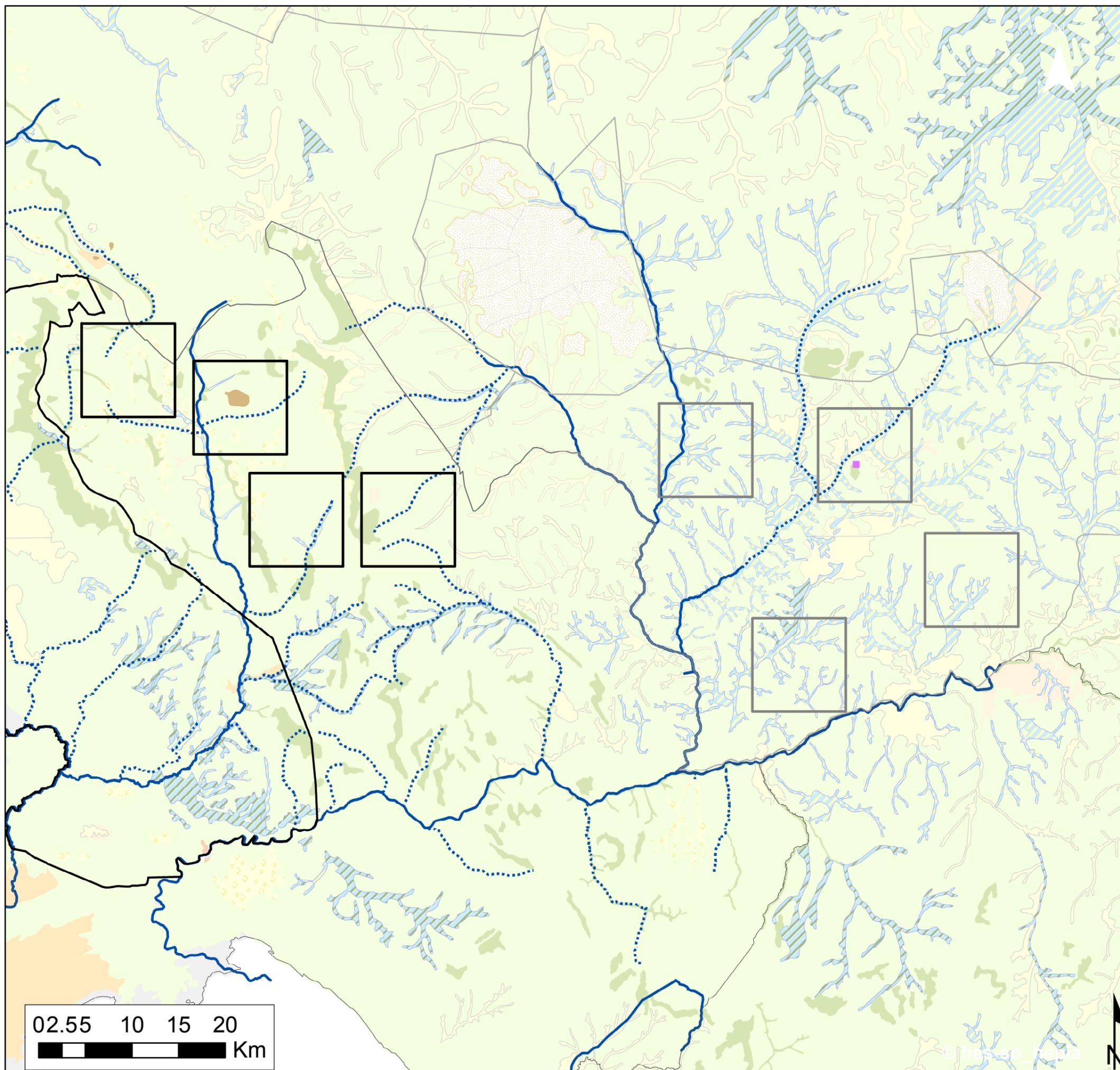
Oreotragus oreotragus

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

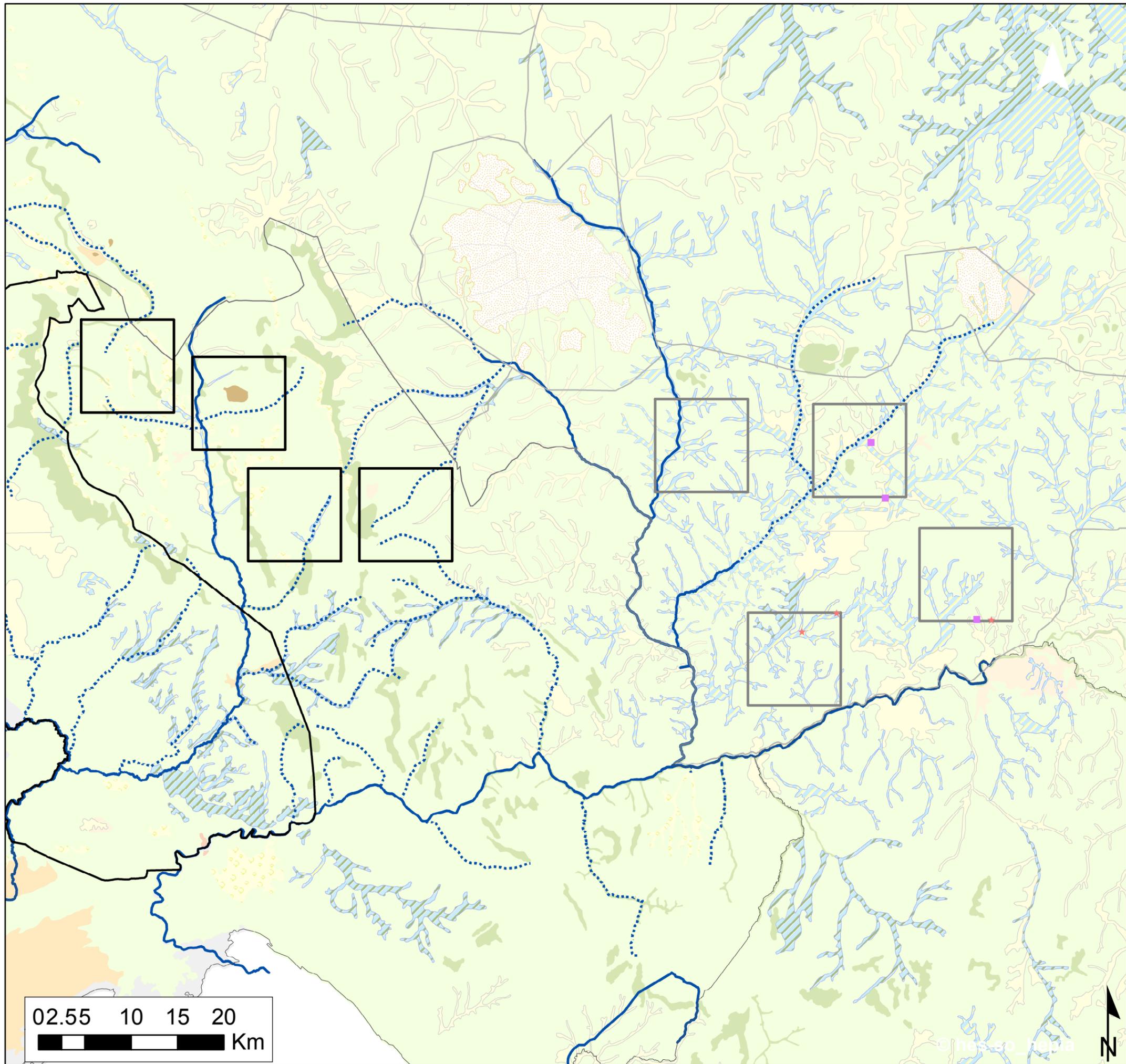
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016



Distribution spatiale

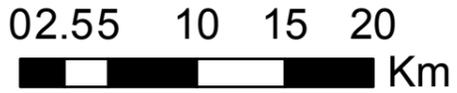
Ourébi
Ourebia ourebi

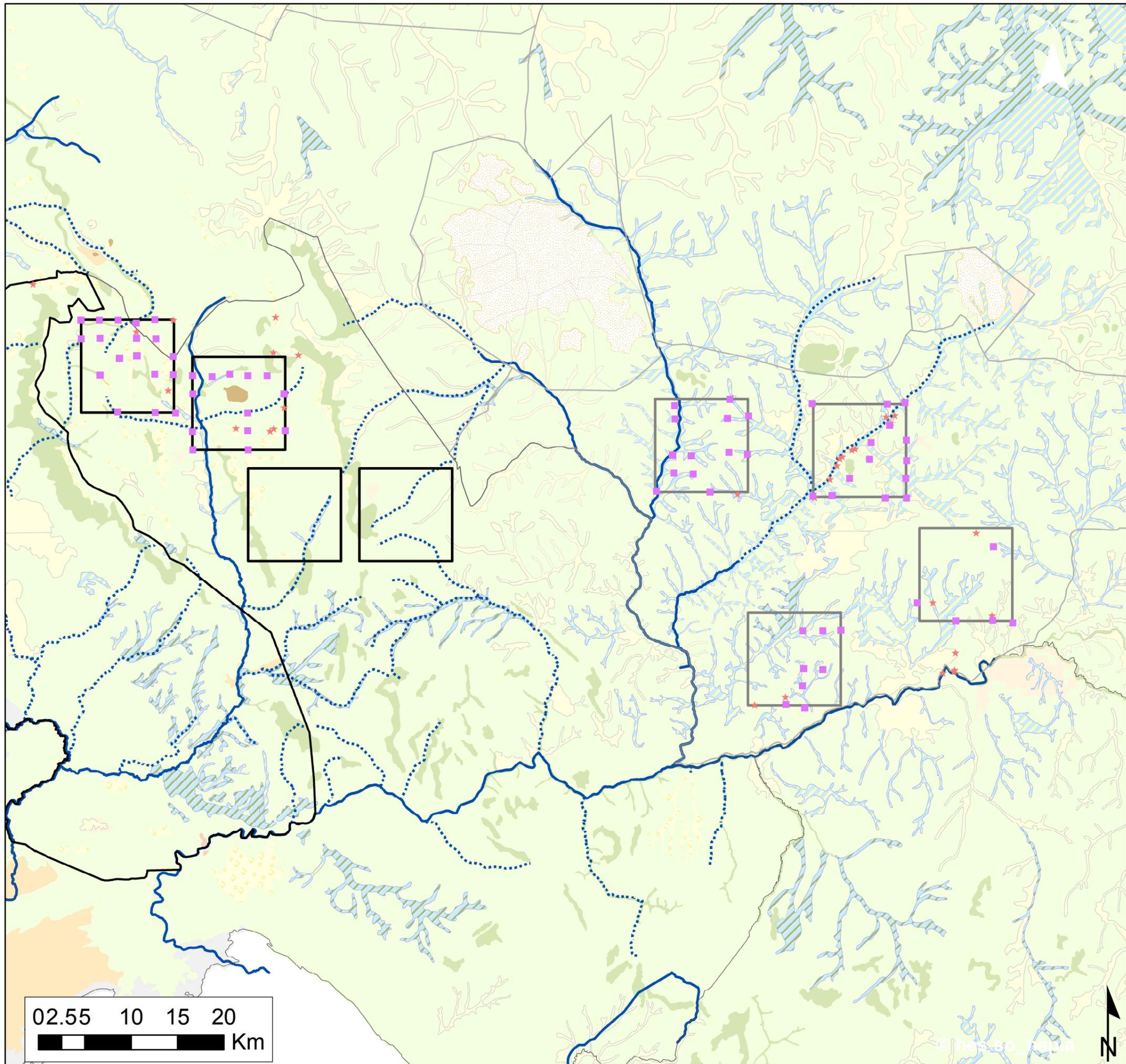
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- ★ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Phacochère

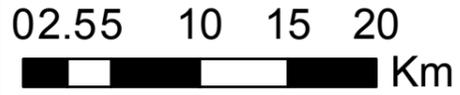
Phacochoerus africanus

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- * Indirect
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



Distribution spatiale

Céphalophe bleu

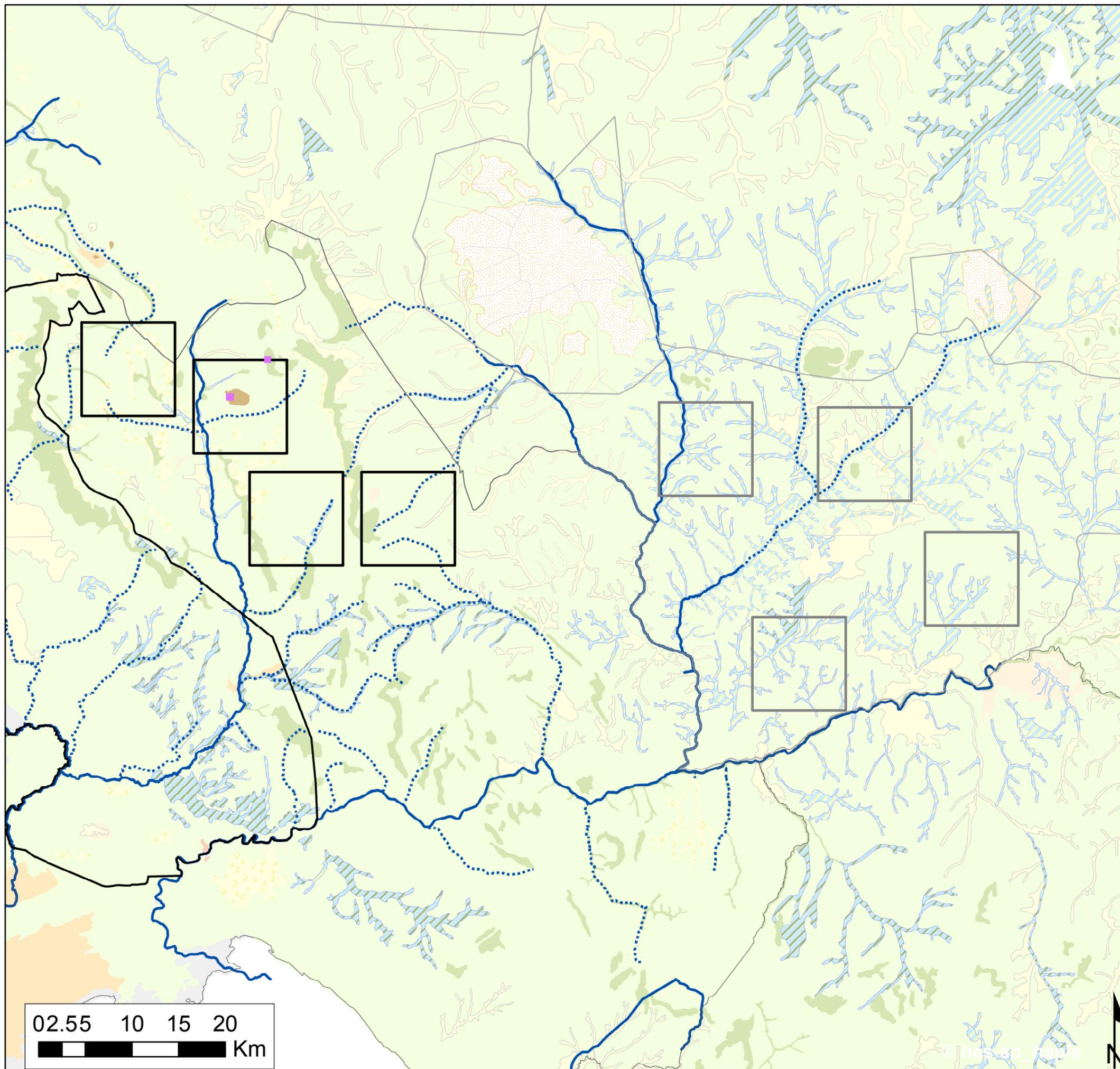
Philantomba monticola

Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016

Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale
Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Distribution spatiale

Potamochère

Potamochoerus larvatus

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

* Indirect

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

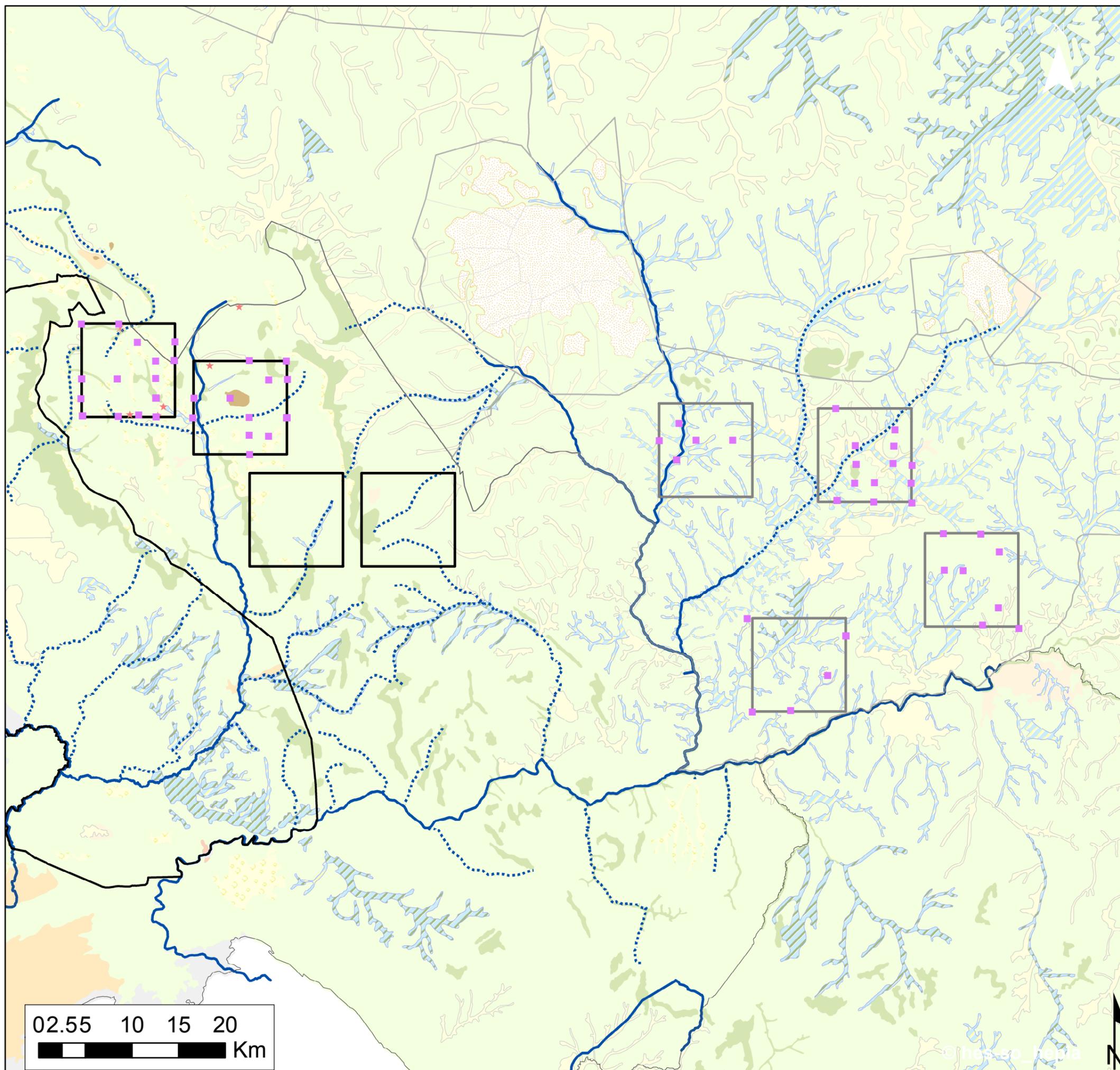
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016

Distribution spatiale

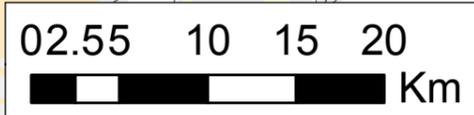
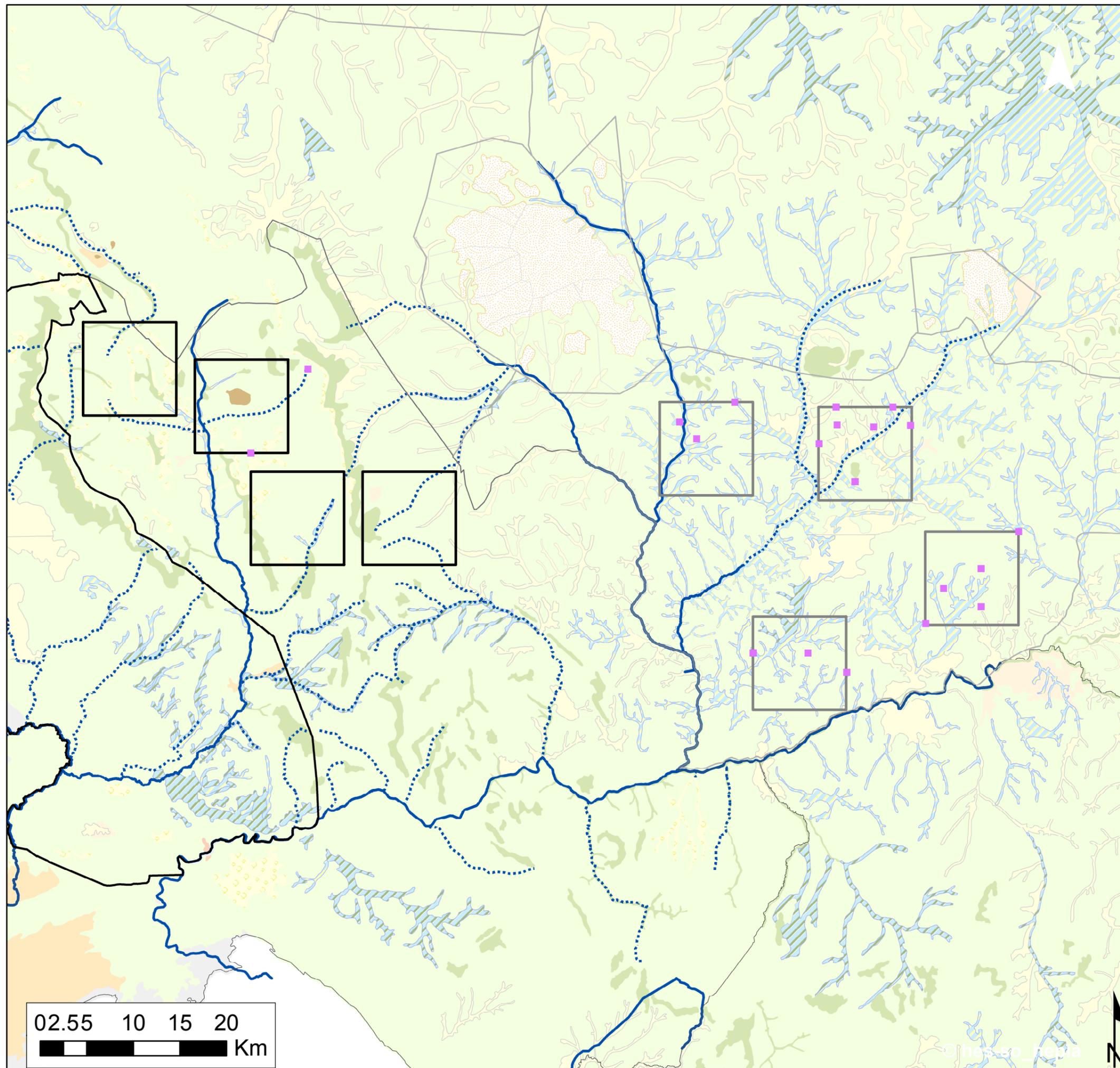
Grysbok de Sharpe
Raphicerus sharpei

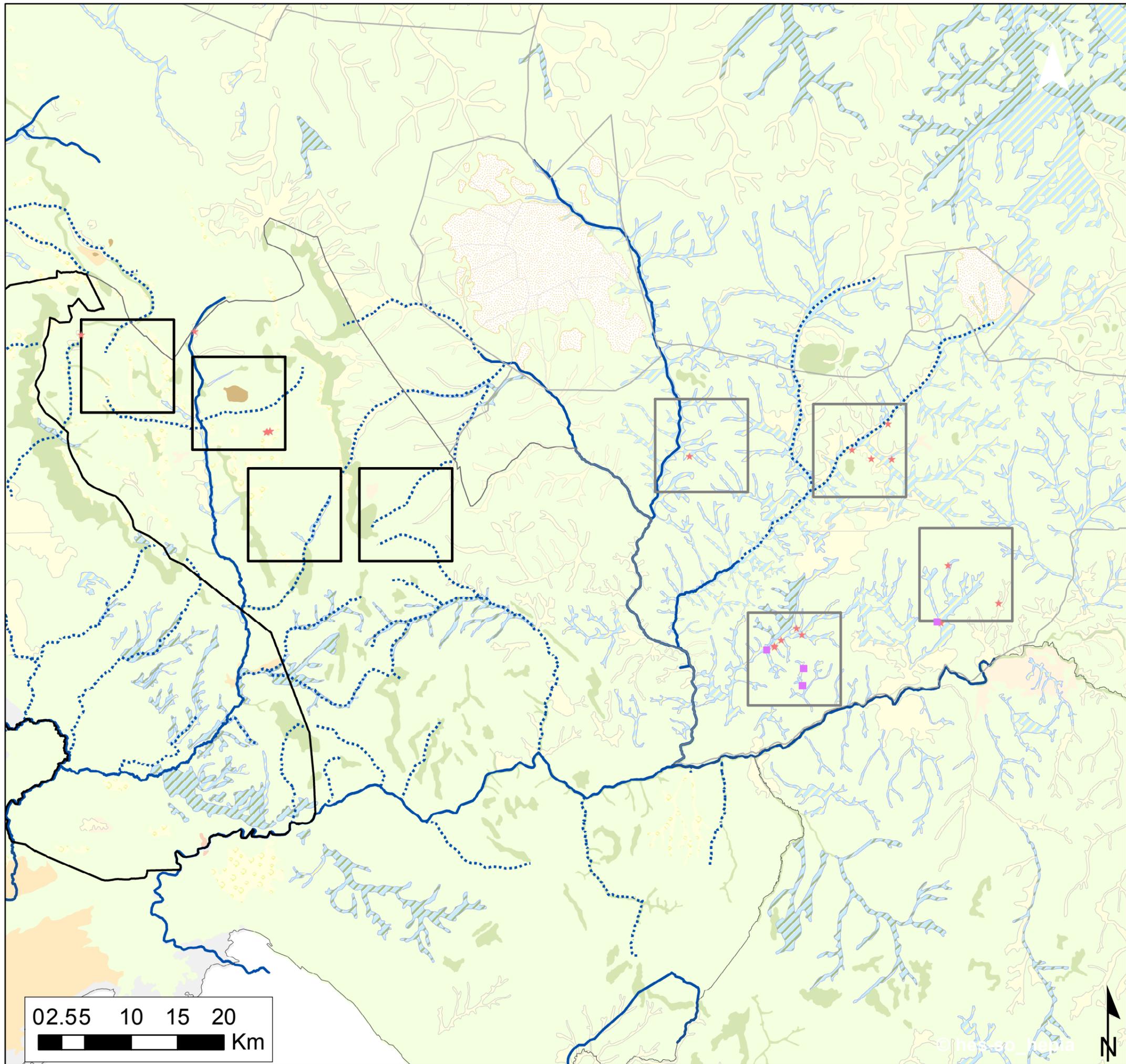
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Cob des roseaux

Redunca arundinum

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique
 observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

frontières aires protégées

catégorie

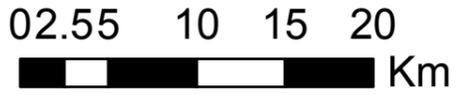
□ Game Reserve

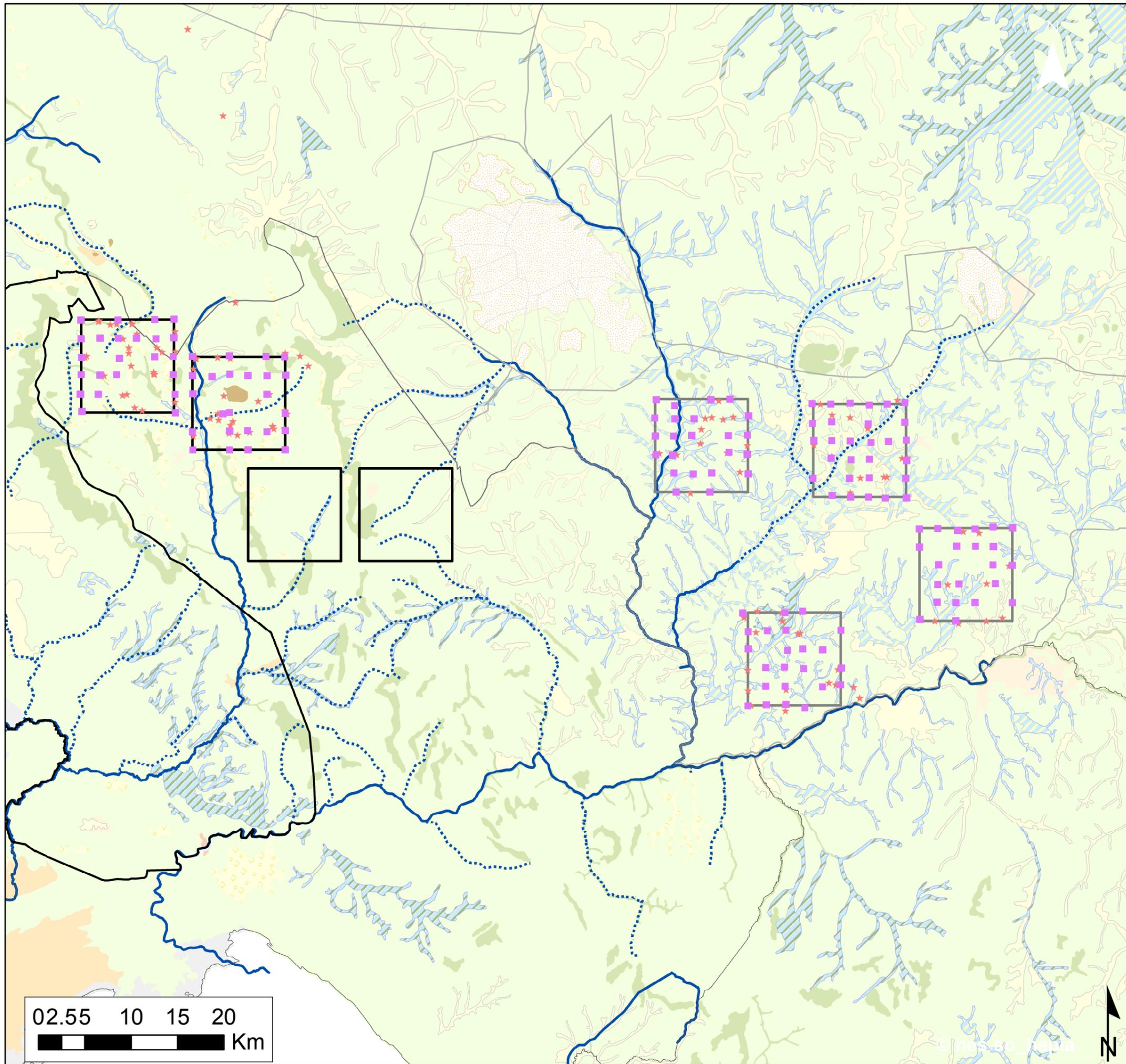
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
 Carte de la végétation





Distribution spatiale

Céhalophe couronné
Sylvicapra grimmia

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique
★ observations fortuites

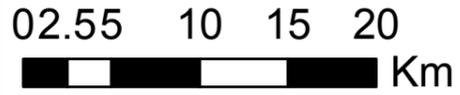
TYPE_OF_OBSERVATION

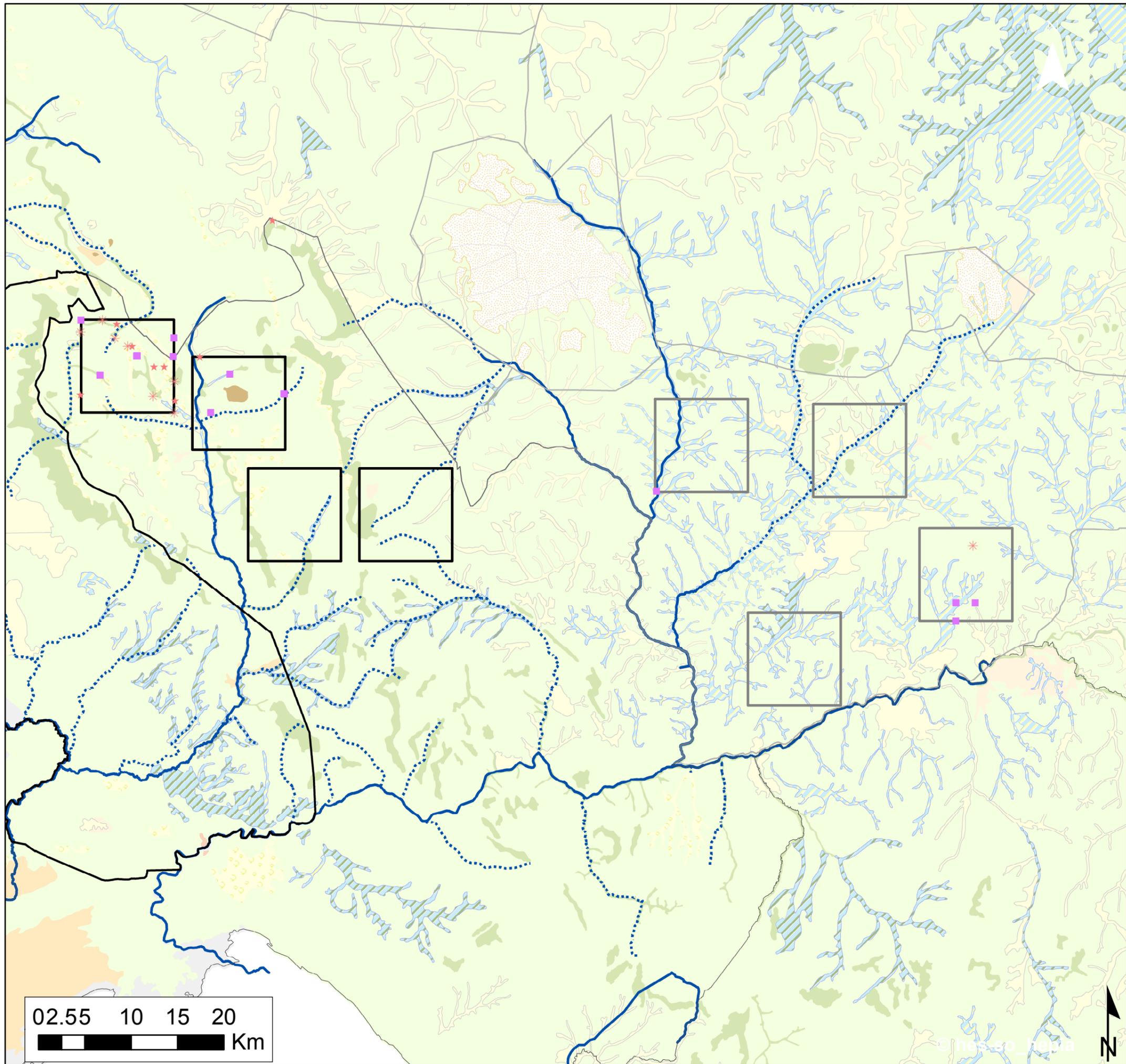
★ Direct
 □ quadrats Rungwa River
 □ quadrats Rukwa
 — rivières permanentes
 ··· rivières secondaires
 --- frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve
 □ National Park
 □ Forest_Reserve_Boundaries
 □ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
 Carte de la végétation





Distribution spatiale

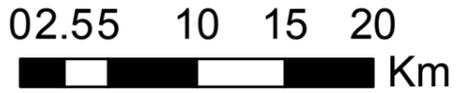
Buffle d'Afrique
Syncerus caffer

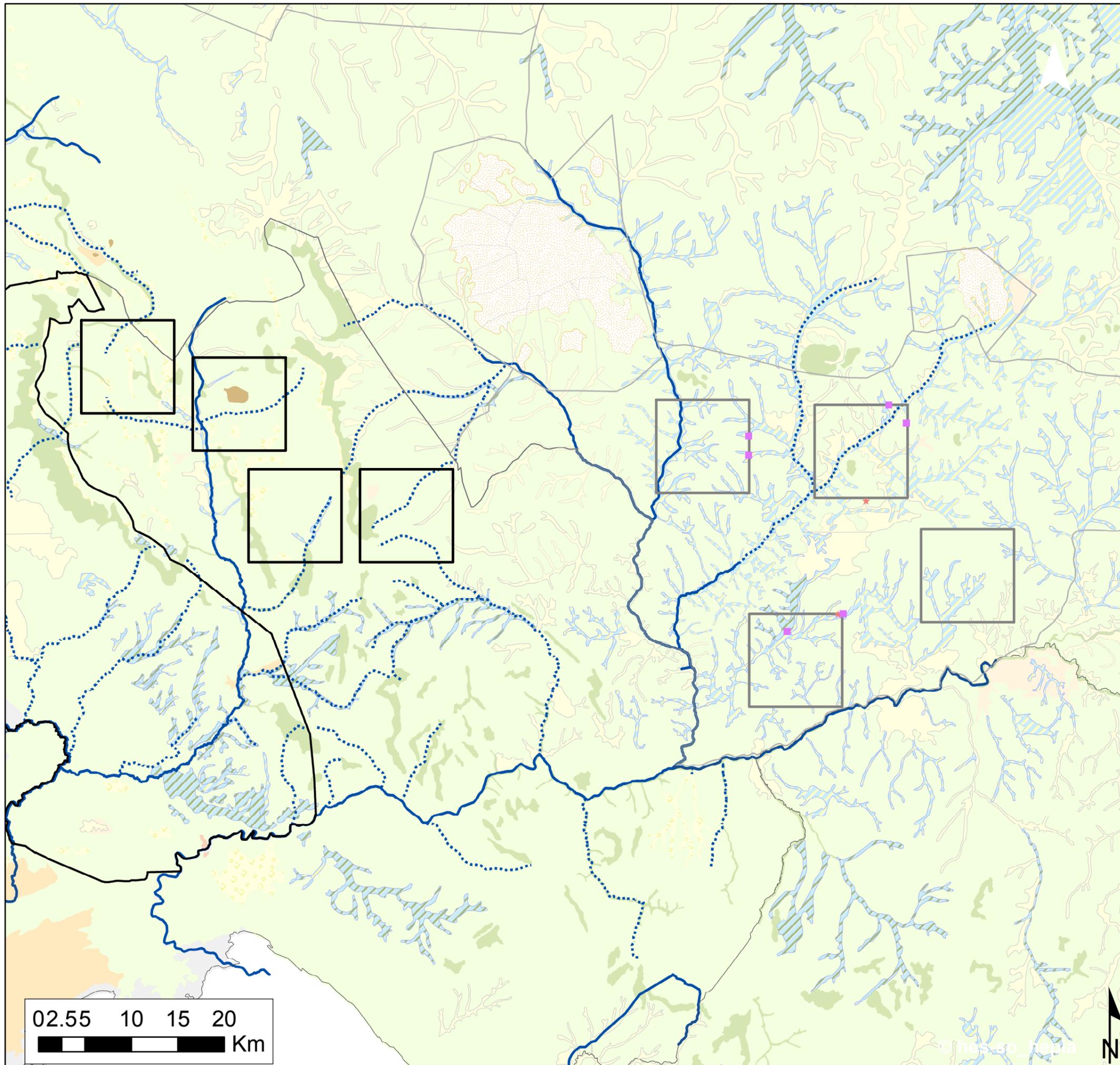
Echelle 1:400'000

Légende

- piège photographique
- observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- * Indirect
- quadrats Rungwa River
- quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- Game Reserve
- National Park
- Forest_Reserve_Boundaries
- Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation





Distribution spatiale

Elan du Cap

Tragelaphus oryx

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

○ observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

— frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation

02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016

Distribution spatiale

Guib harnaché

Tragelaphus scriptus

Echelle 1:400'000

Légende

■ piège photographique

○ observations fortuites

TYPE_OF_OBSERVATION

★ Direct

□ quadrats Rungwa River

□ quadrats Rukwa

— rivières permanentes

⋯ rivières secondaires

— frontières aires protégées

catégorie

□ Game Reserve

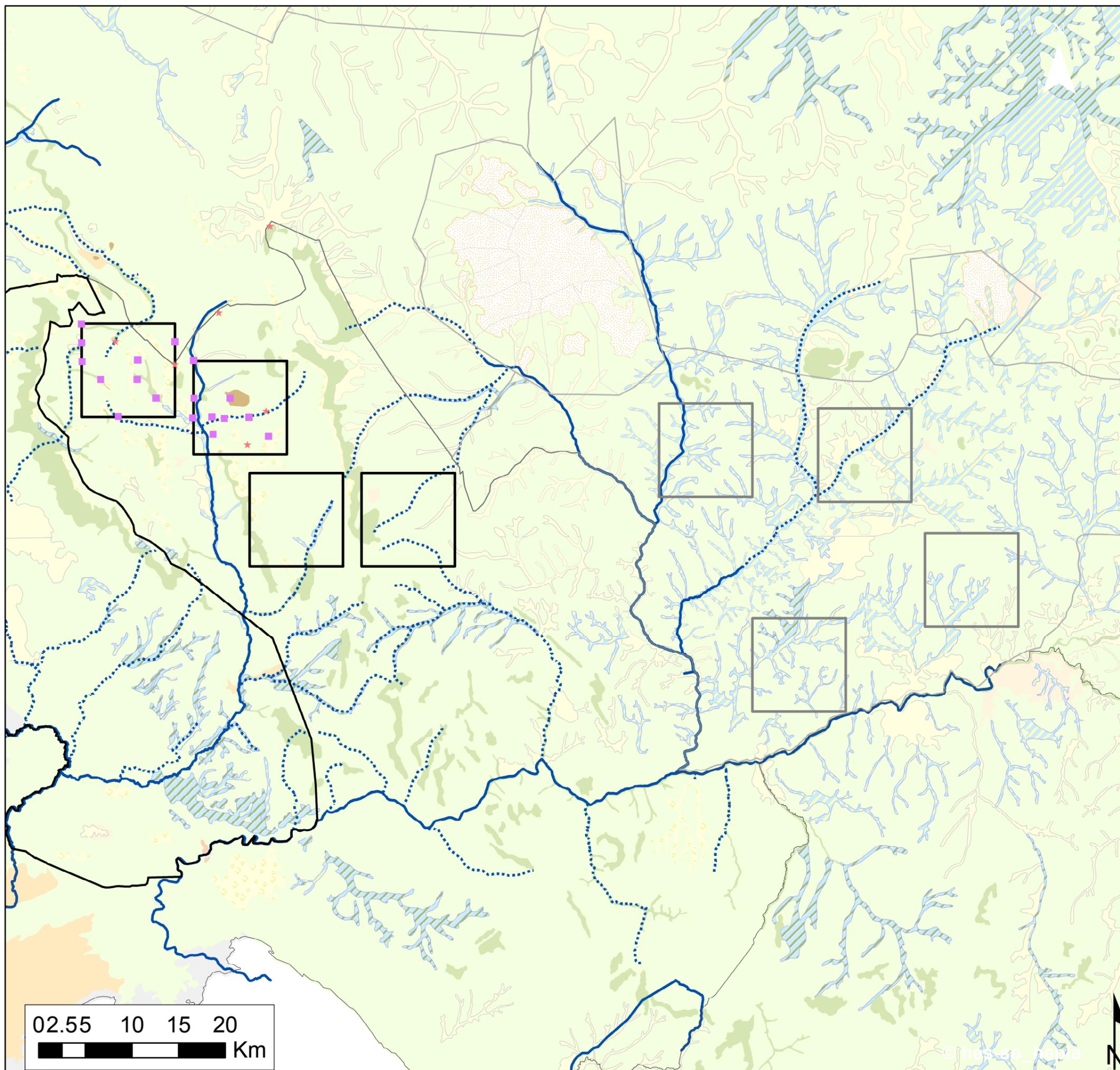
□ National Park

□ Forest_Reserve_Boundaries

□ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte

Carte de la végétation



02.55 10 15 20
Km

© hes-so_hepia

MLS | MASTER OF SCIENCE
IN LIFE SCIENCES

Hes·SO

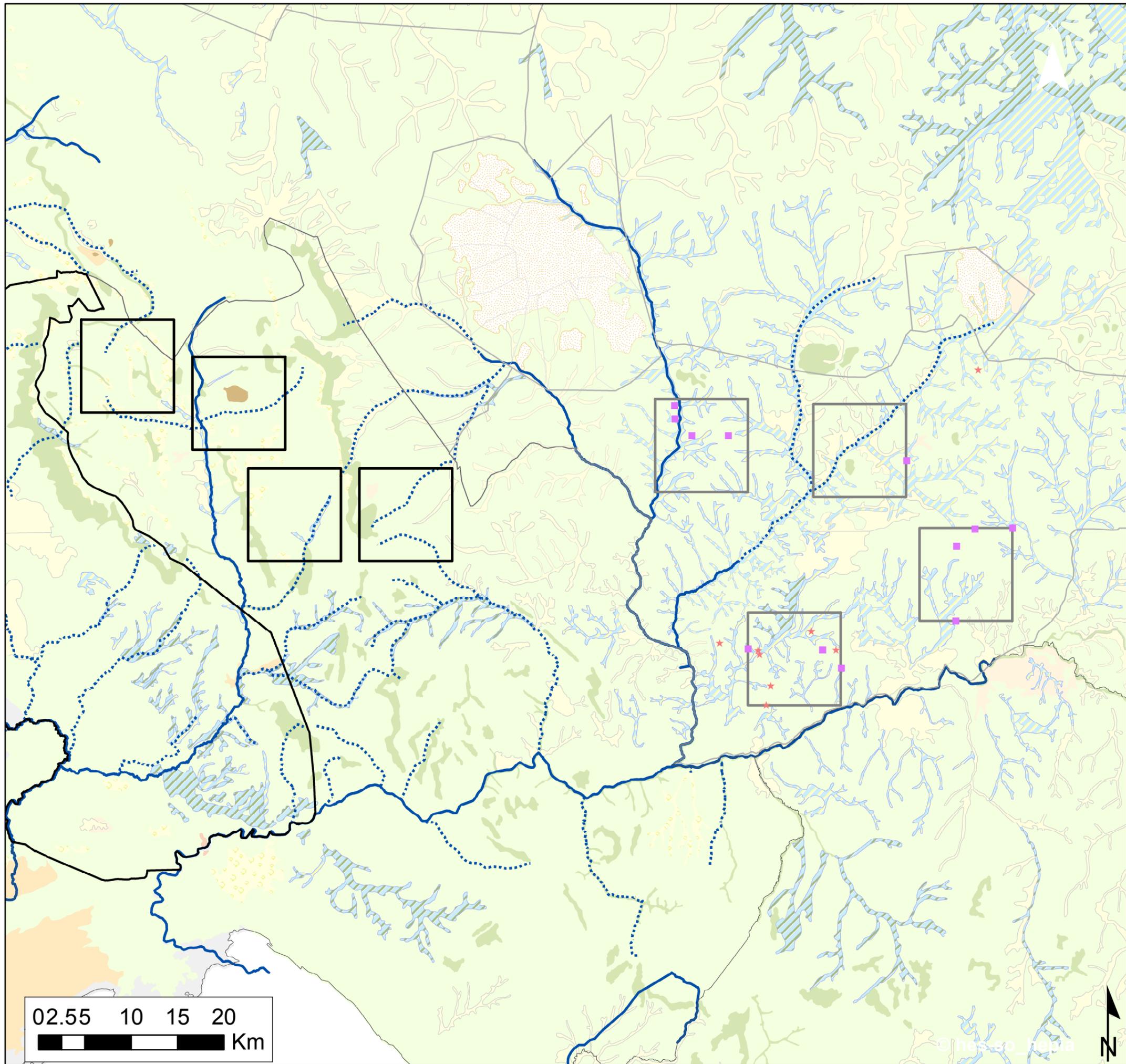
Haute Ecole Spécialisée
de Suisse occidentale

Fachhochschule Westschweiz
University of Applied Sciences
Western Switzerland

Thèse de master 2015-2016

Auteur: Vanessa Stampfli

Date: février 2016



Distribution spatiale

Grand koudou

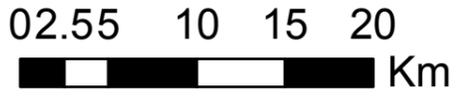
Tragelaphus scriptus

Echelle 1:400'000

Légende

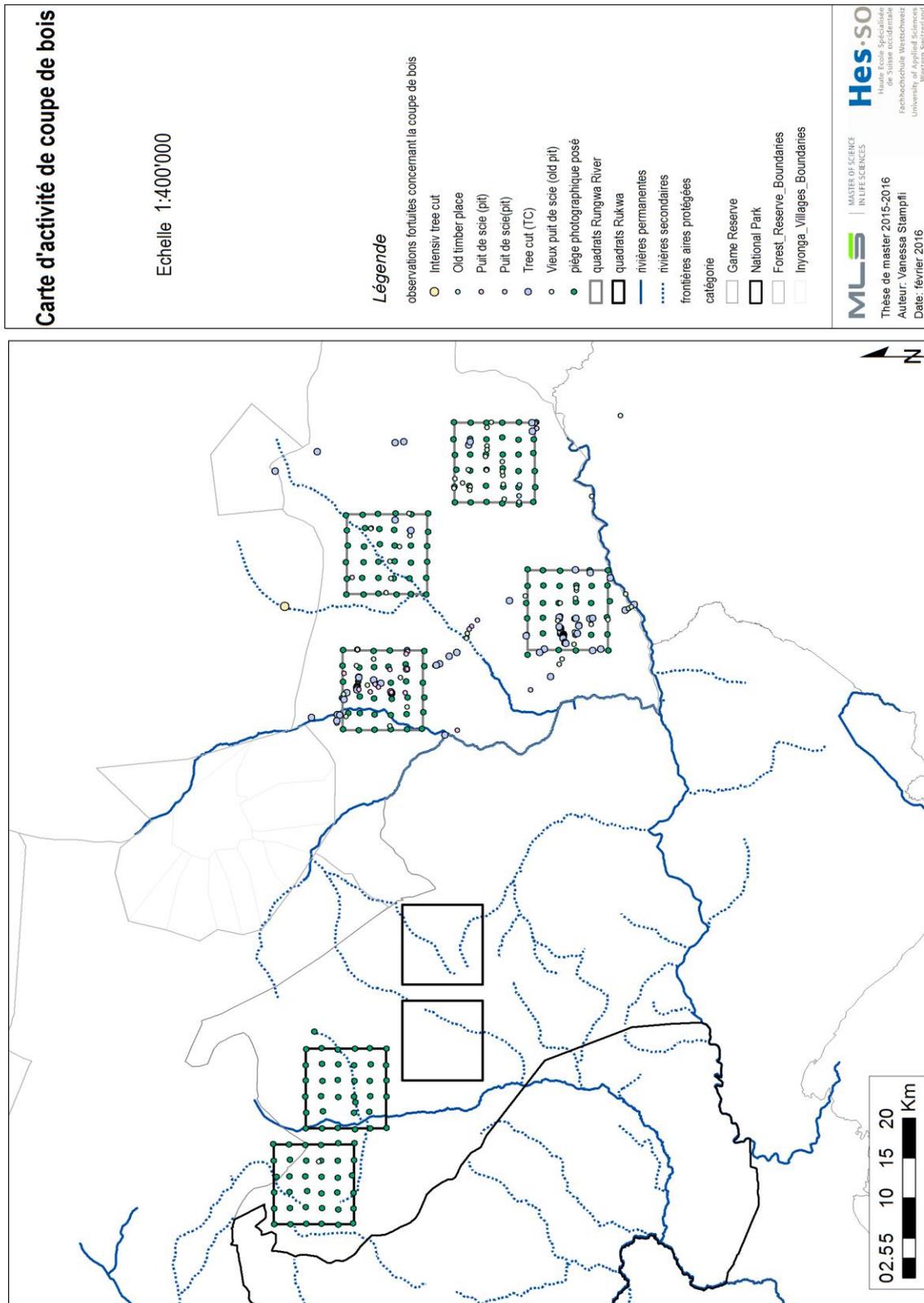
- piège photographique
- ★ observations fortuites
- TYPE_OF_OBSERVATION
- ★ Direct
- ▭ quadrats Rungwa River
- ▭ quadrats Rukwa
- rivières permanentes
- ⋯ rivières secondaires
- frontières aires protégées
- catégorie
- ▭ Game Reserve
- ▭ National Park
- ▭ Forest_Reserve_Boundaries
- ▭ Inyonga_Villages_Boundaries

Fond de carte
Carte de la végétation



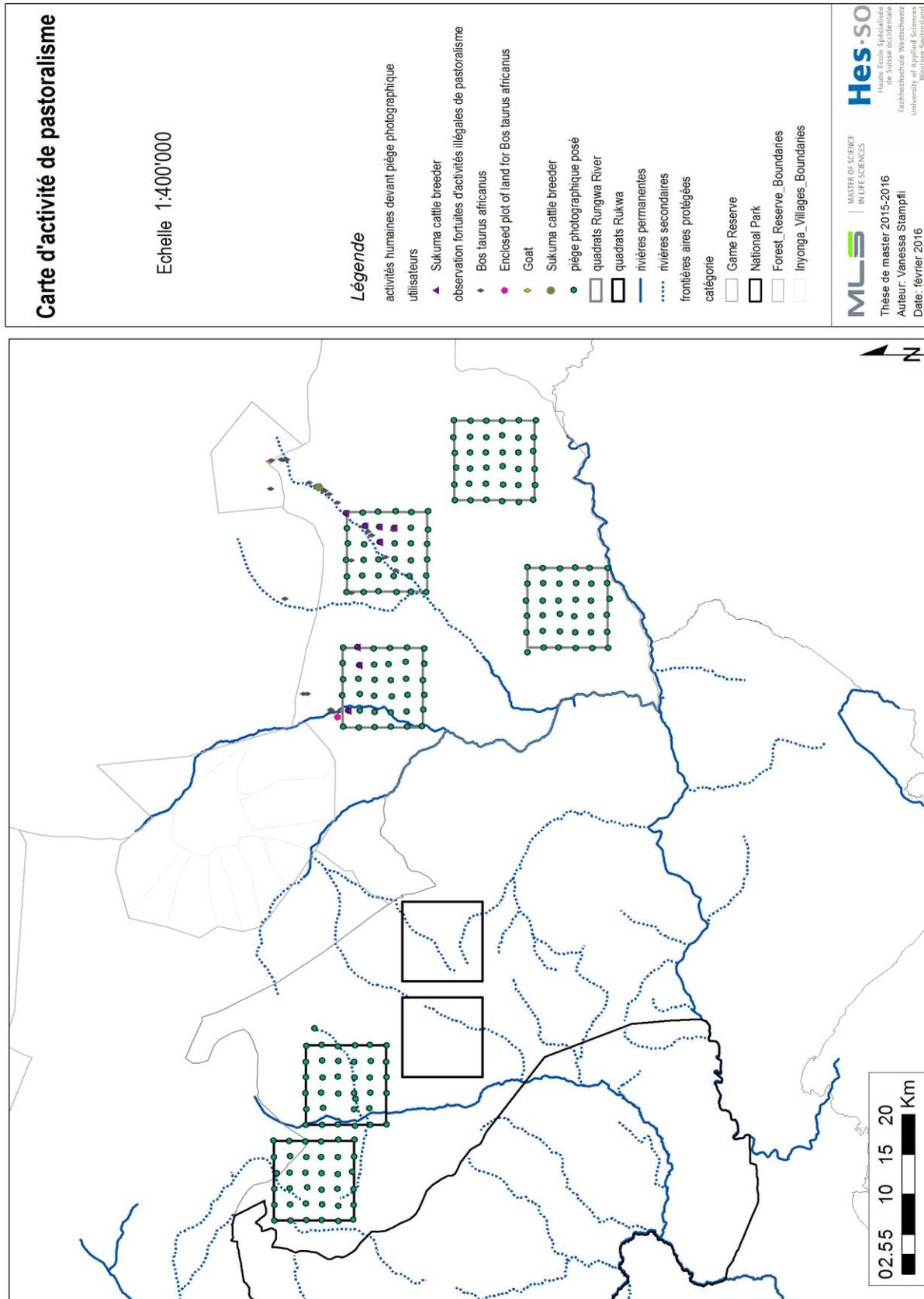
Annexe XXV

Carte avec l'emplacement des activités de coupes de bois prises en observations fortuites



Annexe XXVI

Carte avec l'emplacement des activités de pastoralisme prises en observations fortuites



Annexe XXVII

Interviews about the management of Rukwa GR:

Ha: Mr. Said Habibu (interviewed on the 23th of September 2015)

Mw: Mr. Joseph Mwamg'ombe (interviewed on the 24th of September 2015)

Ch: Mr. Chuwa (interviewed on the 26th of September 2015)

1. Information about the interviewed Person:

1.5 Which official institution does this work position belong to?

Ha: This work position is from the Wildlife Division which belongs to the central Government.

Mw: This work position is from the Wildlife Division who is belonging to the central Government.

Ch: This work belongs to the Wildlife Division which belongs to the central Government.

1.6 What exactly is the title of your work position?

Ha: Wildlife officer, sometimes assistant of Mister Balabala, manager of the Game Warden sector from Rukwa GR.

Mw: The title is Project Manager of Rukwa-Lwafi Game Reserve.

Ch: Senior Game officer of the Ministry of Wildlife Division and the assistant to the project manager in Rukwa-Lwafi GR.

1.7 What are the main tasks and requirements for the work position you are in?

Ha: The main task is the protection of wildlife & habitat against illegal activity and the use of the natural resource in a sustainable way.

Mw: The main task is the supervision and the management of the two Games Reserves, Rukwa and Lwafi. He is also responsible to appoint the assistants and to manage the assistants, who are managing the Game Warden sector. He has staff members directly under his management: Mister Chuwa, the store Manager, the accountant and the two managers of the Game Warden sector; Mister Balabala for Rukwa and Mister Rama for Lwafi. He is the person responsible to send the report of the activities to the director of the Wildlife Division.

Ch: His main tasks are to oversee the activities: from anti-poaching, the administration, the development activity and to prepare the budget.

1.8 How long have you been working for this institution and in this position?

Ha: He has been working here and for the central Government since October 2013.

Mw: He has now been working for 36 years for the Wildlife Division, but has only been in this position in Rukwa-Lwafi for 4 years.

Ch: He has been working here in Rukwa-Lwafi for nine years. His title: he has a bachelor in Wildlife and a masters in life science in biology from Arusha

Ha: He worked for an NGO as a volunteer after finishing his bachelor in Wildlife Conservation at Dar es Salaam University. In the years 2012-2013, he was an assistant project manager at Tanzania Project Group, Forest Act and coordinator for Monitoring and Evaluation at Tanzania Forest Conservation Group, REDD+

2. Challenge of the protected area:

2.3 What are the main challenges of this protected area?

Ha:

a) The main challenge is illegal poaching of the wildlife and especially elephants because it is profitable. Elephant is a species which takes a long period to grow.

b) Livestock keeping (cattle grazing) is the second problem. The problem is particularly important near Lake Rukwa because there is water and grass, so the people are coming there with their cattle. On this topic there is sometimes a controversial from the Parliament. Some say that we have to give back the non-beneficial Game Reserve to the local population so that they can use it to graze their cows. Another issue, is that it is written in the Wildlife Act that you are not allowed to have cattle in the Game Reserve but they do it. The Punishment is too low, it is a tax from 1'000'000 to 5'000'000tsch. The people who the cattle

belongs to are rich, so it doesn't mean a lot to them. Because the value of one single cow can range from 700'000 to 1'000'000tsch. You make sure they are going out of the reserve but they will come back as soon as you have your back turned.

c) There is also a lot of pressure for timber for commercial purposes.

Mw: There are different challenges and he has listed them.

- The finances and the budget for these two protected area are tight. The budget was cut and we will have new staff coming but with the same budget.
- There is an issue with poaching for ivory and for meat for commercial purposes in the protected area
- There is cattle grazing in the protected area. This is happening because people are moving from north (Mwansa, Tabora) where there is no more forest and grass to this region of Katavi where the miombo is still in good condition and where there is grass.
- The activity of illegal timbering, especially on the side of Inyonga
- The number of staff is not enough. The rule should be a Game Warden for 25km². Here they have 32 GW, so they should look after 800km² considering this rule. But they have a superficial of 6'000km² to care about.
- Field vehicles are missing, they should have 6 Landcruiser 4x4, but they have only 2 who are working, they should receive new vehicles in collaboration with the district
- In the Game Reserve, there are not enough access options, not enough roads and they are not in a very good condition. In Lwafi GR, there is not such a problem to go into the bush in the rain season. In Rukwa GR, it is very hard to do 50-60 km because of the road condition in the rain season. Also, in the rain season it is not possible to access the border of the Lake Rukwa with the car, the only possibility is by boat and they do not have a boat anymore. Therefore he thinks it would be good to have a boat on the Lake Rukwa for Rukwa GR and in Lake Tanganyika for Lwafi GR.
- Especially for Lwafi GR, the villages surrounding the Game Reserve are sometimes less than 500 meter away from the border of the GR. There is also a moving, growing of the villages in the direction of the GR. There are cases, where people go inside the GR for agriculture purpose or settlement
- Illegal fishing in the lake Rukwa and in Rungwa River. When they established Rukwa GR, there were 9 temporary fisher camps. The authority decided that they could stay, but the amount of fisher camps increased and some used to hide poacher in their camps or hide the information about the poachers. Therefore since 2014, they decided to not allow fishing in Rukwa GR.
- The monitoring of the natural resources is very important in order to manage this area. But here, there is again the problem of the financial issue.
- Communication is a big challenge. All the staff members from Wildlife Division of Rukwa GR are living at Headquarter Mlele. At Headquarter Mlele, there is no possibility of communication. So the information of something happening in the protected area cannot reach them. Also, the allocation of this station, it is far away from hospitals, schools and other facilities.

Ch: The main challenge is to protect the wildlife inside and outside the protected area. There is also a challenge with poaching (commercial and traditional), illegal timbering, encroachment (especially in Lwafi GR), cattle grazing in the protected area (sometimes also on the closer border), mining (a little bit). There is also a political pressure. Sometimes they interfere in their work.

3. Biological importance:

3.4 What is the main richness of this protected area?

Ha: It is part of a bigger ecosystem of 25'000km² which encompasses Katavi National Park (NP), Rukwa Game Reserve (GR) and Lukwati Game Reserve (GR). On paper, this area is one of the biggest and richest for wildlife in Tanzania.

Mw: This is first and foremost a water catchment area. It is a water source from several rivers. Some rivers are starting in this protected area (Rukwa GR), some are passing through it and some are feeding into the Lake Rukwa.

Katavi National Park (NP) and other surrounding areas are part of the miombo ecosystem which is the habitat of a good number of species. This is a guarantee for a hunting safari.

In Lwafi GR, there are Chimpanzee (but it is difficult to see them because they are very sensitive). More than four rivers are starting in Lwafi GR and some go to Lake Tanganyika.

The vegetation is maybe also endemic or special, but I cannot say something specific on this subject because I have not enough knowledge in this field.

Ch: The biodiversity is the biggest richness because it is so varied. Also there are spectacular landscapes with different features like hills and waterfalls. These landscapes with their special places are a potential for tourism activities such as hiking, game viewing and using the lake.

3.5 What are the main functions of this ecosystem?

Mw: The function of water catchment for the surroundings

Ch: It is a provision of water and food (rivers, lake rukwa, fishing)

There is also a regulating function in conserving the miombo forest against climate change.

There is the supporting function: nutrient supporting from microbes to the biggest animals, insect pollinating which sometimes going out of the protected area and pollinize the food crop.

Cultural function: support of spiritual places (3-4 places in Rukwa GR), but only one is known: Monte Manimba.

Recreational potential with the waterfall is another function.

3.6 Is there a specific conservation objective for this area?

Ha: The main objective is protecting the wildlife and the habitat.

Wildlife Management Area (WMA) and Community Based Natural Resource Management (CBNRM) is a solution to protect wildlife outside of strict protected areas.

Mw: There is no specific objective for the water source, as there is a lack of budget. An idea would be to start a project for the lake Rukwa as a water source for this region. A problem on the boarder of the Lake Rukwa is the cattle grazing.

Ch: The general objective is to conserve the natural resource.

4. Socio-economic importance:

4.6 How many staff members are from the local community at the moment?

Ch: There are 2 staff members which are coming from this area

4.7 The legal activities of Rukwa GR are :

a. Hunting safari for tourist, (Hunting block Mlele South from Robin Hurt)

Ch: In Rukwa GR, there are 3 hunting blocks (Mlele south, Rungwa River and Lake Rukwa).

b. Beekeeping in Kasege Community Use Zone, Rukwa GR-n

Ch: For this activity, there is a problem with fire. The beekeepers light fires all year round even in the end of the dry season. This has consequences on the habitat.

c. Scientific research (education, school)

d. Fishing in Rukwa Lake, is not allowed anymore

Ha: Fishing in Rukwa Lake, is not allowed anymore. Fishing in Lake Rukwa: there is a problem because there are no clear boundaries in the lake. Sometimes fishermen do not know that they are inside of the Rukwa GR as there are no boundaries in the water)

e. Spiritual places

Mw: There may be two Spiritual places in Rukwa GR, but he is not sure. Some tribes or families are aware of the possibility to have a permit to go to the Spiritual places. They request a permit and then they are allowed to stay at these places for 2-3 days with an escort.

Ch: About the Spiritual places, they give one permit in 2014, for a family of 8 persons. And in 2015, also one permit for 9 persons of the same family. Both permits were for the place called Monte Manimba. Before 2014 there were no possibility to get to the spiritual places.

4.8 Which legal activity do you think is the most disturbing for the wildlife?

Ha: Legal activities are not a problem. For the hunting tourism, there are hunting quotas and after they provide a report. The tourists who hunt are not allowed to shoot females, only mature males and only a certain amount. So it easy to monitor.

For him, it is more the illegal activities which are a problem. There is no monitoring possible, because there is no control. It is impossible to know how many species are killed of which species. The poachers do not care about sex and size of the species. This type of hunting is therefore not sustainable

Mw: Beekeeping. They have problems with the beekeeping camps because some poachers are using the beekeeping camps to hide. Also some beekeepers do not tell the information they have, so they hide some information. Some traditional beekeepers are taking away the skin of the tree to make the traditional beehive. Some beekeepers are doing other illegal activities like poaching and timbering. Another problem is the burning of grass because some are not aware how or when it is good or not good to burn the grass. There are some problems on this issue. They tried also with ADAP to teach them about the fire but this was not a success.

Ch: For his point of view any human activity is disturbing for the wildlife. But he think the most is beekeeping because they are debarking the trees to make the traditional behaves. The beekeeper also burn the grass which develops into big fires.

Also hunting is disturbing the wildlife.

4.9 What is the effect of this activity on the wildlife?

Ch: There is an effect on the habitat because of the beehives and the impact of the fire.

4.10 How are you able to practice these activities (permit (cost), can they go alone or do they need to be accompanied by a Game Warden)? Where can they get the permit (local community and also hunting tourist, scientific)?

Ha: For the activity of hunting safari, the Director of the Wildlife Division gives them the permit. For the activity of scientific research, Tanzania Wildlife Research Institute (TAWIRI) gives the permit with the agreement of the Director of the Wildlife Division.

For the activity for the local people: Beekeeping, they apply in writing to the manager: Mister Mwam'gombe and he replies back accepting or refusing

For the spiritual places, it is the same procedure

Activities not allowed in Rukwa are resident hunting, which is allowed in WMA or Open Area, and cultivation.

Ch: You need permit to do any of these activities.

4.12 How many permits have been delivered this year (2015)? How many have been delivered the years before? Hunting safari, Beekeeping, Scientific research, Fishing, Spiritual places

Ch: The number of permit is 130 for beekeeping, total number of people who entered with the permits: 645 beekeepers

2 permit for Spiritual places

26 Hunting in Rukwa GR

2 research (L. Delisle and someone else)

This information where given a month later by Mister Chuwa

Number of permits given for Rukwa GR

		TANZANIA ADMINISTRATIVE YEAR		
Activities	Permits	2013 (July2013- June2014)	2014 (July2014- June 2015)	2015 (July- Oct2015)
Beekeeping	Number of permits	51	113	62
	Total number of people who entered with the permits	361	758	397
Spiritual	Number of permits	0	1	1
	Total number of people who entered with the permits	0	7(8)	7(9)
Research	Number of permits	1	2	2
Hunting	Number of permits	11	27	4

4.13 How many spiritual places are there in the protected area? How many times per year are these visited?

Ch: There are 3-4 places, until now permit were delivered only for the Monte Manimbo. With the permit and two Games Wardens, they are allowed to the spiritual place. They are going there once per year.

4.14 What are the main illegal activities done here in Rukwa GR?

Mw:

- Poaching for ivory and for meat
- Illegal timbering
- Illegal bee harvesting for persons who have no permits
- Illegal fishing (Lake Rukwa and Rungwa River)
- Encroachment of settlement and agriculture in the GR, especially in Lwafi GR

Ha: The main illegal activities are poaching, timbering, cattle grazing, illegal fishing and sometimes illegal mining. In some areas there is also charcoal production and it is a big disturbance.

Ch: The main illegal activities are: poaching, cattle grazing, destroying habitat through cutting down trees (timbering), mining (a few) and fishing

4.15 Which is the main illegal activity which disturbs the wildlife? If yes, do you see an effect on the wildlife population, especially on mammals?

Mw: Poaching and cattle grazing. With cattle grazing, is it difficult because there needs to be surveillance all the time in order to prevent it. But again, this is not possible looking at the number of staff and looking at the financial resources.

Ch: Poaching and cattle grazing are disturbing the most wildlife.

4.16 Has habitat been lost in Rukwa GR due to clearing of the forest?

Ha: This problem exists around Lake Rukwa where people with livestock are coming and cutting trees for their own purposes. For him, each tree cut is a habitat lost for insects, birds and it is a loss of food for the wildlife.

Mw: Yes, there has. There is tree cutting for commercial reasons and tree cutting for temporary fisher camps. In Lwafi GR, they cut trees to build settlements in the protected area or outside and also for charcoal. Sometimes they do charcoal burning in the GR.

Ch: For him, there is not a general answer because it is depending on which species you are looking to. For example, if you are looking to elephant or giraffe, there will not be affected by some tree cut but some smaller species, could be affected from it.

5. Vulnerability:

5.2 How is the accessibility for illegal activities?

Ha: Some villages are very near to the Rukwa GR, this make it easy to come inside to cut trees, do poaching or cattle grazing. Sometimes, they even let their cattle alone in the reserve to see if someone comes or not. The challenge is to catch these people. There are several places where there is no communication connexion, including the headquarter. Nobody can call the headquarter if they see somebody, and when the headquarter receives the information that there is someone inside, they have to organise a patrol and go there. It takes a long time from getting the information to being there. In this period of time people could move out of Rukwa GR.

Mw: He thinks that it is easy to enter into the Game Reserve because of the closeness of the villages. He also mentioned that some people let their cattle alone into the Game Reserve for a day or for a night and they come and get them afterwards. A new point about the cattle, is the diseases which the cattle have and transmit to the wildlife. There was a case which involved the Puku near lake Rukwa. Especially in the dry season, there is a big pressure of the cattle at Lake Rukwa.

Ch: Most people access the Game Reserve on foot. But there are also people who enter with canoe on the lake Rukwa. A few case are using boat to get in.

6. Management of this protected area:

6.6 Is there a newer management plan for Rukwa GR since 2004 from GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)? (Can I get a copy of this management plan?)

Ch: There is a draft of a management plan from GTZ from 2004. It was done for Rukwa-Lukwati, but mainly fixed on Rukwa GR. When they did this plan, there were no buildings, no headquarter at this time. They are working based on this management plan but they do specific objectives with the Project Manager. They sit together with the Project Manager and they are discussing specific objectives.

- 6.7 Are you elaborating objectives for this protected area each year, each season? On what are these objectives built on (finding from patrols, research, treats and pressures)? Or do you make regular reports about the management, the patrols? (Send to the ministry?)

Ch: The specific objectives for this year are anti-poaching activities, fighting against elephant killing, implementing a way to manage the problem with cattle grazing and illegal fishing in the Rungwa River and Lake Rukwa. There are weekly reports sent to the Headquarter of Wildlife Division in Dar es Salaam, but also monthly report, accounting report, biannual and annual report. All reports are sent to the Headquarter of Dar es Salaam. These reports are not possible to get because there are names inside and also comments about the work done. But maybe if you ask the Wildlife Division Director in Dar, it is possible to receive some parts.

- 6.8 Is there a regular inventory of the natural and cultural resources?

Ch: There is no general resource inventory which is done. But the Tanzania Wildlife Research Institute (TAWIRI) does animal accounts. There were a distance animal counting in 2004 since then there has been no more counting. There is a published paper from Mathias Waltert and Mark Chuwa (Waltert et al., 2009b) based on 2002 and 2006 counting focusing on Puku (*Kobus vardonii*).

- 6.9 Are you working with local communities to get their opinions? Are they included afterwards in the management plan or objectives?

Ch: They involve local community. Some beekeepers give information about illegal activity in the Game Reserve, therefore they managed to arrest some people based on this information.

There are two sides to the beekeeper information, sometimes they are correct and they work with Wildlife Division and sometimes the beekeepers hide information about poachers. Beekeepers are sometimes poachers them self.

Sometimes they are sitting with the local community to get their opinion. For example, last year, they did a tour in the surrounding villages with an expert of Wildlife Division who came for this purpose. They explained the potential of the Game Reserve, they showed pictures of the wildlife and this was an opportunity for the people to ask them questions.

- 6.10 According to you, is the wildlife and habitat management effective?

Ch: In his opinion, this protected area is well managed. The only lack is the problem of funding to implement the objectives.

7. Legal security:

- 7.4 How long for has Rukwa Game Reserve had the status of protected area?

Mw: Since August 1995

Ha: Since 1995, it is a Game Reserve.

- 7.5 What was the area before?

Mw: Before it was a Game Controlled Area (GCA), category IUCN VI

- 7.6 Does the PA have a long-term legally binding effect on the protection?

Mw: The binding is strong and will stay so because of tourism.

8. Protected area site:

- 8.2 Focusing on the surrounding landscape, what are the main advantages and disadvantages for Rukwa GR? (village proximity, common boundary with Katavi NP)

Ha:

The answer is more general.

Advantages: - Hunting tourism, a certain percentage of the benefits goes back to the local population like for road, hospital and education

- Protect the environment, so there is enough water present
- Cultural value, spiritual place for some ethnic groups

- Economically, the staff member are coming around from different places, they make business, some get married here and have children, and a part of their salary goes back to the surrounding for food, clothes...

Disadvantage:

The only one he mentions is from the perspective of the community: maybe they could have this land for their own use. He mentioned that sometimes, people which they arrest tell them that they are here on their land and that this is their grass and wildlife.

Mw: The advantage is the closeness of Katavi NP because they are protecting the area well and keep it safe. For Lwafi GR, the proximity of the village is a disadvantage (cattle inside of the GR, cutting tree, poaching).

Ch: The surroundings are an advantage for tourism purposes, there are some cultural dances in the villages, at the Headquarter there is the waterfall and there is also in Katavi NP a waterfall.

Another point is Lake Rukwa, where you will be allowed to do tourist activities such as fishing, canoe 500 metres from the shore. There is the possibility to do walking safari.

At the common boundary with Katavi National Parc (NP), they are working with the team of Katavi NP and have the same objectives on conservation. Another advantage, in Katavi NP, is that they protect the wildlife without shooting them. So for Rukwa Game Reserve it is a source of animals.

The disadvantage he mentioned was that there are villages close by and poachers are coming from this area.

9. Comparison with Rukwa GR and Rungwa River FR:

9.6 Do you know Rungwa River Forest Reserve?

Ha: He has not been there, so there is no point to ask him to compare these two protected areas.

Mw: He was on patrol for 10 days along the Rungwa River in 2014. Before he was just crossing the Forest Reserve with the road between Rukwa GR and Rungwa River FR

Ch: He knows Rungwa River

9.7 In your opinion is there a difference in the richness of species diversity?

Mw: He thinks that there are the same species in Rungwa River FR than in Rukwa GR. But he thinks that there is less wildlife.

Ch: He thinks there is no significant change between these two protected areas but the management is different. In Rungwa River FR, they are doing less anti-poaching because there is no hunting safari and no anti-patrol as in Rukwa GR.

The ecosystem and the habitat are the same in these two protected area. Therefore there are the same species in general.

9.8 More specific, do you see a difference between Rukwa and Rungwa River regarding large and medium sized mammals?

Mw: In Rukwa GR, there are more hippopotamuses and crocodiles. Also, the plain near Lake Rukwa is a different habitat which is not found in Rungwa River. In the plain near Lake Rukwa there are Pukus (*Kobus vardonii*) which are not found near Rungwa River FR.

Ch: In Rukwa GR, there is the Puku (*Kobus vardonii*) and not in Rungwa River.

9.9 Why is there a difference between these two PA?

Mw: One cause is the habitat difference, like the plain in Rukwa GR. There is more poaching in Rungwa River. Before 2012, the allocated hunting society had good anti-poaching activities. Since then the hunting society changed and the new hunting society has no interest in anti-poaching.

Ch: Timbering activity is allowed in the Forest Reserve by the Tanzania Forest Service Agency (TFS) but not in Rukwa Game Reserve. But TFS is not allowed to give permit concerning the Wildlife.

9.10 In your opinion, do you see a difference in the number of illegal activities between these two protected areas?

10. Staff:

10.5 Are the staff and financial resources adequate to manage the protected area?

Ha: Rukwa GR, an area of approximately 4'000km² and there is less than 40 staff members with only one vehicle working for patrol.

Mw: No, there is not enough staff and budget. Theoretically, there should be 240 staffs members to cover these two protected areas so that each member of staff looks after 25km². He thinks that 100 staff members would be enough to manage these protected areas.

Ch: The number of staff and the financial resource are not adequate to manage this protected area. They send all the revenue from this protected area to the Headquarter of the Wildlife Division and after that it goes to the central Government. The Government has a priority on different issue such as education at primary and secondary level, medical care and not on conservation. Therefore, they just receive a part of the revenue of the protected area. The number of staff is limited, consequently there is not enough anti-poaching.

10.6 How many ranger are there per km²? How are the patrols organised (how often per year and per month, is there a change in the number of patrols between rainy and dry season? With whom are you collaborating to get information or to do the patrols?

Ha: 4'000 km² divided by 40 staff member is 100 km² per staff member (Game Warden)

Ch: There are 26 staff members (Game Warden) for the area of Rukwa GR= 4,194km².

4,194/26= 161.31 km² per Game Warden. Based on IUCN, it should be 1 Game Warden looking after 25km². The number of staff is limited, therefore there is not enough anti-poaching.

There are two sorts of patrol, first there is a continuous patrol near the Lake Rukwa. The team are changed every 30 days. This means that the team stays for 30days and then is replaced by another team.

Secondly, there is a sporadic patrol which depends on the collected information. For anti-poaching they are collaborating sometimes with the companies of the hunting blocks. Last rain season (2014), they did boat patrol on the lake Rukwa in the rain season. But this year, the boat is not working yet. They should repair it or have a new boat.

10.7 How is the staff allocated to this protected area? And what are the staff's qualifications?

Ch: The staff is allocated by the Government to this protected area but based on the project manager report. The staff have several titles, there are graduates, diploma holder in Wildlife management, Certificate in Wildlife management, basic certificate in Wildlife Management.

10.8 Is the staff adequately skilled to conduct critical management activities?

Ch: The staff members are skilled enough but they need to refresh their skills after 2-4 years working. There is the possibility.

11. Communication:

11.4 How is the communication with local communities managed?

Mw: There is an education awareness program organised by the Government. Therefore, they are going to schools and to the villages. He also mentioned that the financial issue which does not allow more of these activities.

Ch: There is a lack of communication with the community. The local community do not understand why there are not allowed to go inside the Game Reserve and hunt the game.

11.5 How is the staff's collaboration with partners, like local communities and other organisation?

Mw: They work with the local government or District, if they are facing a bigger case. People from the District will come with them to communicate with people who are not allowed to be in the protected area and do that.

12. Infrastructures:

12.6 What is the number of kilometres of road and how many kilometres are passable in the rainy season?

Ch: Most road are from the Robin Hurt Safari, tourist road. Each year there are new roads that are built from Hunting blocks. So it is difficult to say how many kilometre of road there is today. Initially, there were 271 kilometre of road. In the rain season, it is difficult to use the roads.

12.7 Is this number enough to manage this protected area?

Ch: This number of road are not enough to manage this protected area and also the road needs financial resource to be maintained.

12.8 What about the maintenance of these roads? (Financial, number of repairing per year, ...)

Ch: For the maintenance of the road, there was no budget since July 2013. Last year, there was a little found for airstrip only.

12.9 How many vehicles do you have? How many vehicles for patrol? Are the vehicles in good condition?

Ch: They have 3 vehicles. 2 vehicles are for patrols but of this two, one is not working. The third vehicles is for the management, to go to town and come back.

12.10 What about the housing infrastructure? How many house are there? How many are used by staff? How many are used by visitors?

Ch: Concerning the houses, there are enough houses. There are 81 houses in Mlele Headquarter and 36 are used by the staff. Tanzania National Park Authority (TANAPA) use this location as a training centre for one month. They have done this already last year (2014) and this year again. In the month when they are training, they financially support the Headquarter.

13. Finances:

13.7 Has the funding in the past 5 years been enough to look after this protected area?

Ch: The funding has not been enough for the last 10 years. Especially for infrastructure, there is no financial resource to build roads.

13.8 What about the funding for the next 5 years?

Ch: The change of institution from Wildlife Division (WD) to Tanzania Wildlife Authority (TAWA) should bring enough funds. Also if they use the tourist potential there will be a change. The tourist from Katavi NP will come also to Lake Rukwa if there are facilities there.

13.9 Where do the financial resources come from?

Ch: Half of the finance are coming from Tanzania Wildlife Protection Fund and the other half is coming from the central Government. From 2002-2006, there was an extra fund from Germany, Rukwa-Katavi foundation program.

The tourist hunting companies support in through fuel and vehicles for the Wildlife Division.

13.10 How is the allocation of expenditure done? (how much is allocated for salaries, infrastructures, patrols)

Ch: The finance covers the administration and the anti-poaching. 60 % is for anti-poaching and the remaining 40 % is for administration cost and social maintenance. For the infrastructure, there was only money found for the airstrip. The salaries are paid directly from the Government, so they do not pay salary here in Mlele Headquarter.

The finance is divided into quarters. This means they receive funds 4 times per year.

13.11 What is the income of Rukwa GR? Is this income re-invested?

Ch: He is not aware of the size of income of Rukwa GR. Because there are several fees and permits (Hunting block fee, conservation fee, trophy fee, permit fee, observer fee) which goes directly to the Headquarter of the Wildlife Division in Dar es Salaam. Concerning the animals' fees, they receive the money. Last year it was 405,000,000 tsch.

13.12 How is the financial control managed?

Ch: The project manager of Rukwa-Lwafi GR is controlling the finances at Mlele Headquarter.

14. Research, monitoring and evaluation:

14.3 Is the impact of legal and illegal activities of the PA users monitored and recorded?

Ch: They are part of the program called MIKE: Monitoring illegal Killing of Elephants. Therefore, they take the GPS point of the dead elephants, then put in the specific software and then this data is sent to this program.

They usually report the dead animals and also any illegal activity.

14.4 Is there an annual report of ecological activities?

15. Hunting quotas:

15.5 How are the quotas defined?

Mw: About the hunting quotas, sometimes there are species which you cannot find in Rukwa GR but there is still a hunting quota on these species. They report this but there is no change. Also, he is sceptical on what the quotas are based on.

Ch: The hunting quotas are based on Tanzania Wildlife Research Institute (TAWIRI) inventory and on the hunting report of the hunting tourism. TAWIRI came last year to do the inventory.

15.6 How often are they revised?

Ch: They are revisited each year

15.7 What factors lead to increase or decrease of the quotas?

Ch: It is also based on the universal scientific means for lion, leopard, buffalo and elephant.

15.8 For the last 10 years, is the trend increasing or decreasing?

Ch: In the past 10 years, there is no increase or decrease for the hunting quotas of Rukwa Game Reserve. If a species is in danger, there is no hunting quotas. Since 10 years, only 2 elephants were killed from hunting safari. Buffalo and leopards are the most hunted.

16. Results of the anti-poaching:

16.6 How many people do you arrest per year? How many people are caught poaching each year for commercial and/or traditional reasons?

Ch: 93 people were arrested from July 2015 to September 2015

93 people were arrested from July 2014- June 2015

58 people arrested from July 2013 to June 2014

Taking all the person arrested, it is 80% for poaching activities and 20% for timbering and grazing activities

This information where given a month later by Mister Chuwa

Number of arrested people

	2013 (July2013- June2014)	2014 (July2014- June 2015)	2015 (July- Sept 2015)
Number of arrested people	105	103	29

16.7 Where do these people come from?

Ch: They are coming from the nearest village, nearest region or nearest country (like Burundi). Specifically for elephant killing, the local people are working for other people outside of the country, like Asia. There is a connection between the economic growth in Asia, the growing demand of killed elephants and this affects the population of elephant.

16.8 Could you please list the mammals' species which traditional poachers would most hunt and the mammal species which commercial/trade poachers would most hunt?

Mw: List for traditional hunting

Elephant/ Giraffe/ Hippopotamus/ Buffalo/ Roan/ Topi/ Sable

List for commercial hunting

Elephant/ Hippopotamus/ Giraffe/ Buffalo

He explained to me how the traditional hunting is now working. They ask a poacher who can shoot well, they give him the money to kill a hippopotamus or something else. After that, the poacher goes to shoot the animal and then goes home. The person who paid has to look for himself how he will dry the meat or move the meat from the bush to the village. This explains for him the situation of the 27 hippopotamus killed in Rungwa River over a few months. Several peoples gave the poacher the money to kill the hippopotamus and after that they had to work out how they could move the hippopotamus from the Rungwa River to their home. Sometimes, people dry the meat on the fire in the bush.

Ch:

Buffalo and hippopotamus are the most preferred from traditional hunters because there is a lot of meat. After these species: Eland, Impala, Hartebeest, Sable, Puku, Giraffe, Duiker and Reedbuck

Elephant is killed for commercial purpose, for ivory but also for meat. The meat is eaten in Burundi and in Congo, it is the preferred meat.

16.9 How many arrested people (%) are going to court?

Ch: More than 90% are going to court.

16.10 After bringing them to the police, are you still in contact with their case?

Ch: They follow up the case with the police. They have someone who is looking to each case and does recourse if the case is not going to court.

17. Population evolution:

17.3 Have you noticed a significant increase or decrease of the mammals' population?

Ha: He thinks that there is an increase to some extent. Therefore the wildlife needs protection. There is a good number of wildlife: a lot of Zebras, Sables, Hartebeests and Giraffes.

Mw: The general trend of the number of mammals is decreasing. Specifically in Rukwa GR, the number of elephants are decreasing. Some other species are increasing since 4-5 years.

Ch: The population is increasing if you protect well the plain near the lake. This year there is a positive difference compared with last year, as the population is increasing.

17.4 What do you think about population evolution for:

Mw:

- Buffalo (*Syncerus caffer*) has a stable population, there is a great number near Lake Rukwa
- Sable antelope (*Hippotragus niger*)
- Roan antelope (*Hippotragus equinus*)

Sable and Roan, they are difficult to shoot because they are sensitive and can easily run away. Difficult to know the trend in this population

- Hartebeest (*Alcephalus buselaphus lichtenseinii*) population is stable
- Topi (*Damaliscus lunatus*) population is stable
- Great kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) population is stable
- Leopard (*Panthera pardus*) population is stable, you can see during the trip from Mpanda to Headquarter in the evening 21-22h, 4-5 leopards. There are also near the lake Rukwa.
- Waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus*) the population is stable. But he has seen a change in the population since he is in this work position. Four years ago, he saw more males. Nowadays he sees more young females than males. In hunting tourism, they are not allowed to kill the females, only the males.
- Lion (*Panthera leo*)

Concerning the lion population, he is not sure. There is also a problem between the lion and the cattle because the lion eats the cattle. It is also a sign of fame in the tribe of Sukuma, if they are able to kill a lion. Some are good hunters, they kill the lions for others against money.

- Elephant (*Loxodonta Africana*) population is decreasing
- Giraffe (*Giraffa camelopardalis*) population is increasing
- Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) population is stable

Ch :

- Buffalo (*Syncerus caffer*) is increasing
- Sable antelope (*Hippotragus niger*) is increasing
- Roan antelope (*Hippotragus equinus*) is decreasing because of the hunting for meat, he has not seen a group last year
- Hartebeest (*Alcephalus buselaphus lichtenseinii*) is increasing

- Topi (*Damaliscus lunatus*) a few are in Runkwa GR. There are more in other places. He can therefore not say something on it
- Great kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) is increasing
- Leopard (*Panthera pardus*) is increasing
- Waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus*) is increasing
- Lion (*Panthera leo*) is stable
- Elephant (*Loxodonta Africana*) is decreasing
- Giraffe (*Giraffa camelopardalis*) is increasing
- Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) is increasing, at the Lake Rukwa, there are a lot

18. Gradients:

18.5 From your point of view, are there gradients between human activities and mammals' species richness? If yes, which one?

Ha: It depends on the nature of the disturbance. For example, the little road in the Rukwa GR from where you can see a lot of animals from the car, the wildlife is not afraid of this road. The animals will look at the car and they are not scared.

Wildlife does not go to the villages because the animals are scared about the hunting.

Mw: A gradient is that the number of animals is decreasing when the distance to villages is decreasing. The reason is that near the villages, the habitants are hunting small games like duiker. He thinks that people who are moving from other places to here or non-sedentary people, are affecting the wildlife and so the wildlife is disturbed and there is less habitat.

Ch: Correlation between human activities and species richness depends on the species. As an example the Great Kudu eat tobacco plants, therefore you find him in the field. Primates also go to the field. Other species are moving away from disturbance. But generally, near human activity there is less species richness. Therefore, further away from human activity there is bigger species richness

18.6 What do you think about mammal guild (Carnivores, Odd-toed Ungulates, Even-toed Ungulates and Primates) and spatial distribution?

Ch: Carnivores moves where the ungulates are because it is their food. Primates are near the river, especially the blue monkey depend on the riverine forest. Other primates are everywhere

18.7 Do you see a correlation between species richness and distance to the road?

Mw: The roads which are close to protected areas create a disturbance to the wildlife because of the truck traffic. Especially in the night the roads are used by poachers to kill animals from their car in blinding them with the headlight.

Ch: Depends to which road

Inyonga-Majimoto -> less species richness

Inyonga-Mpanda -> less species richness next to the road

The main reason is the disturbance from traffic.

18.8 Do you see a correlation between beekeeper camps and mammal species richness?

Ha: From his point of view, the beekeeping zone is offering a protection to the wildlife. There is no poaching and so the wildlife is secure. He didn't hear that the beekeeping has a bad effect on wildlife. Beekeeping is not a threat to wildlife

Mw: The movement of the beekeepers scares and disturbs the wildlife.

Ch: For the beekeeping activity, 1 month is the longest time for permit, but usually 15 days permit. Because of this amount, it is not a big disturbance for the wildlife. Beekeeping camps are allocated near river.

Supplementary information

Ha: To hunt the same species is not the same price for a tourist hunter (idea of trophy, therefore more expensive) or for a resident hunter (it is just for the meat)

Mw: He mentioned that in February 2015 they caught poachers who were 1 km from the border of the Game Reserve. They had an AK47 weapon and they were preparing themselves to go inside the Game Reserve. At their camp, they found 6 elephant tails.

Mw: He mentioned the idea to be more independent from the Government and therefore they could manage their own money. First, the salary would still come from the Government and after that the salary could be paid from the revenue (hunting tourism,...)

Ch: Before the Tanzania Forest Service Agency (TFS) was established, the Forest Reserves were abandoned by the Government. Now they have a partner to work with. And there is also a budget for the Forest Reserve.

There is an exchange between disease in the wildlife and disease in domestic animals.

For him, there is a conflict between wildlife and human.

There is a new independent institution: Tanzania Wildlife Authority (TAWA). The idea is to separate the policy and the management so that there is no mix, like now. Rukwa GR should move to this new institution. When it will be under Tanzania Wildlife Authority, Rukwa GR should receive 50 % of their revenue. Today under the Wildlife Division this is not the case. There is the hope that with the new TAWA they will be more finances found for staff training. Lack of finances for infrastructure is a real motivation to move to the Tanzania Wildlife Authority.

In Tanzania Wildlife Authority, there will be clear status for hiring and firing someone.

In moving from Wildlife Division to the Tanzania Wildlife Authority, they hope there will be a positive change. Through the election of the new director of Tanzania Wildlife Authority and the election of the new president they hope that there will be some change.

Annexe XXVIII

Interview about the management of Rungwa River FR:

Mb: Mr. Anthony Mbugah (interviewed on the 10th of October 2015)

Su: Mr. Ezekiel Sumbuka (interviewed on the 28th of October 2015)

Md: Mr. John Mduma (interviewed on the 28th of October 2015)

1. Information about the interviewed Person:

1.9 Which official institution does this work position belong to?

Mb: This work position is part of Tanzania Forest Services Agency (TFS).

Su: The work position belongs to the local government, Mlele District.

Md: This work position belongs to the local government, Mlele District.

1.10 What exactly is the title of your work position?

Mb: The title of the work position is District Forest Manager from TFS.

Su: The title is District Land and Nature Resource Officer (DLNR0).

Md: The exact title is District Game Officer, commonly named DGO.

1.11 What are the main tasks and requirements for the work position you are in?

Mb: The main task is to manage the forest from TFS. Therefore you have to make sure that each forest you manage, has a forest management plan. About this forest management plan, they have been poorly prepared. The forest manager's role is to analyse the collected data.

1.12 How long have you been working for this institution and in this position?

Mb: He has been working here since April 2015. But he has been working for TFS and the previous institution for 9 years. Since 2011, it is Tanzania Forest Service Agency (TFS) which is a semi-autonomous institution from the government. Before it was a government institution: Forest and Beekeeping Division.

Su: He has been working in this position since January 2015. Before he was District Forest Officer (DFO) in Mwansa District in Mago. He was moved.

Md: He has been working since the beginning of this district (2013) for this position. Before he was at Mpanda district. Therefore, he knows the places around here well. He completed his secondary school education, he went to the national service and after to the Mweka College to study the wildlife.

Mb: TFS and Wildlife Division are under the same district of Ministry of Natural Resource and Tourism. In consequence, the Wildlife Division has to care about the wildlife and the TFS about the habitat. The Wildlife Division is in charge of the anti-poaching patrols. The District Game Officer (DGO) is looking after that.

2. Challenge of the protected area:

2.4 What are the main challenges of this protected area?

Mb: Illegal harvesting of timber is the biggest challenge. Another challenge is keeping livestock in the protected area. There is also illegal fishing.

He mentioned that last year there was a mission against illegal hunting of elephants, also in Rungwa River FR.

3. Biological importance:

3.7 What is the main richness of this protected area?

Mb: In the TFS, there are two types of forest. There is productive forest where timbering is allowed: Rungwa River FR is in this case. And the second type of forest is protective forest where timbering is not allowed. He knows that there is African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon*), Padouk (*Pterocarpus tinctorius*), as a type of tree in Rungwa River FR. The African Blackwood is special. Because of lack of inventory, he has not more specific knowledge about the vegetation.

3.8 What are the main functions of this ecosystem?

Mb: He thinks that it is a host for the wildlife from Lukwati GR and that the activity of beekeeping is possible because there is water like the Rungwa River. The bees need water to be successful. Generally because of the wood there is a climate amelioration when you keep the forest. This area could be good for

ecotourism, tourist could camp there. This ecosystem would also allow the possibility of the activity of hunting tourism.

4. Socio-economic importance:

4.11 How many staff members are from the local community at the moment?

Mb: There are 4 staff members which are coming from the region: the secretary, 2 watchmen and an official attendant.

4.12 The legal activities of Rungwa River FR are :

h. Hunting safari for tourist, (Hunting block Rungwa River GCA from Game Frontiers of Tanzania)

Mb: The District Game Officer (DGO) from the Wildlife Division (WD), Mister Mduma has to control the Game Controlled Area (GCA) like Rungwa River. The hunting safari has to introduce the clients to the DGO.

Md: About Rungwa River CGA, this hunting block is allocated to the Game Frontiers of Tanzania. In 2012, it was the last time that this hunting block had clients. So this means that in the year 2013, 2014 and 2015, there were no hunting clients.

i. Timbering

j. Fishing in Rungwa River

k. Beekeeping

l. Scientific research (education, school)

m. Spiritual places

n. ...

4.13 Which legal activity do you think is the most disturbing for the wildlife?

Mb: The timbering people who ask for a permit but at the end they are going into the forest for another purpose: poaching. In the month of August, September and October, there should not be burning anymore because the bush fires will kill a lot of wildlife, especially crawling animals.

4.14 What is the effect of this activity on the wildlife?

4.15 How are you able to practice these activities (permit (cost), can they go alone or do they need to be accompanied by a Game Warden)? Where can they get the permit (local community and also hunting tourist, scientific)?

Mb: Timbering permits are given by the TFS office at Mpanda. At the TFS Inyonga, they do not issue the permits according to regulations. They do not issue the permits here, at Inyonga, because there will be a lot of money and no bank in the village. In the Mlele District, there is no forest officer. The new idea is that the Mlele District will issue the permits and the TFS Inyonga will give the transit-pass and hammering.

For fishing and beekeeping, the Mlele District gives the permits but after they have to come to the office of TFS to have an entry permit. Nobody comes to ask for this entry permit by the Inyonga TFS office, so he has no idea how many people are legally in the forest reserve for activities of beekeeping and fishing.

Su:

- The Mlele District gives the permit for fishing and beeking which are available for 3 months.

- The people who want a permit come to the Mlele District with a passport size picture. They first have to pay the fee at a private office who has this mandate, then they come back to the Mlele District with this receipt. The district gives them the permit. The district officials also explains to them what they have to care about in doing this activity and also asks them what are they bringing with them in the Forest Reserve. This permit can be for more than one person, in this case, the name of the other people is taken and they also have to give a passport size picture. After that, they have to go with their permit to the office of TFS to ask for an entry permit in the Forest Reserve.

- Fishing in Rungwa River has 2 seasons.

- The problem with the permits and the allocation to a specific Forest Reserve is that people are going to another Forest Reserve. This means that on one hand they are destroying the ecosystem and on another they are cheating on the government.

- Mlele District, will also give permits for timbering and there is a maximum amount for timbering licence.

4.17 How many permits have been delivered this year (2015)? How many have been delivered the years before? Hunting safari, Beekeeping, Scientific research, Fishing, Spiritual places

Su: Fishing permits: They give 50 permits per year for fishing in Koga and Rungwa River. Normally, they give 25 permits for Koga River and 25 permits for Rungwa River. Mlele District do not allow them to go to the same place because of overfishing and they do not give the permits at the same time.

4.18 How many spiritual places are there in the protected area? How many times per year are these visited?

Su: Spiritual place, he is not sure about this.

Md: About the spiritual place, he knows one spiritual place, called Milimamitatou or Mpembe. It is free to go there but the people ask for permits. They stay at this place for 7 or more days, this depends on what they are doing.

4.19 How many times the beekeeper comes to harvest?

Su: The permits for Beekeeping are always for a period of three months. He thinks that they are going 3 times per year to look for the bees and to work. Beekeeper season is: June – September / October – December / February – April

4.20 What are the main illegal activities done here in Rungwa River FR?

Mb: Poaching and cattle grazing. The cattle are taking the place of and chasing away the wildlife. He showed me a picture near Lake Rukwa where there are thousands of livestock and they are living on the same area than the wildlife. There are cases of illegal mining but not in Rungwa River FR.

4.21 Which is the main illegal activity which disturbs the wildlife?

4.22 Has habitat been lost in Rungwa River GR due to clearing of the forest?

If yes, do you see an effect on the wildlife population, especially on mammals?

Mb: There is a trend that the timber people are going to Rukwa GR with their licence from Rungwa River Forest Reserve.

5. Vulnerability:

5.3 How is the accessibility for illegal activities?

Mb: The accessibility in the dry season is very good and there are also a lot of roads for timbering purposes. There is no accessibility in the rain season.

6. Management of this protected area:

6.11 Is there a management plan for Rungwa River FR or is there in general a management plan for the Forest Reserve surrounding Inyonga?

Mb: The management plan for Rungwa River Forest Reserve has been out of date for 4 years. The management plan should be different for each Forest Reserve. The forest inventory has not been done properly. In the institute, there are not 20 people who are skilled to do forest inventory.

Su: No, there is no management plan available. They want to do a management plan for Forest Reserve. They have already asked for funds but the funds have not been allocated until now. The reason are the president election and because of other problems.

6.12 Are you elaborating objectives for this protected area each year, each season? On what are these objectives built on (finding from patrols, research, treats and pressures)? Or do you make regular reports about the management, the patrols? (Send to the ministry?)

Mb: As a forester, he has his own objectives

- Define the boundary. The boundaries were established in colonial time and today there is no clear boundary.
- Conducting patrols
- Regular check-ups of the permit and making sure they are timbering in the right way
- Inspecting

6.13 Is there a regular inventory of the natural and cultural resources?

Mb: There is a system of reporting at TFS which is divided in quarterly reports, bi-annual and annual reports.

Su: The fishermen have to report to the District what they have fished but they do not declare the right amounts. They give a number below because they are afraid that the permit fees could be increased for the next time. The district does not charge on the profit made on fish or honey. The beekeepers are doing the same. They also do not tell the exact amount of harvested honey but always below the amount.

The district is collaborating with Tanzania Forest Service Agency (TFS) and Wildlife Division (WD) for monitoring. The idea is to cross check if the people who ask for the permits are doing the activity on the permit and not something else.

6.14 Are you working with local communities to get their opinions? Are they included afterwards in the management plan or objectives?

6.15 According to you, is the wildlife and habitat management effective?

Mb: They are exploiting the natural resources in a blind way at the moment. They give permits for km³ of wood but they do not have a baseline. This way is not sustainable neither for the wildlife nor the habitat.

7. Legal security:

7.7 How long for has Rungwa River Forest Reserve had the status of protected area?

Mb: It is written in the Government Notes (GN).

7.8 What was the area before?

7.9 Does the PA have a long-term legally binding effect on the protection?

8. Protected area site:

8.3 Focusing on the surrounding landscape, what are the main advantages and disadvantages for Rungwa River FR? (village proximity, Rungwa River, common boundary with Lukwati GR and Rukwa GR)

Mb: One advantage is the border with Rukwa GR and Lukwati GR. Another advantage is the surrounding villages because there is possibility to have man power from the villages. They are working with the men from the villages to bring the arrested wood from Forest Reserve to the office in Inyonga. The disadvantages are the increasing demand on the forest, the surrounding villages are hosting poacher, illegal harvesting of timber and illegal cattle grazing.

The Village Officer (VO) and Village chairman are allowing people to go into the Forest Reserve. For example, in the village, they are hosting people of the tribe of Sukuma and they give them permits to stay in the village. There is no buffer zone between the villages and the forest reserve, so there are some houses which are 20-30 meters from the boundary of the forest reserve.

9. Comparison with Rukwa GR and Rungwa River FR:

9.11 Do you know Rukwa Game Reserve?

9.12 In your opinion is there a difference in the richness of species diversity?

Mb: In Rukwa GR, where timbering is not allowed, there is a bigger potential off tree cutting than in Rungwa River Forest Reserve. This is based on cases of illegal timbering in Rukwa GR with a permit from Rungwa River FR.

9.13 More specific, do you see a difference between Rukwa and Rungwa River regarding large and medium sized mammals?

9.14 Why is there a difference between these two PA:

9.15 In your opinion, do you see a difference in the number of illegal activities between these two protected areas?

10. Staff:

10.9 Are the staff and financial resources adequate to manage the protected area?

Mb: The staff and the financial resources are not adequate to manage all the forest reserves. There is a problem of the number of staff which is not enough to manage the different Forest Reserves in Mlele district. He has six members of staff at the moment. There is 1 beekeeper, 3 forest assistants, 1 driver and 1 forest manager (himself). To complete the staff, they have a secretary, 2 watchmen and an official attendant. 6 new employees should arrive in 2 weeks.

10.10 How many ranger are there per km²? How are the patrols organised (how often per year and per month, is there a change in the number of patrols between rainy and dry season? With whom are you collaborating to get information or to do the patrols?

10.11 How is the staff allocated to this protected area? And what are the staff's qualifications?

Mb: The staff is skilled, these 6 people are coming from other regions of Tanzania

10.12 Is the staff adequately skilled to conduct critical management activities?

Mb: Most of the staff are forest technicians. One has a diploma in Beekeeping and the other two have a diploma in Forest. As a technician, they should be better in collecting data. They have no experience because they have not had the opportunity to gain experience. He tasked them to collect the data but the data was not usable in the end because the data was not collected systematically. Therefore the staff need to be exposed to some more practice with a supervisor. Their education is ok, and they have good theoretical knowledge.

11. Communication:

11.6 How is the communication with local communities managed?

Mb: They are supposed to have close communication with the village community. They should do seminars at the villages. They have not done a seminar for 4 months. But he went to each village to introduce himself since he is new here. The beekeeper of TFS has done one seminar.

11.7 How is the staff's collaboration with partners, like local communities and other organisation?

In his case, he is still new at this place and not so confident with all the people. Therefore, he has to use his brain. In the Forest Reserve you have no communication possibilities, often the information is coming too late.

12. Infrastructures:

12.11 What is the number of kilometres of road and how many kilometres are passable in the rainy season?

Mb: About the kilometre of road, he does not know. He has only been once in Rungwa River until now but he sometimes receives information.

12.12 Is this number enough to manage this protected area?

12.13 What about the maintenance of these roads? (Financial, number of repairing per year, ...)

Mb: There is no road maintenance in the budget.

12.14 How many vehicles do you have? How many vehicles for patrol? Are the vehicles in good condition?

Mb: The TFS Inyonga has one vehicle since 2 months, this vehicle is new and is able to go in the field. Before they had just one motorbike. Now they have one vehicle and one motorbike.

12.15 What about the housing infrastructure? How many house are there? How many are used by staff? How many are used by visitors?

Mb: They do not have housing or ranger posts in the Forest Reserve so people could stay there and protect the Forest Reserve.

They have 1 GPS since 1 week. Before he was taking the GPS point with his Smartphone which is not always reliable. About the equipment, they use a GPS, compass and slope metering.

13. Finances:

13.13 Has the funding in the past 5 years been enough to look after this protected area?

Mb: The amount of revenue has grown since it is TFS. Now they have money to go on patrols.

13.14 What about the funding for the next 5 years?

Mb: It depends because for the management plan and forest inventory collecting the data is expensive. Also the trend of harvesting in 5 years will be very different.

13.15 Where do the financial resources come from?

Mb: The financial resource is only coming from TFS. They get the money each quarter. They do a budget and they receive 70% of what they have asked for. Previously, it was not the case. They are now trying to find another resource. They receive help for anti-poaching for example.

13.16 How is the allocation of expenditure done? (how much is allocated for salaries, infrastructures, patrols)

Mb: The salary (100%) are sent directly from TFS Headquarter at Dar es Salaam. The funds for patrols are decided at TFS Headquarter and after they are sent to the zone office from Tabora. They have to go to Tabora to collect the money.

13.17 What is the income of Rungwa River FR? Is this income re-invested?

Mb: He does not know.

13.18 How is the financial control managed?

Mb: There is the zone accountant in Tabora, they have to write a bill and receipt to be able to receive the money. After they can go to the bank and ask for the money.

In the office at Inyonga, they are able to collect until 50'000tsch. They are not allowed to receive more than this amount. Otherwise the person has to go to the bank to give the money.

14. Research, monitoring and evaluation:

14.5 Is the impact of legal and illegal activities of the PA users monitored and recorded?

Mb: He takes the GPS coordinates of every site with issues. After he needs to mark each issue onto a map to know where it is allocated.

14.6 Is there an annual report of ecological activities?

15. Hunting quotas:

15.9 How are the quotas defined?

Md: The hunting quotas are decided by the Ministry of Natural Resource and Tourism, department of Wildlife Division. The Ministry of Natural Resource send directly to the hunting company the hunting quotas for the Game Controlled Area (GCA). As DGO, he do not receive this information. One Game Warden of the Wildlife Division goes with the hunting clients to be sure that the right animals are shoot.

15.10 How often are they revised?

15.11 What factors lead to increase or decrease of the quotas?

15.12 For the last 10 years, is the trend increasing or decreasing?

Md: In his opinion, the trend for the hunting quotas is decreasing.

16. Results of the anti-poaching:

16.11 How many people do you arrest per year? How many people are caught poaching each year for commercial and/or traditional reasons?

Md: Poacher who have been arrested in Mlele District

2015: July 2015-October 2015: 21 poachers

2014: July 2014- June 2015: 15 poachers

2013: July 2013- June 2014: 12 poachers

16.12 Where do these people come from?

Md: The people are coming from nearby areas such as Kitunda, Sikonge, Ilunde, Ipole, Katumba, Inyonga and villages around Inoynga.

16.13 Could you please list the mammals' species which traditional poachers would most hunt and the mammal species which commercial/trade poachers would most hunt?

Md: Mammals who are poached traditionally are:

1. Buffalo / 2. Eland / 3. Topi / 4. Hartebeest / 5. Sable. All are hunted for meat

Mammals who are hunted for commercial purposes

1. Elephant for Ivory / 2. Lion for skin / 3. Leopard for skin / 4. Hippopotamus for meat / 5. Buffalo for meat

16.14 How many arrested people (%) are going to court?

16.15 After bringing them to the police, are you still in contact with their case?

Md: After bringing them to the police, the DGO is still in contact with the cases.

17. Population evolution:

17.5 Have you noticed a significant increase or decrease of the mammals' population?

Md: The trend is decreasing because of poaching.

17.6 What do you think about population evolution for:

Md:

- Sable antelope (*Hippotragus niger*) decrease
- Roan antelope (*Hippotragus equinus*) decrease
- Hartebeest (*Alcephalus buselaphus lichtenseinii*) decrease
- Topi (*Damaliscus lunatus*) decrease
- Great kudu (*Tragelaphus strepsiceros*) decrease
- Leopard (*Panthera pardus*) increase
- Waterbuck (*Kobus ellipsiprymnus*) decrease
- Lion (*Panthera leo*) decrease
- Elephant (*Loxondata Africana*) decrease
- Giraffe (*Giraffa camelopardalis*) decrease
- Hippopotamus (*Hippopotamus amphibius*) decrease

18. Gradients:

18.9 From your point of view, are there gradients between human activities and mammals' species richness? If yes, which one?

Md: The number of people in Rungwa River FR is increasing, there is tree debarking and Sukuma people come with their cows. This has a negative impact on the wildlife.

18.10 What do you think about mammal guild (Carnivores, Odd-toed Ungulates, Even-toed Ungulates and Primates) and spatial distribution?

Md: The prey of the carnivores are coming to the river to get some water, in consequence the carnivores are also near the river.

18.11 Do you see a correlation between species richness and distance to the road?

Md: It depends on the road and its location. If the road is close to human activities the wildlife will go far away. If the road is in the forest, the animals can cross it.

18.12 Do you see a correlation between beekeeper camps and mammal species richness?

Md: He thinks that the number of the beekeepers is low, so there is no effect on the wildlife.

Supplementary information

Mb: In his opinion, there is a big lack of data because there is no baseline of inventory.

For the last 10 years, the forest is decreasing because of population growth, people who are moving from no forest areas to other areas who still have forests (especially the Sukumas) and there is also an issue created by the politicians, who are saying that it is ok to go to the forest reserve.

There are some good examples of forest implementation of TFS

APO is annual plan of district

The problem in Mlele district:

- Tobacco farms, they are using a big amount of chemicals and also they are going into the forest reserve to create extra fields. Also, they are polluting the forest reserve because there are using their chemicals near the water, river or pond, after there is a mix in the water and this is a problem for the wildlife.
 - Lack of working together with the different sectors, a lack of communication between the District Officer, Tanzania Forest Service Agency, Inyonga Beekeeper Association and Wildlife Division
- The solution will be in working more together between these different institutions

- The villages want to extend their land because they do not have enough land. They have enough land but they do not use the land properly. The solution would be to do a land use plan for the village land, where there are fields, where there is cattle activity and so on.
- The issue with Sukumas, the children do not go to school, they are going in the forest reserve with their cattle. Just to move out the Sukumas from the forest reserve is not the solution. You should find a way that they can settle down, that their children are going to school.

Su: Before Mister Mbugha became a Forest manager at TFS Inyonga, TFS Inyonga gave a lot of permits in a wrong way. They were not looking where the people with a timbering permit were going. Therefore, there is a lot of places where trees have been cut. They were not caring about the conservation issue.

Mlele District is a new district since July 2013. Before the District in Mpanda was in charge for this area at. There is no management plan for this district.

Md: DGO is doing anti-poaching with the Mlele Headquarter or for serious cases even with the police. The Mlele District has no car for anti-poaching. The Director is working getting a car. They also do not have guns, they are hiring guns from Mpanda District. He works on this issue to have their own guns. He heard about the story of the 27 hippopotamus in Rungwa River and he knows who is involved. He is still trying to make things progress on this issue. But he mentioned that he cannot go there because of lack of resources and because it is still a new district. The DGO assistants are still going to school. This means he is working alone.

Annexe XXIX

Quotas de chasse pour Rukwa GR et Rungwa River FR, (information reçu par M. Chuwa)

Hunting quota for 2014/2015 & 2015/2016 Rukwa Game Reserves

English	Scientific Name	Swahili Name	HUNTING BLOCKS		
			MLELE SOUTH	RUNGWA RIVER	LAKE RUKWA
Baboon Yellow	<i>Papio ambis</i>	Nyani Mwekundu	4	3	5
Baboon Olive	<i>Papio cynocephalus</i>	Nyani njano			
Buffalo African	<i>Syncerus caffer caffer</i>	Nyati (Mbogo)	12	14	20
Bushbuck Chobe	<i>Tragelaphus scriptus omatus</i>	Pongo (Mbarawala)-Chobe	2	3	4
Bushbuck Masai	<i>Tragelaphus scriptus delameri</i>	Pongo (Mbarawala)-Masai			
Bushpig	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Nguruwe	2	2	4
Caracal	<i>Caracal caracal</i>	Simba Mangu	0	0	0
Civet African	<i>Civettictis civetta</i>	Fungo	0	1	2
Crocodile Nile	<i>Crocodilus niloticus</i>	Mamba	0	6	4
Dikdik Kirk's	<i>Madogua kirkii kirkii</i>	Digidigi (Suguya)	0	4	0
Duiker Abbott's	<i>Cephalophus spadix</i>	Mindi	0	0	0
Duiker Common	<i>Sylvicapra grimmia abyssinicus</i>	Nsya (Ngorombwe)	4	3	2
Duiker Natal red	<i>Cephalophus natalensis</i>	Funo (Mbutuka)			
Eland Livingstones	<i>Tragelaphus oryx livingstoni</i>	Pofu (Mbutu) Livingstonis	2	2	2
Eland Paterson's	<i>Tragelaphus oryx pattersonius</i>	Pofu (Mbutu) Petersonis			
Elephant African	<i>Loxodonta africana</i>	Tembo (Ndovu)	0	0	0
Fox Bat carred	<i>Otocyon megalotis</i>	Mbwcha Masikio	0	0	0
Gazelle Grant's	<i>Nanger granti granti</i>	Swala Granti	0	0	0
Gazelle Robert's	<i>Nanger granti robertsi</i>	Swala Robertsi	0	0	0
Gazelle Thomson's	<i>Eudorcas thomsoni</i>	Swala Tomi	0	0	0
Genet Blotched	<i>Genetta tigrina</i>	Kanu Mkubwa	2	0	2
Genet Common	<i>Genetta genetta</i>	Kanu			
Gerenuk	<i>Litocranius walleri walleri</i>	Swala Twiga	0	0	0
Grysbuck Sharpe's	<i>Raphicerus sharpei</i>	Ndondoro Shapi	0	2	2
Hare Scrub	<i>Lepus capensis</i>	Sungura	0	0	0
Hare Cape	<i>Lepus saxatilis</i>	Kamendegere			
Hartebeest Coke's	<i>Alcelaphus buselaphus cokii</i>	Kongoni	6	8	12
Hartebeest Lichtenstein's	<i>Alcelaphus buselaphus lichtensteinii</i>	Konzi			
Hippo	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Boko	0	7	5
Hyaena Spotted	<i>Crocuta crocuta</i>	Kingugwa	1	4	5
Hyaena Striped	<i>Hyaena hyaena dubbah</i>	Fisi Milia			
Impala East African	<i>Aepyceros melampus rendili</i>	Swalapala Mashariki	0	10	10
Impala Southern	<i>Aepyceros melampus melampus</i>	Swalapala Kusini			
Jackal Common	<i>Canis aureus</i>	Mwehadhababu	2	2	2
Jackal Side striped	<i>Canis adustus</i>	Mbwcha mistari			
Jackal Sliver backed	<i>Canis mesomelas</i>	Mwehashaba			
Klipspringer	<i>Oreotragus oreotragus</i>	Mbuzi Mawe	2	1	2
Kudu Greater	<i>Tragelaphus strepsiceros bea</i>	Tandala Kubwa	1	7	4
Kudu Lesser	<i>Tragelaphus imberbis</i>	Tandala Dogo	0	0	0
Leopard	<i>Panthera pardus pardus</i>	Chui	2	4	5
Lion	<i>Panthera leo</i>	Simba	2	4	4
Mongoose Banded	<i>Mungos mungo</i>	Nguchiro	0	0	0
Mongoose White tailed	<i>Ichneumia albicauda</i>	Nguchiro mkia mweupe			
Monkey Blue	<i>Cercopithecus mitis</i>	Kima	0	0	2
Monkey Vervet	<i>Chlorocebus pygerythrus</i>	Tumbili			
Oribi Common	<i>Ourebia ourebi ourebi</i>	Taya (Kihea)	0	4	0
Oryx Fringed eared	<i>Oryx beisa calotis</i>	Choroa	0	0	0
Ostrich	<i>Struthioformes camelopardalus</i>	Mbuni	0	0	0
Porcupine Crested	<i>Hystrix cristata</i>	Nungunungu	0	0	2
Puku	<i>Kobus vardonii</i>	Sheshe	0	0	5
Python Rock	<i>Python sebae</i>	Chatu	0	0	0
Ratel (Honey Badger)	<i>Mellivora capensis</i>	Nyegere	2	1	0
Reedbuck Bohor	<i>Redunca redunca wardi</i>	Tohc Ndope	4	4	4
Reedbuck Mountain (Chandler's)	<i>Redunca fulvorufula chandleri</i>	Tohc Milima			
Reedbuck Southern	<i>Redunca arundinum</i>	Tohc Kusi			
Roan Antelope	<i>Hippotragus equinus langheldi</i>	Korongo	2	4	2
Sable Antelope Roosevelt	<i>Hippotragus niger roosevelti/kirkii</i>	Palahala (Mbarapi)	3	4	4
Sable Antelope Common	<i>Hippotragus niger roosevelti/kirkii</i>	Palahala (Mbarapi)			
Serval Cat	<i>Leptailurus serval</i>	Mondo	1	1	2
Sitatunga East African	<i>Tragelaphus spektii spektii</i>	Nzohé	0	0	0
Sticmbuck	<i>Raphicerus campestris</i>	Ndondoro	0	1	0
Suni (Pygmy Antelope)	<i>Neotragus moschatus</i>	Paa (Suni)	0	0	0
Topi	<i>Damaliscus lunatus jimela</i>	Nyamera	2	8	0
Warthog	<i>Phacochoerus africanus</i>	Ngiri	4	4	5
Waterbuck Common	<i>Kobus ellipsiprymnus ellipsiprymnus</i>	Kuro Ndogoro	1	4	5
Waterbuck Defassa	<i>Kobus ellipsiprymnus defassa</i>	Kuro Singing			
Wildcat	<i>Felis sylvestrus lybica</i>	Kimburu	1	1	0
Wildebeest Eastern White bearded	<i>Connochaetes taurinus albojubatus</i>	Nyumbu kidevu -Mashariki	0	0	0
Wildebeest Western White bearded	<i>Connochaetes taurinus johnstoni</i>	Nyumbu Kusi			
Wildebeest Nyasa	<i>Connochaetes taurinus nearnsi</i>	Nyumbu kidevu -Magharibi			
Zebra Burchell's	<i>Equus quagga burchelli</i>	Pundamilia	6	4	8
Zorilla	<i>Ictonyx striatus</i>	Kicheche	2	0	0
Dove			10	30	10
Duck			20	20	10
Francolin			20	30	10
Geese			10	20	10
Guineafowl			30	20	10
Pigeon			0	0	10
Sandgrouse			0	30	10
Spurfowl			0	0	10
Total Mammal			72	127	135
Total Bird			90	150	80
Grand Total			162	277	215

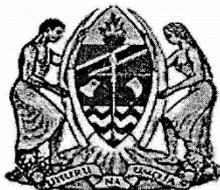
Annexe XXX

Liste des espèces chassées à Rukwa GR, (information reçu par M. Chuwa)

Animal hunted in Rukwa GR					
English	Scientific Name	Swahili Name	2013	2014	2015
Baboon Yellow	<i>Papio anubis</i>	Nyani Mwekundu	1	4	6
Buffalo African	<i>Syncerus caffer caffer</i>	Nyati (Mbogo)	17	37	5
Bushbuck Chobe	<i>Tragelaphus scriptus omatus</i>	Pongo (Mbarawala)-Chobe	0	4	0
Bushpig	<i>Potamochoerus larvatus</i>	Nguruwe	0	7	0
Crocodile Nile	<i>Crocodilus niloticus</i>	Mamba	1	3	1
Duiker Common	<i>Sylvicapra grimmia abyssinicus</i>	Nsya (Ngorombwe)	3	2	0
Eland Livingstones	<i>Tragelaphus oryx livingstoni</i>	Pofu (Mbunju) Livingstonis	0	2	0
Hartebeest Coke's	<i>Alcelaphus buselaphus cokii</i>	Kongoni	6	13	1
Hippo	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Kiboko	2	7	3
Hyaena Spotted	<i>Crocuta crocuta</i>	Kingugwa	4	5	0
Impala East African	<i>Aepyceros melampus rendili</i>	Swalapala Mashariki	5	7	4
Jackal Common	<i>Canis aureus</i>	Mwehadhabu	0	1	0
Kudu Greater	<i>Tragelaphus strepsiceros bea</i>	Tandala Kubwa	0	1	0
Leopard	<i>Panthera pardus pardus</i>	Chui	2	10	0
Lion	<i>Panthera leo</i>	Simba	0	1	2
Puku	<i>Kobus vardonii</i>	Sheshe	2	7	1
Reedbuck Bohor	<i>Redunca redunca wardi</i>	Tohe Ndope	1	5	0
Roan Antelope	<i>Hippotragus equinus langheldi</i>	Korongo	2	1	0
Sable Antelope Roosevelt	<i>Hippotragus niger roosevelti/kirkii</i>	Palahala (Mbarapi)	5	10	1
Warthog	<i>Phacochoerus africanus</i>	Ngiri	4	8	0
Waterbuck Common	<i>Kobus ellipsiprymnus ellipsiprymnus</i>	Kuro Ndogoro	3	4	0
Zebra Burchell's	<i>Equus quagga bruchelli</i>	Pundamilia	5	7	4
Total Mammal			63	146	28
Total Bird			0	0	0
Grand Total					

Annexe XXXI

Extrait de résultats de la coupe de bois à Rungwa River (tiré de deux documents transmis par A. Mbugah)
3 espèces d'arbres coupées avec leur mètre cube à Rungwa River pour l'année 2014



The United Republic of Tanzania
Ministry of Natural Resources and Tourism
TANZANIA FOREST SERVICES AGENCY (TFS)



SOME HARVESTABLE TIMBER Spp. WITH THEIR RESPECTIVE VOLUMES IN MILELE DISTRICT KATAVI REGION AS PER MAY, 2014 HARVESTING PLANS

No.	FOREST NAME	SPECIE'S BOTANICAL NAME	NUMBER OF STEMS	VOLUME (M ³)	ANNUAL ALLOWABLE CUT (M ³)
1	RUNGWA RIVER FOREST RESERVE 401,462ha	<i>Brachystegia boehmii</i>	113,020	268,714	53,742.80
		<i>Julbernardia globiflora</i>	28,255	49,638	99,927.60
		<i>Pterocarpus tinctorious</i>	28,255		21,303.80

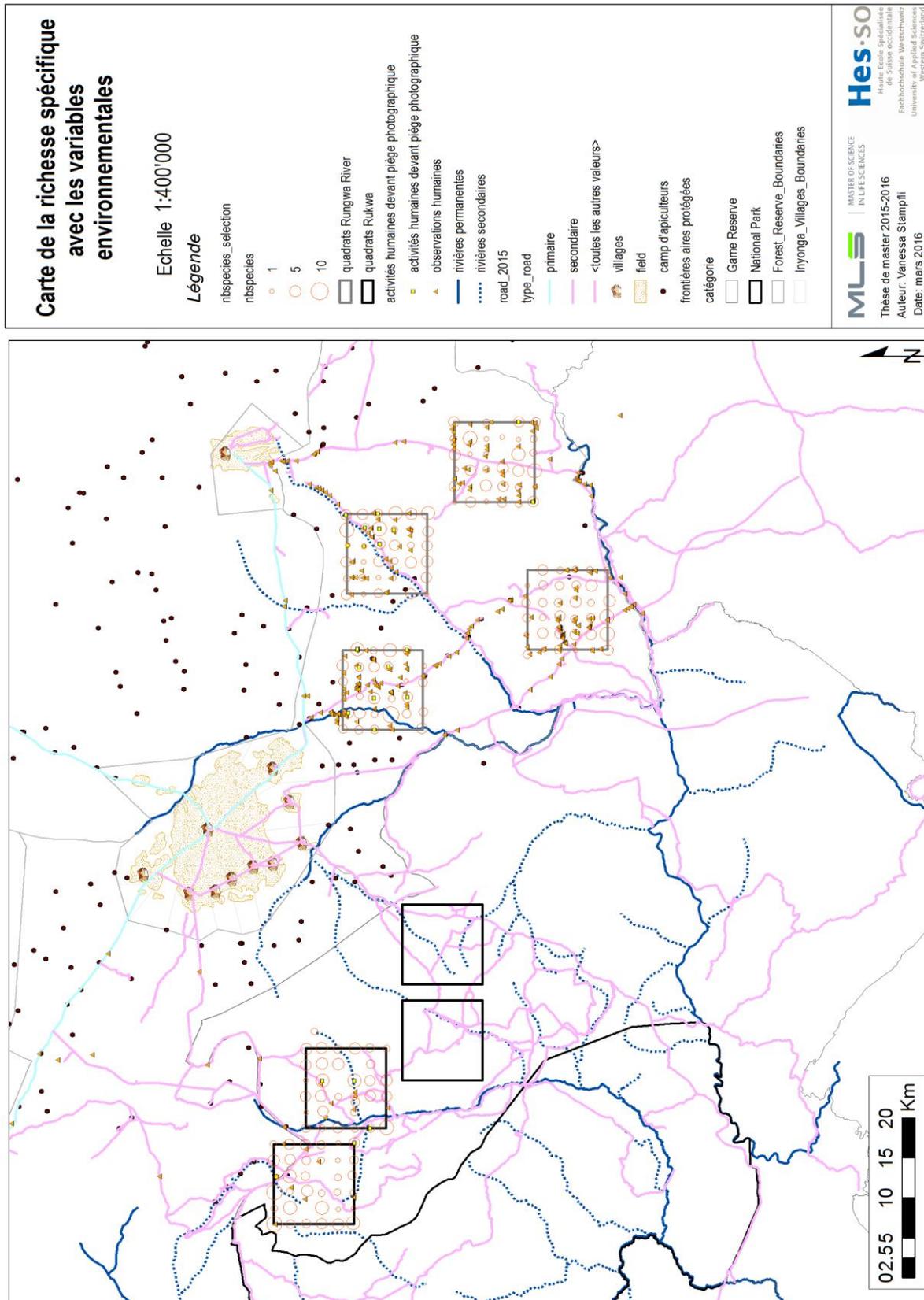
3 espèces d'arbres coupées en 2014/2015 avec leur mètre cube. Les noms en latins pour ces espèces Mninga (*Pterocarpus angolensis*), Mkora (*Azelia quanzensis*) et Mkurungu (*Pterocarpus tinctorious*).

IDADI NA AINA YA MITI (Spp.) ILIYOVUNWA KATIKA KILA MSITU 2014/2015

NA.	FOREST RESERVE	SPECIES	VOLUME m3
1	INYONGA FOREST RESERVE	Mninga/Mkora	1,134
		Mkurungu	20
		Mninga/mpilipili	29
		Mninga	46.5
		Mkora	30
		Msawala	3
2	MULELE HILL FOREST RESERVE	Mninga/Mkora	213
		Mkurungu	685
		Mninga	80
		Mpilipili	230
		Mtundu	20
3	NORTH EAST MPANDA FOREST RESERVE	Albizia	20
		Mninga/Mkora	140
		Mkurungu	850
		Mpilipili	320
		Mtundu	310
		Mninga	20
4	MSAGINIA FR FOREST RESERVE	Mkurungu	60
5	RUNGWA RIVER FOREST RESERVE	Mninga/Mkora	585
		Mkurungu	65

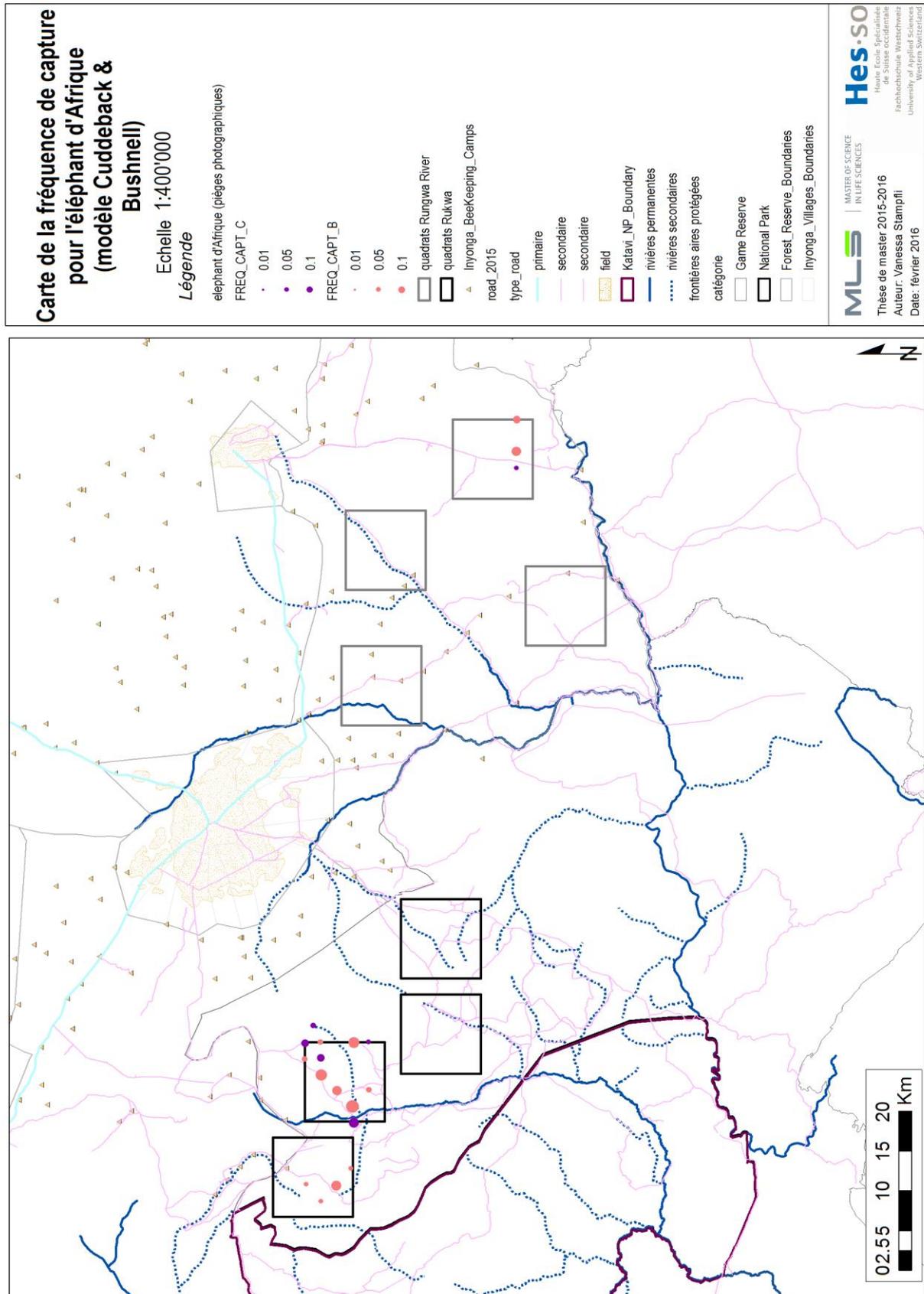
Annexe XXXII

Carte de la richesse spécifique avec les 9 variables environnementales



Annexe XXXIII

Carte de la fréquence de capture pour l'éléphant d'Afrique pour les Bushnells et Cuddebacks



Annexe XXXIV

Carte de la fréquence de capture pour le léopard pour les Bushnell et Cuddebacks

