

Campus du Solbosch CP 165/05
Avenue F.D. Roosevelt 50
1050 Bruxelles
T : +32 (0)2 650 29 03
M : ebb@ulb.be

**Projets de crédits carbone fondés sur le pâturage tournant en
Tanzanie : comparaison avec les pratiques traditionnelles de gestion des
pâturages chez les Maasaï et analyse critique de la science sur laquelle
s'appuient ces projets**

Directrice :
Professeure Marjolein Visser
Promotrice : Priscilla Claeys

Service :
Laboratoire d'Agroécologie

Mémoire de fin d'études présenté en vue
de l'obtention du diplôme de Master
Bioingénieur Sciences agronomiques par
Loralie Lungu Embanzu (août 2025)

Année académique 2024-2025

Remerciements

Tout d'abord, je remercie ma directrice de mémoire, Marjolein Visser, de m'avoir encadrée dans la rédaction de ce mémoire de fin d'études. Merci pour les nombreux conseils et les propositions de livres et de conférences qui m'ont aidée à en apprendre davantage, notamment sur le pastoralisme et les crédits carbone.

Je tiens aussi à remercier ma promotrice, Priscilla Claeys, d'avoir pris le temps de me guider dans l'écriture de mon mémoire, de me prodiguer de précieux conseils et de m'avoir permis de découvrir les Maasaï. Merci de m'avoir accompagnée tout au long de cette année.

Merci aussi à mes parents de m'avoir épaulée, non seulement durant l'entièreté de mon parcours académique, mais, en particulier, durant l'élaboration de mon mémoire. Merci pour toutes ces relectures et merci de m'avoir accompagnée lors des conférences auxquelles j'ai assisté. Merci à mon frère, Loric, de m'aider à me changer les idées avec ses petites boutades au quotidien. Je tiens aussi à remercier à ma cousine Mégane pour la relecture de mon mémoire. Merci à Louise L. de m'avoir soutenue dans mes moments de doutes durant l'ensemble de mon parcours au cours de longs appels téléphoniques et de faire partie de ma vie depuis plus d'une vingtaine d'années maintenant. Merci à Louise M. et Stella pour votre soutien et vos encouragements qui m'ont donné de la force aux moments où j'en avais le plus besoin.

Merci aux Brigades d'Actions Paysannes, à Quinoa ONG et à FIAN Belgique de m'avoir accueillie durant mon stage et de m'avoir permis de faire de précieuses rencontres parmi lesquelles il y a ma promotrice, Priscilla Claeys.

Merci à Marine et Jeanne, mes futures coloc, pour les précieux conseils que vous m'avez prodigués pour améliorer mes cartes sur QGIS. Merci à Dounia et Lou pour les précieux conseils qui m'ont permis de mieux appréhender les entretiens que j'ai menés et d'améliorer mon guide d'entretien.

Merci à tous·tes mes ami·e·s pour tous les encouragements et le soutien que vous avez pu m'apporter. Merci à la bourgu. Vous êtes l'un de mes piliers depuis notre rencontre dans le cadre du baptême au Cercle des Sciences. Merci au Cercle Agro de m'avoir accompagnée dans les dernières années de ma vie estudiantine et merci pour toutes les rencontres que j'ai pu y faire. J'ai également une pensée pour mes compagnonnes de mémoire, Cloé et Maureen avec qui j'ai partagé les joies et les peines de réaliser ce travail.

Pour finir, merci à mes adelphe·s du mardi soir pour m'avoir sorti·e des tracas quotidiens l'espace d'un soir par semaine, pour tout ce que vous m'avez apporté, pour tout le soutien, les encouragements et pour m'avoir donné la force d'atteindre mes objectifs dans les moments d'incertitudes et de doutes.

Résumé

Les activités anthropiques ont causé une augmentation des émissions de gaz à effet de serre, notamment du dioxyde de carbone, du méthane et de l'oxyde nitreux. L'augmentation de la quantité de gaz à effet de serre a engendré un dérèglement climatique qui a des conséquences néfastes au niveau environnemental, social et économique. Afin de réduire l'ampleur des effets négatifs du changement climatique, l'objectif est de limiter l'augmentation de température globale à 1,5°C par rapport à sa valeur à la période préindustrielle en atteignant la neutralité carbone. Un des outils mis en place pour l'atteindre est les crédits carbone. Ils sont générés puis vendus sur des marchés carbone. Il existe deux types de marchés carbone : les marchés carbone de conformité et les marchés carbone volontaires. Ce travail se concentre sur le second type de marchés carbone. Les crédits carbone y sont générés via des projets carbone.

L'objectif de ce travail est d'analyser des projets carbone basés sur le pâturage tournant en Tanzanie et la science sur laquelle se basent ces projets en regard des pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï. Pour ce faire, nous tentons de comprendre le fonctionnement des projets carbone en zones de pâturage, les étapes de leur mise en place et les acteur·trice·s impliqué·e·s. Nous tentons, ensuite, de faire une analyse critique de la science sur laquelle s'appuie le pâturage tournant. Enfin, nous tentons aussi de comprendre les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï et leurs modes de gestion des terres de pâturage dans les districts concernés, dans une perspective historique et écologique.

Une recherche de type étude de cas a été effectuée sur base des projets carbone « Longido and Monduli Rangelands Carbon Project (ci-après « LMRCP ») » et « Resilient Tarangire Ecosystem Project (ci-après « RTEP ») ». Ces deux projets sont mis en place dans le nord de la Tanzanie, dans les districts de Longido, Monduli et Simanjiro, en territoire Maasaï. Ces deux projets carbone ont pour objectif d'implémenter des variantes du pâturage tournant dans le but de séquestrer du carbone organique dans le sol et de régénérer les savanes dans ces districts. Selon les responsables de ces projets carbone, le pâturage tournant serait inspiré des pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï. Nous étudions le fonctionnement des projets carbone au travers de ces deux études de cas. Les informations concernant le pâturage tournant, les projets carbone en général et les Maasaï ont été obtenues via une revue de la littérature. La cartographie via le logiciel QGIS a été utilisée afin de visualiser des données relatives à la Tanzanie (frontières administratives, types de sols ...), aux Maasaï et aux projets carbone. La revue de la littérature et la cartographie ont été complétées par trois entretiens semi-dirigés pour obtenir plus d'informations et d'éclaircissements sur le pâturage tournant et les Maasaï.

La revue de la littérature n'a pas permis de trouver d'études qui démontrent la régénération des savanes dans le nord de la Tanzanie via le pâturage tournant. Elle n'a pas permis non plus de trouver d'études qui démontrent que le pâturage tournant permet de séquestrer davantage de carbone dans le sol par rapport aux pratiques traditionnelles des Maasaï. Les résultats montrent aussi que le pâturage tournant ne semble pas inspiré par ces pratiques traditionnelles, bien que les deux pratiques impliquent la mobilité du bétail. Les promoteurs n'ont pas non plus fourni de documents qui permettent de corroborer la baseline des projets RTEP et LMRCP. Cette baseline est un scénario élaboré par les responsables d'un projet carbone qui montre l'évolution d'une situation en présence et en l'absence de ce projet et qui justifie la mise en place d'un projet carbone. Il est donc difficile d'affirmer qu'ils vont avoir un impact réel et vérifiable sur les émissions de carbone dans l'atmosphère. En plus des aires protégées, les projets carbone contribuent à entraver la mobilité et l'accès des Maasaï à leurs terres sous couvert de protection de la faune et flore sauvages. Ces projets s'apparentent à une nouvelle forme de colonialisme : le colonialisme vert.

Abstract

Human activities have caused an increase in greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide, methane, and nitrous oxide. The increase in greenhouse gases has led to climate change, which has harmful environmental, social, and economic consequences. In order to limit the negative effects of climate change, the goal is to limit the global temperature increase to 1.5°C above pre-industrial levels by achieving carbon neutrality. One of the tools put in place to achieve this is carbon credits. These are generated and then sold on carbon markets. There are two types of carbon markets: compliance carbon markets and voluntary carbon markets. This work focuses on the second type of carbon market. Carbon credits are generated through carbon projects.

The objective of this study is to analyze carbon projects based on rotational grazing in Tanzania and the science on which these projects are based in relation to the traditional pastoral practices of the Maasai. To do this, we seek to understand how carbon projects work in grazing areas, the stages involved in their implementation, and the actors involved. We then attempt to critically analyze the science behind rotational grazing. Finally, we also seek to understand the traditional pastoral practices of the Maasai and their methods of managing grazing lands in the districts concerned, from a historical and ecological perspective.

A case study was conducted based on the Longido and Monduli Rangelands Carbon Project (hereinafter “LMRCP”) and the Resilient Tarangire Ecosystem Project (hereinafter “RTEP”). Both projects are located in northern Tanzania, in the districts of Longido, Monduli, and Simanjiro, in Maasai territory. The aim of these two carbon projects is to implement variations of rotational grazing in order to sequester organic carbon in the soil and regenerate the savannahs in these districts. According to those responsible for these carbon projects, rotational grazing is inspired by the traditional pastoral practices of the Maasai. We are studying how carbon projects work through these two case studies. Information on rotational grazing, carbon projects in general, and the Maasai was obtained through a review of the literature. Mapping using QGIS software was used to visualize data relating to Tanzania (administrative boundaries, soil types, etc.), the Maasai, and carbon projects. The literature review and mapping were supplemented by three semi-structured interviews to obtain more information and clarification on rotational grazing and the Maasai.

The literature review did not find any studies demonstrating the regeneration of savannahs in northern Tanzania through rotational grazing. Nor did it find any studies demonstrating that rotational grazing sequesters more carbon in the soil than traditional Maasai practices. The results also show that rotational grazing does not appear to be inspired by these traditional practices, although both practices involve livestock mobility. The promoters also failed to provide documentation to corroborate the baseline for the RTEP and LMRCP projects. This baseline is a scenario developed by carbon project managers that shows how a situation would evolve with and without the project and justifies the implementation of a carbon project. It is therefore difficult to say whether they will have a real and verifiable impact on carbon emissions in the atmosphere. In addition to protected areas, carbon projects contribute to hindering the Maasai's mobility and access to their land under the guise of protecting wildlife. These projects are akin to a new form of colonialism: green colonialism.

Table des matières

1. Introduction	1
1.1. Les défis environnementaux aujourd'hui	1
1.2. Présentation de deux projets carbone dans le nord de la Tanzanie	2
1.3. La Tanzanie	3
1.3.1. Climat dans le nord de la Tanzanie	3
1.3.2. Évolution du climat dans le nord de la Tanzanie	4
1.3.3. Prévisions sur l'évolution du climat en Tanzanie	5
1.3.4. Écologie des pâturages dans les districts de Longido, de Monduli et de Simanjiro	5
1.4. Contexte du mémoire	7
2. Objectifs	9
3. Matériel et méthodes	10
3.1. Recherche d'étude de cas	10
3.2. Cartographie via QGIS	10
3.3. Revue de la littérature	11
3.3.1. Littérature scientifique	11
3.3.2. Littérature grise	11
3.3.3. Méthode de recherche	12
3.4. Entretiens	12
4. Résultats	14
4.1. Les projets carbone	14
4.1.1. Les marchés carbone	14
4.1.2. Les crédits carbone dans les marchés carbone volontaires	16
4.1.3. La certification des crédits carbone dans les marchés carbone volontaires	17
4.2. Le pâturage tournant	18
4.2.1. Le pâturage tournant de Voisin	18
4.2.2. Le pâturage planifié holistique	20
4.2.3. Les effets bénéfiques du pâturage tournant	21
4.2.4. Potentiel de séquestration du carbone via le pâturage tournant	22
4.2.5. Évaluation critique du pâturage tournant	22
4.3. La gestion des pâturages chez les Maasaï	27
4.3.1. La gouvernance foncière en périodes précoloniale, coloniale et postcoloniale en Tanzanie	27
4.3.2. Les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï	29
4.3.3. La période coloniale	32
4.3.4. La gestion des pâturages par les Maasaï durant la période postcoloniale	33
4.3.5. Récapitulatif critique	35

4.4.	Les études de cas	36
4.4.1.	Cas 1 : Le projet « Resilient Tarangire Ecosystem Project (RTEP) »	36
4.4.2.	Cas 2 : Le projet « Longido and Monduli Rangelands Carbon Project (LMRCP) » 40	
4.4.3.	Récapitulatif des acteurs impliqués dans les projets carbone RTEP et LMRCP..	45
4.4.4.	Récapitulatif critique	45
5.	Discussion des résultats et conclusions générales	50
5.1.	Point de discussion 1 : Le pâturage tournant et les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï	50
5.1.1.	L'élaboration du pâturage tournant	50
5.1.2.	La mobilité du bétail	50
5.1.3.	Utilisation du feu	51
5.1.4.	La gestion des maladies et des adventices.....	51
5.2.	Point de discussion 2 : le pâturage tournant et les crédits carbone	51
5.2.1.	Absence de preuves scientifiques sur le pâturage tournant.....	51
5.2.2.	Séquestration du carbone dans le sol via les projets RTEP et LMRCP.....	52
5.2.3.	Impact réel et vérifiable des projets carbone RTEP et LMRCP	52
5.2.4.	Conflits d'intérêts.....	52
5.3.	Point de discussion 3 : le pastoralisme et les crédits carbone	53
5.3.1.	La baseline des projets RTEP et LMRCP.....	53
5.3.2.	Infériorisation et criminalisation des pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï	54
5.3.3.	La modernisation des pratiques traditionnelles des peuples autochtones	54
5.3.4.	Aspects financiers et risques	55
5.3.5.	Perte de mobilité et de contrôle des terres.....	55
5.3.6.	Absence du Consentement préalable, libre et éclairé.....	56
5.3.7.	La chasse et le tourisme.....	56
5.3.8.	Nouvelle forme de colonialisme vert	56
5.4.	Conclusion, limites et perspectives	57
5.4.1.	Limites et perspectives	58
	Références	59
	Utilisation d'outils basés sur l'intelligence artificielle	71
	Annexes	72

Table des figures

Figure 1 : Carte de la Tanzanie et des districts de Longido, Monduli et Simanjiro	3
Figure 2 : Différents types de sol en Tanzanie	6
Figure 3 : Principaux types de végétations en Tanzanie	6
Figure 4 : Évolution du couvert végétal dans le nord de la Tanzanie via l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) entre 1981 et 2020.....	7
Figure 5 : Aires protégées et projets carbone RTEP et LMRCF dans les districts de Longido, Monduli et Simanjiro, en territoire Maasaï	8
Figure 6 : Les trois pôles du mémoire.....	9
Figure 7 : Acteur·trice·s impliqué·e·s dans la mise en place, la certification et la vente des crédits carbone.....	17
Figure 8 : Zones de pâturage employées en fonction des saisons humides, humides et sèches, sèches, sèches et extrêmement sèches.....	30
Figure 9 : Processus de certification VCS	39
Figure 10 : Carte mentale des acteurs impliqués dans les projets carbone LMRCF et RTEP .	45
Figure 11 : Cycle du carbone en zone aride (terres cultivées, pâturages ...) dans le monde ...	48
Figure 12 : Carte représentant l'emplacement du projet carbone LMRCF et du projet carbone RTEP	49

Table des tableaux

Tableau 1 : Les dix principes fondamentaux établis par le Conseil de l'intégrité pour le marché carbone volontaire (ICVCM)	16
Tableau 2 : Les quatre lois du pâturage tournant.....	19

Table des encadrés

Encadré 1 : Les hypothèses d'Allan Savory	20
Encadré 2 : Présentation résumée des Maasaï.....	29
Encadré 3 : Mark Ritchie.....	41

Table de l'équation

Équation 1 : Temps de séjour dans un pâturage	19
---	----

Abréviations et acronymes

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
BRI	Biodiversity Research Institute
CCNUCCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CDOC	Certificat de droit coutumier d'occupation
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
CO ₂ e	Équivalent CO ₂
DTLP	Decision supporting tool for Land use plan
FPIC	Free Prior and Informed Consent (Consentement préalable, libre et éclairé)
FZS	Frankfurt Zoological Society
GES	Gaz à effet de serre
Ha	Hectare
HDX	Humanitarian Data Exchange
ICPAC	IGAD Climate Prediction and Application Centre
ICSEE	International Collaborative for Science, Education, and the Environment
ICVCM	Integrity Council for the Voluntary Carbon Market (Conseil de l'intégrité pour le marché volontaire du carbone)
IGAD	Intergovernmental Authority on Development
IRM	Intagrated rangeland management (Gestion des pâturages améliorée/intégrée)
LAI	Leaf Area Index (indice de surface foliaire)
LMRCP	Longido and Monduli Rangelands Carbon Project
MDP	Mécanisme de développement propre
MISA	Maasai International Solidarity Alliance
mm	Millimètre
MO	Matière organique
MOM	Matière organique morte
N ₂ O	Oxyde nitreux
Nbr	Nombre
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Indice de végétation par différence normalisée)
NTRI	Northern Tanzania Rangelands Initiative
OCHA	Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (Bureau des Nations Unies pour la coordination des affaires humanitaires)
ODD	Objectifs de développement durable
OMM	Organisation météorologique mondiale
ONG	Organisation non gouvernementale
PNUE-WCMC	Centre mondial de surveillance de la conservation de la nature du Programme des Nations Unies pour l'environnement
PRG	Potentiel de réchauffement global
RTEP	Resilient Tarangire Ecosystem Project
SEQE	Système d'Échange de Quotas d'Émission
T	tonne
SIG	Système d'information géographique
TNC	The Nature Conservancy
UCRT	Ujamaa Community Resource Team
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
URCE	Unités de réduction certifiées des émissions
VCS	Verified Carbon Standard
WCA	Wildlife Conservation Act
WCS	Wildlife Conservation Society
WPDA	World Database on Protected Areas
ZCIT	Zone de Convergence Intertropicale

1. Introduction

1.1. Les défis environnementaux aujourd'hui

L'excès de gaz à effet de serre (ci-après « GES ») produits par l'activité anthropique est la cause principale du changement climatique (Commission européenne, s. d.). Le dioxyde de carbone (ci-après « CO₂ »), par exemple, est un GES. Il absorbe et il renvoie le rayonnement solaire sous forme de rayonnement infrarouge, ce qui réchauffe la surface terrestre. Sans les GES, la température moyenne sur Terre atteindrait environ -21°C (au lieu de 14°C actuellement) (Anderson et al., 2016). Les activités humaines ont également entraîné une augmentation de la concentration dans l'atmosphère d'autres GES, tels que le méthane (ci-après « CH₄ »), le protoxyde d'azote (ci-après « N₂O ») et les gaz fluorés. Certains sont plus puissants que le CO₂, comme le CH₄. D'autres GES s'accumulent sur des décennies ou des siècles, comme le N₂O. Ils favorisent donc également le changement climatique (Parlement européen, 2023).

Si la température dépasse de 2°C sa valeur de la période préindustrielle (Commission européenne, s. d.), c'est-à-dire, entre 1850 et 1900 (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.), les effets du changement climatique et les répercussions sur l'environnement et les êtres vivants seront beaucoup plus importantes que celles observées actuellement (Commission européenne, s. d.). Depuis 1900, les températures à la surface de la Terre ont augmenté de 1,1°C causant une montée du niveau moyen de la mer d'environ 0,2 m, une acidification des océans et une perte de biodiversité ainsi qu'une fonte des glaciers et le dégel du pergélisol (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.). Le nombre et l'intensité des vagues de chaleur et des sécheresses ont augmenté, ayant notamment un impact négatif sur la sécurité alimentaire et la disponibilité en eau. Cela a également eu un impact sur les secteurs de l'agriculture, de la sylviculture ou encore de la pêche. Les répercussions sont d'autant plus importantes pour les communautés les plus vulnérables, qui ont pourtant, historiquement, le moins contribué au changement climatique (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.). Le réchauffement planétaire continue pourtant d'augmenter. Au-delà de 1,5°C, les risques associés à ce réchauffement comprennent une augmentation de la mortalité liée à la chaleur, une augmentation des maladies, une perte de biodiversité et une diminution de la production alimentaire. La fréquence et l'intensité des précipitations vont également probablement augmenter. Cela devrait entraîner une augmentation des inondations, notamment dans les villes côtières et dans les régions à faible altitude (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.-b). Il est cependant important de noter que l'augmentation de la température moyenne de la planète a atteint 1,47°C en 2024 (NASA/GISS, s. d.).

Pour éviter les effets les plus graves du changement climatique, l'augmentation de la température doit être maintenue en-dessous de 1,5°C (Nations Unies, s. d.). Pour ne pas dépasser cette limite, l'un des objectifs de l'Accord de Paris (Nations Unies, s. d.) est d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 (Parlement européen, 2019). Cet accord a été adopté le 12 décembre 2015 par 195 pays lors de la COP21. En plus de limiter l'augmentation de température à 1,5°C, il vise aussi à « *augmenter la résilience des pays face au changement climatique* », à « *assurer une transition vers une société bas carbone* » et à « *rendre les flux financiers compatibles avec la transition bas carbone* » (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.-c). La neutralité carbone consiste en la compensation des émissions de CO₂ au niveau mondial par la séquestration de ces émissions ailleurs, afin d'atteindre le zéro émission nette (Commission européenne, s. d.). Le zéro émission nette signifie que « *les émissions de gaz à effet de serre sont réduites à un niveau aussi proche que possible de zéro, les émissions restantes présentes dans l'atmosphère étant réabsorbées, par les*

océans et les forêts, par exemple » (Nations Unies, s. d.). Un des mécanismes mis en place pour atteindre la neutralité carbone consiste en des « projets carbone ».

1.2. Présentation de deux projets carbone dans le nord de la Tanzanie

Le 1^{er} octobre 2020, un projet carbone, « The Resilient Tarangire Ecosystem Project » (ci-après « RTEP »), a vu le jour dans trois villages du nord de la Tanzanie, dans les districts de Monduli et de Simanjiro. L'aire du projet a ensuite été étendue dans le district de Longido. Le responsable de ce projet est The Nature Conservancy (ci-après « TNC ») (Verra, 2023), une organisation non gouvernementale (ci-après « ONG ») basée aux États-Unis dédiée à la conservation de la nature (The Nature Conservancy, s. d.). Elle travaille en partenariat avec TerraCarbon (Verra, 2023), une société de conseil basée aux États-Unis qui aide à développer les projets de compensation carbone dont le but est de financer des solutions climatiques basées sur la nature (TerraCarbon, s. d.). La durée initiale de ce projet carbone est de 20 ans (Verra, 2023) et elle est reconductible par les responsables de projets carbone pour une nouvelle durée de 20 ans (MISA, 2025).

Le 1^{er} janvier 2024, un autre projet carbone, le « Longido and Monduli Rangelands Carbon Project » (LMRCP), a vu le jour dans les mêmes districts que le projet RTEP : Longido et Monduli. Il a été mis en place par Soil for the Future Tanzania (Verra, 2024a), une entreprise qui travaille dans la restauration des pâturages dégradés (Soil for the Future Tanzania, s. d.). Cette dernière travaille en partenariat avec CarbonSolve (Verra, 2024a), une entreprise basée aux États-Unis qui travaille dans la restauration des écosystèmes et la conservation de la faune sauvage partout dans le monde (CarbonSolve, s. d.). La durée de ce deuxième projet carbone est de 40 ans (The Citizen, 2024).

L'objectif de ces deux projets carbone est de régénérer la végétation pérenne des savanes dites « dégradées » via le pâturage tournant ou des variantes afin de produire des crédits carbone grâce au stockage additionnel de carbone organique dans le sol. Selon les responsables des projets carbone, les causes de cette dégradation sont le surpâturage, la conversion des pâturages en terres de cultures et l'augmentation des populations humaines et animales (Verra, 2023, 2024a). Pour atteindre cet objectif, les responsables des deux projets carbone imposent un changement des modes de gestion des pâturages dans les districts visés. En effet, deux variantes d'un système de gestion des pâturages, le pâturage tournant, sont mises en place dans le but de restaurer la végétation et de stocker davantage de carbone dans le sol (Verra, 2024a). Selon les responsables des deux projets carbone RTEP et LMRCP, le pâturage tournant serait un mode de gestion des pâturages qui serait inspiré des pratiques traditionnelles des populations locales. La pratique proposée est cependant jugée plus moderne que la pratique d'origine (Verra, 2023, 2024a).

Pour certifier un projet carbone et vérifier qu'il séquestre du carbone additionnel, des méthodologies approuvées notamment par Verra sont utilisées. Verra est une ONG états-unienne créée en 2005 et basée à Washington DC qui a pour but de certifier les projets carbone générant des crédits carbone à destination du marché carbone volontaire (Commission européenne, 2023). Une description plus détaillée de son rôle est reprise dans la partie dédiée aux projets carbone RTEP et LMRCP. Dans le cas de ces deux projets carbone, les méthodologies VM0042 (Verra, 2023) et VM0032 (Verra, 2024a) ont respectivement été utilisées. Elles ont servi à calculer la quantité de carbone qui doit, en théorie, être séquestré sur toute la durée de ces projets carbone grâce à leurs activités. Les crédits carbone générés par les projets carbone sont ensuite vendus sur les marchés carbone, ce qui crée donc de l'argent (UNDP Climate Promise, 2022). Une partie de cet argent devrait, en théorie, être versé aux

villages qui participent au projet selon un calcul de partage des bénéfices. Cela profiterait ainsi, toujours selon les responsables des projets carbone, aux populations locales par un financement de nouvelles infrastructures, un investissement dans l'éducation et/ou dans la régénération des savanes dites dégradées (The Citizen, 2024).

Le prochain point décrit le climat en Tanzanie afin d'un peu mieux comprendre les écosystèmes dans cette zone ainsi que les interactions entre les conditions climatiques et les organismes au sein de ces écosystèmes.

1.3. La Tanzanie

La Tanzanie est un pays situé dans l'est de l'Afrique, en bordure de l'océan Indien. Elle est subdivisée en trente-et-une régions ; vingt-six régions se trouvent sur le continent et cinq se trouvent sur l'archipel de Zanzibar. Chaque région est divisée en plusieurs districts, eux-mêmes composés de différentes divisions (« Tanzanie », 2025).

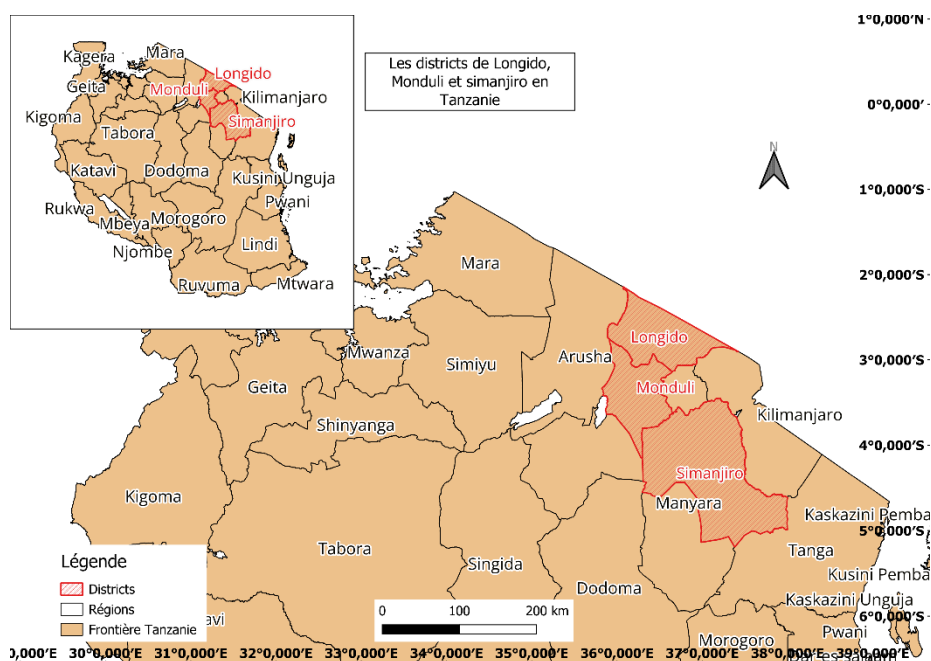


Figure 1 : Carte de la Tanzanie en haut à gauche et des districts de Longido, Monduli et Simanjiro. Les lignes noires représentent les frontières administratives de la Tanzanie et de ses 31 régions. Les zones en rouge représentent les districts de Longido, Monduli et Simanjiro - Auteure : Loralie Lungu Embanzu, QGIS – Source : OCHA (2018)

Cette étude se concentre sur les districts de Longido, Monduli et Simanjiro. Les districts de Longido et Monduli se trouvent dans la région d'Arusha (Verhoeve et al., 2021). Le district de Simanjiro se trouve dans la région de Manyara (Figure 1) (Nkedianye et al., 2020). Le nord de la Tanzanie est une région aride ou semi-aride (Verhoeve et al., 2021).

1.3.1. Climat dans le nord de la Tanzanie

Températures

La température moyenne dans le nord de la Tanzanie varie entre 20 et 25°C. La température mensuelle moyenne minimale est de 13°C (Hezron et al., 2024) et elle est atteinte entre juillet et septembre (Verhoeve et al., 2021). La température mensuelle moyenne maximale est de 33°C (Hezron et al., 2024) et elle est atteinte durant janvier et février (Verhoeve et al., 2021).

Précipitations

Le régime de précipitations dans le nord de la Tanzanie est bimodal (Butz, 2009), c'est-à-dire, qu'il y a deux saisons des pluies et deux saisons sèches (Knoben et al., 2019). Il y a une longue saison des pluies entre mars et mai, suivie d'une longue saison sèche entre juin et octobre qui coïncide avec le température mensuelle moyenne minimale (Verhoeve et al., 2021; Hezron et al., 2024). Une courte saison des pluies survient ensuite entre novembre et janvier, suivie d'une courte saison sèche qui commence en février. La variabilité interannuelle élevée des précipitations peut entraîner une prolongation de la courte saison des pluies jusqu'en février. Il arrive aussi que la longue saison des pluies et la courte saison des pluies se chevauchent (Verhoeve et al., 2021).

Dans le nord de la Tanzanie, les précipitations annuelles varient entre 450 et 1200 millimètres (ci-après « mm ») et les précipitations annuelles moyennes atteignent environ 750 mm. Les précipitations annuelles moyennes des zones à plus basse altitude sont d'environ 650 mm. Les précipitations annuelles moyennes à plus haute altitude varient entre 1000 et 1200 mm (Verhoeve et al., 2021). Dans le district de Monduli, les précipitations annuelles varient entre 400 et 900 mm (Mapinduzi et al., 2003). Les précipitations annuelles moyennes dans le district de Simanjiro varient entre 350 et 400 mm. Les précipitations y sont généralement courtes et imprévisibles, car Simanjiro se trouve dans une zone de transition entre un régime de précipitation bimodal et unimodal. Les précipitations varient aussi en fonction de l'altitude. Dans le district de Simanjiro, l'altitude varie entre 560 et 2123 m (Ndesanjo et al., 2023).

Les précipitations, dans cette région de l'Afrique, sont influencées par plusieurs phénomènes parmi lesquels la Zone de Convergence Intertropicale (ci-après « ZCIT ») (Makula & Zhou, 2021) soit la zone de convergence entre les deux cellules de Hadley. L'ensoleillement intense au niveau de l'équateur solaire réchauffe l'air tropical humide qui s'élève. En montant, l'air va être refroidi, ce qui cause la condensation de la vapeur d'eau et donc de fortes précipitations. L'équateur solaire est « *la latitude qui reçoit les rayons directs du Soleil* » (Relyea & Ricklefs, 2019). La latitude de la ZCIT est déterminée par la latitude de l'équateur solaire. Cette dernière se décale durant l'année de 23,5° de latitude nord en juin et de 23,5° de latitude sud en décembre (Relyea & Ricklefs, 2019). Les précipitations intertropicales correspondent au moment où le soleil est au zénith. Près de l'équateur, il y a deux pics de précipitation par an. Ces pics correspondent aux passages du soleil. Au plus une zone est éloignée de l'équateur, au plus les deux pics de précipitations fusionnent en une seule saison des pluies plus courte. La quantité de pluies diminue et les précipitations sont de moins en moins prévisibles (Homewood & Rodgers, 1991). Lorsqu'elle migre au sud de l'équateur, la ZCIT passe, entre autres, au-dessus de la Tanzanie pendant la courte saison des pluies d'octobre à décembre. Elle atteint le sud du pays en janvier et février. Elle retourne ensuite vers le nord durant la longue saison des pluies entre mai et mars. Il y a donc deux saisons des pluies distinctes dans le nord et l'est de la Tanzanie. Dans les hautes-terres du sud-ouest, la région du sud, les terres côtières au sud ainsi que dans les terres à l'ouest et au centre du pays, il y a une saison humide qui s'étend de novembre à avril ou à mai (Mafuru & Guirong, 2020).

Les précipitations dans le nord de la Tanzanie, notamment, sont donc marquées par une forte variabilité intra- et intersaisonnière ainsi qu'une forte variabilité interannuelle (Homewood & Rodgers, 1991).

1.3.2. Évolution du climat dans le nord de la Tanzanie

La Tanzanie a connu plusieurs périodes de sécheresse graves, notamment entre 1953 et 1956 ainsi qu'entre 1975 et 1977 (Verhoeve et al., 2021). Le nord de la Tanzanie est également en proie à une augmentation de la dégradation des sols (Verhoeve et al., 2021). Entre 1940 et 2020,

il n'y a pas eu de différences significatives au niveau des précipitations (Annexe 1), cependant, les températures mensuelles moyennes ont augmenté de 1,06°C dans les districts de Monduli et de Longido (Annexe 2). Cette augmentation de température a entraîné une augmentation de la fréquence et de la longueur des périodes de sécheresse. Elle intensifie également l'évapotranspiration potentielle, ce qui accentue la dessiccation des terres dans ces zones qui sont des régions arides et semi-arides et où l'eau est un facteur limitant. L'augmentation de la température est la conséquence du changement climatique. Depuis 1980, le nombre de périodes de sécheresse accroît chaque décennie. Outre les périodes de sécheresse déjà évoquées, il y a eu une période de sécheresse sévère entre 1999 et 2006 (Butz, 2009), et durant la décennie 2001-2010 (Verhoeve et al., 2021).

1.3.3. Prévisions sur l'évolution du climat en Tanzanie

Le changement climatique devrait entraîner, en Tanzanie, une augmentation des températures annuelles moyennes d'environ 2 à 4°C d'ici 2100 (Ndesanjo et al., 2023). Cela devrait entraîner un réchauffement plus important durant la saison sèche (Rowhani et al., 2011). Le réchauffement devrait également être plus élevé dans les régions se situant à l'intérieur du pays que dans les régions côtières (Paavola, 2008).

Ces régions devraient également subir une diminution des précipitations atteignant 20%, ce qui prolongerait la durée de la saison sèche et provoquerait un risque plus accru de sécheresse. À l'inverse, les régions situées à l'est du pays et autour du lac Victoria devraient subir à une augmentation des précipitations allant jusqu'à 50%. Cela augmenterait donc la fréquence ainsi que l'intensité des inondations (Rowhani et al., 2011).

1.3.4. Écologie des pâturages dans les districts de Longido, de Monduli et de Simanjiro Sol

Les districts de Longido et de Monduli sont des zones qui sont très influencées par la tectonique des plaques et le volcanisme. Ces districts sont situés dans la vallée du Rift Est-Africain (Verhoeve et al., 2021). L'altitude varie entre 659 et 2123 m dans cette zone (Hezron et al., 2024). Plusieurs petites montagnes, dont la plupart sont d'anciens volcans, sont éparpillées à travers l'ensemble de la vallée du Rift, notamment dans les districts de Longido et Monduli (Verhoeve et al., 2021).

La fertilité des sols des savanes est assez basse. En effet, ce sont des sols fortement altérés et lessivés (Chesworth, 2008). Cependant, les sols dans les zones volcaniques sont riches en minéraux et en matière organique. Ces zones sont traditionnellement utilisées pour le pâturage par les pasteurs (Homewood & Rodgers, 1991) (Figure 2). Il y a donc une grande hétérogénéité.

La végétation

La végétation en altitude est dominée par des forêts tropicales denses (Figure 3). Le couvert végétal des régions à basse altitude varie entre les prairies de la « Maasai Steppe » (Hezron et al., 2024) dans le district de Simanjiro (Ndesanjo et al., 2023) et les zones arbustives. La végétation qui domine dans les prairies sont des graminées du genre *Cenchrus* (Hezron et al., 2024), avec, par exemple, la cenchrus cilié (*Cenchrus ciliaris*) (Homewood & Rodgers, 1991) et du genre *Cynodon* (Hezron et al., 2024), comme, par exemple, le chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon*) (Homewood & Rodgers, 1991). Le chiendent pied-de-poule est une graminée qui pousse sur les sols perturbés et fertiles. C'est un fourrage de bonne qualité, surtout pendant la saison sèche, sauf dans les premiers stades de croissance. Il produit des composés secondaires toxiques qui le rendent moins appétent. La cenchrus cilié est une espèce de

graminées qui survit pendant la saison sèche et qui représente du fourrage de bonne qualité (Homewood & Rodgers, 1991).

La région proche du Lac Manyara où se trouvent les districts de Longido et de Monduli est composée principalement de savanes. Elles sont utilisées par les Maasaï pour leur bétail (Verhoeve et al., 2021). Les arbres et les arbustes qui parsèment la végétation sont principalement du genre *Acacia*, *Combretum* et *Brachystegia* (Hezron et al., 2024). L'utilisation du feu et le pâturage repoussent la succession écologique et limitent donc la croissance de la brousse et des arbres. Les savanes se trouvent généralement dans des zones de transition entre les forêts tropicales humides et les déserts. Dans le cas de la zone des districts de Monduli et Longido, les savanes forment donc des zones de transition entre les forêts des Montagnes Monduli, du mont Méru ainsi que de la zone de conservation de Ngorongoro et les régions plus arides du district de Simanjiro et de la région de Dodoma (Verhoeve et al., 2021).

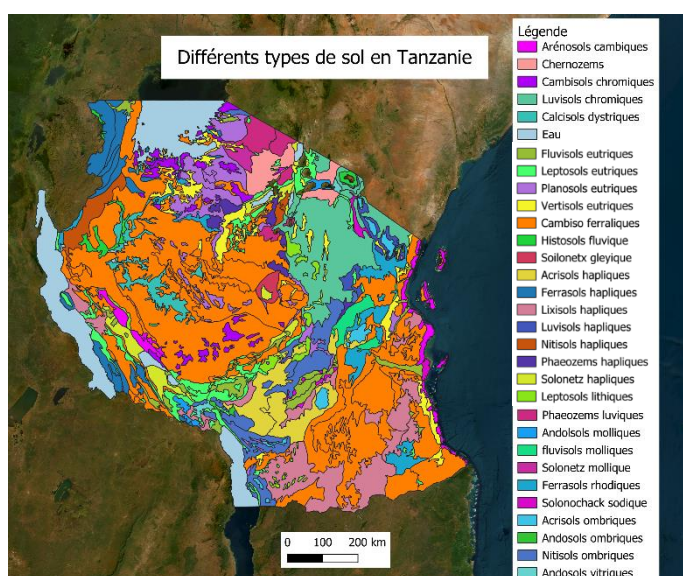


Figure 2 : Différents types de sol en Tanzanie – Autrice : Loralie Lungu Embanzu, QGIS – Source : ESRI satellite, ICPAC (2017)

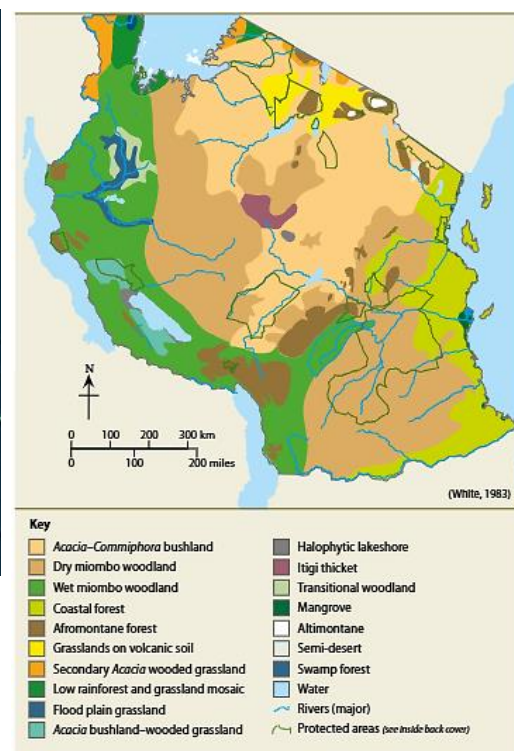


Figure 3 : Principaux types de végétations en Tanzanie - Source : De Luca et al. (2014)

Impact du changement climatique sur la végétation

Entre 1981 et 2020, la couverture végétale dans les districts de Longido et de Monduli a diminué de 9,7% (Figure 4). L'indice de végétation par différence normalisée (ci-après « NDVI ») utilisé dans le graphique est un indicateur utilisé pour caractériser la vitalité et la densité de la végétation via l'analyse d'images de télédétection. Bien que la végétation dans ces districts soit adaptée à des conditions climatiques aride ou semi-aride et qu'elle ait la capacité de se rétablir durant les périodes humides, une diminution de la couverture végétale est tout de même observée sur le long terme. Cette observation est en corrélation avec ce qui est constaté depuis 1980 en termes d'augmentation de la température et des périodes de sécheresse (Verhoeve et al., 2021).

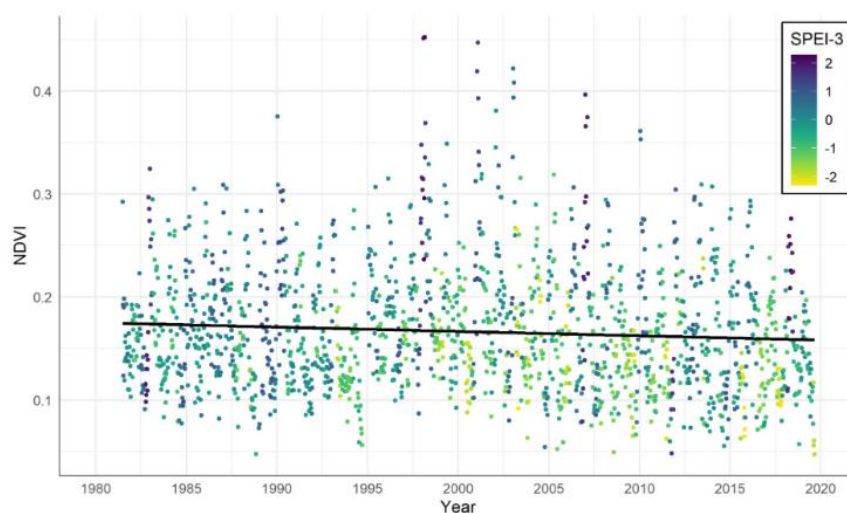


Figure 4 : Évolution du couvert végétal dans le nord de la Tanzanie via l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) entre 1981 et 2020. L'indice de précipitations-évapotranspiration normalisé (SPEI - Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) est un indice utilisé pour déterminer la sécheresse. Les valeurs fortement négatives indiquent des conditions de sécheresse et les valeurs fortement positives indiquent des conditions d'humidité - Verhoeve et al. (2021)

La sécheresse sélectionnerait des espèces végétales résistantes à la sécheresse qui pourraient remplacer les autres espèces. Le pâturage de certaines espèces préférées par le bétail pourrait également entraîner la propagation d'espèces moins appétentes qui ne sont pas consommées (Verhoeve et al., 2021).

1.4. Contexte du mémoire

Les deux projets carbone RTEP et LMRCP couvrent des territoires qui abritent des habitations et des zones de pâturages utilisées par des peuples autochtones, comme les Maasaï (Amnesty International, 2023) (Figure 5). Depuis la période coloniale, ils sont confrontés à des expulsions de leurs terres ancestrales par le gouvernement tanzanien, parfois aidé d'acteurs privés, afin de mettre en place des aires protégées. Ce fut le cas notamment lors de la construction du Parc national du Serengeti en 1952. À partir de 1992, ces expulsions ont été accentuées par le développement de la chasse et du tourisme. La superficie de terres actuellement habitée par les Maasaï a diminué d'un tiers par rapport à l'époque précoloniale (Amnesty International, 2023). Les Maasaï craignent que les projets carbone représentent une nouvelle entrave à leur accès à la terre (MISA, 2025). Les populations locales qui vivent dans les villages sous contrat avec des acteur·trice·s responsables de projets carbone n'auront plus la possibilité de disposer de leurs pâturages librement. En effet, les projets carbone leur imposent la mise en place d'un calendrier strict avec des périodes de pâturages et des périodes de mise au repos de certaines terres (Briske et al., 2011).

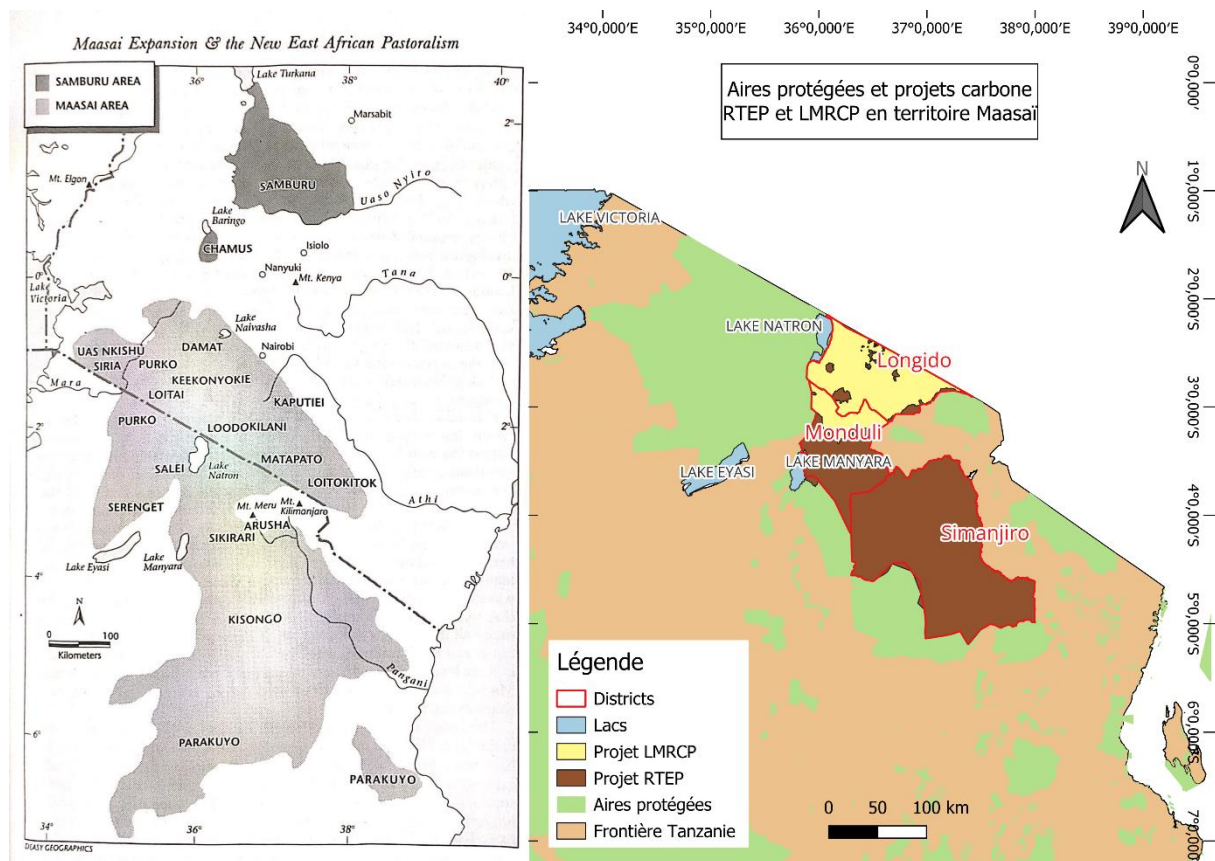


Figure 5 : Aires protégées et projets carbone RTEP et LMRCP dans les districts de Longido, Monduli et Simanjiro, en territoire Maasai. La carte à gauche représente les territoires Maasai. Les zones de couleur gris foncé sont les terres dans lesquelles vivent les Samburu. Les zones de couleur gris clair sont les terres dans lesquelles vivent les Maasai. La carte à droite représente les zones où se trouvent les aires protégées et les projets RTEP et LMRCP. Les zones vertes représentent les aires protégées mises en place en Tanzanie. La zone jaune pâle représente l'aire du projet carbone LMRCP. La zone brun foncé représente l'aire du projet RTEP. Les zones bleu clair représentent le Lac Victoria, le Lac Natron, le Lac Manyara et le Lac Eyasi. Les zones contourées en rouge représentent les districts de Longido, Monduli et Simanjiro - Auteur : Loralie Lungu Embanzu, QGIS – Sources : Spear & Waller (1993), ICPAC (2017), OCHA (2018), Verra (2023), Verra (2024), UNEP-WCMC & IUCN (2025)

L'établissement de projets carbone dans le nord de la Tanzanie pose des questions de nature technique (l'origine et le fonctionnement du pâturage tournant), écologique (effet des projets carbone et du pâturage tournant sur les pâturages dans le nord de la Tanzanie) et sociale (impacts des projets carbone sur le mode de vie des Maasai). Ce travail propose d'étudier ces questions, de façon conjointe, mais en les amenant d'abord une par une.

2. Objectifs

L'objectif de ce mémoire est de dresser une analyse critique des projets de crédits carbone fondés sur le pâturage tournant dans le nord de la Tanzanie. Cette analyse permet notamment de questionner l'utilisation du pâturage tournant pour séquestrer du carbone organique dans le sol, à la place des pratiques pastorales des Maasaï, dans les districts de Longido, Monduli et Simanjiro. Pour ce faire, ce travail explore les trois thématiques suivantes (Figure 6) :

- Les projets carbone en zones de pâturage, les étapes de leur mise en place (de leur élaboration à la vente des crédits carbone, en passant par les pratiques imposées) et les acteurs impliqués au point 4.1. ;
- Une approche critique de la science sur laquelle s'appuie le pâturage tournant en zone tropicale aride au point 4.2. ;
- Les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï et leurs modes de gestion des terres de pâturage dans les districts concernés, dans une perspective historique et écologique au point 4.3.

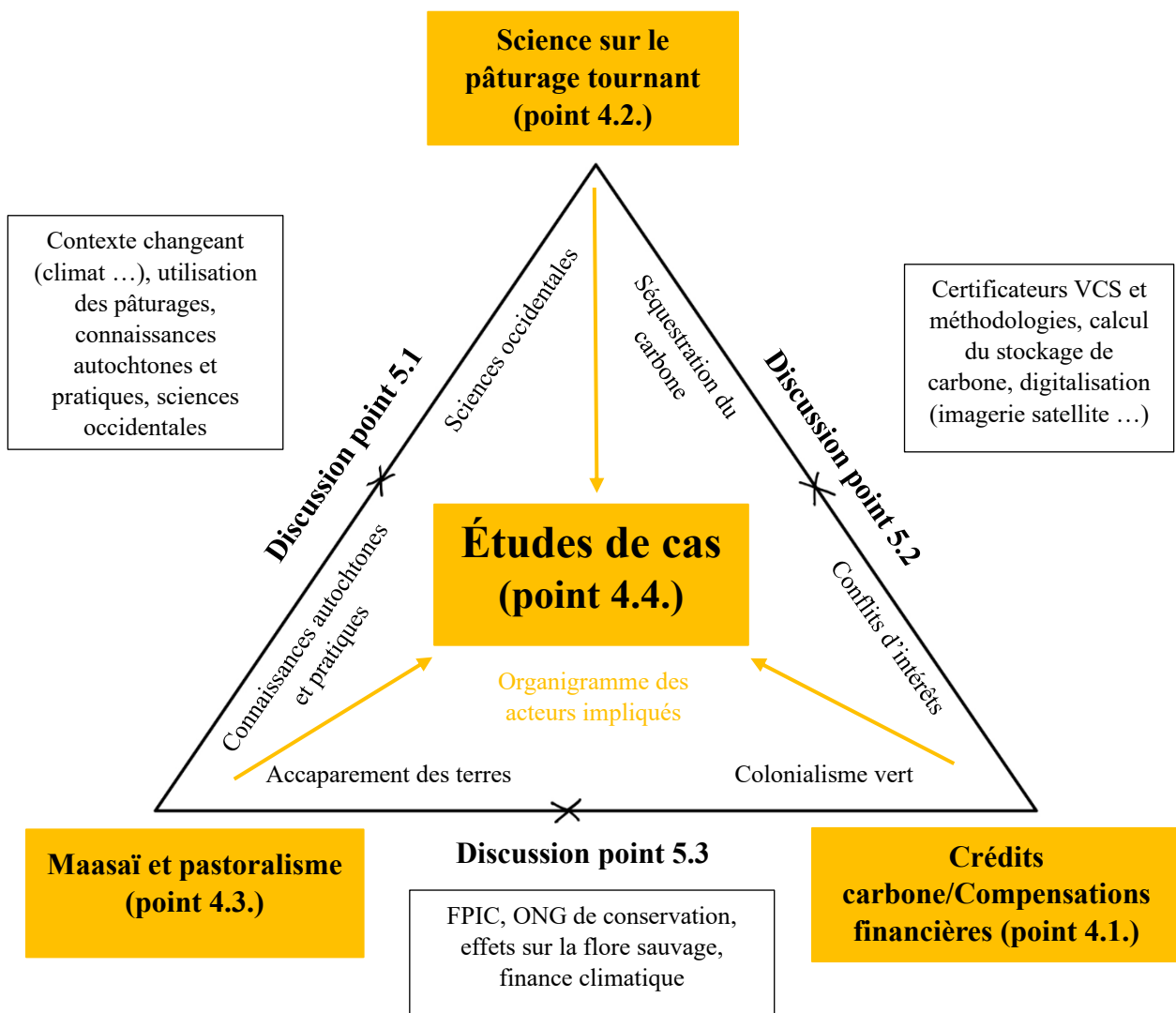


Figure 6 : Les trois pôles du mémoire. Les trois pôles explorés dans le travail sont « science sur le pâturage tournant », « Maasaï et pastoralisme » et « Crédits carbone/Compensation ». Ces trois pôles permettent ensuite d'analyser les études de cas, c'est-à-dire, les projets RTEP et LMRCF. Une analyse des pôles deux par deux permet d'avoir une discussion sur diverses problématiques liées aux deux pôles analysés - Auteurs : Marjolein Visser, Priscilla Claeys, Loralie Lungu Embanzu

3. Matériel et méthodes

Ce travail est basé sur une recherche d'études de cas à partir desquelles une revue de la littérature a été menée dans le but de répondre aux objectifs de recherche. Les entretiens ont eu pour objectif d'éclaircir les points sur lesquels des informations ont été difficiles à trouver via la revue de la littérature. Les cartes ont pour objectif de mieux visualiser certaines informations, comme les frontières administratives, l'étendue et la position des deux projets carbone, et autres.

3.1. Recherche d'étude de cas

Ce travail a été réalisé en effectuant une recherche d'étude de cas. La recherche d'étude de cas est « *une étude approfondie d'une situation ou d'un évènement (le cas)* ». Le sujet du cas peut être une personne, un groupe, un établissement ou une collectivité (Davies & Logan, 2019).

Les deux cas sur lesquels se base cette étude sont : le projet carbone LMRCP et le projet carbone RTEP. Ces deux projets font partie de la catégorie « Agriculture, Forestry and Other Land Use » (ci-après « AFOLU ») de Verra, c'est-à-dire qu'ils concernent le secteur agricole, le secteur de la sylviculture et d'autres utilisations de la terre (Verra, 2023, 2024a). L'entité humaine concernée par ces deux études de cas est le peuple Maasäi.

3.2. Cartographie via QGIS

Les cartes ont été réalisées via un système d'information géographique (SIG), en l'occurrence QGIS, dans le but de visualiser des données relatives à la Tanzanie (frontières administratives, types de sols ...), les aires protégées et les projets carbone. Les cartes ont également pour but de visualiser les terres et les trajets parcourus par les Maasäi. Les données qui ont permis de réaliser ces cartes ont été téléchargées à partir de diverses plateformes sous forme de fichiers en format « shapefile (.shp) ».

La carte montrant les frontières des régions et des districts de Longido, Monduli et Simanjiro (Figure 1) a été réalisée avec des données de la base de données « The Humanitarian Data Exchange (HDX) » (OCHA, 2018). Cette plateforme est gérée par le Bureau des Nations Unies pour la coordination des affaires humanitaires (OCHA) (OCHA, 2021). La collecte des données concernant les frontières administratives a été faite via un recensement (OCHA, 2018). Les données sur les lacs proviennent de la base de données de l'« IGAD Climate Prediction and Application Centre (ICPAC) ». L'ICPAC est un centre météorologique qui est accrédité par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et qui est situé au Cameroun. C'est une institution spécialisée de l'« Autorité intergouvernementale pour le développement (IGAD) » (ICPAC, 2025). Les données utilisées pour la carte montrant l'emplacement des projets RTEP et LMRCP, et des aires protégées (Figure 5) proviennent du site de Verra pour les projets carbone et de la World Database on Protected Areas (ci-après « WDPA ») pour les aires protégées. La WDPA est une base de données qui répertorie les aires protégées marines et terrestres mondiales. Elle a été mise en place par l'Union internationale pour la conservation de la nature (ci-après « UICN ») et le Centre mondial de surveillance de la conservation de la nature du Programme des Nations Unies pour l'environnement (ci-après « PNUE-WCMC ») (UNEP-WCMC & IUCN, 2025). La carte des différents types de sols (Figure 2) a été réalisée grâce aux données qui proviennent de la base de données de l'ICPAC.

La carte montrant les zones de pâturage utilisées par les pasteurs et les trajets du bétail dans les districts de Longido et Monduli (Figure 8) proviennent du projet « Decision support tool for Land use plan (DTLP) ». Ce projet a pour but de cartographier les trajets du bétail des éleveurs dans quatre districts du nord de la Tanzanie (Longido, Monduli, Ngorongoro et Karatu). Les différentes ressources utilisées par le bétail (eau, pâturages ...) ont été cartographiées. Le projet

a été réalisé via l'utilisation d'outils de cartographie (Google maps et des cartes topographiques) et via la participation des communautés et des représentants des villages. Leur participation a servi à identifier l'emplacement des différentes ressources utilisées par le bétail et leurs mouvements. Des outils d'étiquetage et de numérisation des données (création de fichiers Shape pour les zones avec des ressources pour le bétail et les trajets du bétail) ont été utilisés. Des enregistreurs GPS qui ont été placés sur des troupeaux sélectionnés dans les villages qui ont participé au projet ont aussi été utilisés. Après l'étiquetage et la numérisation des données, ces dernières ont été vérifiées (Gladness et al., 2023).

3.3. Revue de la littérature

3.3.1. Littérature scientifique

La recherche documentaire pour la littérature scientifique a consisté en des recherches d'articles révisés par les pairs dans des bases de données telles que Cible+, Connected Papers, Sci-hub, Google Scholar et ScienceDirect. Des termes de recherches avec des opérateurs booléens ont été utilisés dans les bases de données comme Cible+, Google Scholar et ScienceDirect. Cette recherche a été faite avec la volonté d'obtenir le plus d'exhaustivité possible.

Pour les descriptions concernant le pâturage tournant, un terme de recherche tiré de la méta-analyse de 2017 de Heidi Hawkins a été utilisé : « *Savory grazing method OR holistic planned grazing OR holistic resource management OR short duration grazing OR multi-paddock OR cell grazing OR mob grazing* » (Hawkins et al., 2017). D'autres termes ont été utilisés pour savoir si des expériences sur le pâturage tournant avaient été menées en Tanzanie avant la mise en place de projets carbone utilisant ce mode de gestion. Des termes comme « (*Savory grazing method*) OR (*holistic planned grazing*) OR (*holistic resource management*) OR (*short duration grazing*) OR (*multi-paddock*) OR (*cell grazing*) OR (*mob grazing*) AND (*Tanzania*) », ou encore « (*rotational grazing*) OR (*rapid rotational grazing*) AND (*Tanzania*) » ont été utilisés. Les termes de recherche utilisés pour chercher des informations sur le mode de vie des Maasaï dans le nord de la Tanzanie sont : « (*Maasaï*) OR (*Maasai*) AND (*pastoralism*) » et « (*maasaï*) AND (*"pastoralism"*) ». Pour la recherche documentaire concernant les projets carbone certifiés par Verra, le booléen « (*"VCS"* OR *"Verified Carbone Standard"*) AND (*"carbon credit"* OR *"carbon market"* OR *"voluntary carbon market"*) » a été utilisé. Le terme utilisé pour chercher des études qui ont comparé le pâturage tournant au mode de vie des Maasaï et leur gestion des pâturages en Tanzanie est « (*"Maasaï"* OR *"Maasai"*) AND (*Savory grazing method OR holistic planned grazing OR holistic resource management OR short duration grazing OR multi-paddock OR cell grazing OR mob grazing*) AND (*"Tanzania"*) ».

Des articles ont aussi été trouvés via du « crossreferencing ». Les références d'articles pertinents révisés par les pairs ont été parcourues et d'autres articles ont été sélectionnés en fonction de leur pertinence par rapport au sujet. Ils ont aussi été sélectionnés en fonction de s'ils étaient eux-mêmes révisés par les pairs.

3.3.2. Littérature grise

De la littérature grise a également été sollicitée. Elle provient essentiellement d'organismes liés à l'Union européenne (Parlement européen, Commission européenne ...), aux Nations Unies (CCNUCCC ...), au SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, du rapport de la Maasaï International Solidarity Alliance (MISA) ainsi qu'à des organismes comme Verra, par exemple. Pour la présentation des entreprises ou d'autres types d'organismes évoqués dans ce travail, les informations proviennent, en général, de leur propre site. Cette littérature a été utilisée essentiellement pour de la mise en contexte et des définitions concernant

les projets carbone sous étude, les aires protégées dans le nord de la Tanzanie et la présentation des Maasaï.

3.3.3. Méthode de recherche

Différents critères de sélection des articles ont été utilisés dans le cadre de la revue de la littérature.

Les articles ont été sélectionnés sur base du titre, du résumé, des auteur·trice·s et du site d'étude (Bonichon, 1997). Le titre et le résumé permettent de se faire une idée du contenu de l'article et sélectionner les articles pertinents par rapport au thème du mémoire.

Le fait de vérifier le/la ou les auteur·trice·s d'un article et, en particulier, pour ceux traitant du pâturage tournant permet de voir si ces dernier·ère·s sont lié·e·s à l'élaboration et/ou à la mise en place du pâturage tournant et/ou des projets carbone. Les articles écrits par des auteur·trice·s partisan·e·s du pâturage tournant n'ont pas été écartés. Tant qu'ils étaient révisés par des pairs et pertinents par rapport au thème du mémoire, ils ont été sélectionnés. Cependant, cette information a été prise en compte dans cette étude et dans l'analyse critique. Certains éléments concernant Allan Savory et le pâturage planifié holistique proviennent, par exemple, d'articles coécrits par une scientifique qui semble travailler chez ou en collaboration avec l'institut Savory : la docteure Hannah Gosnell (Savory Institute, s. d.). Les articles ont été révisés par les pairs. Certains éléments à propos d'autres variantes du pâturage tournant proviennent de documents écrits ou coécrits par Mark Ritchie. Ce dernier est, entre autres, un biologiste états-unien, et l'actionnaire principal de CarbonSolve. C'est une des entreprises responsables du projet carbone LMRCF (CarbonSolve, s. d.; Verra, 2024a). Bien que les articles sélectionnés soient révisés par des pairs, ils ne sont potentiellement pas à l'abri de biais de notification, c'est-à-dire, les « *influences qui agissent sur la sélection des résultats publiés par des chercheurs ou les éditeurs de revues (dissuasion de publier les résultats négatifs, difficultés à interpréter des résultats partagés, enthousiasme accru à publier des résultats positifs n'appuyant qu'une seule hypothèse)* » (Davies & Logan, 2019). Des articles révisés par des pairs d'auteur·trice·s qui ne sont pas lié·e·s aux projets carbone ou à l'élaboration et/ou la mise en place du pâturage tournant ont aussi été sélectionnés pour tenter de diminuer l'effet du biais de notifications.

Le pédoclimat des différentes études concernant le pâturage tournant et, plus particulièrement, les conditions climatiques particulières dans lesquelles ces études ont été menées ont été pris en compte. Les études dont les conditions climatiques étaient différentes de celles du nord de la Tanzanie n'ont pas été écartées. Cet élément a cependant été pris en compte dans les résultats et la discussion.

3.4. Entretiens

Trois entretiens semi-dirigés ont été effectués dans le but d'obtenir davantage d'informations et d'éclaircissements sur le pâturage tournant ainsi que sur les Maasaï, leur mode de vie et l'évolution de leur mode de vie. Un entretien semi-dirigé est une « *méthode de collecte de données dans laquelle l'enquêteur accorde moins d'importance à l'uniformisation qu'à l'information elle-même* ». La manière et l'ordre dans lesquels les thèmes sont abordés ainsi que la manière dont les questions sont formulées au cours de l'entretien n'ont pas été déterminés à l'avance (Karsenti & Savoie-Zajc, 2018). Les entretiens ont démarré bien après l'entame de la recherche documentaire. Ils ont duré entre 40 minutes et 1h environ.

Ces entretiens sont basés sur un guide d'entretien qui a servi à définir des thèmes et à déterminer l'orientation générale de la conversation. Ce guide comprenait en majorité des questions ouvertes et quelques questions fermées. Les thèmes abordés sont les Maasaï, la sédentarisation, l'agriculture, la séquestration du carbone dans le nord de la Tanzanie, la végétation dans le nord

de la Tanzanie, la gestion du bétail avec le pâturage tournant, la faune sauvage et les projets carbone utilisant le pâturage tournant. Bien que le guide d'entretien serve à avoir une orientation générale de la conversation, le déroulement de l'entretien et les questions posées ont été faits selon les réponses des participant·e·s.

Les participant·e·s ont été trouvé·e·s via des articles scientifiques qui ont été consultés dans le cadre de cette étude, via des rencontres sur le campus d'une université et via des discussions. La première participante (Participante 1) est une chercheuse qui est associée de recherche dans une université en Afrique du Sud. Le second participant (Participant 2) est un anthropologue et un archéologue qui a été professeur d'anthropologie et d'archéologie dans une université en Belgique. Il a travaillé en Afrique centrale et il a notamment voyagé au Kenya. Le dernier participant (Participant 3) est, entre autres, un anthropologue culturel qui a étudié l'histoire de l'Afrique, notamment pendant la période coloniale.

Deux entretiens se sont déroulés en ligne via Teams et un entretien s'est déroulé en présentiel. L'enregistrement a été fait à la fois via Teams et via mon enregistreur vocal du téléphone. Les entretiens ont été retranscrits via l'outil TurboScribe et, ensuite, chaque retranscription a été vérifiée manuellement à l'aide des enregistrements. La relecture des retranscriptions a permis de sélectionner les éléments pertinents (en lien avec le mode de vie des Maasaï, la sédentarisation, l'effet du tourisme ou encore des informations supplémentaires sur le fonctionnement du pâturage tournant) et ils ont été intégrés directement dans le texte.

4. Résultats

4.1. Les projets carbone

Les projets carbone correspondent à l'un des pôles de la Figure 6. Des mécanismes tels que les crédits carbone ont été mis en place dans le but de tendre vers le zéro émission nette. Ils ont pour but de mettre un prix sur les émissions de carbone et d'encourager les entreprises et les particulier·ière·s à réduire leurs émissions de GES (UNDP Climate Promise, 2022).

4.1.1. Les marchés carbone

Les marchés carbone sont des « *systèmes d'échange dans lesquels des crédits carbone sont vendus et achetés* ». Il existe deux types de marché carbone : les marchés carbone de conformité et les marchés carbone volontaires (UNDP Climate Promise, 2022).

Le marché carbone de conformité

Ce type de marché est créé en réponse à une politique ou à une exigence réglementaire régionale, nationale ou internationale. Il est régulé par des corps gouvernementaux nationaux ou internationaux. Ces derniers imposent une limite d'émissions de CO₂ à une entité (une entreprise, par exemple). Si la limite imposée est dépassée, l'entité polluante doit acheter des crédits carbone pour compenser le surplus de CO₂ émis. À l'inverse, si la quantité de CO₂ émise est inférieure à la limite imposée, l'entité a la possibilité d'échanger l'équivalent de la différence entre les émissions réelles et la limite, sous forme de crédits carbone sur les marchés carbone. La limite imposée est réduite chaque année (Forest Peoples Programme & Asia Indigenous Peoples Pact, 2024).

Parmi les marchés carbone de conformité, il y a, entre autres, le Système d'Échange de Quotas d'Émission (ci-après « SEQE ») et le Mécanisme de développement propre (ci-après « MDP »). Le SEQE a été lancé en 2005 dans l'Union européenne. Les entités reçoivent des « permis de polluer » ou « quotas » par les États membres. Ces quotas représentent un plafond que les entités ne peuvent pas dépasser en termes d'émissions de GES. Si cette limite est dépassée, l'entité est contrainte d'acheter des permis de polluer. Ces permis sont mis en vente grâce à une entité dont les émissions de GES pour l'année sont inférieures au plafond imposé (Conseil de l'Union européenne, 2024). Le MDP est un autre exemple de marchés carbone de conformité. Il a été mis en place en 2006 dans le cadre du Protocole de Kyoto. Il permet aux pays dits « développés » de diminuer leurs émissions de GES en finançant des projets de technologies dites « propres » dans les pays dits « en voie de développement ». Ces technologies « propres » sont des technologies qui produisent et qui émettent peu de GES (Demaze, 2012). Les pays « développés » reçoivent alors des crédits carbone appelés « unités de réduction certifiées des émissions » (ci-après « URCE ») (UNFCCC, s. d.). Un URCE est distribué pour chaque tonne de GES qu'un pays n'a pas émis grâce aux projets dans les pays « en voie de développement » (UNDP Climate Promise, 2022).

Un cadre appelé « Article 6 » a été établi dans le but de régir les échanges de crédits carbone entre différents pays (Diab, 2024). Cet article fait partie de l'accord de Paris. Il permet à un pays de transférer des crédits carbone qui ont été générés grâce à la diminution de ses émissions de GES à d'autres pays en échange de soutiens financiers (UNFCCC, s. d.).

Cette étude se concentre sur le marché carbone volontaire.

Le marché carbone volontaire

Contrairement aux marchés carbone de conformité, les achats et les ventes de crédits carbone se font sur base volontaire. Le but est, par exemple, d'honorer des promesses publiques de ne plus être responsable de l'augmentation des émissions de GES (Forest Peoples Programme & Asia Indigenous Peoples Pact, 2024) ou d'atteindre la neutralité carbone (Carbon credits, 2022). Les différentes entités vont donc chercher un moyen de compenser leur empreinte carbone (UNDP Climate Promise, 2022).

Les crédits carbone ne sont pas générés via des limites imposées par des quotas, mais par l'intermédiaire des projets carbone. Ces projets peuvent concerner le développement d'énergie renouvelable, la capture de gaz industriel, la préservation ou la régénération des forêts (éviter la déforestation ...), le développement de l'agriculture régénérative, la mise en place d'éoliennes et bien d'autres. De plus, la vente de crédits carbone dans ce type de marchés carbone est ouverte à tout type d'acteur·trice·s. Des entreprises privées, des ONG, des gouvernements, des universités ou encore des particulier·ière·s peuvent y prendre part (Carbon credits, 2022).

Dix principes fondamentaux ont été établis dans le but d'assurer la transparence et l'intégrité des marchés carbone volontaires à l'échelle mondiale. Ces principes ont été échaudés par le Conseil de l'intégrité pour le marché volontaire du carbone (ci-après « ICVCM »). L'ICVCM est une ONG qui a été créée en 2021. Il a pour objectif d'établir et de maintenir une norme élevée d'intégrité en ce qui concerne les marchés carbone volontaires. L'ICVCM est soutenu par plus de 250 organisations et il est financé, entre autres, par Google, la « Bezos Earth Fund » et la Fondation Rockefeller (The Integrity Council for the Voluntary Market, s. d.-a). Les dix principes fondamentaux ont été établis via la collaboration entre des centaines d'organisations (ONG, entreprises, fonds ...) sur des bases scientifiques. Ils permettraient d'identifier les crédits carbone de haute valeur qui ont un véritable impact, c'est-à-dire réel et vérifiable, sur les émissions de GES. Ces principes permettraient, selon l'ICVCM, d'atteindre les objectifs de 1,5°C. Ces principes sont répartis en trois catégories : la gouvernance, les impacts sur les émissions et l'impact durable (Tableau 1) (The Integrity Council for the Voluntary Market, s. d.-b).

Gouvernance	
1. Gouvernance efficace	Elle est nécessaire afin de garantir : • Une transparence et une responsabilité au niveau de la création des crédits carbone. • Une qualité et une amélioration continue de la qualité des crédits carbone.
2. Suivi	Un registre doit être tenu afin d'y consigner l'utilisation des crédits carbone et de faire un suivi des secteurs dans lesquels ils ont servi à atténuer les émissions de GES. Ce registre permet notamment de s'assurer que les crédits carbone ne sont utilisés qu'une seule fois.
3. Transparence	Des informations complètes doivent être fournies dans les programmes de crédits carbone sur l'utilisation des crédits carbone. Elles doivent être accessibles sous forme électronique, entre autres, et compréhensibles pour le grand public.
4. Validation et vérification robustes par des tiers indépendants	Il doit y avoir une validation et une vérification rigoureuses des activités d'atténuation des émissions de GES d'un programme de crédits carbone. Elles doivent être effectuées par des expert·e·s indépendant·e·s.
Impact sur les émissions	

5. Additionnalité	L'additionnalité signifie que la réduction ou l'absorption des émissions de GES qui résultent de la mise en place de programmes de crédits carbone n'auraient pas eu lieu en l'absence de ces programmes.
6. Permanence	La réduction ou l'absorption des émissions de GES doit être permanente. Dans le cas où une partie des émissions serait relarguée ou qu'il y a un risque, des mesures doivent être mises en place pour y faire face et les compenser.
7. Quantification fiable des réductions et des absorptions d'émissions	La quantité d'émissions de GES réduites ou absorbées doit être estimée de manière fiable et via des méthodes scientifiques.
8. Pas de double comptage	Le double comptage est le fait que la réduction ou l'absorption d'émissions de GES dans le cadre d'un programme de crédits carbone soit prise en compte deux fois.
Impact durable	
9. Avantages et garanties en matière de développement durable	Des mesures doivent être mises en place pour s'assurer que les dispositifs qui ont pour but d'atténuer les émissions de carbone respectent les normes établies en matière de protection sociale et environnementale. Ces mesures doivent aussi avoir des effets positifs sur le développement durable.
10. Contribution à la transition vers des émissions nettes nulles	La réduction ou l'absorption des émissions de GES dans le cadre d'un programme de crédit carbone ne doit pas exclure les acteurs qui émettent une quantité de carbone suffisamment importante pour ne pas atteindre la neutralité carbone d'ici la fin du siècle.

Tableau 1 : Les dix principes fondamentaux établis par le Conseil de l'intégrité pour le marché carbone volontaire (ICVCM)
- Source : The Integrity Council for the Voluntary Market (s. d.-b)

4.1.2. Les crédits carbone dans les marchés carbone volontaires

Un crédit carbone est la promesse qu'une tonne de CO₂ ou une quantité équivalente d'autres GES, comme le CH₄ ou le N₂O, a été séquestrée ou évitée dans l'atmosphère. L'équivalent CO₂ ou CO₂e est une mesure qui permet de prendre en compte le potentiel de réchauffement global (ci après « PRG ») plus élevé d'autres gaz à effet de serre (CCNUCC, 2020). Le PRG permet de « *décrire la puissance relative d'un gaz à effet de serre (GES), en tenant compte de la durée pendant laquelle il restera actif dans l'atmosphère* ». Il est calculé sur une durée de 100 ans. Le CO₂ est pris comme référence. Il a donc un PRG de 1 sur 100 ans (Eurostat, s. d.). La conversion des quantités de GES émis, tels que le CH₄ ou le N₂O en une quantité équivalente de CO₂ (Eurostat, 2001) se fait donc via le PRG (CCNUCC, 2020). Le PRG pour le CH₄, par exemple, est de 25 et celui du N₂O est de 298 (Eurostat, 2001). Lorsqu'une entité achète un crédit carbone, elle achète la promesse d'une autre entité de séquestrer ou d'éviter l'émission d'une tonne de CO₂ dans l'atmosphère (Forest Peoples Programme & Asia Indigenous Peoples Pact, 2024).

Les crédits carbone à destination des marchés carbone volontaires sont générés par les projets carbone. Ces projets sont élaborés sur base d'une baseline. La baseline est un scénario hypothétique qui est construit par les responsables d'un projet carbone et qui montre l'évolution des émissions de GES en l'absence d'un projet carbone. Ces projets ont pour objectif de séquestrer ou de réduire les émissions de carbone, ce qui génère des crédits carbone (West et al., 2024). C'est sur base de la baseline que sont estimées les émissions qu'un projet carbone peut potentiellement séquestrer. Elle permet donc de calculer la quantité de crédits carbone

qu'un projet carbone peut générer (Verra, 2015). Avant d'être mis à la vente, les crédits carbone générés par un projet carbone doivent être certifiés.

4.1.3. La certification des crédits carbone dans les marchés carbone volontaires

La certification des crédits carbone dans les marchés carbone volontaires est un processus qui a pour objectif de s'assurer qu'un projet carbone a réellement permis de réduire les émissions de GES. Elle doit être effectuée par des organismes indépendants et qualifiés (Laude-Salcedo, 2023). Le processus de certification des crédits carbone commence par la planification du projet. Les responsables de projets carbone doivent évaluer l'impact de leur projet sur les émissions de GES. Par après, le projet carbone doit être confronté aux normes d'un organisme de certification de projets carbone dans le but d'être validé. Ces organismes peuvent notamment effectuer une visite du site sur lequel le projet est mis en place. Lorsque le projet carbone est validé, il est prêt pour la certification. Une fois le projet certifié, les crédits carbone qui sont générés par celui-ci peuvent être vendus. Les responsables d'un projet carbone doivent alors mettre en place un plan de surveillance. Ils/elles doivent aussi fournir des rapports aux organismes de certification de crédit carbone. De plus, un processus de validation et de vérification doit prendre place tous les 5 ans afin de vérifier de manière indépendante l'efficacité du projet carbone (Laude-Salcedo, 2023).

Une fois les crédits carbone certifiés, ils sont mis à la vente sur les marchés carbone par les responsables des projets, soit directement aux acheteur·euse·s par l'intermédiaire d'un·e courtier·ière soit via un commerce de détail (Figure 7) (Carbon credits, 2022).

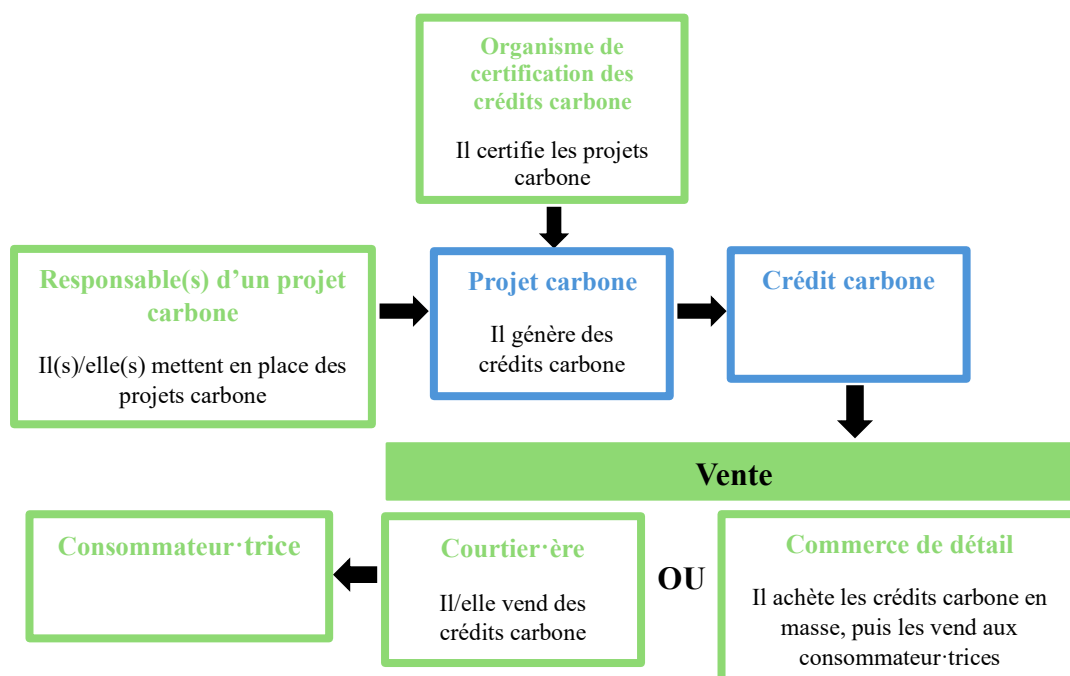


Figure 7 : Acteur·trice·s impliqué·e·s dans la mise en place, la certification et la vente des crédits carbone. Les cadres verts indiquent les acteur·trice·s lié·e·s aux projets carbone. Les cadres bleus indiquent les projets carbone et les crédits carbone – Auteure : Loralie Lungu Embanzu – Source : Carbon credits (2022)

L'objectif du point 4.1 est de comprendre le processus qui mène à la mise en place d'un projet carbone, son fonctionnement et dans quel contexte le pâturage tournant est utilisé pour générer des crédits carbone.

4.2. Le pâturage tournant

Le pâturage tournant correspond à un second pôle de la Figure 6. Diverses variantes du système de pâturage tournant, telles que le pâturage holistique planifié, le « high density-short duration » ou encore le pâturage tournant rapide sont utilisées, notamment dans les études de cas qui sont présentées au point 4.4. D'autres noms sont cités dans la littérature, comme le pâturage tournant intensif, le pâturage sur plusieurs parcelles, le pâturage cellulaire ou encore le pâturage en bandes. Dans cette section, l'origine et l'évolution du pâturage tournant ainsi que ses avantages et ses limites sont présentés.

Le pâturage tournant est défini comme un système de pâturage dans lequel le bétail est déplacé entre plusieurs enclos de manière à alterner les périodes de repos et de pâturage au cours d'une même saison (Briske et al., 2011). Il aurait, tout d'abord, été décrit par James Anderson (Pinheiro Machado Filho et al., 2021), un agriculteur écossais (Voisin, 2018), vers la fin du 18^{ème} siècle (Pinheiro Machado Filho et al., 2021). Cependant, la mise en place du pâturage tournant n'a commencé qu'au 20^{ème} siècle, sous l'influence des travaux d'André Voisin (Briske et al., 2008), un scientifique français (Pinheiro Machado Filho et al., 2021).

Aux États-Unis, le pâturage tournant a été développé en réponse à la dégradation des pâturages à la fin du 19^{ème} siècle. Les recherches ont commencé avec l'exclusion du bétail des enclos ou des pâturages après une longue période de surexploitation (Briske et al., 2011). Le pâturage tournant s'inspire surtout des observations du pâturage continu sur de grandes parcelles en climat tempéré (Pinheiro Machado Filho et al., 2021). Certaines de ses variantes se sont ensuite inspirées des migrations des grands troupeaux d'animaux qui piétinent l'herbe et laissent des déjections qui contribuent à la fertilité du sol. Leur déplacement sur de longues distances permet à la végétation des parcours qui ne sont pas pâturés de régénérer et développer leur biomasse aérienne et souterraine, tout en profitant de la fertilité induite par les déjections (Chaplot et al., 2016).

Dans les années 50', une diversité d'opinions (positives et négatives) existait déjà quant aux avantages du pâturage tournant (Briske et al., 2011). Il y avait un manque de données expérimentales et celles qui étaient disponibles indiquaient des incohérences quant à l'efficacité du pâturage tournant. À l'exception de certaines expériences menées en prairies et dans des climats humides, la plupart des expériences dans des pâturages ne permettaient pas de démontrer les avantages du pâturage tournant. De plus, le coût important de l'installation de clôtures et de systèmes d'approvisionnement en eau rendait la mise en place du pâturage tournant difficile pour des exploitations plus grandes en climat humide, notamment, avec des pâturages à faible productivité qui rapportent donc moins (Briske et al., 2011).

Ce système ne sera mis en application que suite aux travaux d'André Voisin.

4.2.1. Le pâturage tournant de Voisin

André Voisin était un biochimiste français. Il a d'abord travaillé dans l'industrie de caoutchouc. Il est ensuite retourné travailler dans la ferme familiale dans la commune de Gruchet-Saint-Siméon en Normandie, après son engagement durant la Seconde Guerre mondiale. Il a commencé à y faire des observations sur le pâturage des vaches dans les prairies de son exploitation qui serviront de base à ses travaux (Voisin, 2018). Selon lui, le surpâturage n'était pas lié au nombre d'animaux par hectare (ci-après « ha »), mais au nombre de jours qu'une plante est exposée au pâturage et au nombre de jours de repos laissés avant qu'elle le soit à nouveau (Anon, 2010). En effet, pour un temps de séjour identique d'un troupeau sur une parcelle, l'intensité du pâturage restait identique même si la densité du bétail variait (Voisin, 2018).

Dans les années 50', A. Voisin propose un système de pâturage tournant qu'il appelle « pâturage tournant de Voisin ». Il définit ce système comme une « *méthode rationnelle de gestion du complexe sol-plante-animal grâce au pâturage direct et à une rotation bien planifiée des pâturages* » (Pinheiro Machado Filho et al., 2021). L'objectif est de soutenir l'élevage, mais également d'adresser des aspects économiques, sociaux, environnementaux, énergétiques et productifs. Il y avait également une volonté de prendre en compte le bien-être animal. Il intègre l'élevage et l'agriculture grâce à la rotation des zones de pâturages et des zones de cultures. Son objectif est d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles dans une exploitation tout en diminuant l'utilisation d'intrants externes, tels que les pesticides (via, par exemple, l'utilisation de cultures intercalaires). Cela permettrait de diminuer les coûts et d'augmenter la rentabilité (Pinheiro Machado Filho et al., 2021). Le pâturage tournant de Voisin doit suivre quatre lois (Tableau 2) (Voisin, 2018).

Lois	Explications	Objectifs
Loi du temps de récupération	Laisser un temps de repos entre deux périodes de pâturage	Laisser le temps à la végétation de se régénérer
Loi d'occupation	La période d'occupation d'un enclos par le bétail doit être suffisamment courte pour éviter qu'une herbe soit pâturée deux fois au cours d'une même période d'occupation	Éviter le surpâturage et laisser le temps à de l'herbe pâturée de se régénérer
Loi de la performance maximale	Il faut fournir du fourrage dont la valeur nutritive correspond aux besoins nutritifs des animaux	Maximiser la productivité secondaire
Loi de la performance régulière	Du fourrage de qualité constante doit être fourni au bétail. Pour atteindre l'objectif, le bétail ne doit pas rester plus de trois jours dans un même enclos. Les rendements seraient même maximaux si les vaches ne restent qu'un jour	Obtenir des rendements de lait de vache réguliers

Tableau 2 : Les quatre lois du pâturage tournant - Source : Pinheiro Machado Filho et al. (2021)

Le nombre d'enclos par pâturage est déterminé par le temps de séjour et le temps de repos. C'est le temps de séjour qui influence principalement le temps de repos (Voisin, 2018). Celui-ci se calcule comme suit :

$$\text{nbr moyen de jours de séjour} = \frac{\text{temps de repos}}{(\text{nbr de parcelles au repos} + \text{nbr de parcelle(s) occupée(s) par du bétail})}$$

Équation 1 : Temps de séjour dans un pâturage - Source : Voisin (2018)

André Voisin conseille d'avoir un nombre élevé d'enclos (vingt enclos, par exemple) pour avoir le temps de repos prévu et un temps de pâturage suffisamment court. Cela permet aussi de laisser plus de souplesse à l'application de ce mode de gestion. Les temps de repos doivent également varier en fonction des saisons (Voisin, 2018). La littérature consultée n'indique pas le nombre de points d'eau par enclos préconisé, ni les facteurs qui influencent ces choix (espèces du bétail, taille du terrain ...).

Le pâturage tournant de Voisin est mis en application pour la première fois en 1964 dans le sud du Brésil par un agronome du nom de Nilo Ferreira Romero, dans sa ferme située dans la ville de Bagé. Le système sera davantage développé par le Professeur Luiz Carlos Pinheiro Machado, un agronome brésilien. Il introduit des avancées telles que l'apport d'eau aux animaux, la division des pâturages en enclos carrés et l'introduction de zones d'ombre dans les enclos. Il

met également en place des corridors qui ont pour but de faciliter les déplacements du bétail et prévenir l'érosion. Le pâturage tournant de Voisin est ensuite importé du Brésil aux États-Unis via un professeur états-unien, Bill Murphy. Il enseigne et effectue des recherches à propos de ce mode de gestion des pâturages à l'Université du Vermont. Il utilise, dans ses travaux, le terme « Pâturage intensif en gestion » (« Management Intensive Grazing (MIG) ») pour faire référence au pâturage tournant de Voisin (Pinheiro Machado Filho et al., 2021).

Les travaux d'A. Voisin, entre autres, vont, plus tard, inspirer ceux d'Allan Savory pour mettre au point son système de « pâturage planifié holistique » (Hawkins, 2017; Voisin, 2018).

4.2.2. Le pâturage planifié holistique

Le pâturage planifié holistique est décrit par Gosnell, Charnley, et al. (2020) comme étant un type de pâturage tournant dans lequel une densité plutôt élevée, mais contrôlée de bétail pâture sur une parcelle de taille désignée et pendant une période définie. L'approche du pâturage planifié holistique a initialement été développée pour les systèmes de pâturages ensemencés. Cependant, A. Savory a étendu son usage aux pâturages naturels (Hawkins, 2017).

Encadré 1 : Les hypothèses d'Allan Savory

Allan Savory est un biologiste spécialiste de la faune sauvage, un garde-chasse, un homme politique et un agriculteur zimbabwéen (Gosnell, Grimm, et al., 2020). Il a développé le pâturage planifié holistique dans le but de lutter contre la désertification et le surpâturage. Ce mode de gestion permet, selon lui, de faire face à la complexité de la nature (TED, 2013). Il aurait également souhaité mettre en avant le lien entre le bien-être social et économique, et la santé du sol (Gosnell, Grimm, et al., 2020).

La désertification est, selon A. Savory, l'une des causes principales du changement climatique, car le sol abîmé provoquerait la libération du carbone dans l'atmosphère (TED, 2013). Cependant, la désertification est en réalité « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches induite par divers facteurs, notamment les variations climatiques et les activités humaines ». C'est donc plutôt la conséquence que la cause du changement climatique (Gui et al., 2024). Les hypothèses d'A. Savory sur les causes de la désertification l'ont tout d'abord mené à penser que le bétail était le responsable de ce phénomène et principalement les vaches, les moutons et les chèvres. Ces derniers pâturent et laisseraient, selon lui, le sol nu, ce qui libérerait du méthane (TED, 2013).

Dans les années 50', A. Savory a été impliqué dans la création d'aires protégées et de parcs nationaux au Zimbabwe (Holechek et al., 2000). La chasse y avait été interdite et le bétail en avait été exclu. Cependant, les sols ont commencé à se détériorer malgré l'absence de bétail. Ses hypothèses et ses recherches l'ont amené à penser qu'il y avait trop d'éléphants. Il a donc proposé de réduire leur nombre afin de les ramener à une densité que le territoire pouvait supporter. 40 000 éléphants ont été abattus. Cependant, la situation au niveau des sols a continué de s'empirer. Lorsqu'il est retourné aux États-Unis, il a constaté les mêmes dégradations dans les parcs nationaux. Le bétail en avait également été exclu. Il a réalisé que les sols et la végétation dans les milieux avec une « humidité saisonnière » se sont développés en présence de larges troupeaux qui pâturent. Ces animaux vivent en groupe pour se protéger des prédateurs. Leurs excréments et leur urine fertilisent la végétation et leurs déplacements de zone en zone diminuent les risques de surpâturage (TED, 2013). Les observations d'A. Savory sur les troupeaux d'herbivores l'ont inspiré à développer le pâturage holistique planifié. Ce système de pâturage implique le déplacement du bétail en groupe dense dans le but d'imiter les mouvements des troupeaux d'animaux sauvages (TED, 2013).

Encadré 1 : Les hypothèses d'Allan Savory

Tout comme avec le système de pâturage tournant, les pâturages sont subdivisés en sous-parcelles. Le bétail est déplacé au fur et à mesure de sous-parcelle en sous-parcelle (Hawkins et al., 2017). Les rotations ont pour but d'imiter les déplacements des troupeaux d'animaux qui

migrent ou qui fuient les prédateurs dans la nature. Les déplacements du bétail sont initialement planifiés en fonction des ressources de l'exploitation agricole, notamment en fonction du fourrage sur pied disponible (Hawkins et al., 2017). Le pâturage planifié holistique prend en compte le temps de récupération des plantes pâturées via le contrôle de la durée et de l'intensité du pâturage (Hawkins, 2017). L'intensivité s'explique par le fait que les troupeaux sont gardés à haute densité dans les pâturages soit par des clôtures soit par des éleveur·euse·s. Le temps de pâturage et le temps de repos des plantes sont adaptés ultérieurement (Hawkins et al., 2017). Cela demande de la flexibilité de la part des éleveur·euse·s. En effet, si une action échoue, elle peut être modifiée ou abandonnée. Si cette action permet de se rapprocher de l'objectif de l'éleveur·euse sans avoir de conséquences néfastes, alors l'action est ajoutée au plan (Gosnell, Grimm, et al., 2020).

Le nombre de subdivisions est pensé en fonction de la densité de bétail souhaitée, mais il varie généralement entre 8 et 20 (ou plus) (Hawkins et al., 2017). Les points d'eau ainsi que les infrastructures dans lesquelles le bétail peut rester sont placés au centre des pâturages. Durant la période de croissance active de l'herbe, il est préconisé que le temps de pâturage soit de 5 jours ou moins et qu'il soit suivi d'une période de repos de 4 semaines ou plus. Il est préconisé de déplacer le bétail plus rapidement pendant les périodes de croissance active que durant les périodes de dormance de la végétation (Holechek et al., 2000).

4.2.3. Les effets bénéfiques du pâturage tournant

Le pâturage tournant permet de laisser des périodes durant lesquelles la végétation n'est pas pâturée, ce qui lui permet d'avoir le temps de se régénérer en laissant suffisamment de parties photosynthétiquement actives pour assurer sa croissance (Oates et al., 2011; Gosnell, Charnley, et al., 2020). Le pâturage planifié holistique, notamment, favoriserait le développement d'espèces pérennes. Leur système racinaire plus profond permettrait alors d'améliorer la rétention d'eau et la séquestration du carbone (Gosnell, Charnley, et al., 2020).

En contrôlant la densité du bétail et la durée des périodes de pâturage, le système de pâturage tournant a pour but de redistribuer la pression de pâturage dans le temps et dans l'espace. La pression de pâturage est définie comme étant le rapport entre le fourrage disponible et la demande en fourrage. La redistribution de la pression de pâturage via le pâturage tournant devrait donc permettre de contrôler la défoliation de la végétation (Briske et al., 2008). La défoliation est la perte de la quasi-entière des parties aériennes photosynthétiquement actives après le pâturage, par exemple (Voisin, 2018). La redistribution de la pression de pâturage permettrait également de maximiser la production de fourrage (Martinson et al., 2017). Le pâturage tournant dans de grands enclos peut permettre de réduire la dégradation des pâturages en période de sécheresse, entre autres (Teague & Dowhower, 2003; Teague et al., 2004).

La haute densité du bétail permettrait d'ouvrir le milieu et de laisser les rayons du soleil pénétrer dans les couches plus basses du couvert végétal. Le piétinement des animaux permettrait aussi de mettre davantage la matière organique morte (ci-après « MOM ») en contact avec les décomposeurs. Cela rendrait donc sa dégradation et le recyclage des nutriments plus efficaces (Chaplot et al., 2016).

Selon Allan Savory, si le pâturage planifié holistique est implémenté correctement, il devrait permettre d'améliorer l'infiltration de l'eau dans les sols grâce aux piétinements du bétail. Il devrait également améliorer le cycle des nutriments, réduire la part de plantes qui ne sont pas pâturées et améliorer la répartition du bétail. Ce système de pâturage permettrait également d'accélérer la succession des plantes (de graminées basses à des graminées de taille moyenne, par exemple) et d'augmenter la longueur des périodes de croissance végétative du fourrage (Holechek et al., 2000).

4.2.4. Potentiel de séquestration du carbone via le pâturage tournant

La volonté de réduire et/ou de séquestrer du carbone, puis d'utiliser le pâturage tournant pour y arriver est apparue bien après la création et la mise en place du pâturage tournant (Nations Unies, s. d.).

Le Protocole de Kyoto qui a introduit l'objectif d'atténuation des GES a été adopté le 11 décembre 1997 (UNFCCC, s. d.). Par la suite, en 2005, les marchés carbone ont été mis en place pour contribuer à cet objectif (UNFCCC, s. d.). L'Accord de Paris n'a introduit l'objectif de neutralité carbone (Nations Unies, s. d.) qu'en 2015 (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.-c). Les stratégies envisagées pour atteindre cet objectif sont la transition de sources d'énergies fossiles vers des sources d'énergie dites « bas, voire zéro carbone » (les énergies renouvelables, par exemple) et la séquestration du carbone (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.-a). Dans ce cas-ci, le pâturage tournant est la stratégie proposée pour régénérer les prairies et, par conséquent, séquestrer du carbone dans le sol (Chaplot et al., 2016).

Il est, cependant, important de prendre en compte les biomes dans lesquels les données expérimentales sur le stockage du carbone ont été obtenues. Dans les climats arides et semi-arides, le facteur pluviométrique est un facteur limitant de la croissance et de la productivité de la végétation. Il influence donc aussi le potentiel de séquestration du carbone dans le sol (Briske et al., 2014). Briske et al. (2013) ont rédigé une critique de la gestion holistique d'A. Savory. Cette critique vise notamment l'affirmation d'A. Savory quant à la capacité de la gestion holistique à réduire la concentration de carbone atmosphérique à celle de l'ère préindustrielle. Cela correspondrait à une réduction de 30% dans la concentration de carbone atmosphérique. Cependant, en 2012, 50 milliards de tonnes de CO₂e ont été émises au niveau mondial (Briske et al., 2013). Il faudrait stocker 13,6 milliards de tonnes de carbone chaque année pour compenser ces émissions. Il y a environ 5 milliards d'hectares de pâturages sur terre et chaque hectare devrait donc capturer un peu plus de 2 tonnes de carbone chaque année. Cependant, il est estimé que les pâturages stockent moins de 0,25 tonne de carbone par ha et par an. Dans l'hypothèse où la gestion holistique permettrait de doubler la capacité de stockage des sols, cela ne suffirait pas à compenser l'ensemble des émissions de cette seule année. Il faudrait que la méthode d'A. Savory la multiplie par 8 pour réduire d'environ 30% la concentration en carbone atmosphérique de 2012 et atteindre celle de l'ère préindustrielle (Briske et al., 2013). L'efficacité de la gestion holistique quant à sa capacité à inverser le changement climatique via le stockage de carbone n'est donc pas assurée. La capacité de stockage de carbone dans le sol n'est pas infinie, elle est toujours plafonnée selon la combinaison des conditions climatiques, du type de végétation, du type de sols et de l'usage qui en est fait via le bétail. Celle de l'ensemble des pâturages dans le monde oscillerait entre un et deux milliards de tonnes de carbone par an (Briske et al., 2013), mais cela reste bien éloigné de la capacité de stockage nécessaire pour stocker les émissions de carbone de 2012.

4.2.5. Évaluation critique du pâturage tournant

Les critiques à l'encontre du pâturage tournant sont nombreuses.

Climats dans lesquels le pâturage tournant a été élaboré

Le pâturage tournant a, tout d'abord, été développé en Écosse (Briske et al., 2008) et en France (Voisin, 2018) avant d'être testé au Brésil (Pinheiro Machado Filho et al., 2021). Il sera ensuite importé aux États-Unis (Briske et al., 2011). En ce qui concerne le pâturage planifié holistique, la plupart des informations proviennent d'expériences qui ont principalement été menées dans les prairies des Grandes Plaines américaines et dans des pâturages ensemencés en zones arides (Holechek et al., 2000).

Les Grandes Plaines sont une région aux États-Unis qui s'étend de la frontière canadienne jusqu'au sud du Texas. Les hivers sont froids et les étés doux (Chapin et al., 2011). Les précipitations ont lieu principalement en été. Il y a un gradient de précipitations annuelles moyennes de l'est à l'ouest allant de moins de 400 mm à environ 1000 mm. Il y a aussi un gradient de températures annuelles moyennes du nord au sud allant de 3°C au nord à 21°C au sud (Bradford et al., 2006). Les conditions climatiques vont de semi-aride à semi-humide (Drummond et al., 2012). Le climat qui prédomine en France, notamment du côté de la Normandie, et en Écosse est un climat tempéré (SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement, s. d.-d). Ce type de climat est caractérisé par des hivers froids et des étés chauds et pluvieux (Chaplot et al., 2016). Le climat qui prédomine au Brésil est un climat tropical. Ce climat est caractérisé par des températures élevées et de fortes précipitations. Il y a aussi des zones avec un climat sec au nord-est (avec faibles précipitations et principalement entre les 30° de latitudes nord et sud) et des zones avec un climat tempéré dans le sud (Relyea & Ricklefs, 2019).

Il y a des expériences qui ont été menées en Afrique du Sud, notamment dans une zone caractérisée par un climat tempéré (Chaplot et al., 2016) et d'autres ont été menées en Australie, notamment en zone tempérée également (Sherren et al., 2012).

Impact du pâturage tournant sur la productivité primaire

La productivité primaire dépend, dans les pâturages, des interactions entre le climat, la lithologie, l'espèce et le nombre d'animaux, les interventions humaines et la politique (Hawkins et al., 2017).

Le pâturage, en général, a des effets positifs sur la productivité primaire. En effet, le pâturage des troupeaux d'herbivores migrants suivi de longues périodes avec peu ou pas de pâturage a un impact positif sur la croissance des plantes. Les temps de repos périodiques sont essentiels pour la croissance autant aérienne que racinaire des plantes, en particulier lorsque la saison de croissance est favorable. Le développement de la surface foliaire qui est la partie photosynthétiquement active permet de capter davantage de rayonnement solaire et de carbone. Le renforcement des racines existantes et le développement de nouvelles racines permettent ainsi de couvrir une plus large surface et d'aller plus en profondeur pour capter davantage d'eau et de nutriments essentiels à la plante (Briske et al., 2008).

Les temps de repos permettent aussi de diminuer l'exclusion compétitive. En effet, la composition des tissus peut augmenter l'appétence des plantes dominantes qui se font donc manger en priorité, ce qui donne l'occasion aux plantes de plus petite taille qui sont moins compétitives de disposer des mêmes chances de se développer (Olff & Ritchie, 1998). Par ailleurs, les temps de repos importants modifient la qualité du fourrage. En effet, la qualité du fourrage dépend du rapport entre les composantes solubles (acides aminés, protéines, lipides, amidon) et les composantes structurales (hémicellulose, cellulose, lignine ...) dans une cellule. Le fourrage de meilleure qualité a un rapport composantes solubles/composantes structurales plus élevé. C'est pour cette raison qu'il est préféré par les animaux. Ce rapport diminue avec le vieillissement des tissus. Au plus l'âge des tissus augmente, au plus la production de composants structurels augmente, au détriment des composants solubles (Briske et al., 2008).

Le rapport composantes solubles/composantes structurales explique que le bétail a tendance à revenir pour repâturer les jeunes pousses de plantes pâturées il y a quelques jours seulement. En effet, l'absorption de nutriments et d'énergie par unité de biomasse végétale est maximisée chez des plantes plus jeunes. Cela reste vrai malgré le fait que la biomasse totale est inférieure à celle des plantes pâturées moins fréquemment (Briske et al., 2008). Cependant, la pression sur les espèces continuellement pâturées pourrait causer du surpâturage, ce qui peut engendrer

une diminution de la diversité des espèces. Les espèces végétales souvent pâturées pourraient en effet disparaître au profit d'espèces plus résistantes au pâturage (Olff & Ritchie, 1998). Le pâturage sans temps de repos des mêmes plantes peut provoquer le remplacement de graminées pérennes de haute taille par des graminées pérennes plus courtes, puis par des graminées annuelles et éventuellement un sol nu (Teague et al., 2004).

Enfin, l'intensité et la fréquence du pâturage semblent affecter négativement la production racinaire. Cela peut poser problème, car les racines contribuent à stocker du carbone dans le sol (Olff & Ritchie, 1998; Oates et al., 2011).

Impact du pâturage tournant sur la productivité secondaire

La productivité secondaire, tout comme la productivité primaire, est influencée par la durée des temps de pâture et des temps de repos. Cependant, si la durée des temps de repos accordée à la végétation est trop importante, cela peut avoir des effets négatifs sur la productivité secondaire (Briske et al., 2008). Dans le nord de la Tanzanie, par exemple, l'*Eleusine jaegeri* est une graminée qui pousse en touffe. Les feuilles et la tige de cette graminée sont appétentes tant que la taille de la tige reste inférieure à ~23 cm (« 9 inches »). Lorsqu'elle dépasse cette taille, l'éleusine produit de la silice. Elle en concentre notamment dans les tissus foliaires, ce qui diminue son appétence (Homewood & Rodgers, 1991).

L'augmentation de la densité du troupeau peut impacter de manière négative la productivité par animal. En effet, sur une même parcelle, il y a moins de nourriture disponible pour un animal individuellement si la densité du troupeau augmente (Hawkins et al., 2017).

La gestion des pâturages

La gestion des pâturages est un autre facteur qui influence les productivités primaires et secondaires ainsi que la santé du sol (Briske et al., 2008). Une mauvaise gestion des pâturages peut entraîner des sols nus et l'érosion des sols. La gestion stratégique des pâturages peut contribuer à diminuer les émissions de CO₂ en séquestrant davantage de carbone dans le sol (Gosnell, Charnley, et al., 2020). Il est possible d'obtenir les effets souhaités et d'atteindre les objectifs fixés pour un·e éleveur·euse en adoptant un système de pâturage tournant bien géré à la place d'un système de pâturage continu mal géré. La gestion des pâturages influence la santé des plantes et des animaux. Un système de pâturage continu bien géré sera donc également plus bénéfique aux plantes et aux animaux qu'un système de pâturage tournant mal géré (Briske et al., 2008). L'efficacité de la gestion ne dépend pas seulement d'un système de pâturage en particulier. Elle dépend aussi de la capacité de détection des problèmes, la capacité d'apprentissage et la capacité d'adaptation au changement propre à un·e individu·e (Briske et al., 2011). Elle dépend également de la situation économique et d'autres facteurs propres à chacun·e. De plus, les systèmes de pâturage tournant nécessitent une organisation et une logistique plus poussées que d'autres types d'élevage (déplacement du bétail, installation de clôtures et de points d'eau ...) (Briske et al., 2008).

Enfin, il est également important de considérer le temps que met un écosystème dans un pâturage à s'adapter à un nouveau mode de gestion (Briske et al., 2008).

L'effet du pâturage tournant avec des espèces animales différentes

Il n'est pas précisé si les différents types de pâturage ont été testés avec différentes espèces de bétail (vache, mouton ...) (Briske et al., 2008). Les effets pourraient être différents et nécessiter des adaptations supplémentaires. Les différentes espèces n'ont pas les mêmes besoins en fourrage et en eau. La vache, par exemple, demande des pâturages de meilleure qualité et

d'avantage d'eau, tandis que le chameau peut tenir de plus longues périodes sans boire (Grigg, 1974).

Impact sur le sol

Certaines études ont montré qu'il n'y avait pas de différences significatives entre le pâturage planifié holistique et le pâturage continu en ce qui concerne la biomasse microbienne du sol, tandis que d'autres études ont conclu que le pâturage planifié holistique avait tout de même des effets positifs sur l'activité des décomposeurs (Hawkins, 2017). Les résultats concernant les effets du pâturage tournant sur le sol semblent donc contradictoires.

La densité élevée de bétail sur une parcelle contribuerait à augmenter l'aération et la capacité de rétention d'eau du sol. Le piétinement d'une densité importante de bétail permettrait de casser la croûte biologique qui se forme à la surface de sols sablonneux (Anon, 2010). Ces croûtes seraient, selon A. Savory, une des raisons de la désertification, car elle rendrait difficiles la pénétration de l'eau et l'air dans le sol (Briske et al., 2013). Casser ces croûtes permettrait donc à l'eau et à l'air de passer (Anon, 2010). Cependant, selon d'autres sources, ces croûtes biologiques permettent de protéger les sols sablonneux de l'érosion éolienne ainsi que de la perte de carbone. Elles permettent aussi de stabiliser la surface du sol. Le piétinement d'un troupeau de densité importante impacterait donc négativement la stabilité des sols, leur capacité à se protéger de l'érosion éolienne ainsi que leur capacité à séquestrer du carbone (Briske et al., 2013).

Absence de pâturage

Le pâturage active les bourgeons axillaires dormants et favorise l'apparition de nouvelle pousse chez les graminées. Dès lors, les prairies pâturées sont parmi les écosystèmes les plus productifs au monde. Elles sont également caractérisées par une production de biomasse et une biomasse racinaire plus élevées que les prairies non pâturées. Le pâturage améliore le stockage du carbone dans le sol en profondeur. Il permet de ralentir le taux de renouvellement de la biomasse microbienne. Cela augmente le temps de longévité du carbone dans le sol et maintient ou augmente la quantité de carbone stocké dans le sol (Thorhallsdottir & Gudmundsson, 2023).

Les effets de l'absence de pâturage peuvent différer en fonction des terres, de la composition des espèces végétales, du climat et des précipitations. Des expériences en prairies ont montré qu'à court terme l'absence de pâturage permet, entre autres, d'augmenter la biomasse totale, la couverture végétale, la fertilité des sols et la quantité de carbone organique dans le sol. Certaines études ont, elles, conclu qu'il pouvait cependant n'y avoir aucun effet sur la quantité de carbone organique du sol et de phosphore disponible (Zhu et al., 2021). D'autres ont aussi montré que l'absence de pâturage sur le long terme pouvait diminuer la quantité de carbone organique du sol et augmenter les émissions de CO₂ du sol (Thorhallsdottir & Gudmundsson, 2023). Il a aussi été démontré que l'absence de pâturage à court terme diminue le rapport racine/tige et peut diminuer la production de biomasse souterraine (Zhu et al., 2021). Elle a également pour effet négatif d'entraîner une diminution de l'absorption de CO₂. L'absence du pâturage peut également ralentir le cycle des nutriments dans le sol, ce qui mène à la réduction de l'activité et de la biomasse microbienne (Thorhallsdottir & Gudmundsson, 2023). Elle entraîne également la reprise de la succession écologique (Zhang et al., 2023).

Débat sur l'augmentation de la séquestration de carbone via le pâturage tournant

La séquestration du carbone dans le sol des pâturages en climats aride et semi-aride est limitée et elle ne dépend pas uniquement du mode de gestion des pâturages. En effet, la production végétale dépend de la disponibilité en eau. De plus, la quantité de carbone émise par la respiration des plantes et des microorganismes est plus importante que la quantité de carbone

absorbée par la végétation, en particulier en périodes de sécheresse (Briske et al., 2013). Les températures élevées, notamment dans les zones tropicales humides, augmentent l'activité des décomposeurs dans le sol (Relyea & Ricklefs, 2019). La séquestration du carbone peut également être affectée par une densité de bétail trop importante, car une grande quantité de fourrage est consommée. La défoliation répétée affecte la croissance de la biomasse aérienne et souterraine. Il en ressort que la séquestration du carbone via la végétation diminue si le couvert végétal diminue (Briske et al., 2008). Le stockage de carbone dans le sol peut aussi être influencé par sa texture. Un sol avec une forte teneur en argile a la capacité de séquestrer davantage de carbone (Participant 1, 2025).

Persistance du débat sur le pâturage tournant

Le débat sur l'efficacité du pâturage tournant persiste. Ce système continue d'être utilisé malgré les résultats peu concluants de certaines expériences. Divers facteurs expliqueraient la persistance de ce débat aux États-Unis, notamment.

Le paradigme de Clements sur la succession écologique permettait de l'expliquer, selon Briske et al. (2011). Ce paradigme soutient que, lorsqu'une perturbation comme le pâturage est éliminée, les communautés végétales seraient ramenées vers des conditions « optimales ». Dans le cas des pâturages, la végétation varierait de manière réversible en fonction de l'intensité du pâturage. Ce paradigme n'était pas basé sur des preuves scientifiques, mais plutôt sur des théories scientifiques (Briske et al., 2011).

Allan Savory a également contribué à ce débat et à la persistance de l'utilisation du pâturage tournant. Il a comparé ce mode de gestion au comportement « naturel » des troupeaux d'herbivores sauvages. À l'inverse de la théorie de Clements, les effets d'une densité importante d'animaux, du piétinement du sol par ces animaux ainsi que l'utilisation uniforme des plantes contribueraient, selon A. Savory, à la restauration des pâturages. Il soutient aussi que l'absence de bétail constituerait un « repos excessif », ce qui engendrerait la dégradation des conditions du sol, et augmenterait également la compétition indésirable entre les différentes espèces végétales (Briske et al., 2011).

Enfin, dans les années 70' – 80', les bénéfices écologiques sont devenus le centre des conversations et des recherches sur le pâturage (Briske et al., 2011). L'accent n'était donc plus mis sur l'amélioration de la gestion des pâturages. Diverses expériences ont été menées pour démontrer les effets du pâturage tournant sur l'écologie des pâturages (effets sur la couverture végétale, les sols, le bétail ...). Cela a toutefois également contribué à faire perdurer le débat sur le pâturage tournant. En effet, bien qu'il n'ait peu ou pas d'effets démontrés sur l'écologie, ce système favoriserait l'efficacité de la gestion des pâturages, selon ses partisans (flexibilité, amélioration de la capacité d'anticipation et de détection des problèmes ...). Les critiques basées sur des données expérimentales se concentrent principalement sur des composantes techniques et biophysiques. Elles n'analysent pas assez les composantes humaines qui influencent pourtant la mise en place des pratiques. La raison première de leur exclusion est que ce sont des variables peu prédictibles, ce qui entrave la répétabilité des études. L'approche expérimentale n'en est pas pour autant invalide. Cependant, le fait d'exclure certaines sources de variation, comme les facteurs humains, va avoir un impact de plus en plus important sur les résultats d'une expérience au fil des années. L'expérience risque donc d'être de moins en moins représentative des conditions réelles de la gestion des pâturages (Briske et al., 2011).

Le point 4.2 a décrit l'origine du pâturage tournant et le processus de création de cette pratique. Il a également abordé les expérimentations menées pour tester ce mode de gestion des pâturages, les conditions dans lesquelles le pâturage tournant a été testé et les résultats obtenus à la suite de ces expérimentations. L'objectif est de comprendre le raisonnement tenu par les

partisan·e·s du pâturage tournant. Les études consultées ne permettent pas d'affirmer que le pâturage tournant puisse avoir des effets positifs sur la restauration des pâturages et sur le stockage de carbone, dans les zones où il a été testé (des prairies semées en climats tempéré, tropical et continental semi-aride à humide). Le chapitre suivant décrit les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï et leur évolution durant les périodes précoloniale, coloniale et postcoloniale.

4.3. La gestion des pâturages chez les Maasaï

La gestion des pâturages chez les Maasaï correspond au dernier pôle de la Figure 6.

4.3.1. La gouvernance foncière en périodes précoloniale, coloniale et postcoloniale en Tanzanie

Avant la colonisation, la gouvernance foncière suivait un régime foncier communautaire. La gestion des terres reposait sur des droits coutumiers et la résolution des conflits de terres était gérée par les anciens des tribus respectives selon des arrangements coutumiers (John & J. Kabote, 2017).

La Tanzanie est devenue une colonie allemande lors de la conférence de Berlin de 1884-1885. Cette conférence a divisé l'Afrique et a partagé le continent entre les différents pays européens (Rushohora, 2015). La Tanzanie est ensuite devenue une colonie anglaise en 1922 (Rizzo, 2006). Avec le début de la colonisation, le concept de « propriété privée » puis la première réforme du régime foncier ont été mis en place par l'administration coloniale allemande et britannique, notamment (John & J. Kabote, 2017). En 1952, le premier parc national, le Parc national du Serengeti, a été construit par l'administration coloniale britannique en territoire Maasaï pour la conservation de la faune et la flore sauvages. Les Maasaï en ont été expulsés et se sont ensuite installés dans le district du Ngorongoro (Amnesty International, 2023).

La Tanzanie a pris son indépendance en 1961 (Gez et al., 2022). Diverses politiques ont été mises en place par les gouvernements tanzaniens par après. Il y a eu notamment le programme de villagisation ou « Ujamaa ». Ce programme a été mis en place par le premier président en fonction après l'indépendance de la République unie de Tanzanie, Julius Nyerere, entre les années 1960' et 1970' (Panzer, 2018). L'objectif était de favoriser le développement social et économique via la construction de villages autour d'écoles, de cliniques et de magasins. Les habitant·e·s des zones rurales, y compris les populations pastorales, ont été déplacé·e·s volontairement ou de forces (avec l'intervention de forces militaires et paramilitaires) (Shao, 1986) vers ces centres (McCabe et al., 2010). Les personnes habitant dans les zones rurales ont, ensuite, été encouragées à construire des structures permanentes (McCabe et al., 2010) et à cultiver certaines cultures désignées (Shao, 1986).

En 1974, le gouvernement tanzanien a établi la loi sur la conservation de la faune et la flore sauvages (Wildlife Conservation Act (WCA)) (Amnesty International, 2023). Cette loi permet au gouvernement d'établir des aires protégées et d'être responsable de leur gestion (Tanzania National Parks, s. d.). La WCA permet aussi de contrôler la chasse de la faune sauvage et l'enregistrement et la vente des trophées de chasse (FAO, 1974).

Enfin, en 1992, la Politique Foncière nationale est établie. Elle décrète que toutes les terres sont des propriétés publiques et sont gérées par le/la président·e de la Tanzanie (Laltaika, 2013; Hezron et al., 2024). Le titre de propriété des personnes détenant une terre peut donc être révoqué à tout moment. Le but de la mise en place de cette politique serait, selon le gouvernement, de faire en sorte d'avoir un régime foncier fiable (Laltaika, 2013). En 1999, la loi Terres de village et la Loi Foncière sont promulguées afin de mettre en œuvre la Politique Foncière nationale. La Loi Foncière est la loi principale relative à l'administration des terres.

Elle répartit les terres publiques en trois catégories : les terres générales, les terres réservées et les terres de villages (Laltaika, 2013; John & J. Kabote, 2017; Hezron et al., 2024). La gestion des terres de villages est confiée au conseil du village. Les fonctionnaires fonciers du district ne sont là, en théorie, qu'à titre consultatif (Alananga et al., 2019).

Les terres réservées sont les terres utilisées pour la conservation de la nature, le développement d'infrastructures et l'aménagement du territoire en accord avec plusieurs lois. Parmi ces lois, il y a, entre autres, la WCA (Amnesty International, 2023; Hezron et al., 2024).

La catégorie des terres générales comprend, à l'inverse, toutes les terres qui ne sont pas des terres réservées ou des terres de villages (Amnesty International, 2023; Hezron et al., 2024).

Les terres de villages sont toutes les terres parmi les terres générales et les terres réservées qui ont été transférées aux villages. L'objectif de leur mise en place est, entre autres, d'octroyer l'accès à la terre aux peuples autochtones qui vivent dans et autour des réserves (Hezron et al., 2024). Elles incluent les terres non cultivées, les terres utilisées pour faire pâturer les animaux, les terres utilisées par d'autres personnes en accord avec les villageois·e·s ou en accord avec des lois traditionnelles et, enfin, les terres traditionnellement utilisées comme terres de passage (Amnesty International, 2023). La loi « Terre de villages » permet de protéger les terres de village (MISA, 2025). Le droit d'utilisation d'une terre dans un village est obtenu via un certificat de droit coutumier d'occupation (ci-après « CDOC ») (Alananga et al., 2019). Le CDOC est un mécanisme juridique qui permet à la population d'obtenir plus de droits fonciers (Kabigi et al., 2021). Les villages doivent établir des plans de gestion des terres qui sont révisés tous les 10 ans (MISA, 2025).

Les différentes lois et politiques concernant la gouvernance foncière ont impacté et impactent encore l'accès à la terre des Maasaï et leur mobilité (Amnesty International, 2023).

4.3.2. Les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï

Encadré 2 : Présentation des Maasaï

Les Maasaï sont une population pastorale semi-nomade (Obedy et al., 2018). Le pastoralisme est un mode de vie basé sur le déplacement continu des troupeaux et l'usage commun des ressources (FAO, s. d.). Les Maasaï sont qualifiés de semi-nomades, car ils/elles restent à un endroit durant une certaine période en fonction, par exemple, des conditions climatiques et certain·e·s cultivent la terre une partie de l'année. Ils/elles se déplacent ensuite avec leurs troupeaux durant la saison sèche (Grigg, 1974). Leur bétail est généralement composé de bovins, de chèvres, de moutons et d'ânes (Nkedianye et al., 2020). Les Maasaï se nourrissent principalement de lait et de sang (Participant 2, 2025). Ils chassent uniquement à des fins rituelles ou en cas de famine (Homewood & Rodgers, 1991).

Leur bétail représente leur richesse. Ils/elles échangent les produits issus de leurs animaux ou les animaux eux-mêmes afin d'obtenir les biens comme les grains qu'ils/elles cultivent, par exemple, et les services dont ils/elles ont besoin (McCabe et al., 2010). Les surplus obtenus par l'agriculture sont également vendus (Amnesty International, 2023). Le bétail a d'autres rôles importants dans le mode de vie des Maasaï. Il peut, entre autres, servir de dot pour les mariages (Longo, 2023) ou encore à régler des conflits (National Geographic Society, 2024).

Répartition des rôles au sein des tribus

Ce sont les anciens qui dirigent la société Maasaï (Amnesty International, 2023). Ils ont la charge de la gestion des ressources (McCabe et al., 2010).

Les hommes sont chargés de protéger le bétail des prédateurs et de le guider vers les pâtures et les points d'eau (Amnesty International, 2023).

Lorsqu'ils/elles s'installent à un endroit, les Maasaï et, plus particulièrement, les femmes construisent les « bomas » (Annexe 3). Ce sont leurs maisons et elles sont constituées d'un ensemble de huttes entourées de clôtures (Amnesty International, 2023) qui sont faites de buissons épineux ou de rondins de bois (Homewood & Rodgers, 1991). Il y a des enclos pour le bétail à l'intérieur. Les matériaux utilisés pour la construction de leurs bomas incluent des bâtons, du bois mort, de la boue, de la bouse de vaches pour les murs ainsi que de l'herbe mélangée à de la bouse de vache pour le toit (Amnesty International, 2023). En plus de la construction et de la maintenance des bomas, les femmes sont également en charge de la traite du bétail, de s'occuper des enfants, de faire la cuisine ainsi que d'aller chercher de l'eau et du bois de chauffage (Homewood & Rodgers, 1991).

Encadré 2 : Présentation résumée des Maasaï - Source : FAO (s. d.), Grigg (1974), Homewood & Rodgers (1991), McCabe et al. (2010), Amnesty International (2023), Verra (2023)

Le pastoralisme

Les Maasaï vivent depuis au moins le 18^{ème} siècle dans le sud du Kenya et dans le nord de la Tanzanie (Amnesty International, 2023). Ils/elles vivent plus particulièrement dans les plaines intérieures (Figure 5) où ils/elles ont accès à des pâtures et à de l'eau pour leur bétail (Obedy et al., 2018). Ce peuple était nomade jusqu'à l'indépendance de la Tanzanie (Obedy et al., 2018) en 1961 (Gez et al., 2022).

Mobilité

Les précipitations dans l'est de l'Afrique sont caractérisées par une forte hétérogénéité dans le temps et dans l'espace et elles dépendent des mouvements de la ZCIT (Butt, 2010). Leur imprédictibilité intrinsèque influence la disponibilité en eau et en fourrage dans le temps et dans

l'espace (Homewood & Rodgers, 1991). De tout temps, la stratégie adoptée pour s'adapter cette imprédictibilité pluviale est la mobilité du bétail. Les Maasaï s'échangent également des informations entre eux sur les zones avec du fourrage de meilleure qualité et/ou disponible en grande quantité, les zones avec de l'eau et des zones où il y a des éléphants ou des prédateurs, comme les lions. Les lieux initialement prévus pour le pâturage peuvent donc changer durant les déplacements (Butt, 2010). Les Maasaï se déplacent entre des zones à hautes et à basses altitudes (Figure 8) (Annexe 4) (Mapinduzi et al., 2003).

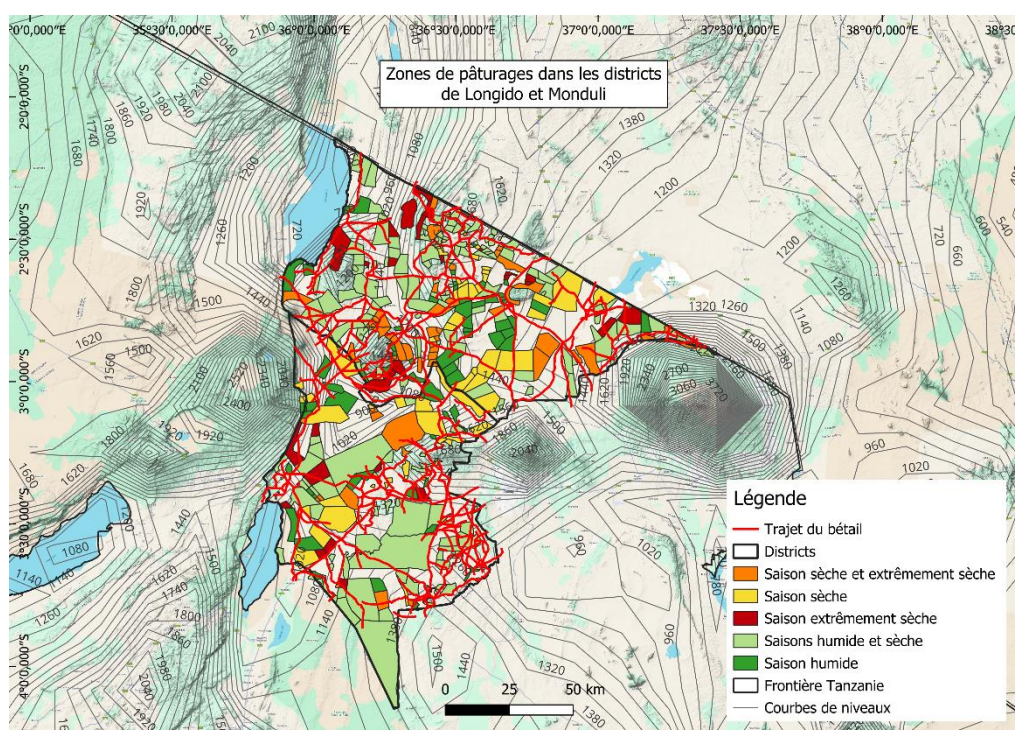


Figure 8 : Zones de pâturage employées en fonction des saisons humides, humides et sèches, sèches, sèches et extrêmement sèches. Les lignes rouges représentent les trajets des pasteurs dans les districts de Longido et Monduli. Les lignes noires épaisses délimitent les districts de Longido et Monduli et la frontière de la Tanzanie. Les lignes gris foncé représentent les courbes de niveau - Autrice : Loralie Lungu Embanzu, QGIS – Auteure : Loralie Lungu Embanzu - Source : Google terrain, Gladness et al. (2023)

Durant les saisons sèches, les Maasaï utilisent les hauts plateaux, qu'ils/elles appellent « *Osupuko* » au singulier et « *Isipuki* » au pluriel, pour le pâturage. Les *Isipuki* sont également utilisés pour les activités agropastorales. Les Maasaï ont classé les *Isipuki* en plusieurs catégories : les hautes terres appelées « *Orkung'u* », les plaines alluviales arides appelées « *Ayarata* » et les pentes de vallées appelées « *Andamata* ». Des réserves de fourrage sont mises en place pour les veaux, appelée *Alalili* au singulier et *Alalilia* au pluriel (Mapinduzi et al., 2003). L'*Alalili* est un système traditionnel propre aux Maasaï avec lequel certaines parties des pâturages sont conservées pendant les saisons humides dans le but d'améliorer la régénération du fourrage qui sera utilisé durant les saisons sèches (Hezron et al., 2024). Mis à part les animaux blessés ou les animaux plus vieux, le bétail n'y a pas accès. Durant les saisons humides, ce sont les « plaines chaudes », appelées « *Orpurkel* » qui sont utilisées pour le pâturage. Les forêts de montagne subhumides appelée *Endim*, des Montagnes Monduli représentent des réserves qui ne sont utilisées qu'en cas de sécheresse (Mapinduzi et al., 2003).

Le choix des pâturages

Les Maasaï utilisent différents facteurs pour déterminer si un pâturage convient aux petits et aux grands ruminants, et s'il est adapté à leur installation. Les espèces végétales sont classées en deux catégories : herbacées et ligneuses. Ces catégories servent d'indicateur pour réguler le pâturage. Elles permettent également de déterminer l'aptitude au pâturage des différentes espèces végétales pour les bovins et les petits ruminants (Mapinduzi et al., 2003).

La présence d'espèces ligneuses augmente l'aptitude au pâturage pour les petits ruminants (bien qu'ils aient besoin à la fois d'espèces ligneuses et à la fois d'espèces herbacées dans leur alimentation). Des espèces de graminées sont utilisées comme indicateur de l'aptitude au pâturage pour les bovins. Il y a, entre autres : le chiendent pied-de-poule (*Cynodon dactylon*) appelé *emrua* par les Maasaï, *Digitaria abyssinica* (A. Rich) Stapf appelée *asangash* et *Themeda triandra* appelée *orkojutoinyoke* (Mapinduzi et al., 2003). *Themeda triandra* est une plante pérenne appétente qui est adaptée à un pâturage modéré et au feu (Homewood & Rodgers, 1991). Des espèces arbustives telles que *Lippia javanica* Meikle et *Abutilon longiscupes* G. sont utilisées comme indicateur de la dégradation des pâturages. Elles permettent aussi de déterminer si la terre est adaptée à la culture. Pour les réserves de fourrage, les indicateurs utilisés par les Maasaï sont les espèces herbacées et les espèces ligneuses. L'aptitude au pâturage est également déterminée par la manière dont les terres sont gérées. L'utilisation de pâturages comme terres de cultures, par exemple, peut réduire cette aptitude au pâturage (Mapinduzi et al., 2003).

Utilisation du feu

Contrairement à ce qui est décrit pour le fonctionnement du pâturage tournant, les Maasaï utilisent le feu dans le but d'avoir du fourrage varié et de meilleure qualité. Ils l'utilisent également afin d'ouvrir le paysage pour faciliter le déplacement du bétail. Le feu permet aussi d'éliminer la végétation qui pourrait servir de cachette aux prédateurs pour le bétail (les lions, les léopards et les guépards). Les Maasaï l'emploient aussi pour prévenir l'embroussaillage et éliminer les adventices et les tiques porteuses de maladies. Le feu permet également de créer un milieu propice au développement de plantes comestibles, médicinales ou encore de plantes utilisées comme matériau de construction (Butz, 2009). L'utilisation périodique du feu dans les systèmes où il a régulièrement été déclenché permet d'améliorer la production végétale pâturable dans les pâturages (Homewood & Rodgers, 1991). Enfin, le feu prévient également le développement d'incendies incontrôlables en fin de saison sèche quand une grande quantité de végétation, donc de combustible potentiel, s'est accumulée en l'absence de pâturage ou de feu (Butz, 2009).

Les anciens décident des zones à brûler avec l'aide des guerriers. Les facteurs qui influencent le choix des zones à brûler incluent : le type et l'âge de la végétation, la quantité de pluie de l'année en cours ou des années précédentes, la quantité de biomasse sur pied, la santé du couvert végétal et la présence d'insectes nuisibles comme les tiques. Les guerriers allument des feux de petite taille dans la végétation selon un motif en damier ou en mosaïque (Butz, 2009). Les feux sont généralement allumés le soir lorsque les vents sont faibles, voire inexistantes, que les températures sont basses et que l'humidité est plus élevée. Si les vents sont trop importants la nuit, alors les feux sont allumés tôt le matin (Butz, 2009).

La zone des feux est limitée soit de manière naturelle (par un lit de rivière asséchée, par exemple) soit via des dispositifs qu'ils construisent (des tranchées, par exemple). La zone peut également être balisée grâce aux zones pâturées par le bétail. Le pâturage permet alors de diminuer la quantité de combustible potentiel. Les feux sont ensuite éteints avec des branches d'arbres ou avec du sable. Les Maasaï n'allument pas de feux dans les zones boisées ou dans les zones proches des bomas. Le but est de protéger leurs habitations de potentielles pertes de

contrôle des incendies et d'éviter de perdre de la couverture arborée. En effet, les arbres permettent notamment aux Maasaï de se fournir en bois de chauffage et en matériaux de construction. Les anciens punissent par des amendes en bétail les feux accidentels ou qu'ils n'ont pas approuvés (Butz, 2009).

Avec l'émergence des aires protégées, du tourisme ou encore des projets carbone, l'utilisation du feu par les Maasaï devient incertaine.

La gestion du troupeau

Les troupeaux des Maasaï sont composés d'un mélange de plusieurs espèces d'animaux différentes. Les différentes espèces qui composent un troupeau ont notamment des caractéristiques différentes au niveau de l'alimentation, des déplacements, de la production, de la capacité à résister à la sécheresse et aux maladies, et au niveau de la reproduction. Le troupeau des Maasaï est principalement composé de zébus (*Bos indicus*). Parmi les espèces d'animaux de plus petite taille, il y a les Masaï rouges (*Ovis aries*) et les chèvres naines d'Afrique de l'Est (*Capra hircus*). Les ânes sont utilisés lorsque les Maasaï vont acheter du grain et pour transporter de l'eau. Un troupeau est divisé en plusieurs groupes selon l'espèce, la maturité et l'état reproductif des animaux (Homewood & Rodgers, 1991).

Les petits animaux sont privilégiés dans les périodes qui suivent un désastre. Leur période juvénile est courte et ils ont un haut taux de fertilité. Il est donc plus facile de reconstituer un troupeau à partir de petits animaux et de les échanger contre des bovins. Lorsqu'une période critique est passée, les grands troupeaux sont privilégiés (Homewood & Rodgers, 1991).

Le taux de vêlage et le taux de mortalité varient durant les saisons sèches et les saisons humides. Durant les saisons sèches, le taux de vêlage diminue et le taux de mortalité augmente. Le taux de mortalité augmente aussi en cas d'épidémie de maladie. À l'inverse, durant les saisons humides, le taux de vêlage est plus élevé et le taux de mortalité est plus bas que durant les saisons sèches. L'objectif est d'avoir un grand nombre d'animaux dans l'espoir qu'un grand nombre survive sur le long terme malgré la sécheresse périodique et les maladies. Une proportion élevée de femelles avec des capacités de reproduction rapide est donc maintenue au sein d'un troupeau. Cela permet aussi aux Maasaï de s'approvisionner en lait (Homewood & Rodgers, 1991).

Les animaux qui ont passé leur pic de croissance et de production sont gardés au sein du troupeau. Leur système immunitaire leur a permis de survivre aux maladies et ils sont donc plus résistants. Ces animaux peuvent permettre la survie du troupeau en cas de maladies ou lors de périodes de sécheresse (Homewood & Rodgers, 1991).

En ce qui concerne les maladies et surtout le contrôle des tiques porteuses de maladies, les Maasaï font un toilettage manuel pour les enlever. La transhumance, le contrôle des pâturages et l'utilisation du feu permettent également d'éviter les zones qui sont infestées de tiques ou de prévenir leur développement dans les pâturages (Homewood & Rodgers, 1991).

4.3.3. La période coloniale

Il y a eu un apport de ravageurs et de maladies lors de la colonisation européenne (Homewood & Rodgers, 1991). Les épidémies de peste bovine due notamment à l'introduction de bovins d'Inde et d'Europe (Participant 3, 2025) et de variole ont décimé respectivement les populations d'ongulés (le bétail et les animaux sauvages) et les populations de pasteur·e·s. La mortalité élevée du bétail a entraîné la famine, notamment en Tanzanie (Homewood & Rodgers, 1991).

La décimation des populations de bétail et de pasteur·e·s est corrélée avec l'augmentation des broussailles dans de vastes zones dans lesquelles leur développement était contrôlé auparavant

grâce au pâturage et au feu. Cette végétation ligneuse constitue un habitat idéal pour la mouche tsé-tsé, le vecteur de la maladie du sommeil (Homewood & Rodgers, 1991) qui peut toucher les populations humaines et animales (Büscher et al., 2017). La transmission de cette maladie a augmenté et les zones qui étaient utilisées par les agriculteur·trice·s et les pasteur·e·s sont devenues des foyers de maladies. Le bétail n'a donc plus pu y pâturer (Homewood & Rodgers, 1991).

La colonisation européenne a engendré une mortalité élevée parmi les populations pastorales, entre autres, et leur bétail ainsi que la famine.

4.3.4. La gestion des pâturages par les Maasaï durant la période postcoloniale

Après l'indépendance de la Tanzanie, le mode de vie pastoral des Maasaï a évolué vers le semi-nomadisme pour une diversité de raisons enchevêtrées (Obedy et al., 2018).

Agropastoralisme

L'agropastoralisme est un système mixte d'élevage et de cultures sédentaires (Mapinduzi et al., 2003). Les Maasaï, entre autres, descendent des peuples nilotiques. Ces peuples semblaient pratiquer un agropastoralisme mixte durant les deux millénaires précédents. Les Maasaï ont ensuite abandonné l'agriculture durant le 18^{ème} et le 19^{ème} siècle (Spear & Waller, 1993). Certain·e·s Maasaï ont, ensuite, diversifié leurs pratiques pastorales et ce, depuis environ trois à quatre décennies, soit depuis les années 1960'-1970' (Mapinduzi et al., 2003; McCabe et al., 2010). Selon Fox et al. (2019), les Maasaï engageraient souvent des ouvriers agricoles externes.

Des associations composées, entre autres, de maïs, de haricots et de potirons sont cultivées sur les parcelles de plus petites tailles (McCabe et al., 2010). Le sorgho, le manioc, les patates douces et le paddy y sont également cultivés. Enfin, il arrive que le coton et le sisal soient cultivés afin d'être vendus (Mutsaers & Kleene, 2012). La culture principale est le maïs dans des parcelles de plus de 1 ha. Cette dernière est parfois associée au haricot (McCabe et al., 2010).

Plusieurs raisons auraient mené certaines tribus Maasaï à cette diversification. L'une d'entre elles est le manque d'accès aux pâturages. La diminution de l'accessibilité des pâturages est la conséquence de la mise en place ainsi que l'expansion des parcs nationaux, d'aires protégées et du changement dans le régime foncier et de la privatisation des terres qui étaient une propriété commune auparavant (McCabe et al., 2010). Les parcs et les aires protégées accélèrent la fragmentation du paysage à cause de la construction de routes, entre autres, ce qui entrave le mouvement des troupeaux (Nkedianye et al., 2020).

Une seconde raison est la mise en place du programme de villagisation (« *ujamaa* ») entre les années 1960' et 1970' (Panzer, 2018). Les populations rurales, y compris les populations pastorales, ont été forcées de s'installer dans des structures permanentes (Shao, 1986; McCabe et al., 2010).

Les sécheresses sont un autre facteur de diversification. Elles ont causé des pertes importantes de bétail (McCabe et al., 2010). Les températures mensuelles moyennes ont augmenté entre 1940 et 2020, engendrant un accroissement de la durée et de la fréquence des périodes de sécheresse (Verhoeve et al., 2021). Durant la période de sécheresse entre 1999 et début 2006, notamment, la mortalité du bétail a atteint entre 50 à 80% (Butz, 2009).

En parallèle aux sécheresses, il y a également eu une augmentation de la transmission des maladies par les tiques dans les années 1980'-1990'. La transmission de maladies telles que la fièvre de la côte orientale, transmise par une tique, aurait augmenté (McCabe et al., 2010). L'augmentation de ces maladies est corrélée à la mise en place des mesures pour la conservation

du gibier et notamment l'arrêt de l'utilisation du feu (Homewood & Rodgers, 1991). Elle coïncide aussi avec l'arrêt des fournitures de baignoires d'acaricides par le gouvernement tanzanien (Homewood & Rodgers, 1991; McCabe et al., 2010).

Une dernière raison avancée est l'introduction de l'économie de marché (McCabe et al., 2010) avec la monétisation des biens et des services (Nkedianye et al., 2020). En effet, le prix des biens et des services a augmenté. Il est donc devenu de plus en plus difficile de compenser les dépenses via l'échange ou la vente de bétail (Nkedianye et al., 2020). De plus, le nombre de têtes de bétail a soit stagné soit chuté. En parallèle, la population a continué à augmenter, ce qui a provoqué une insécurité alimentaire croissante. Il est devenu de moins en moins possible, pour les Maasaï, de subvenir à leurs besoins uniquement via leur bétail ou les produits qui en sont issus (McCabe et al., 2010). Certains se sont donc tournés vers l'agriculture de subsistance (Coast, 2002).

Malgré cette diversification, le pastoralisme reste la base du mode de vie des Maasaï. Les conditions climatiques, notamment dans les districts de Longido, de Monduli et de Simanjiro, le type de sols des pâturages et l'espace disponible pour cultiver rendent l'agriculture difficile (Nkedianye et al., 2020).

La sédentarisation

Une augmentation de la sédentarisation aurait été observée parmi le peuple Maasaï due, entre autres, à la privatisation des terres, l'utilisation des services d'éducation, l'agriculture (Coast, 2002) et le tourisme (Participant 2 et Participant 3, 2025). Certains Maasaï parmi ceux qui se font de l'argent via le tourisme construisent des maisons fixes (Participant 3, 2025), notamment proches des zones touristiques (Participant 2, 2025).

Pour les Maasaï qui pratiquent l'agriculture, certains membres de la famille surveillent les champs tandis que le reste se déplace. Ce n'est donc pas l'ensemble d'un ménage qui est forcément concerné par cette sédentarisation (Coast, 2002).

La scolarisation des enfants augmente la pression sur l'élevage, car moins de personnes sont disponibles pour aider. En effet, les enfants jouent un rôle clé dans l'élevage du bétail (Nkedianye et al., 2020). Certains Maasaï qui partent étudier se sédentarisent (Participant 3, 2025). Cependant, seuls 9% des Maasaï en Tanzanie de 7 à 12 ans sont scolarisés. En ce qui concerne l'accès à l'éducation, les Maasaï sont marginalisés. En effet, il y a un manque d'infrastructures scolaires dans les zones rurales reculées, en particulier pour les populations non sédentaires, comme les Maasaï (Coast, 2002).

Il faut aussi prendre en compte le rôle du gouvernement dans la sédentarisation. Il semble y avoir une volonté de limiter la mobilité des Maasaï (Participant 2, 2025). Si le pourcentage de familles qui mutent vers un mode de vie sédentaire a été établi dans certains villages situés dans la zone de conservation du Ngorongoro dans l'étude de Coast (2002), ce n'est pas le cas des districts de Longido, de Monduli et de Simanjiro. Il est donc difficile d'estimer l'étendue de ce phénomène dans ces districts.

Utilisation du feu

L'utilisation du feu a diminué à partir de la fin des années 90' et cela a été influencé par divers facteurs. Il y a, entre autres : les limitations imposées par le gouvernement au niveau local et fédéral en particulier dans les aires protégées (Butz, 2009) et dans les zones de chasse contrôlée (Amnesty International, 2023), la diminution de la disponibilité en terres pour le pâturage sur lesquelles les feux sont allumés, le nombre d'habitations en augmentation qui rend l'utilisation

du feu risquée, l'imprévisibilité ainsi que les quantités insuffisantes de précipitations, et l'augmentation du nombre d'incendies accidentels (Butz, 2009).

La régression de l'utilisation du feu a entraîné une série de conséquences néfastes. Cela favorise le changement de la végétation de la savane principalement herbacée vers une végétation arbustive (embroussaillage). L'arrêt de l'utilisation du feu combiné à l'absence de pâturage favorisent une végétation de faible valeur nutritive, moins appétente pour le bétail et, en plus, davantage sensible au feu. Cela augmente le nombre d'incendies incontrôlable de fin de saison et donc la quantité de végétation touchée par les incendies. De plus, l'ampleur et l'intensité des incendies sont d'autant plus importantes au fur et à mesure que la végétation sèche durant la saison sèche. Par conséquent, le paysage risque d'être progressivement dominé par les graminées. La formation de zones boisées denses risque d'être entravée. Ces zones sont pourtant nécessaires au maintien de la biodiversité et pour fournir des matériaux de construction nécessaire aux pasteurs (Butz, 2009).

4.3.5. Récapitulatif critique

Les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï et le pâturage tournant partagent certaines similitudes, mais aussi de nombreuses différences.

La gestion du bétail

Le pâturage tournant et les pratiques traditionnelles des Maasaï sont basés sur la mobilité du bétail. Les Maasaï déplacent leur bétail, notamment entre les hauts plateaux et les plaines en fonction des saisons sèches et des saisons humides (Mapinduzi et al., 2003). Avec le pâturage tournant, le bétail est déplacé entre plusieurs enclos sur une même parcelle (Briske et al., 2011).

En ce qui concerne le pâturage tournant, il n'y a pas d'informations sur la gestion de différentes espèces au sein d'un troupeau. Il n'est pas non plus précisé comment leurs différents besoins sont pris en compte. Les chèvres n'ont pas les mêmes besoins en fourrage que les vaches, par exemple. Le troupeau des Maasaï est composé de plusieurs espèces d'animaux différentes et les pâturages sont désignés en fonction de différentes espèces végétales qui servent d'indicateur. Les distances parcourues par le bétail ne sont pas les mêmes en fonction des espèces (vaches, chèvres ...) et de leur stade de croissance (veau, vache ...) (Homewood & Rodgers, 1991; Mapinduzi et al., 2003).

Utilisation du feu

La gestion du feu n'est pas abordée dans le pâturage tournant. Il n'y a pas d'informations sur la gestion des adventices. Il n'y a pas non plus d'informations sur les mesures préventives contre les maladies touchant le bétail. Enfin, il n'y a aucune information sur les méthodes de prévention des incendies en fin de saisons sèches.

La variabilité des précipitations

Il n'y a pas d'informations sur de potentielles adaptations lors des saisons sèches ou sur la manière de faire face à des sécheresses lors de la mise en place du pâturage tournant. Chez les Maasaï, la transhumance leur permet de faire face à la variabilité saisonnière des précipitations qui influence la qualité et la quantité de fourrage disponible (Butt, 2010; Homewood & Rodgers, 1991). Certaines zones sont également désignées comme étant des réserves prévues pour n'être utilisées qu'en cas de sécheresse (Mapinduzi et al., 2003).

La conservation de la faune et la flore sauvages

L'*Alalili* constitue une réserve de fourrage et d'eau durant les saisons sèches. Il pourrait contribuer à réduire l'impact du surpâturage et de la dégradation des pâturages (érosion, espèces

envahissantes, embroussaillage et services écosystémiques). L'*Alalili* pourraient également jouer un rôle au niveau de la conservation de la faune et la flore (Hezron et al., 2024).

Le point 4.3 a décrit l'évolution du mode de vie des Maasaï durant les périodes précoloniale, coloniale et postcoloniale dans les districts de Longido, de Monduli et de Simanjiro. Ce sont dans ces districts que les projets carbone RTEP et LMRCPP ont été mis en place. L'objectif est de comprendre l'évolution des pratiques pastorales traditionnelles de ce peuple. Le but est aussi de comprendre quel rôle les périodes coloniale et postcoloniale ont joué dans cette évolution. Cela permet de mettre en parallèle l'évolution du mode de vie des Maasaï dans les districts de Longido, de Monduli et de Simanjiro avec l'évolution du climat, de l'état de la couverture végétale dans les pâturages et de la gouvernance foncière. Le prochain chapitre présente les deux études de cas.

4.4. Les études de cas

4.4.1. Cas 1 : Le projet « Resilient Tarangire Ecosystem Project (RTEP) »

Objectif

L'objectif du projet carbone RTEP est de générer des crédits carbone en implémentant la gestion des pâturages améliorée/intégrée (ci-après « IRM »). Ce mode de gestion des pâturages est mis en place dans les communautés de 49 villages et dans une zone de gestion de la faune et la flore sauvages dans les districts de Longido, Monduli et Simanjiro (Verra, 2023).

Baseline du projet RTEP

Il n'y a pas de baseline fournie dans le rapport Verra du projet dans la partie qui y est consacré. Cependant, divers éléments cités dans le rapport semblent y être pris en compte. La baseline du projet RTEP semble prendre en compte l'évolution des pâturages et leur dégradation attribuée au pâturage continu extensif. Le pâturage continu extensif provoquerait la diminution de la productivité primaire nette, une diminution du carbone organique, une augmentation des risques d'érosion et un changement dans la population végétale dans les pâturages. Ces effets seraient d'autant plus prononcés dans les pâturages en conditions arides ou semi-arides, comme dans le nord de la Tanzanie. De plus, la conversion des pâturages en terres de culture, l'augmentation de la population et la densité de bétail seraient la cause de l'augmentation des surfaces de sols nus. Cela exacerberait les conflits entre humains et faunes sauvages et réduirait également les surfaces disponibles pour les Maasaï. Ces derniers sont donc contraints d'utiliser des surfaces toujours plus petites de manière intensive (Verra, 2023).

La méthodologie VM0042

La méthodologie VM0042 a été développée par TerraCarbon, Indigo et Verra (Verra, 2024b). Elle est utilisée pour déterminer la quantité d'émissions de carbone que peuvent stocker des projets carbone qui implémentent, arrêtent ou modifient une pratique dans la gestion des terres agricoles. Cela peut concerner la gestion des engrais, de l'eau, la diminution, voire l'arrêt du labour, etc. Les terres concernées par la mise en place d'un projet carbone doivent être des terres agricoles ou des prairies et elles doivent le rester durant l'ensemble de la durée du projet carbone. La méthodologie VM0042 ne peut pas être utilisée si le projet carbone est mis en place sur des tourbières (Verra, 2024b).

La baseline s'établit via des données récoltées sur la gestion des terres agricoles (Annexe 5) au minimum trois ans avant le début du projet carbone. Cette période doit également inclure une rotation de cultures complète. La baseline doit permettre de démontrer que les terres sur lesquelles le projet carbone va être mis en place étaient dégradées avant le début du projet. Elle doit également démontrer que la dégradation se poursuivra sans le projet (Verra, 2024b).

L'évolution des émissions et du stockage du carbone est ensuite évaluée via trois approches proposées dans la méthodologie VM0042 (Verra, 2024b). L'**approche 1** « mesurer et modéliser » utilise un modèle biogéochimique pour évaluer le flux des émissions de GES liées à la méthanogenèse dans le sol, au stockage de carbone organique dans le sol, à l'utilisation d'engrais azotés et aux plantes fixatrices d'azote. Tous les 5 ans, la concentration en carbone organique dans le sol doit être mesurée. Les incertitudes du modèle (erreur de modélisation, d'échantillonnage et de mesures) doivent également être incluses dans le rapport d'un projet carbone. Le modèle doit être calibré afin d'améliorer sa capacité à prédire l'évolution des émissions de GES et du carbone organique du sol (Verra, 2024b). L'**approche 2** « Mesurer et remesurer » permet d'établir l'évolution de la concentration en carbone organique dans le sol en la mesurant directement. Cette approche est utilisée lorsqu'il n'y a pas de modèle disponible, que les modèles n'ont pas été validés par Verra ou encore que les modèles n'ont pas été paramétrés pour la région dans laquelle un projet carbone sera mis en place (Verra, 2024b). L'**approche 3** « Facteur de défaut » utilise ses facteurs d'émissions par défaut pour calculer les différents flux des émissions de GES (CO₂ issus de la combustion des énergies fossiles, NO₂ et CH₄ (le CH₄ issu de la méthanogenèse n'est pas pris en compte)) (Verra, 2024b).

Les puits de carbone pris en compte incluent la biomasse aérienne ligneuse (si le projet réduit considérablement ce pool), le sol et, de manière optionnelle, la biomasse ligneuse souterraine (Annexe 6). Les sources d'émissions de GES prises en compte par la méthodologie VM0042 (Annexe 7) sont le CO₂ provenant du pool de carbone organique du sol, le CH₄ issu de la fermentation entérique et des excréments et le N₂O issus des excréments, des engrais azotés et des plantes fixatrices d'azote (Verra, 2024b).

L'additionnalité doit être démontrée via l'analyse des obstacles, comme des barrières sociales ou culturelles qui bloquent le changement de pratiques. Il faut également démontrer que le changement de pratique n'est pas une pratique couramment utilisée par les populations dans la zone du projet carbone (Verra, 2024b).

Les responsables de projet carbone doivent prendre en compte les fuites liées à la mise en place du projet carbone. Les fuites de carbone sont des pertes de carbone organique dans d'autres terres que celles dans l'aire du projet carbone dues au déplacement d'une activité lors de la mise en place d'un projet carbone (Verra, 2015). La méthodologie VM0042 considère les fuites liées à l'utilisation d'engrais qui proviennent de l'extérieur du projet carbone et qui n'étaient pas utilisés avant le projet carbone. Les fuites liées au déplacement du bétail en-dehors de l'aire du projet carbone, la diminution de la productivité et les fuites liées à l'arrêt de l'utilisation de résidus de biomasse à des fins énergétiques sont également prises en compte. Cependant, la fuite de carbone est considérée comme négligeable si la somme des émissions GES due à cette fuite est inférieure à 5% de la réduction ou de la séquestration des émissions anthropiques dues à un projet carbone (Verra, 2024b).

Quantité de carbone séquestrée via le projet RTEP

La taille du projet carbone RTEP devrait atteindre environ 832 529 ha et le projet carbone devrait permettre de séquestrer 10 446 113 T de CO₂e sur 20 ans (Verra, 2023).

La gestion intégrée des pâturages et le pâturage holistique planifié

La gestion intégrée des pâturages commence par l'établissement de zones en fonction de leur utilisation durant les saisons sèches et les saisons humides. Ces zones sont ensuite subdivisées en parcelles dans lesquelles un pâturage intensif et de courte durée est mis en place. Lorsque la disponibilité en fourrage atteint 25% dans une parcelle, le bétail est déplacé vers une autre parcelle (Verra, 2023).

The Nature Conservancy aurait commencé à mettre en place ce mode de gestion des pâturages avec ses partenaires dans les communautés du nord de la Tanzanie avant le projet carbone RTEP. Selon TNC, la gestion intégrée des pâturages serait inspirée des pratiques traditionnelles de gestion des pâturages. Des coordinateur·trice·s de pâturages sont formé·e·s pour soutenir les communautés locales et superviser la mise en place de la gestion intégrée des pâturages (Verra, 2023). Les Conseils des districts de Longido, Monduli et Simanjiro ainsi que les Secrétariats régionaux des régions d'Arusha et de Manyara sont également impliqués dans la planification, la mise en place et la surveillance du projet carbone RTEP. En ce qui concerne les adventices elles sont enlevées mécaniquement par des membres de la communauté locale engagés via des contrats à durée déterminée (Darwin Initiative, 2024).

Selon les responsables du projet carbone RTEP, le pâturage intensif et de courte durée devrait allonger les temps de repos et favoriser la régénération de la végétation. Cela devrait ensuite entraîner une augmentation du stockage de carbone organique du sol grâce à l'augmentation de la productivité primaire nette annuelle. Le pâturage tournant et/ou l'installation saisonnière/temporaire de clôtures auraient permis d'améliorer la couverture végétale, la production de biomasse végétale, la diversité des espèces végétales et la qualité de la végétation en Afrique de l'Est. Cela aurait également permis de diminuer la présence d'adventices. Le pâturage tournant et la gestion intensive des parcelles favoriseraient la régénération des graminées en C₄ et des graminées pérennes (Verra, 2023).

Surveillance et digitalisation

La collecte de données sur les pâturages (leur santé et la disponibilité en fourrage) se fait via des téléphones qui sont fournis aux coordinateur·trice·s (Darwin Initiative, 2024).

Localisation

Le projet prend place dans les districts de Longido, Monduli et Simanjiro (Figure 5) (Verra, 2023). Le projet carbone a commencé dans 3 villages le 1^{er} octobre 2020 : Kitwai B, Selela et Terrat (Verra, 2023). Il inclut désormais, au total, 49 villages et une aire de gestion de la faune et la flore sauvages (Darwin Initiative, 2024).

Gouvernance foncière

Les responsables du projet travaillent soit avec des villages qui détiennent un CDOC et un plan de gestion des territoires, soit dans des villages qui se trouvent dans des zones de gestion de la faune et de la flore sauvages (Verra, 2023). Les villages qui détiennent des CDOC et un plan de gestion des territoires sont la cible prioritaire des projets carbone, car les pâturages qui s'y trouvent sont répertoriés (MISA, 2025). Cela facilite donc le développement des projets carbone ayant pour objectif de restaurer les pâturages, car il n'est plus nécessaire de faire ce recensement (Verra, 2023).

Aspect financier

Le gouvernement tanzanien a développé diverses régulations pour les marchés carbone volontaires. Tous les projets carbone mis en place dans le pays doivent s'y conformer. Il est, entre autres, demandé que plus de 50% des revenus issus de la vente des crédits carbone soient versés aux communautés locales qui y participent. Dans le cadre du projet RTEP, les villages devraient recevoir 70% des recettes brutes issues de la vente des crédits carbone (Verra, 2023).

L'argent issu de la vente des crédits carbone générés par le projet sera géré par un Fond de carbone communautaire ainsi que des mécanismes de gouvernance à l'échelle du projet et de la communauté. La répartition et l'utilisation des revenus dans des programmes ou des projets

sociaux seraient déterminées par le fond et les mécanismes de gouvernance. Ces derniers seraient élaborés par les communautés (Darwin Initiative, 2024). Il n'y a cependant pas d'indication précise quant à la composition de ces mécanismes de gouvernance (commissaire de district, Maasaï ...).

Activités autorisées dans l'aire du projet

L'écotourisme est développé par les responsables du projet carbone dans le but de diversifier les sources de revenus des Maasaï, notamment via la construction de maison d'hôte afin d'accueillir les touristes. Il y a également la volonté des responsables du projet de développer l'apiculture via la formation des femmes Maasaï. L'objectif est aussi de diversifier l'économie des Maasaï via la production de miel et d'autres produits dérivés (Darwin Initiative, 2024).

Acteur·trice·s impliqué·e·s dans le projet RTEP

Le responsable du projet RTEP est TNC. La certification du projet est organisée par Verra qui a mis en place le programme « Verified Carbon Standard » (ci-après « VCS »). Ce programme établit les principes fondamentaux et les exigences pour certifier des projets carbone sur les marchés carbone volontaires (Verra, s. d.). Le déroulement du processus de certification de Verra est résumé dans la Figure 9.



Figure 9 : Processus de certification VCS. L'étape 1 est le choix de la méthodologie pour le projet carbone. L'étape 2 est la planification de la réduction des émissions carbone via le projet carbone. L'étape 3 est la validation du projet carbone par un tiers parti indépendant. L'étape 4 est l'enregistrement du projet carbone validé avec Verra. L'étape 5 est la mise en place du projet carbone. L'étape 6 est la vérification de la réduction des émissions de carbone par un tiers parti indépendant. L'étape 7 est la demande d'approbation de la vérification du projet carbone par Verra. À l'étape 8, les crédits carbone peuvent être vendus - Source : Laude-Salcedo (2023)

Les crédits carbone émis via la certification du programme VCS représentent 63% de l'ensemble des crédits carbone générés par les cinq principaux programmes de certification. Les quatre autres programmes principaux sont l'American Carbon Registry, Climate Action Reserve, Gold Standard et le California Air Resources Board. Les projets carbone AFOLU, comme le projet RTEP et le projet LMRCF, représentent 45,9% des crédits émis via le programme VCS (Meena et al., 2024). Plus d'un milliard de crédits carbone ont été générés via des projets carbone certifiés par Verra et il y a environ 3400 projets carbone actifs à travers 125 pays dans le monde (Verra, s. d.). Verra s'occupe de la validation et la vérification du projet carbone RTEP. La vente de crédits carbone ne peut cependant pas encore avoir lieu, car le projet carbone RTEP n'a pas encore été certifié par Verra (Annexe 8). Son statut, selon le processus de certification de Verra est « under development » (Verra, 2023, 2024a).

Le projet carbone RTEP a plusieurs partenaires : TerraCarbon, Tanzania People and Wildlife, Ujamaa Community Resource Team (ci-après « UCRT ») et Northern Tanzania Rangelands Initiative (ci-après « NTRI »). Tanzania People and Wildlife est une organisation de protection de la faune et la flore sauvages. Elle a aussi pour objectif de réduire les conflits entre les populations locales et la faune sauvage. Elle est basée dans le nord de la Tanzanie, en périphérie du parc national du Tarangire (Tanzania People & Wildlife, s. d.). L'UCRT est une ONG qui a été créée à la fin des années 90'. Elle est basée dans le nord de la Tanzanie, notamment dans les districts de Simanjiro, de Monduli et de Longido. Cette organisation travaille avec les communautés autochtones de pasteurs, d'agropasteurs et de chasseurs-cueilleurs. Son objectif est de leur permettre d'obtenir des droits sur l'utilisation des ressources naturelles et sur la gestion de leurs terres dont ces communautés ont besoin pour subvenir à leurs besoins (Ujamaa Community Resource Team, 2020). L'Istituto Oikos est une ONG qui a été fondée en 1996 et qui intervient dans la protection de la biodiversité et le développement durable (Istituto Oikos, s. d.). La NTRI est un réseau collaboratif né en 2015 et composé de plusieurs organisations. Son objectif est de protéger tant le bien-être humain, que celui des animaux sauvages et celui des bétails (jornk, 2015). TNC et d'autres partenaires locaux, comme l'UCRT, Istituto Oikos et Tanzania People and Wildlife font partie de ce réseau (Verra, 2023).

Des organisations ont été engagées pour aider à la mise en place du projet carbone RTEP. Il y a le Centre international pour la recherche en agroforesterie (ci-après « ICRAF »), la GreenKilimo Tanzania, l'International Collaborative for Science, Education, and the Environment (ci-après « ICSEE ») et le National Carbon Monitoring Center. L'ICRAF est une ONG qui a été fondée en 1978 à Nairobi, au Kenya. C'est l'un des quinze centres de recherche membres du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (ci-après « CGIAR ») (IUCN, s. d.). L'ICRAF est donc un centre de recherche axé sur l'agroforesterie dans et pour toutes les régions tropicales dites « en développement » (CIFOR-ICRAF, s. d.). En ce qui concerne la GreenKilimo Tanzania, il est difficile de trouver davantage d'informations sur cette organisation. L'ICSEE est une société à but non lucratif qui est basée aux États-Unis. Cette société mène des projets qui incluent la mise en place de cuisinière, de dispositifs pour utiliser l'énergie solaire, le développement économique, l'assainissement de l'eau et l'adaptation au changement climatique. Les projets sont notamment menés dans les districts de Longido, Monduli, Simanjiro et du Ngorongoro. L'ICSEE travaille entre autres avec des Maasaï (International Collaborative, s. d.). Le « National Carbon Monitoring Center » est un centre qui surveille les stocks de carbone et les changements dans ces stocks pour le gouvernement tanzanien. Il a également pour mission de coordonner les processus de « Mesure, notification et vérification » (National Carbon Monitoring Center, s. d.). La Darwin Initiative est un programme de subventions du gouvernement britannique qui finance, entre autres, le projet RTEP (GOV.UK, s. d.).

4.4.2. Cas 2 : Le projet « Longido and Monduli Rangelands Carbon Project (LMRCP) »

Objectif

L'objectif de ce projet est de générer des crédits carbone en modifiant la gestion traditionnelle des pâturages dans les districts de Longido et de Monduli afin de restaurer les savanes (Verra, 2024a).

Baseline du projet LMRCP

La dégradation des pâturages qui serait due, selon les responsables du projet carbone LMRCP, au surpâturage constituerait l'une des raisons principales ayant motivé l'élaboration du projet. La conversion des pâturages en terres de culture ou encore en projets commerciaux et/ou résidentiels en serait une seconde raison. Selon les responsables du projet, le surpâturage serait

la conséquence de la sédentarisation des communautés qui remplacent les populations pastorales nomades. Cela entraînerait donc un manque de mobilité du bétail (Verra, 2024a). L'augmentation de la population ainsi que l'augmentation du bétail auraient doublé entre 2011 et 2016 (TAWARI, 2016 dans Verra, 2024a). Elles aggraveraient, selon les responsables de ce projet, la dégradation des pâturages. La baseline qui a été établie est donc que, sans le projet carbone LMRCF, la gestion historique des pâturages et des feux continuera en l'absence du projet carbone.

La méthodologie VM0032

La méthodologie VM0032 est l'outil qui est utilisé pour mesurer la quantité de carbone séquestré grâce au projet LMRCF. Elle a été développée par Mark Ritchie, président et fondateur de Soil for the Future, TNC et Fauna and Flora International (Verra, 2015).

Encadré 3 : Mark Ritchie

Mark Ritchie est un professeur de biologie à l'Université de Syracuse, aux États-Unis, ainsi que le directeur et le fondateur de l'entreprise Soil for the Future. Cette entreprise est le partenaire de Soil for the Future Tanzania, entre autres (Soil for the Future, s. d.). Mark Ritchie est aussi l'actionnaire principal chez CarbonSolve (CarbonSolve, s. d.). Il est l'un des acteurs principaux dans l'élaboration de la méthodologie VM0032. Il a également développé le modèle SNAPGRAZE (Soil for the Future Tanzania, s. d.). Ce modèle permet d'évaluer les effets de la gestion des pâturages sur le carbone organique du sol. Il fonctionne avec huit variables d'entrée pour le climat, le sol et la gestion. Le modèle SNAPGRAZE prend en compte les différents effets du changement de gestion des pâturages sur la couverture végétale (Ritchie, 2020a).

Encadré 3 : Mark Ritchie – Sources : Soil for the Future (s. d.), CarbonSolve (s. d.), Soil for the Future Tanzania (s. d.), Ritchie (2020a)

Cette méthodologie est utilisée pour mesurer le carbone séquestré par les projets carbone qui prennent place dans des pâturages. La séquestration du carbone dans le sol et la réduction des émissions de CH₄ peuvent se faire via : la modification de la densité et du type bétail (bovins, ovins, chevaux, chèvres, chameaux ...), la modification du calendrier et de la saison de pâturage (pâturage continu, tournant ...), la gestion du feu, l'introduction d'espèces herbacées de pâturage comme fourrage potentiel ou encore via la restauration des sols dégradés (Verra, 2015).

L'utilisation de la méthodologie VM0032 est régie par plusieurs conditions (Verra, 2015). L'aire du projet carbone doit être un pâturage qui doit avoir été pâturé et/ou sujet à la gestion par le feu dans le passé et/ou dans le cadre du projet carbone. Les terres concernées par le projet carbone peuvent également être utilisées pour des activités telles que la production de bétail, la conservation, le tourisme ou encore la chasse. Les responsables du projet carbone doivent faire en sorte que le bétail qui se trouve dans l'aire du projet reste dedans et que les limites du projet soient respectées. Il ne doit pas non plus y avoir une augmentation de la densité du bétail ou du temps passé par ce derniers dans un même enclos. La méthodologie VM0032 ne peut pas être utilisée dans les projets carbone dans lesquels la végétation est retirée de manière mécanique, si le labour est pratiqué ou si des engrais inorganiques ou issus de l'agriculture biologique sont importés. De plus, le projet carbone ne doit pas perturber de manière significative les activités

de subsistance des populations qui se trouvent dans l'aire du projet carbone (le coupe de bois pour le chauffage, l'utilisation de charbon, la vente de bois) (Verra, 2015).

La baseline d'un projet carbone doit être établie sur base de données récoltées 10 ans avant le début d'un projet carbone. Elle doit contenir des données concernant l'utilisation de la terre, la gestion des feux (fréquence, zones d'un projet carbone dans lesquelles les feux ont été allumés, période à laquelle les feux sont allumés) et la gestion du bétail (Annexe 9). Elle doit aussi contenir des informations sur l'évolution de la couverture végétale (biomasse, type de végétation ...) en fonction de la gestion des pâturages durant la période de référence (Verra, 2015). La baseline peut être créée en analysant l'évolution de la végétation dans l'aire du projet carbone de deux manières : soit via l'analyse d'images satellites des années précédentes grâce, par exemple, à des programmes comme MODIS ou Landsat soit via des données et/ou des mesures sur la zone concernée. Les données obtenues permettent ensuite de déterminer l'étendue des émissions de carbone sous forme de CO₂ ou sous forme de CH₄ (Verra, 2015). Une fois la baseline établie, le/la responsable d'un projet carbone doit estimer la quantité de carbone qui peut être séquestrée ou réduite.

La mesure de l'évolution des émissions de carbone peut se faire via deux approches : l'approche mesurée et l'approche de modélisation (Annexe 10). Ces deux approches permettent, entre autres, d'obtenir des données sur la concentration du carbone organique du sol. L'approche mesurée permet de quantifier l'évolution des émissions de carbone lorsqu'une amélioration au niveau de la séquestration du carbone et/ou de la réduction des émissions de CH₄ grâce à un projet carbone peut être démontrée. L'évolution de la concentration en carbone organique du sol est calculée lors de chaque vérification (Verra, 2015). L'approche de modélisation permet de quantifier la réduction des émissions de carbone via un modèle après que des activités connues pour séquestrer du carbone et/ou réduire les émissions de CH₄ aient été mises en place. Ces modèles doivent avoir été publiés dans des articles évalués par des pairs (SNAPGRAZE, CENTURY ...). Si les conditions d'utilisation de l'approche de modélisation (coefficient de détermination R² supérieur à 0,80 ...) ne sont pas respectées, l'approche mesurée doit être utilisée. L'incertitude au niveau des calculs effectués par les modèles utilisés doit aussi être prise en compte. Ils nécessiteront des recalibrations via des mesures sur place pour s'assurer de décrire au mieux la séquestration et la réduction des émissions de carbone réelles (Verra, 2015).

Tous les pools et les émissions de carbone ne sont pas pris en compte dans les mesures et les calculs effectués avec la méthodologie VM0032 (Annexes 11 et 12). Le pool de carbone pris en compte dans le cadre de cette méthodologie est le sol. La biomasse ligneuse aérienne peut aussi être prise en compte dans les projets carbone qui prévoient l'utilisation du feu. Les sources d'émissions de carbone prises en compte dans cette méthodologie sont le bétail et la combustion de la biomasse (le seul gaz émis qui est pris en compte est le CH₄ si la gestion du feu n'est pas prévue dans le cadre du projet. Aucune émission du sol (respiration des microorganismes ...) n'est prise en compte. Elles sont considérées par Verra comme étant en équilibre avec les apports de carbone organique dans le sol. Les autres sources d'émission de carbone sont considérées comme négligeables, notamment si le projet carbone respecte les conditions d'utilisation. Dans le cas des émissions de CH₄ en provenance du sol, elles sont considérées comme négligeables, car le sol n'est pas une tourbière (Verra, 2015).

L'additionnalité doit être déterminée par l'outil VT0001 *Tool for the Demonstration and Assessment of Additionality in VCS Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) Project Activities* (Verra, 2015).

La méthodologie VM0032 considère deux sortes de fuite de carbone : les fuites liées au déplacement du bétail et les fuites liées au marché (Verra, 2015). Les fuites liées au déplacement

du bétail sont la conséquence du déplacement du bétail qui se trouve en dehors de l'aire du projet carbone dans d'autres pâturages. En effet, il ne peut plus venir y pâturer lorsqu'un projet carbone est mis en place. Ce déplacement du bétail a pour conséquence de provoquer la diminution du carbone organique du sol dans d'autres terres. Les fuites liées au marché sont la conséquence de l'augmentation des activités d'autres producteur·trice·s d'un produit de base en dehors de l'aire d'un projet carbone. Lorsqu'un projet carbone est mis en place dans une zone, la production d'un produit de base peut y être restreinte et augmenter en dehors de l'aire du projet carbone, dans le but de compenser la diminution de l'offre de ce produit dans la zone du projet carbone (Verra, 2015).

Une surveillance du sol, de la végétation, de l'intensité du pâturage ainsi que de la fréquence et l'intensité des feux doit être effectuée par les responsables d'un projet carbone à une fréquence indiqué dans l'Annexe 10 en fonction de l'approche utilisée (Verra, 2015).

Quantité de carbone séquestrée via le projet LMRCP

Le projet devrait s'arrêter le 31 décembre 2063. Il permettrait de séquestrer environ 62 millions de T de CO₂e à l'issue du temps imparti, selon les responsables du projet carbone. Il devrait donc y avoir environ 1,553 million de T de CO₂e stocké par an en moyenne pour une surface de 970 685 ha (Verra, 2024a). Dans l'article de The Citizen (2024), 1,9 million de T de carbone par an devraient être stockés pour une surface de 2,4 millions de ha (The Citizen, 2024).

La séquestration du carbone devrait avoir lieu grâce à la régénération des pâturages via l'utilisation du pâturage tournant rapide, une variante du pâturage tournant. C'est via le modèle SNAPGRAZE que les responsables ont estimé la quantité d'émissions de carbone que le projet peut potentiellement séquestrer (Verra, 2024a).

Le pâturage tournant rapide

Le pâturage tournant rapide serait, selon les responsables du projet carbone LMRCP, une forme de High density-short duration. Cette méthode est décrite comme une méthode avec laquelle il y a un « *déplacement rapide et coordonné du bétail vers de nouvelles zones de fourrage* ». Elle permettrait, selon les responsables du projet, d'inverser la dégradation des pâturages qui serait due au surpâturage et à la sécheresse s'il est appliqué dans les bonnes conditions (Verra, 2024a).

L'utilisation du pâturage tournant rapide permettrait, selon les responsables du projet LMRCP, de laisser des temps de repos à la végétation. Cela laisserait donc le temps aux graminées pérennes de se régénérer. La régénération des graminées pérennes permettrait de séquestrer davantage de carbone dans le sol et d'éliminer les gaz à effet de serre de l'atmosphère. L'augmentation du carbone dans le sol provoquerait l'augmentation de la biodiversité végétale et l'amélioration de la capacité de rétention d'eau du sol et de la qualité du fourrage. Le fourrage de meilleure qualité devrait être bénéfique pour la faune et la flore sauvages ainsi que pour la santé du bétail (Verra, 2024a).

Localisation

Le projet se situe dans les districts de Longido et de Monduli (Figure 5) (Verra, 2024a). Il devrait s'étendre sur 970 685 ha selon Verra (2024) ou 2,4 millions d'ha selon l'article de The Citizen (2024) qui se trouve sur le site de Soil for The Future dans le nord de la Tanzanie. Il n'est pas précisé le type de savanes pris en compte dans l'aire de projet (les savanes dites « dégradées » ou les savanes dégradées et celles qui ne le sont pas ou l'aire des villages et les savanes ...).

Gouvernance foncière

Selon le cadre juridique régulant la gouvernance foncière, « *les crédits carbone générés par des activités de conservation ou de restauration ou par le contrôle d'une activité seront la propriété du propriétaire de la surface, dans ce cas le village, un ensemble de villages (par exemple, une zone de gestion de la faune sauvage), ou les propriétaires individuels de la terre à partir de laquelle ils sont générés* ». Les villages sont encore propriétaires de leurs terres, mais ils ne décident donc plus de la manière dont les pâturages sont gérés pendant la durée du projet carbone. Leur gestion est transférée à Soil for the Future Tanzania (Verra, 2024a).

Aspect financier

Pour toucher l'argent issu de la vente des crédits carbone générés par le projet, les communautés qui participent au projet ont dû signer un accord de partage des bénéfices. En échange du transfert des droits carbone à Soil for the Future Tanzania, ces communautés recevront l'argent des bénéfices (Verra, 2024a). Il n'est pas précisé comment les montants obtenus à partir de la vente de crédit carbone sont calculés et quel pourcentage du montant de la vente sera obtenu par les communautés. La méthode de répartition de cet argent entre les différents villages et les différentes communautés n'est pas non plus communiquée.

Cinq villages, Kimokuwa, Ngoswak, Sinonik, Loondolwo, et Noondoto ont commencé à exécuter ce projet alors même que ce dernier ne génère pas encore de crédits carbone (Annexe 8). Ils ont ainsi reçu 130 315,5€ (372,33 millions de shillings) après avoir signé un contrat avec Soil for the Future Tanzania. L'argent reçu servirait à financer la mise en place du pâturage tournant rapide qui permettrait, ensuite, de générer des crédits carbone. Les cinq villages ont signé un « Memorandum of Understanding and agreements », une sorte d'accord précontractuel dont les modalités seront ensuite reprises dans un contrat. Le projet prend place sur 71 656, 30 ha, ce qui représente l'ensemble des zones de pâturages communautaires dont s'occupent les résidents des 5 villages. Les villages ont également dû soumettre des propositions sur la manière dont l'argent sera dépensé. Chacun des 5 villages recevra 1,7€ (2\$) par ha dédié au projet (The Citizen, 2024).

Activités autorisées dans l'aire du projet

Il est précisé dans le rapport que certaines des terres incluses dans l'aire du projet sont dédiées à la conservation, à la chasse et au tourisme (Annexe 13) (Verra, 2024a). La surface de terres concernée n'est toutefois pas communiquée. Il n'est pas précisé si les émissions de carbone causées par le tourisme et la chasse sont prises en compte dans l'évaluation totale de la quantité de carbone stockée par le projet.

Les acteur·trice·s impliqué·e·s dans le projet carbone LMRCP

Les responsables du projet carbone LMRCP sont Soil for the Future Tanzania et CarboneSolve (Verra, 2024a). Il y a trois personnes qui gèrent cette entreprise et qui amènent leur expertise sur les projets carbone : Mark E. Ritchie, Timoty « Tim » Tear et David Evers. Mark E. Ritchie est le principal actionnaire chez CarbonSolve. Timoty Tear est le copropriétaire de CarbonSolve avec David Evers. Il est également spécialiste de la conservation en Afrique et directeur du programme « Climate Change Program » à la Biodiversity Research Institute (ci-après « BRI »). Il a également géré des programmes avec des organisations comme la Wildlife Conservation Society (ci-après « WCS »), TNC et la Frankfurt Zoological Society (ci-après « FZS »). David Evers est le fondateur, le directeur général et le scientifique en chef de la BRI (CarbonSolve, s. d.). Il est cependant noté dans le rapport de Verra que Mark Ritchie est le directeur de CarbonSolve (Annexe 14). C'est Tim Tear qui est désigné comme le directeur de Soil for the Future Tanzania (Annexe 14) (Verra, 2024a).

La certification du projet carbone est organisée par Verra (Verra, 2024a). La vente de crédits carbone ne peut cependant pas encore avoir lieu, car le projet carbone n'a pas encore été certifié par Verra (Annexe 8).

Le projet carbone LMRCF a plusieurs partenaires. Il y a la BRI qui est une ONG basée aux États-Unis (à Portland dans le Maine) (CarbonSolve, s. d.). Son objectif est d'évaluer les menaces qui pèsent sur la faune sauvage et les écosystèmes via la recherche scientifique et de sensibiliser les décideur·euse·s politiques via les résultats (Gilbert, s. d.). Il y a ensuite Converge Analytics. Il est cependant difficile de déterminer la nature de ses activités, que ce soit via son site ou LinkedIn.

Enfin, l'entreprise Volkswagen ClimatePartner est un investisseur dans le projet LMRCF (Annexes 15 et 16). Cette entreprise est le résultat d'une association entre Volkswagen kraftwerk et ClimatePartner. Son but est de développer et de financer des projets qui permettent de contribuer à lutter contre le changement climatique (Volkswagen ClimatePartner, s. d.-b).

4.4.3. Récapitulatif des acteur·trice·s impliqué·e·s dans les projets carbone RTEP et LMRCF

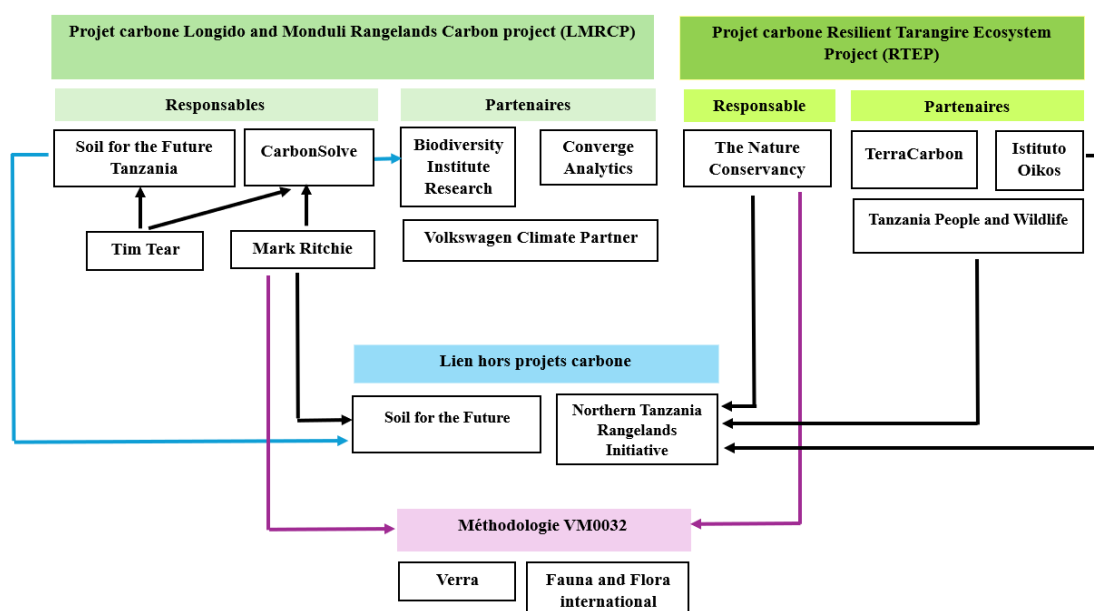


Figure 10 : Carte mentale des acteur·trice·s impliqués dans les projets carbone LMRCF et RTEP. Les flèches bleues désignent les acteur·trice·s partenaires entre eux/elles dans et/ou en-dehors d'un projet carbone. Les flèches noires désignent une personne ou un organisme qui est directeur, copropriétaire, fondateur, actionnaire d'une entreprise ou membre d'un réseau. Les flèches mauves désignent les personnes ou les organismes qui ont développé la méthodologie VM0032 –
Auteure : Loralie Lungu Embanzu

4.4.4. Récapitulatif critique

La baseline

Les rapports respectifs des deux projets carbone RTEP et LMRCF ne fournissent pas de documents contenant l'ensemble des données (pH, carbone organique, espèces végétales, NDVI, Leaf Area Index (ci-après « LAI ») ...) sur les trois (Verra, 2024b) et les dix années qui précèdent la date de la mise en place des projets carbone (Verra, 2015). Il est donc difficile de

savoir quelles données ont été utilisées pour établir la baseline. De plus, les facteurs pris en compte ou non dans l'élaboration du scénario qui sert à justifier la mise en œuvre d'un projet sont aussi sélectionnés par les responsables des projets carbone (West et al., 2024).

Par ailleurs, la modernisation, la privatisation des terres et l'agropastoralisme privé et intensif (aucune définition n'est fournie par les responsables du projet RTEP) sont également des raisons citées comme cause de la dégradation et de la réduction du nombre de pâturages (Verra, 2023). Il n'y a pourtant pas de mesures qui sont prises pour lutter contre ces problèmes dans les projets carbone RTEP et LMRCP.

La flexibilité des méthodologies de Verra

La méthodologie VM0032 et la méthodologie VM0042 laissent de la flexibilité aux responsables de projet carbone pour les appliquer.

Tout d'abord, c'est aux responsables de projet carbone de fournir la documentation et les jeux de données concernant la gestion des terres pour mettre en place la baseline (fréquence et intensité des incendies, le type de végétation, l'évolution du couvert végétal en parallèle du type de gestion des pâturages, le nombre d'animaux ...) (Verra, 2015, 2024b). Pour évaluer le nombre de têtes de bétail présentes dans l'aire du projet carbone avec la méthodologie VM0032, par exemple, les responsables de projet carbone peuvent utiliser les registres si les propriétaires en ont un, se baser sur le nombre d'enclos ou de bomas, ou encore l'estimer à partir de transects au sol. Les responsables d'un projet carbone peuvent aussi estimer le nombre d'animaux à partir d'une enquête faite auprès des propriétaires de bétail ou à partir de relevés aériens (photographie ...) (Verra, 2015). Des questions se posent aussi quant à la potentielle sur- ou sous-évaluation du bétail par ces méthodes.

Ensuite, les responsables d'un projet carbone qui utilisent la méthodologie VM0032 ou la méthodologie VM0042 ont la possibilité de choisir parmi diverses approches pour évaluer la séquestration ou la réduction des émissions de carbone (Verra, 2015, 2024b). La méthodologie VM0032 laisse le choix entre l'approche mesurée ou l'approche de modélisation. Si les responsables de projets carbone choisissent l'approche de modélisation, ils/elles ont également la liberté de choisir le logiciel qui permettra d'évaluer la réduction des émissions de carbone (Verra, 2015). La méthodologie VM0042 laisse également le choix parmi trois approches : l'approche 1, 2 ou 3. L'approche 1 inclut également l'utilisation d'un modèle dont la sélection est également laissée au soin des responsables carbone (Verra, 2024b). Chaque modèle ne demande pas la même quantité de paramètres. Le modèle CENTURY, par exemple, demande plus de vingt paramètres (Verra, 2015). Le logiciel SNAPGRAZE de Mark Ritchie ne demande que huit paramètres (Ritchie, 2020). Il y a également des modèles qui ne calculent la quantité de carbone organique qu'à certaines profondeurs du sol comme le modèle CENTURY (Verra, 2015).

En conséquence, les données fournies par les responsables de projet carbone pourraient donc surévaluer l'effet du surpâturage, par exemple, sur la végétation et le pool de carbone organique du sol. Elles pourraient également exagérer la quantité de crédits carbone générés par les projets carbone. Une étude a comparé quatre méthodologies VCS-REDD+ qui sont utilisées dans l'élaboration des bases de référence pour les projets REDD+. Bien que le type de projets carbone (REDD+) et les méthodologies soient différents, la flexibilité laissée par Verra dans le choix des méthodes a eu un impact sur les baseline établies. Les données utilisées pour établir la baseline étaient différentes en fonction du choix des jeux de données. Cela a donc impacté l'évaluation de la performance d'un projet carbone et l'évaluation de l'additionnalité. La valeur obtenue pour la quantité de carbone stockée via la conservation ou la restauration des forêts lors

de l'élaboration de la baseline était en moyenne plus de 14 fois supérieure à la valeur réelle la plus basse (West et al., 2024).

Utilisation d'une méthodologie inadaptée à un type de projet carbone

La méthodologie VM0042 est une méthodologie qui est adaptée aux projets carbone qui modifie la gestion de terres agricoles dans le but de réduire ou de séquestrer des émissions de GES (CO₂, CH₄ et NO₂). Les terres agricoles prises en compte par la méthodologie incluent, certes, les prairies. Cependant, les projets carbone RTEP et LMRCP n'ont pas pour objectif d'induire un changement dans les pratiques agricoles. De plus, selon les responsables des projets carbone RTEP et LMRCP, la conversion des pâturages en terres de cultures est considérée comme l'une des causes de la dégradation des pâturages dans le nord de la Tanzanie (Verra, 2023, 2024a).

Les sources d'émission de carbone prises en compte avec les méthodologies Verra

Les émissions de carbone provenant du sol ne sont pas prises en compte dans l'aire du projet avec la méthodologie VM0032 de Verra. Elles sont considérées comme étant à l'équilibre avec les apports de carbone organique dans le sol (Verra, 2024a). Pourtant, il y a davantage de carbone émis via la respiration des plantes et des microorganismes dans le sol que de carbone absorbé par les plantes dans les pâturages en climat aride ou semi-aride, notamment en période de sécheresse (Briske et al., 2013).

Les dix principes fondamentaux

Dix principes fondamentaux ont été établis dans le but d'assurer la transparence et l'intégrité des marchés carbone volontaires (The Integrity Council for the Voluntary Market, s. d.). Cependant les projets carbone RTEP et LMRCP ne respectent pas un certain nombre de ces principes.

Le suivi de l'utilisation des crédits carbone, la transparence ainsi que la validation et la vérification ne peuvent être assurées, car les projets carbone RTEP et LMRCP n'ont pas encore été certifiés (Annexe 8). Pourtant, ces projets carbone ont déjà commencé à être mis en place dans certains villages (Verra, 2023, 2024a; The Citizen, 2024).

L'additionnalité est difficilement vérifiable. En effet, la baseline compare une situation hypothétique sans le projet carbone avec une autre situation hypothétique avec le projet carbone. Une fois le projet mis en place, il est cependant impossible de confirmer la réalisation de la situation hypothétique sans le projet carbone. Il est donc également impossible de garantir l'effet additionnel du projet (Counsell, 2024).

La permanence de la séquestration du carbone de manière naturelle ou via un projet carbone est difficile à assurer. En effet, le carbone fait partie d'un cycle dans lequel il y a donc des entrées et des sorties (Figure 11) (Lal, 2019). Pourtant, les émissions de GES doivent rester stockées de manière permanente ou du moins pendant une durée plus longue que la période de réchauffement de l'atmosphère (des siècles ou des millénaires) pour contribuer à l'atténuation du changement climatique. Une étude a démontré que le CO₂ séquestré doit le rester pendant au moins 1000 ans pour pouvoir neutraliser les émissions de GES (Diab, 2024).

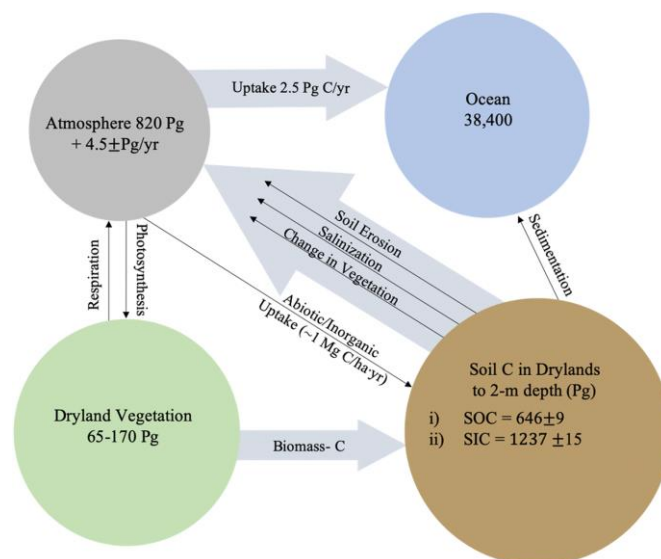


Figure 11 : Cycle du carbone en zone aride (terres cultivées, pâturages ...) dans le monde. Les ronds représentent les réservoirs de carbone. La taille de chaque rond est représentative de la quantité de carbone qui y est stocké. Les flèches noires simples représentent les processus biotiques (photosynthèse, respiration) et abiotiques (lessivage des bicarbonates, altérations des minéraux silicatés ...) qui influencent les réservoirs. Leur sens indique la direction des flux de carbone. Les flèches pleines grises représentent les flux de carbone. Leur taille est représentative des quantités de carbone transféré et leur sens indique la direction des flux (interprétation libre) – Source : Lal (2019)

De plus, les pâturages sont des écosystèmes fortement influencés par l'être humain, comme les terres cultivées. Bien que les pertes de carbone soient moins importantes dans des écosystèmes comme les prairies (Zhou et al., 2023), l'exploitation intensive des pâturages (avec une densité de bétail trop importante, par exemple) peut entraîner de pertes élevées de carbone du sol. En outre, en climats aride et semi-aride, une faible proportion de carbone reste stockée dans le sol sous forme de carbone organique, comme abordé au point 4.2.4. (Briske et al., 2013). Les rapports des projets RTEP et LMRCP ne précisent pas quelles mesures sont prises pour compenser ces pertes de carbone. Malgré les risques plus importants liés aux pertes de carbone, des projets carbone sont établis dans des pâturages relevant de ces conditions climatiques. Cela pourrait être expliqué par le fait que les prairies stockent environ 34% du carbone terrestre. Elles représentent le second réservoir de carbone le plus important juste après les forêts (39%) (Sloat et al., 2025). Elles restent donc un réservoir important de carbone malgré les pertes de carbone, notamment en climats aride et semi-aride (Briske et al., 2013).

Le principe de la « quantification fiable des réductions et des absorptions d'émissions » semble aussi difficile à respecter. L'incertitude au niveau de la séquestration du carbone dans le sol des pâturages en climat aride ou semi-aride (Briske et al., 2013) pose question quant à la capacité des projets carbone à atténuer les émissions de carbone. De plus, les méthodologies Verra qui sont les principaux outils utilisés pour mesurer la réduction ou la séquestration des émissions de carbone montrent des failles quant à leur fiabilité. Leur flexibilité peut avoir des conséquences sur l'évaluation de la quantité des émissions de carbone qu'un projet carbone peut réduire ou séquestrer (West et al., 2024). Ensuite, il n'y a pas de cadre précis quant à l'évaluation des fuites de carbone. Les données qui ont servi à calculer les fuites de carbone n'ont pas été communiquées dans les rapports des projets carbone RTEP et LMRCP. L'ensemble des données sur les sols et la végétation qui ont été introduites dans le modèle SNAPGRAZE pour les projets RTEP et LMRCP n'ont pas été communiquées. Les résultats obtenus (NVDI, LAI ...) n'ont pas non plus été fournis. Les données sur la santé des pâturages qui ont été

obtenues jusqu'à présent pour le projet RTEP n'ont pas non plus été communiquées. Il est donc difficile de vérifier de manière indépendante les résultats obtenus.

Il y a également un risque élevé de double comptage. En effet, la quasi-entière du projet LMRCF est chevauchée par une partie du projet RTEP (Figure 12). Il n'est pas mentionné dans les rapports respectifs de Verra si cela a été mis en évidence et les moyens mis en œuvre pour éviter le double comptage des émissions de GES.

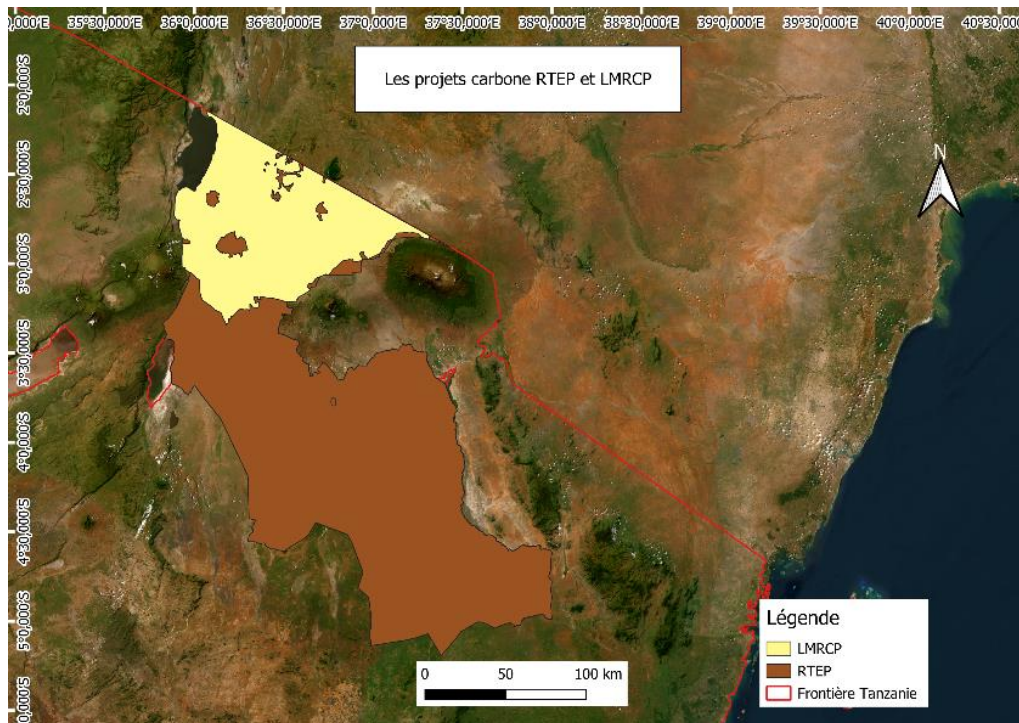


Figure 12 : Carte représentant l'emplacement du projet carbone LMRCF et du projet carbone RTEP. La zone en blanc cassé représente le projet LMRCF et la zone en brun représente le projet RTEP. Auteure : Loralie Lungu Embanzu, QGIS – Source : ESRI Satellite, Verra (2023, 2024a)

De plus, cela ne respecte pas les critères d'éligibilité de Verra, notamment le critère qui dit que « la gestion intensive des pâturages ne doit pas être une pratique courante dans la région pertinente environnante » (Verra, 2023).

Enfin, les « Avantages et garanties en matière de développement durable » sont également difficiles à garantir. Plusieurs objectifs de développement durable (ci-après « ODD ») cités dans le rapport du projet LMRCF reposent sur la génération de revenus via la vente de crédits carbone. C'est le cas des ODD « Pas de pauvreté » (1), « Faim « zéro » (2), « bonne santé et bien-être » (3), « éducation de qualité » (4), « eau propre et assainissement » (6), « travail décent et croissance économique » (8), « industrie, innovation et infrastructure » (9) et « inégalités réduites » (10) (Verra, 2024a). Cependant le projet carbone LMRCF ne peut pas encore en vendre. Les ODD 1 et 8 sont également cités dans le projet RTEP et ils reposent aussi sur les revenus issus de la vente des crédits carbone (Verra, 2023) qui ne peuvent pas encore être vendus.

5. Discussion des résultats et conclusions générales

Ce travail a eu pour but de faire une analyse critique de deux projets carbone fondés sur le pâturage tournant dans le nord de la Tanzanie, les projets « Resilient Tarangire Ecosystem Project » et « Longido and Monduli Rangelands Carbon Project », en regard des pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï. Cette analyse a permis de dégager des points de discussion (Figure 6) et cette section se propose de revenir dessus.

5.1. Point de discussion 1 : Le pâturage tournant et les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï

Les partisan·e·s du pâturage tournant, notamment certain·e·s responsables de projets carbone, affirment que certaines variantes du pâturage tournant auraient été inspirées des pratiques traditionnelles des populations locales. C'est ce qu'affirment notamment Mark Ritchie dans le rapport de Verra sur le projet carbone LMRCF et les responsables du projet RTEP (Verra, 2023, 2024a). Il y a pourtant de nombreuses différences entre le pâturage tournant et le pastoralisme. De plus, il est estimé par les responsables de projets carbone que ces mêmes pratiques provoquent la dégradation des pâturages (Verra, 2023, 2024a). Cette section revient sur l'origine du pâturage tournant et ses principales différences avec les pratiques traditionnelles.

5.1.1. L'élaboration du pâturage tournant

Les premières descriptions du pâturage tournant de James Anderson (Briske et al., 2008) sont basées sur des théories élaborées en Écosse. Les recherches d'André Voisin sont basées sur des observations dans les prairies de sa ferme en Normandie (Voisin, 2018). Les recherches d'Allan Savory sont basées, entre autres, sur les recherches d'A. Voisin (Hawkins, 2017) et sur les troupeaux d'herbivores sauvages (TED, 2013). Les principales conditions climatiques dans lesquelles le pâturage tournant et ses variantes ont été élaborés et testés sont donc en climat tempéré (Voisin, 2018; Pinheiro Machado Filho et al., 2021), dans les prairies des Grandes Plaines et en pâturages ensemencés en zones continentales arides (Holechek et al., 2000). Le climat tempéré n'est pas caractérisé par une forte variabilité des précipitations, comme dans le nord de la Tanzanie (Homewood & Rodgers, 1991; Butt, 2010). La végétation des pâturages utilisés par les Maasaï est influencée par les êtres humains, le bétail et la faune sauvage, mais elle n'est pas semée (Chesworth, 2008; Relyea & Ricklefs, 2019). Enfin, bien que les promoteur·trice·s du pâturage tournant prétendent que son élaboration s'inspire des pratiques traditionnelles des Maasaï, les documents consultés dans le cadre de ce travail ne mentionnent pas la participation des Maasaï.

5.1.2. La mobilité du bétail

Les deux modes de gestion des pâturages sont, certes, caractérisés par la mobilité du bétail. Cependant, le pastoralisme prend place entre différents macro-paysages (plaines, hauts plateaux ...) (Mapinduzi et al., 2003) alors que le pâturage tournant a lieu au sein d'une même parcelle divisée en sous-parcelles (Briske et al., 2011; Hawkins et al., 2017; Gosnell, Grimm, et al., 2020). La mobilité du bétail à travers différents macro-paysages est une stratégie utilisée pour faire face à la variabilité des précipitations qui exerce une influence sur la disponibilité en fourrage. Elle permet aussi d'éviter les foyers de maladies (Butt, 2010; Homewood & Rodgers, 1991; Mapinduzi et al., 2003). Le rapport du projet carbone RTEP mentionne que le pâturage tournant est adapté lors des saisons sèches et des saisons humides. Le rapport du projet LMRCF mentionne que l'aire du projet englobe des terres utilisables en saisons sèches et en saisons humides (Verra, 2023, 2024a). Cependant, il n'y a pas d'informations, dans les rapports des deux projets carbone, sur les mesures qui sont prises en ce qui concerne la disponibilité de l'eau ou encore les mesures qui sont prises pour la gestion des maladies.

5.1.3. Utilisation du feu

L'utilisation du feu n'est pas mentionnée dans les différentes théories qui ont permis l'élaboration du pâturage tournant et ses variantes (Briske et al., 2008, 2011; TED, 2013; Hawkins, 2017; Voisin, 2018; Gosnell, Grimm, et al., 2020) alors qu'il est traditionnellement utilisé par les Maasaï. Depuis la période coloniale, cette pratique a, cependant, été progressivement limitée, voire interdite malgré ces effets positifs sur la qualité et la quantité de végétation, la biodiversité, le contrôle de la transmission des maladies et les incendies en fin de saisons sèches (Amnesty International, 2023; Homewood & Rodgers, 1991; Butz, 2009).

Bien que l'utilisation du feu n'est mentionnée dans les rapports des projets carbone RTEP et LMRCF, Tear et al. (2021) expliquent que les feux qui sont allumés en début de saison sèche en suivant un agencement spatial en mosaïque ont de nombreux effets bénéfiques, comme expliqué au point 4.2.3. (Tear et al., 2021). Selon ces auteur·trice·s, des projets carbone utilisant la gestion du feu en mosaïque en début de saison sèche permettraient d'arrêter, voire d'inverser le déclin des populations d'herbivores et de lions dans les aires protégées. Malgré que la gestion des feux par les Maasaï corresponde à ce qui est décrit dans cet article scientifique (Butz, 2009), Tear et al. (2021) ne fait pas état d'une volonté de collaborer avec les populations qui détiennent pourtant ces connaissances (Tear et al., 2021). Rappelons que l'auteur principal de l'article, Tim Tear, est l'un des responsables du projet carbone LMRCF.

5.1.4. La gestion des maladies et des adventices

Les temps de repos trop importants dans les zones de pâturages (comme les prairies) situées dans le nord de la Tanzanie pourraient augmenter les risques d'embroussaillage, surtout en l'absence de feu. La gestion des adventices se fait mécaniquement dans le projet RTEP, mais il n'y a pas d'informations pour le projet LMRCF.

Par ailleurs, la broussaille représente un milieu favorable au développement des tiques porteuses de maladies. Entre la fin des années '60 et 1982, les pasteur·e·s ont été exclu·e·s de la zone de conservation du Ngorongoro et l'utilisation du feu y avait été interdite, ce qui a mené à l'augmentation de la broussaille et du nombre de tiques (Homewood & Rodgers, 1991). Les rapports des projets carbone RTEP et LMRCF ne mentionnent pourtant pas si des mesures sont prises pour lutter contre ces deux problèmes.

5.2. Point de discussion 2 : le pâturage tournant et les crédits carbone

Les responsables des projets RTEP et LMRCF prétendent que le pâturage tournant va augmenter la séquestration du carbone organique dans le sol. Cependant, l'efficacité du pâturage tournant au niveau de la séquestration du carbone organique dans le sol n'est pas démontrée.

5.2.1. Absence de preuves scientifiques sur le pâturage tournant

La recherche documentaire n'a pas permis de trouver d'études démontrant la capacité du pâturage tournant à augmenter la séquestration du carbone organique du sol par rapport aux pratiques traditionnelles des Maasaï. Elle n'a pas non plus permis de trouver d'études qui démontrent la capacité du pâturage tournant à restaurer les savanes dégradées dans le nord de la Tanzanie.

L'efficacité du pâturage tournant en climats tempéré, tropical et continental semi-aride à humide a été testée uniquement en comparaison avec le pâturage continu (Teague & Dowhower, 2003; Teague et al., 2004; Oates et al., 2011; Gosnell, Grimm, et al., 2020) ou avec des systèmes de cultures (Chaplot et al., 2016; Pinheiro Machado Filho et al., 2021). Le pâturage continu est un type de pâturage dans lequel la surface dédiée au troupeau n'est pas cloisonnée (Bott et al., 2013). Les animaux pâturent sans période de repos dans un enclos (Bott et al., 2013) et

l'ensemble de la parcelle est utilisé durant une partie ou l'entièreté de la période de croissance des plantes (Hawkins, 2017). Lorsque les animaux sont retirés d'un pâturage ou que le système est interrompu, c'est appelé « pâturage pseudo-continu » (Bott et al., 2013). Le pâturage continu n'est donc pas un mode de gestion de pâturage pratiqué par les Maasaï. De plus, les résultats relatifs à l'efficacité du pâturage tournant par rapport au pâturage continu sont contradictoires ou peu significatifs (Holechek et al., 2000; Teague & Dowhower, 2003; Teague et al., 2004; Briske et al., 2008; Oates et al., 2011; Briske et al., 2013, 2014; Hawkins, 2017; Hawkins et al., 2017, 2022).

5.2.2. Séquestration du carbone dans le sol via les projets RTEP et LMRCP

En climats aride et semi-aride, notamment en période de sécheresse, la quantité de carbone émise est supérieure à la quantité de carbone absorbée dans la végétation. C'est dû à la respiration des plantes et des microorganismes dans le sol qui affecte la capacité des sols à stocker du carbone (Briske et al., 2013). De plus, les conditions climatiques en climat tropical accélèrent la décomposition de la MO (Relyea & Ricklefs, 2019). L'exclusion du pâturage sur le long terme affecte également la capacité des sols à séquestrer du carbone organique. Elle peut soit stagner soit diminuer (Zhu et al., 2021; Thorhallsdottir & Gudmundsson, 2023). Par ailleurs, l'exclusion du pâturage sur le long terme peut aussi avoir des effets négatifs sur la biomasse souterraine, ce qui affecte aussi la capacité des sols à stocker du carbone organique (Zhu et al., 2021; Thorhallsdottir & Gudmundsson, 2023). Il n'y a pas d'informations dans les rapports des projets RTEP et LMRCP sur la manière dont ces paramètres sont pris en compte lors de la mise en place du pâturage tournant.

Par ailleurs, les responsables du projet carbone RTEP, eux-mêmes, admettent qu'il y a des incertitudes quant aux estimations de la quantité de carbone organique du sol séquestré suite à la mise en place de la gestion intégrée des pâturages. Cependant, ils/elles estiment que le projet RTEP peut tout de même avoir un impact positif sur la séquestration nette de carbone organique du sol (Verra, 2023).

5.2.3. Impact réel et vérifiable des projets carbone RTEP et LMRCP

La flexibilité des méthodologies Verra laissée aux responsables de projets carbone affecte l'évaluation de la séquestration du carbone par les projets carbone RTEP et LMRCP. Le choix du jeu de données pour établir la baseline, le choix de l'approche pour évaluer le carbone séquestré, le choix du modèle et le choix des sources de carbone considérées peuvent donner des résultats qui sur- ou sous-estiment les quantités de carbone séquestrées (Verra, 2015, 2024b; West et al., 2024).

Il est également difficile de s'assurer de l'intégrité des projets carbone RTEP et LMRCP selon les dix principes de l'ICVCM. En effet, un certain nombre de principes ne sont pas respectés : le suivi, l'additionnalité, la permanence, la quantification fiable des réductions et des absorptions d'émission, le double comptage et les avantages et garanties en matière de développement durable. Il n'est donc pas possible d'affirmer que les crédits carbone qui seront générés sont issus d'activités qui ont un impact réel et vérifiable sur les émissions de GES.

Toutes ces incertitudes posent donc question quant à la capacité des projets carbone RTEP et LMRCP à séquestrer la quantité de carbone annoncée et à restaurer les savanes dites dégradées. Des questions se posent aussi quant à la mise en place de ces projets carbone qui modifient le mode de vie des populations locales, dont les Maasaï, malgré ces incertitudes.

5.2.4. Conflits d'intérêts

La méthodologie VM0032 validée par Verra permet d'évaluer la quantité de carbone séquestrée ou réduite par un projet carbone mis en place dans des pâturages. Cette méthodologie a été

créée par Mark Ritchie de Soil for the Future, TNC et Fauna and Flora International (Verra, 2015). Mark Ritchie est l'un des promoteurs du projet carbone LMRCF et il utilise donc sa propre méthodologie pour évaluer la quantité de carbone séquestrée. Par ailleurs, le modèle utilisé pour modéliser la séquestration du carbone est le modèle SNAPGRAZE (Verra, 2024a) qui a aussi été créé par Mark Ritchie (Ritchie, 2020). De plus, TNC est l'un des responsables du projet carbone RTEP (Verra, 2023).

Enfin, certains organismes qui certifient les projets carbone, comme Verra, recevraient également une part de l'argent issu de la vente des crédits carbone générés par les projets qu'ils certifient (DW Planet A, 2025).

En somme, il y a donc plusieurs conflits d'intérêts enchevêtrés qui font poser question quant la crédibilité des deux projets carbone.

5.3. Point de discussion 3 : le pastoralisme et les crédits carbone

Les responsables du projet carbone LMRCF, entre autres, affirment que la mise en place de ce projet encouragera les communautés locales à préserver les pratiques pastorales des Maasaï (Verra, 2024a). Cependant, ces projets carbone semblent affecter de manière négative le mode de vie des Maasaï. Cette section explore ces différents impacts, tels que nous pouvons les anticiper.

5.3.1. La baseline des projets RTEP et LMRCF

Les projets carbone LMRCF et RTEP prétendent que les pâturages sont dégradés par le surpâturage, la sédentarisation et la conversion des pâturages en zone de cultures. Pourtant, aucune donnée confirmant ces affirmations n'a été fournie.

Le surpâturage

Les rapports des deux projets carbone prennent comme baseline une situation de dégradation des pâturages qu'ils attribuent au surpâturage dans les rapports de ces projets carbone. Cette situation est évaluée sur base d'un parallèle entre l'évolution de la gestion des pâturages par les Maasaï et l'évolution de la dégradation des savanes au cours du temps. (Verra, 2023, 2024a). Cependant, il n'a pas été démontré que les zones concernées sont touchées par le surpâturage ou que les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï sont la cause unique et directe du surpâturage.

La sédentarisation

La sédentarisation des Maasaï est une autre cause qui expliquerait la dégradation des pâturages dans les rapports des projets RTEP et LMRCF (Verra, 2023, 2024a). Selon les responsables du projet carbone RTEP, elle serait la conséquence de la modernisation et de la colonisation. Cela aurait poussé à l'individualisation de la gestion des pâturages chez les Maasaï qui serait moins coordonnée entre les familles, ce qui provoquerait du surpâturage (Verra, 2023). Cependant, les données concernant le pourcentage de Maasaï sédentarisé·e·s dans les districts de Longido de Monduli et de Simanjiro n'ont pas été fournies. Par ailleurs, la sédentarisation de certains membres de la famille ne signifie pas que le bétail est moins mobile (Coast, 2002). En effet, l'ensemble de la famille ne suit pas le bétail dans ses mouvements. Les femmes restent dans les villages et elles s'occupent des bomas et des enfants pendant que les hommes s'occupent de faire pâturer le bétail (Amnesty International, 2023). En ce qui concerne la pratique de l'agriculture, seuls les membres qui s'occupent des terres de cultures restent sur place tandis que le reste se déplace. Par ailleurs, l'agriculture et la scolarisation étant citées comme des causes de la sédentarisation (Coast, 2002), il aurait été intéressant d'avoir des données à ce sujet ainsi que sur l'exode rural des jeunes.

La conversion des pâturages en terres de culture

Une autre raison avancée pour justifier la mise en place de projets carbone RTEP et LMRCP est la conversion des pâturages en terres de cultures (Verra, 2023, 2024a). Selon Nkedianye et al. (2020), il y aurait une augmentation de la conversion des pâturages extensifs en terres de cultures dans le district de Simanjiro, entre autres. Cette conversion est motivée par une augmentation de personnes appartenant à la communauté agricole. Ces dernières sont intéressées par l'agriculture de subsistance et l'agriculture commerciale (Nkedianye et al., 2020). La recherche documentaire n'a pas permis de trouver des informations pour les districts de Longido et Monduli.

Par ailleurs, les districts de Longido, de Monduli et de Simanjiro sont des zones avec des conditions climatiques arides ou semi-arides (Verhoeve et al., 2021). Elles sont caractérisées par une forte variabilité saisonnière et annuelle (Mapinduzi et al., 2003) au niveau des précipitations et donc de la production primaire (Homewood & Rodgers, 1991). Ces conditions rendent l'agriculture pluviale difficile (Nkedianye et al., 2020,).

5.3.2. Infériorisation et criminalisation des pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï

Les pratiques ancestrales des peuples autochtones sont généralement vues par le corps scientifique comme des pratiques rétrogrades, notamment en ce qui concerne les sciences animales (Snapp & Pound, 2008). Dans le domaine scientifique, une hiérarchie est maintenue entre le Nord et le Sud global, et entre les Occidentaux et les peuples autochtones via la production des savoirs et via des actions (L'Observatoire Terre-Monde, 2024) (les aires protégées, l'accaparement des terres ...). C'est dans ce contexte que s'inscrivent les projets carbone. Ils amènent des techniques fondées sur base de la science occidentale et perpétuent un discours qui voit les pasteurs comme une menace pour la faune et la flore sauvages. Pourtant l'étude de Homewood et Rodgers (1991) a conclu qu'ils/elles ne représentaient pas une menace pour la faune et la flore sauvages. Elle a également conclu que travailler avec les Maasaï à leur conservation serait bénéfique (Homewood & Rodgers, 1991).

5.3.3. La modernisation des pratiques traditionnelles des peuples autochtones

La gestion des pâturages par les populations locales en Tanzanie est accusée d'être la cause du surpâturage. En réponse, les projets carbone apportent des pratiques jugées plus « modernes » et bénéfiques pour les pâturages, le climat et les communautés locales (Darwin Initiative, 2024; Verra, 2023, 2024a), sans pour autant faire participer ces dernières à leur élaboration (Ferdinand, 2019).

Cela va de pair avec une volonté de changer la mentalité de Maasaï et leur manière de considérer leur troupeau. Les Maasaï considèrent leur bétail comme une forme de prestige et de richesse. Les responsables du projet carbone RTEP ont engagé l'ICSEE dans le but de leur faire adopter une mentalité où le bétail est considéré comme un moyen de contrôler la pression de pâturage et comme une source de revenus via notamment l'engraissement du bétail (Darwin Initiative, 2024). Les stratégies de gestion des troupeaux entre l'élevage commercial et le pastoralisme sont différentes, car les objectifs ne sont pas les mêmes. Dans le cadre de l'élevage commercial, la gestion du bétail est davantage axée sur le taux de stockage optimal, l'espèce et le taux de croissance maximal dans les premières années. L'objectif est d'avoir une vente et un taux de renouvellement qui soient rapides, et qui permettent de gagner davantage d'argent. La gestion du troupeau par les pasteurs est davantage axée sur la survie à long terme de leur troupeau. Les animaux dont la production de lait, par exemple, n'est plus maximale sont tout de même conservés au sein du troupeau, car ils sont plus résistants aux maladies et à la sécheresse (Homewood & Rodgers, 1991).

5.3.4. Aspects financiers et risques

Les changements demandés lors du passage du pastoralisme au pâturage tournant demandent des investissements importants.

Les pasteur·e·s doivent s'adapter à un nouveau mode de gestion des pâturages. Le pâturage tournant implique de contrôler la densité des animaux, le nombre de parcelles ainsi que les périodes de pâturage et de repos (Briske et al., 2008). Tous les investissements nécessaires pour changer de mode de gestion reposent sur les épaules des populations qui vivent dans les villages ayant signé un contrat avec des responsables de projets carbone (Sherren et al., 2012). C'est, par exemple, aux populations d'investir dans l'installation de points d'eau en suffisance pour le bétail (Briske et al., 2011). Il y a aussi l'investissement dans les clôtures (Hawkins et al., 2022). De plus, la transition de pratiques traditionnelles vers un type de pâturages tournants demande du temps et l'acquisition de capacités de gestion. Des études ont montré que la transition d'un pâturage continu, par exemple, vers un pâturage tournant intensif pouvait mettre 2 à 3 ans (Briske et al., 2014).

En ce qui concerne les projets carbone RTEP et LMRCP, le montant des investissements nécessaires pour mettre en place les variantes du pâturage tournant et pour engager des coordinateur·trice·s de pâturages n'a pas été communiqué (Darwin Initiative, 2024; Verra, 2023, 2024a). Il n'est pas non plus précisé si ce coût est identique pour tous les types d'élevage (vaches, moutons, chèvres ...). Il est également difficile d'estimer au préalable la densité de bétail, le nombre de parcelles ainsi que les temps de repos et les temps de pâturage adéquats lors de la mise en place du pâturage tournant. Le nombre d'essais nécessaires pour adapter chaque paramètre à un pâturage en particulier et les potentielles erreurs peuvent représenter un grand coût.

Le discours des promoteur·trice·s de projets carbone semble induire que la vente de crédits carbone va compenser les investissements nécessaires à la mise en place du pâturage tournant. Cependant, cette compensation financière ne semble pas être une solution au problème du coût financier du changement de pratiques (Holechek et al., 2000; Gosnell, Charnley, et al., 2020). Par ailleurs, le pourcentage que les villages impliqués dans les projets carbone devraient recevoir n'est pas toujours communiqué, comme dans le cas du projet carbone LMRCP (Verra, 2024). Il n'est pas non plus toujours expliqué comment ces gains seront répartis au sein des populations qui y participent. Par ailleurs, les populations impliquées dans les projets carbone RTEP et LMRCP ne peuvent pas encore toucher l'argent issu de la vente des crédits carbone. En effet, aucun des deux projets carbone n'a encore été certifié par Verra (Annexe 8) (Verra, 2023, 2024a).

Enfin, les risques liés à la mise en place du pâturage tournant notamment au niveau des productivités primaire et secondaire et du sol (comme cité au point 4.2.5) peuvent impacter négativement les retours financiers (Holechek et al., 2000; Briske et al., 2008; Hawkins, 2017).

5.3.5. Perte de mobilité et de contrôle des terres

Les Maasaï traversent des villages et franchissent des frontières avec les régions limitrophes selon les années et les conditions saisonnières (Figure 8) (Homewood & Rodgers, 1991). Cependant, pour éviter les fuites de carbone, le bétail qui se trouverait en dehors de l'aire des projets carbone RTEP et LMRCP ne peut plus y accéder dès qu'ils commencent sans risquer de perturber la séquestration de carbone dans le sol et donc la création de crédits carbone. Le bétail qui se trouve dans l'aire de ces projets carbone ne peut pas être déplacé à l'extérieur (Verra, 2023, 2024a). Cela implique que les Maasaï dont les terres sont incluses dans l'aire des projets carbone et dont le mode de vie dépend de la mobilité, de leur bétail et des terres (McCabe et al.,

2010; Obedy et al., 2018; National Geographic Society, 2024) perdent cette mobilité comme outil de gestion des pâturages.

5.3.6. Absence du Consentement préalable, libre et éclairé

La « Déclaration sur les droits des Peuples autochtones » exige que les États et autres types d'acteur·trice·s qui mettent en place un projet sur des terres ou des territoires de peuples autochtones obtiennent un Consentement préalable, libre et éclairé (« Free Prior and Informed Consent » (FPIC)) de ces derniers. Le consentement doit être « Libre » donc obtenu en l'absence de coercition, de menaces ou d'intimidation. Il doit être « Préalable » donc il doit avoir été obtenu suffisamment longtemps avant l'autorisation ou le début d'une activité. Enfin, le consentement doit être « Éclairé ». Cela signifie que les États doivent fournir toutes les informations relatives au projet, son objectif, sa localisation, les risques et les procédures nécessaires pour le mettre en place (OHCHR, 2018). Cependant, les responsables des projets carbone ne communiquent pas forcément l'ensemble des informations concernant les projets carbone (définition, nature des projets carbone, conséquences de sa mise en place ...) qui vont prendre place sur les terres des Maasäi (MISA, 2025). Les Maasäi qui signent un contrat avec le/a promoteur·trice d'un projet carbone ne sont donc pas tenu·e·s au courant des conséquences d'une annulation de contrat, que ce soit de leur part ou de celle des responsables d'un projet carbone. Les sections prévues à cet effet ont été laissées vides dans les rapports de Verra sur les projets RTEP et LMRCP (Verra, 2023, 2024a). Il n'y a donc aucune information disponible sur de potentielles indemnisations et l'étendue de ces indemnisations en cas d'annulation d'un contrat. Il n'y a pas non plus d'informations sur ce qu'il se passe en cas rupture de contrat due à cas de forces majeures telles que des catastrophes naturelles, comme des sécheresses ou des inondations.

5.3.7. La chasse et le tourisme

Alors que les pratiques pastorales traditionnelles des Maasäi sont rendues responsables de la dégradation des pâturages, les activités telles que la chasse et le tourisme sont autorisées dans les projets RTEP et LMRCP (Annexe 13) (Verra, 2023, 2024a) sans être questionnées. Il est spécifié dans le rapport Verra du projet LMRCP que certaines terres qui se trouvent dans l'aire du projet carbone et qui étaient dédiées au tourisme, à la chasse ou à la conservation le resteront (Verra, 2024a). Les responsables du projet carbone RTEP souhaitent eux mettre en place l'« écotourisme » (Darwin Initiative, 2024).

Des questions se posent quant à l'impact du développement de l'écotourisme sur la mobilité des Maasäi. La sédentarisation est pourtant une raison fournie pour expliquer la dégradation des pâturages et pour justifier la mise en place des projets carbone. Les activités comme le tourisme et la chasse s'accompagnent notamment d'effets négatifs qui résultent, entre autres, de l'augmentation du nombre de routes et du trafic routier. Cela entraîne l'augmentation du nombre d'accidents entre des véhicules et des animaux. Il y a également un apport de graines de plantes par les touristes qui peuvent devenir invasives. Le développement de nouveaux itinéraires par les guides touristiques dans le cadre des safaris accentue, par ailleurs, la fragmentation du paysage (Longo, 2023).

5.3.8. Nouvelle forme de colonialisme vert

Tout comme la protection de la faune et la flore sauvages via la mise en place d'aires protégées, la restauration des pâturages dits « dégradés » dans le nord de la Tanzanie via des projets carbone risque de priver les Maasäi de leurs terres. Cela s'apparente à une nouvelle forme de colonialisme : le colonialisme vert. Le colonialisme vert est un phénomène qui caractérise la mise en place de modèle de conservation par des acteur·trice·s des pays du Nord global, tels que les ONG de conservation, dans les pays du Sud global. Ces projets ciblent souvent les

territoires des peuples autochtones. Ces derniers finissent soit par en être expulsés soit par être intégrés dans des Parcs nationaux (Amnesty International, 2021) au sein desquels leurs pratiques sont limitées au nom de la protection de la nature (Butz, 2009; Amnesty International, 2023). Les ONG de conservation du Nord global sont financées par les gouvernements du Nord global pour imposer un modèle qui menace les peuples autochtones dans les pays du Sud global (Amnesty International, 2021). La mise en place d'aires protégées en Tanzanie a commencé sous l'administration coloniale britannique, avec notamment la construction du Parc national du Serengeti en 1952. Cela s'est accompagné de l'expulsion des Maasaï de leurs terres ancestrales sous prétexte de surpâturage qui dégraderait les savanes et sous prétexte de protection de la faune sauvage (Amnesty International, 2023). En ce qui concerne les projets carbone, les pratiques pastorales traditionnelles ne sont pas seulement limitées, elles sont modifiées afin de restaurer les savanes dégradées (Verra, 2023, 2024a).

5.4. Conclusion, limites et perspectives

Le pâturage tournant a été pensé et développé initialement par des scientifiques en grande partie en climats tempérés (Pinheiro Machado Filho et al., 2021). Il n'a pas été démontré que le pâturage tournant soit significativement plus efficace que le pâturage continu au niveau de la séquestration du carbone et de la restauration des pâturages (Teague et al., 2004). Les expériences ne permettent donc pas de conclure que le pâturage tournant permettra de restaurer les pâturages dans le nord de la Tanzanie. Elles ne permettent pas non plus d'établir que le pâturage tournant permettra de séquestrer davantage de carbone dans le sol que les pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï. La recherche documentaire n'a pas permis de trouver des études qui font une comparaison quantitative entre le pâturage tournant et les pratiques pastorales des Maasaï dans le nord de la Tanzanie. Les projets RTEP et LMRCP sont mis en place malgré ces incertitudes. Il n'y a pas d'informations sur l'effet de différents types de bétail sur le stockage de carbone organique du sol. Par ailleurs, les deux projets carbone ne peuvent, à ce stade, pas encore vendre de crédits carbone. Enfin, indépendamment du mode de gestion des pâturages, la densité du bétail, les conditions climatiques et la qualité de la gestion des pâturages semblent être les principaux facteurs qui jouent un rôle sur la santé des pâturages (Holechek et al., 2000; Teague & Dowhower, 2003; Teague et al., 2004; Briske et al., 2008).

Les responsables des projets carbone RTEP et LMRCP estiment que les pratiques des populations locales, dont les Maasaï, sont responsables de la dégradation des pâturages (Verra, 2023, 2024a). Pourtant, ils ne fournissent aucun document démontrant que les pâturages dans cette zone sont dégradés et que la gestion des pâturages des Maasaï en est la cause exclusive. Ce travail a permis de mettre en évidence l'évolution des pratiques pastorales traditionnelles des Maasaï et leurs effets sur les terres de pâturage notamment. Les Maasaï vivent dans le nord de la Tanzanie depuis des siècles, c'est-à-dire, bien avant la mise en place de parcs nationaux, d'aires protégées et de projets carbone (Amnesty International, 2023). Leur mode de vie a influencé les écosystèmes dans ces régions, entre autres (Homewood & Rodgers, 1991). Cependant, la quantité de terres accessibles aux Maasaï diminue progressivement au profit des aires protégées, du tourisme, de la chasse et, plus récemment des projets carbone (Homewood & Rodgers, 1991; Amnesty International, 2023; Verra, 2023, 2024a). La perte de leurs terres signifie pour les Maasaï la perte de sites sacrés nécessaires à la réalisation de certains rituels ainsi qu'à la fabrication d'artefacts à partir des ressources de ces sites sacrés. Cela les empêche de faire perdurer leurs traditions et leur culture (Juliana Naini Mashati et al., 2025). Elle a aussi pour conséquence de pousser une population de même taille voire croissante à faire pâturer leur bétail sur des surfaces de terres de plus en plus réduites (Homewood & Rodgers, 1991; Amnesty International, 2023; Verra, 2023, 2024a). Le changement climatique lié à l'augmentation des températures, notamment dans les districts de Longido et Monduli contribue à la dégradation du couvert végétal (Verhoeve et al., 2021). Il est également important de prendre en compte le

rôle de la faune sauvage, par exemple, dans le surpâturage, l'érosion des sols et les carences en nutriments dans le sol (Homewood & Rodgers, 1991).

Comme indiqué ci-dessus, le projet carbone s'apparente donc bien à une nouvelle forme de colonialisme vert. Malcom Ferdinand, chercheur au CNRS martiniquais (L'Observatoire Terre-Monde, 2024), parle de « la violence de la page blanche » en lien avec la vision coloniale et la vision environnementaliste de la nature vue comme « vierges » et « sauvages » (Ferdinand, 2019). Dans le cas de la vision coloniale, l'ensemble des éléments humains et non humains (animaux, terres, forêts ...) ont été considérés comme une page blanche que le colon a été libre de réécrire. En d'autres termes, il s'est donc considéré comme libre d'exploiter ces éléments pour ses propres bénéfices. Dans le cas de la vision environnementaliste, il y a également une volonté de considérer la nature comme une page blanche. La présence des peuples autochtones, leur histoire et leur impact sur leur environnement grâce à leurs pratiques ancestrales sont niés (Ferdinand, 2019). Des adeptes de la pensée environnementaliste considéraient que les peuples autochtones n'avaient aucun impact sur la préservation de leur environnement. Ils/elles pensaient également que ces populations étaient primitives. Ces peuples n'avaient donc, selon eux/elles, aucun droit de rester dans cette nature « sauvage » (Longo, 2023). Ils étaient et sont encore alors expulsés de leur lieu de vie sous prétexte de préservation de l'environnement (Ferdinand, 2019). Ça a notamment été le cas lors de la mise en place du Parc national du Serengeti (Amnesty International, 2023). En ce qui concerne les Maasaï, une partie importante des grandes savanes d'Afrique de l'Est se trouve dans leurs terres. Ce sont, par ailleurs, ces terres qui sont accaparées depuis la période coloniale. Par ailleurs, la végétation dans le nord de la Tanzanie, notamment, est adaptée au pâturage et au feu (Homewood & Rodgers, 1991; Chesworth, 2008; Relyea & Ricklefs, 2019). C'est le cas, par exemple, de la graminée pérenne *Themeda triandra*, dont la croissance est stimulée par une défoliation modérée. Sa survie dépend aussi de l'utilisation du feu durant la saison sèche (Homewood & Rodgers, 1991). Des végétations spontanées, comme dans les savanes, entre autres, qui ont évolué sous l'effet de pâturage (par des herbivores sauvages et/ou domestiqués) et du feu pourraient donc mal réagir à l'exclusion totale de grands herbivores pendant trop longtemps.

5.4.1. Limites et perspectives

Plusieurs aspects ont été abordés dans cette étude, mais tous n'ont pas pu être abordés en profondeur. La recherche documentaire n'a pas permis de visualiser les trajets exacts des Maasaï en fonction des saisons sèches et des saisons humides et, plus globalement, en fonction de la ZCIT dans le nord de la Tanzanie. Cela contribuerait à démontrer la nécessité d'un mode de vie mobile dans cette zone, entre autres. Les effets de la mise en place du pâturage tournant, dans le cadre des projets carbone RTEP et LMRCF, sur la faune et la flore sauvages et les plantes en C₃ et en C₄ n'ont pas été abordés dans ce travail. Cette étude n'a pas non plus pu aborder les effets de la gestion des pâturages par les Maasaï sur le pool de carbone organique dans le sol. Il serait aussi intéressant d'évaluer la capacité des différents types de sols dans le nord de la Tanzanie à séquestrer du carbone en prenant aussi en compte la profondeur des sols et le passage de différentes espèces d'animaux d'un bétail (bovins, petits ruminants ...). Il serait intéressant d'évaluer l'impact des projets carbone, notamment les projets RTEP et LMRCF, sur la faune sauvage.

Enfin, il semble davantage intéressant de travailler avec les Maasaï, et avec leurs connaissances pour la dégradation des pâturages, la séquestration du carbone et le changement climatique. Leurs pratiques pastorales traditionnelles pourraient contribuer à la conservation de la faune et la flore sauvages et à la restauration des pâturages

Références

- Alananga, S., Makupa, E. R., Moyo, K. J., Matotola, U. C., & Mrema, E. F. (2019). Land Administration Practices in Tanzania : A Replica of Past Mistakes. *Journal of Property, Planning and Environmental Law*, 11(1), 30-50.
- Amnesty International. (2021). Les droits des populations autochtones sont des droits humains. *Amnesty International*. <https://www.amnesty.org/fr/what-we-do/indigenous-peoples/>
- Amnesty International. (2023). *Tanzania : « We have lost everything: » Forced evictions of the Maasai in Loliondo, Tanzania*. <https://www.amnesty.org/en/wp-content/uploads/2023/06/AFR5668412023ENGLISH.pdf>
- Anderson, T. R., Hawkins, E., & Jones, P. D. (2016). CO₂, the greenhouse effect and global warming : From the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models. *Endeavour*, 40(3), 178-187.
<https://doi.org/10.1016/j.endeavour.2016.07.002>
- Anon, A. (2010). *Saving land with livestock*. 37(4), 22-24.
- Bonichon, F. (1997). Lecture critique d'un article scientifique. *Cancer/Radiothérapie*, 1(5), 397-406. [https://doi.org/10.1016/S1278-3218\(97\)89559-5](https://doi.org/10.1016/S1278-3218(97)89559-5)
- Bott, R. C., Greene, E. A., Koch, K., Martinson, K. L., Siciliano, P. D., Williams, C., Trottier, N. L., Burk, A., & Swinker, A. (2013). Production and Environmental Implications of Equine Grazing. *Journal of Equine Veterinary Science*, 33(12), 1031-1043.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2013.05.004>
- Bradford, J. B., Lauenroth, W. K., Burke, I. C., & Paruelo, J. M. (2006). The Influence of Climate, Soils, Weather, and Land Use on Primary Production and Biomass Seasonality in the US Great Plains. *Ecosystems*, 9(6), 934-950.
<https://doi.org/10.1007/s10021-004-0164-1>
- Briske, D. D., Derner, J. D., Brown, J. R., Fuhlendorf, S. D., Teague, W. R., Havstad, K. M., Gillen, R. L., Ash, A. J., & Willms, W. D. (2008). Rotational Grazing on Rangelands : Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. *Rangeland Ecology & Management*, 61(1), 3-17. <https://doi.org/10.2111/06-159R.1>
- Briske, D. D., Sayre, N. F., Huntsinger, L., Fernandez-Gimenez, M., Budd, B., & Derner, J. D. (2011). Origin, Persistence, and Resolution of the Rotational Grazing Debate : Integrating Human Dimensions Into Rangeland Research. *Rangeland Ecology & Management*, 64(4), 325-334. <https://doi.org/10.2111/REM-D-10-00084.1>

- Briske, D. D., Bestelmeyer, B. T., Brown, J. R., Fuhlendorf, S. D., & Wayne Polley, H. (2013). The Savory Method Can Not Green Deserts or Reverse Climate Change. *Rangelands*, 35(5), 72-74. <https://doi.org/10.2111/RANGELANDS-D-13-00044.1>
- Briske, D. D., Ash, A. J., Derner, J. D., & Huntsinger, L. (2014). Commentary : A critical assessment of the policy endorsement for holistic management. *Agricultural Systems*, 125, 50-53. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.12.001>
- Büscher, P., Cecchi, G., Jamonneau, V., & Priotto, G. (2017). Human African trypanosomiasis. *The Lancet*, 390(10110), 2397-2409. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)31510-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)31510-6)
- Butt, B. (2010). Seasonal space-time dynamics of cattle behavior and mobility among Maasai pastoralists in semi-arid Kenya. *Journal of Arid Environments*, 74(3), 403-413. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.09.025>
- Butz, R. J. (2009). Traditional fire management : Historical fire regimes and land use change in pastoral East Africa. *International Journal of Wildland Fire*, 18(4), 442. <https://doi.org/10.1071/WF07067>
- Carbon credits. (2022). *What is the Voluntary Carbon Market?* Carbon Credits. <https://carboncredits.com/what-is-the-voluntary-carbon-market/>
- CarbonSolve. (s. d.). *About CarbonSolve*. CarbonSolve. Consulté 2 janvier 2025, à l'adresse <https://www.carbonsolve.world/about-carbonsolve-1>
- CCNUCC. (2020). *Le Conseil exécutif du mécanisme pour un développement propre se réunit virtuellement* | CCNUCC. <https://unfccc.int/fr/news/le-conseil-executif-du-mecanisme-pour-un-developpement-propre-se-reunit-virtuellement>
- Chaplot, V., Dlamini, P., & Chivenge, P. (2016). Potential of grassland rehabilitation through high density-short duration grazing to sequester atmospheric carbon. *Geoderma*, 271, 10-17. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.02.010>
- Chesworth, W. (2008). *Encyclopedia of Soil Science*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3995-9>
- CIFOR-ICRAF. (s. d.). *About ICRAF*. CIFOR-ICRAF. Consulté 11 mai 2025, à l'adresse <https://www.cifor-icraf.org/about/about-icraf/>
- Coast, E. (2002). Maasai Socioeconomic Conditions : A Cross-Border Comparison. *Human Ecology*, 30(1), 79-105. <https://doi.org/10.1023/A:1014567029853>

- Commission européenne. (s. d.). *Les causes du changement climatique—Commission européenne*. Consulté 11 mars 2025, à l'adresse https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_fr
- Commission européenne. (2023). *European Commission—Have your say* [Text]. European Commission - Have your say. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13172-Certification-des-absorptions-de-carbone-Regles-de-IUE/F3390098_fr
- Conseil de l'Union européenne. (2024). *Paquet « Ajustement à l'objectif 55 » : Réforme du système d'échange de quotas d'émission de l'UE*. Consilium. <https://www.consilium.europa.eu/fr/infographics/fit-for-55-eu-emissions-trading-system/>
- Counsell, S. (2024). *BLOOD CARBON : HOW A CARBON OFFSET SCHEME MAKES MILLIONS FROM INDIGENOUS LAND IN NORTHERN KENYA*. | EBSCOhost. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:177305634?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:gcd:177305634>
- Darwin Initiative. (2024). *Darwin Initiative Extra Annual Report* (p. 58). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.darwininitiative.org.uk/documents/DAREX004/27331/DAREX004%20AR2%20-%20edited.pdf>
- Davies, B., & Logan, J. (2019). *Lire des textes de recherche : Guide convivial pour professionnels de la santé, sixième édition* (Elsevier-Health Sciences Division).
- Demaze, M. T. (2012). Le mécanisme pour un développement propre : Esquisse géo-environnementale de la participation du Canada. *L'Information géographique*, 76(4), 70-96. <https://doi.org/10.3917/lig.764.0070>
- Drummond, M. A., Auch, R. F., Karstensen, K. A., Sayler, K. L., Taylor, J. L., & Loveland, T. R. (2012). Land change variability and human–environment dynamics in the United States Great Plains. *Land Use Policy*, 29(3), 710-723. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.11.007>
- DW Planet A. (2025). *How Big Tech's carbon offsets are threatening Kenyans* [Enregistrement vidéo]. <https://www.youtube.com/watch?v=1Qkef6br108>
- Eurostat. (s. d.). *Glossary:Global-warming potential (GWP)/fr*. Consulté 11 avril 2025, à l'adresse [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Global-warming_potential_\(GWP\)/fr](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Global-warming_potential_(GWP)/fr)

- Eurostat. (2001). *Glossary:Carbon dioxide equivalent/fr*.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent/fr
- FAO. (1974). *Wildlife Conservation Act (No. 12 of 1974)*.
<https://www.ecolex.org/fr/details/legislation/wildlife-conservation-act-no-12-of-1974-lex-faoc008960/>
- Ferdinand, M. (2019). *Une écologie décoloniale : Penser l'écologie depuis le monde caribéen*. Éditions du Seuil.
- Forest Peoples Programme, & Asia Indigenous Peoples Pact. (2024). *Carbon Markets : An Introductory Series of Animations for Indigenous Peoples and Forest Peoples | FPP*.
<https://www.forestpeoples.org/en/carbon-markets-animations/?s=09>
- Fox, D. N., Baird, T. D., Stern, M. J., & Prisle, S. (2019). Where mobile groups settle : Spatial patterns and correlates of Maasai pastoralist sedentarization in Northern Tanzania. *Applied Geography*, 112, 102086.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2019.102086>
- Gez, Y. N., Fouéré, M.-A., & Bulugu, F. (2022). Telling ruins : The afterlives of an early post-independence development intervention in Lake Victoria, Tanzania. *The Journal of Modern African Studies*, 60(3), 345-370. <https://doi.org/10.1017/S0022278X22000180>
- Gilbert, A. (s. d.). *Biodiversity Research Institute*. Biodiversity Research Institute - Innovative Wildlife Science Worldwide | Portland, ME USA. Consulté 10 mai 2025, à l'adresse <https://briwildlife.org/about-us/mission/>
- Gladness, M., Divine, E., Shirima, G. M., & Mizeck, C. (2023). *Decision Support Tool for Community-led Land Use Plans*. <https://dtlp.nottech.co.tz/index.html>
- Gosnell, H., Charnley, S., & Stanley, P. (2020). Climate change mitigation as a co-benefit of regenerative ranching : Insights from Australia and the United States. *Interface Focus*, 10(5), 20200027. <https://doi.org/10.1098/rsfs.2020.0027>
- Gosnell, H., Grimm, K., & Goldstein, B. E. (2020). A half century of Holistic Management : What does the evidence reveal? *Agriculture and Human Values*, 37(3), 849-867.
<https://doi.org/10.1007/s10460-020-10016-w>
- GOV.UK. (s. d.). *The Darwin Initiative : Biodiversity grant funding for developing countries*. GOV.UK. Consulté 11 mai 2025, à l'adresse <https://www.gov.uk/government/groups/the-darwin-initiative>
- Grigg, D. B. (1974). *The Agricultural Systems of the World : An Evolutionary Approach* (1^{re} éd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511665882>

- Hawkins, H.-J. (2017). A global assessment of Holistic Planned Grazing™ compared with season-long, continuous grazing : Meta-analysis findings. *African Journal of Range & Forage Science*, 34(2), 65-75. <https://doi.org/10.2989/10220119.2017.1358213>
- Hawkins, H.-J., Short, A., & Kirkman, K. P. (2017). Does Holistic Planned Grazing™ work on native rangelands? *African Journal of Range & Forage Science*, 34(2), 59-63. <https://doi.org/10.2989/10220119.2017.1367328>
- Hawkins, H.-J., Venter, Z.-S., & Cramer, M. D. (2022). A holistic view of Holistic Management : What do farm-scale, carbon, and social studies tell us? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 323, 107702. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107702>
- Hezron, E., Ngondya, I. B., & Munishi, L. K. (2024). Sustaining indigenous Maasai Alalili silvo-pastoral conservation systems for improved community livelihood and biodiversity conservation in East African rangelands. *PLOS ONE*, 19(5), e0303649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0303649>
- Holechek, J. L., De Souza Gomes, H., Molinar, F., & Society for Range Management. (2000). Short-Duration Grazing : The Facts in 1999. *Rangelands*, 22(1). https://doi.org/10.2458/azu_rangelands_v22i1_holechek
- Homewood, K. M., & Rodgers, W. A. (1991). *Maasailand ecology : Pastoralist development and wildlife conservation in Ngorongoro, Tanzania*. Cambridge University Press.
- ICPAC. (2025). *About us—ICPAC*. <https://www.icpac.net/about-us/>
- International Collaborative. (s. d.). Our Work. *International Collaborative*. Consulté 1 juillet 2025, à l'adresse <https://internationalcollaborative.org/our-work/>
- Istituto Oikos. (s. d.). *Istituto Oikos*. Consulté 11 mai 2025, à l'adresse https://www.istituto-oikos.org/our-work?_gl=1*1ql7agl*_up*MQ..*_ga*MTkyOTk5ODU2Ni4xNzQ2OTg4NzYw*_ga_L5D36LHRX3*cze3NDY5ODg3NjAkbzEkZzAkdDE3NDY5ODg3NjAkajYwJGwwJGgxOTg4Nzg4MDEx
- IUCN. (s. d.). *International Centre for Research on Agroforestry | IUCN*. Consulté 11 mai 2025, à l'adresse <https://iucn.org/our-union/members/iucn-members/international-centre-research-agroforestry>
- John, P., & J. Kabote, S. (2017). Land Governance and Conflict Management in Tanzania : Institutional Capacity and Policy-Legal Framework Challenges. *American Journal of Rural Development*, 5(2), 46-54. <https://doi.org/10.12691/ajrd-5-2-3>
- jornk. (2015). *About Us | Ntri—Northern Tanzania Rangelands Initiative*. <https://www.ntri.co.tz/about/>

- Juliana Naini Mashati, Kiloriti Ngulupa Laizer, & Rabelo, A. (2025). *La culture Maasai est vivante : Blessures coloniales, liens aux ancêtres et musées*.
<https://www.quaibranly.fr/fr/recherche-scientifique/activites/colloques-et-enseignements/conferences-et-colloques/details-de-levenement/e/amplifier-le-projet-cultures-vivantes-new6853e58b319c9444556905>
- Kabigi, B., de Vries, W. T., & Kelvin, H. (2021). A neo-institutional analysis of alternative land registration systems in Tanzania : The cases of Babati and Iringa districts. *Land Use Policy*, 105, 105435. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105435>
- Karsenti, T., & Savoie-Zajc, L. (2018). *La recherche en éducation : Étapes et approches. 4e édition revue et mise à jour* (Presses Université De Montreal).
- Knoben, W. J. M., Woods, R. A., & Freer, J. E. (2019). Global bimodal precipitation seasonality : A systematic overview. *International Journal of Climatology*, 39(1), 558-567. <https://doi.org/10.1002/joc.5786>
- Lal, R. (2019). Carbon Cycling in Global Drylands. *Current Climate Change Reports*, 5(3), 221-232. <https://doi.org/10.1007/s40641-019-00132-z>
- Laltaika, E. (2013). *Pastoralists' Right to Land and Natural Resources in Tanzania. 15*.
- Laude-Salcedo, J. (2023). *Who Certifies Carbon Credits?* Carbon Credits.
<https://carboncredits.com/who-certifies-carbon-credits/>
- L'Observatoire Terre-Monde. (2024). *Décoloniser le changement climatique*. éditions du commun.
- Longo, F. (2023). *Décolonisons la protection de la nature—Plaidoyer pour les peuples autochtones et l'environnement* (Double ponctuation).
- Mafuru, K. B., & Guirong, T. (2020). The influence of ENSO on the upper warm temperature anomaly formation associated with the March–May heavy rainfall events in Tanzania. *International Journal of Climatology*, 40(5), 2745-2763.
<https://doi.org/10.1002/joc.6364>
- Makula, E. K., & Zhou, B. (2021). Changes in March to May rainfall over Tanzania during 1978–2017. *International Journal of Climatology*, 41(12), 5663-5675.
<https://doi.org/10.1002/joc.7146>
- Mapinduzi, A. L., Oba, G., Weladji, R. B., & Colman, J. E. (2003). Use of indigenous ecological knowledge of the Maasai pastoralists for assessing rangeland biodiversity in Tanzania. *African Journal of Ecology*, 41(4), 329-336.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2003.00479.x>

- Martinson, K. L., Siciliano, P. D., Sheaffer, C. C., McIntosh, B. J., Swinker, A. M., & Williams, C. A. (2017). A Review of Equine Grazing Research Methodologies. *Journal of Equine Veterinary Science*, 51, 92-104.
<https://doi.org/10.1016/j.jevs.2017.01.002>
- McCabe, J. T., Leslie, P. W., & DeLuca, L. (2010). Adopting Cultivation to Remain Pastoralists : The Diversification of Maasai Livelihoods in Northern Tanzania. *Human Ecology*, 38(3), 321-334. <https://doi.org/10.1007/s10745-010-9312-8>
- Meena, D. P., Bhandari, K., & Ghosh, S. M. (2024). Implication of the new VCS jurisdictional and nested REDD methodology on baselines of existing avoided deforestation projects. *Journal of Environmental Management*, 351, 119857.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119857>
- MISA. (2025). *Soil Carbon Credits in Maasai land : Another Wave of Land Alienation ? A research report by the Maasai International Solidarity Alliance (MISA)*.
- Mutsaers, H. J. W., & Kleene, P. (Éds.). (2012). *What Is the matter with African agriculture? Veterans' visions between past and future*. KIT Publishers.
- NASA/GISS. (s. d.). *Global Surface Temperature | NASA Global Climate Change*. Climate Change: Vital Signs of the Planet. Consulté 5 août 2025, à l'adresse <https://climate.nasa.gov/vital-signs/global-temperature?intent=121>
- National Carbon Monitoring Center. (s. d.). *Tanzania National Carbon Monitoring Centre (NCMC) | Carbon Tanzania | Sokoine University of Agriculture | – Carbon Tanzania Monitoring*. Consulté 1 juillet 2025, à l'adresse <https://www.ncmc.sua.ac.tz/>
- National Geographic Society. (2024). *The Cattle Economy of the Maasai*.
<https://education.nationalgeographic.org/resource/cattle-economy-maasai>
- Nations Unies. (s. d.). *Zéro émission nette | Nations Unies*. United Nations; United Nations. Consulté 11 juillet 2025, à l'adresse <https://www.un.org/fr/climatechange/net-zero-coalition>
- Ndesanjo, R. B., Fensholt, R., Nielsen, M. R., & Theilade, I. (2023). Climate variability impacts on pasture productivity and pastoral livelihoods in northern Tanzania. *Regional Environmental Change*, 23(2), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10113-023-02047-w>
- Nkedianye, D. K., Ogutu, J. O., Said, M. Y., Kifugo, S. C., de Leeuw, J., Van Gardingen, P., & Reid, R. S. (2020). Comparative social demography, livelihood diversification and land tenure among the Maasai of Kenya and Tanzania. *Pastoralism*, 10(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1186/s13570-020-00165-2>

- Oates, L. G., Undersander, D. J., Gratton, C., Bell, M. M., & Jackson, R. D. (2011). Management-Intensive Rotational Grazing Enhances Forage Production and Quality of Subhumid Cool-Season Pastures. *Crop Science*, 51(2), 892-901.
<https://doi.org/10.2135/cropsci2010.04.0216>
- Obedy, L., Goodluck, M., & Nyakwaka, D. O. (2018). *Information Needs and Sources of Maasai Pastoralists at Orkesumet in Simanjiro District Manyara Region -Tanzania*. 1-16.
- OCHA. (2018). *United Republic of Tanzania—Subnational Administrative Boundaries | Humanitarian Dataset | HDX*. <https://data.humdata.org/dataset/cod-ab-tza>
- OCHA. (2021). *À propos d'OCHA (Le Bureau des Nations Unies pour la coordination des affaires humanitaires) | OCHA*.
<https://www.unocha.org/publications/report/world/propos-d-ocha-le-bureau-des-nations-unies-pour-la-coordination-des-affaires>
- OHCHR. (2018). *Consultation et consentement préalable, libre et éclairé*. OHCHR.
<https://www.ohchr.org/fr/indigenous-peoples/consultation-and-free-prior-and-informed-consent-fpic>
- Oloff, H., & Ritchie, M. E. (1998). Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology & Evolution*, 13(7), 261-265. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(98\)01364-0](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01364-0)
- Paavola, J. (2008). Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. *Environmental Science & Policy*, 11(7), 642-654.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.06.002>
- Panzer, M. G. (2018). African Socialism in Postcolonial Tanzania : Between the Village and the World. *The Journal of Interdisciplinary History*, 49(2), 356-357.
https://doi.org/10.1162/jinh_r_01296
- Parlement européen. (2019). *Qu'est-ce que la neutralité carbone et comment l'atteindre d'ici 2050 ?* Thèmes | Parlement européen.
<https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20190926STO62270/qu-est-ce-que-la-neutralite-carbone-et-comment-l-atteindre-d-ici-2050>
- Parlement européen. (2023). *Changement climatique : Les gaz à effet de serre à l'origine du réchauffement climatique*. Thèmes | Parlement européen.
<https://www.europarl.europa.eu/topics/fr/article/20230316STO77629/les-gaz-a-effet-de-serre-a-l-origine-du-rechauffement-climatique>
- Pinheiro Machado Filho, L. C., Seó, H. L. S., Daros, R. R., Enriquez-Hidalgo, D., Wendling, A. V., & Pinheiro Machado, L. C. (2021). Voisin Rational Grazing as a Sustainable

- Alternative for Livestock Production. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 11(12), 3494. <https://doi.org/10.3390/ani11123494>
- Relyea, R., & Ricklefs, R. E. (2019). *Écologie : L'économie de la nature*. De Boeck supérieur.
- Ritchie, M. E. (2020). Grazing Management, Forage Production and Soil Carbon Dynamics. *Resources*, 9(4), 49. <https://doi.org/10.3390/resources9040049>
- Rizzo, M. (2006). What Was Left of the Groundnut Scheme? Development Disaster and Labour Market in Southern Tanganyika 1946-1952. *Journal of Agrarian Change*, 6(2), 205-238. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0366.2006.00120.x>
- Rowhani, P., Lobell, D. B., Linderman, M., & Ramankutty, N. (2011). Climate variability and crop production in Tanzania. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(4), 449-460. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2010.12.002>
- Rushohora, N. A. (2015). An Archaeological Identity of the Majimaji : Toward an Historical Archaeology of Resistance to German Colonization in Southern Tanzania. *Archaeologies*, 11(2), 246-271. <https://doi.org/10.1007/s11759-015-9277-8>
- Savory Institute. (s. d.). Team. *Savory Institute*. Consulté 19 juin 2025, à l'adresse <https://savory.global/team/>
- Shao, J. (1986). The Villagization Program and the Disruption of the Ecological Balance in Tanzania. *Canadian Journal of African Studies / Revue Canadienne des Études Africaines*, 20(2), 219-239. <https://doi.org/10.2307/484871>
- Sherren, K., Fischer, J., & Fazey, I. (2012). Managing the grazing landscape : Insights for agricultural adaptation from a mid-drought photo-elicitation study in the Australian sheep-wheat belt. *Agricultural Systems*, 106(1), 72-83. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.11.001>
- Sloat, L., Balehegn, M., & Johnson, P. (2025). *Grasslands Are Some of Earth's Most Underrated Ecosystems*. <https://www.wri.org/insights/grassland-benefits>
- Snapp, S. S., & Pound, B. (2008). *Agricultural systems : Agroecology and rural innovation for development*. Elsevier.
- Soil for the Future Tanzania. (s. d.). *Soil for the Future Tanzania*. <https://www.sftftz.co.tz/>
- Spear, T., & Waller, R. D. (1993). *Being Maasai : Ethnicity and Identity in East Africa*. Boydell & Brewer, Limited.
- SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement. (s. d.-a). 2022—*Atténuation des changements climatiques*. Klimaat | Climat. Consulté 13 mai 2025, à l'adresse <https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/rapports-du-giec/2022-attenuation-des-changements-climatiques>

- SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement. (s. d.-b). 2023—
Rapport de synthèse. Klimaat | Climat. Consulté 9 avril 2025, à l'adresse
<https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/rapports-du-giec/2023-rapport-de-synthese>
- SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement. (s. d.-c). *Accord de Paris*. Klimaat | Climat. Consulté 15 avril 2025, à l'adresse <https://climat.be/politique-climatique/internationale/accord-de-paris>
- SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement. (s. d.-d). *Climat et météo*. Klimaat | Climat. Consulté 21 juillet 2025, à l'adresse
<https://climat.be/changements-climatiques/causes/climat-et-meteo>
- SPF Santé publique, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement. (s. d.-e).
Réchauffement planétaire. Klimaat | Climat. Consulté 13 mai 2025, à l'adresse
<https://climat.be/changements-climatiques/changements-observees/rechauffement-planetaire>
- Tanzania National Parks. (s. d.). *History* | *TANZANIA NATIONAL PARKS*. Consulté 7 janvier 2025, à l'adresse <https://www.tanzaniaparks.go.tz/pages/history>
- Tanzania People & Wildlife. (s. d.). *Tanzania People & Wildlife*. Consulté 10 mai 2025, à l'adresse <https://www.africanpeoplewildlife.org/about/history/tanzania-people-wildlife>
- Tanzanie. (2025). In *Wikipédia*.
<https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Tanzanie&oldid=223761179>
- Teague, W. R., & Dowhower, S. L. (2003). Patch dynamics under rotational and continuous grazing management in large, heterogeneous paddocks. *Journal of Arid Environments*, 53(2), 211-229. <https://doi.org/10.1006/jare.2002.1036>
- Teague, W. R., Dowhower, S. L., & Waggoner, J. A. (2004). Drought and grazing patch dynamics under different grazing management. *Journal of Arid Environments*, 58(1), 97-117. [https://doi.org/10.1016/S0140-1963\(03\)00122-8](https://doi.org/10.1016/S0140-1963(03)00122-8)
- Tear, T. H., Wolff, N. H., Lipsett-Moore, G. J., Ritchie, M. E., Ribeiro, N. S., Petracca, L. S., Lindsey, P. A., Hunter, L., Loveridge, A. J., & Steinbruch, F. (2021). Savanna fire management can generate enough carbon revenue to help restore Africa's rangelands and fill protected area funding gaps. *One Earth*, 4(12), 1776-1791.
<https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.11.013>
- TED. (2013). *Allan Savory : Comment transformer nos déserts en prairies et inverser le changement climatique* [Enregistrement vidéo].
<https://www.youtube.com/watch?v=vpTHi7O66pI>

- TerraCarbon. (s. d.). *Our story*. TerraCarbon. Consulté 18 avril 2025, à l'adresse <https://www.terracarbon.com/whatwedo>
- The Citizen. (2024). How Sh33 billion carbon credit project will benefit Arusha, Tanzania. *The Citizen*. <https://www.thecitizen.co.tz/tanzania/news/national/how-sh33-billion-carbon-credit-project-will-benefit-arusha-tanzania-4664278>
- The Integrity Council for the Voluntary Market. (s. d.). Les principes fondamentaux du carbone. *ICVCM*. Consulté 9 avril 2025, à l'adresse <https://icvcm.org/fr/principes-fondamentaux-du-carbone/>
- The Nature Conservancy. (s. d.). *Our History*. The Nature Conservancy. Consulté 18 avril 2025, à l'adresse <https://www.nature.org/en-us/about-us/who-we-are/our-history/>
- Thorhallsdottir, A. G., & Gudmundsson, J. (2023). Carbon dioxide fluxes and soil carbon storage in relation to long-term grazing and no grazing in Icelandic semi-natural grasslands. *Applied Vegetation Science*, 26(4), e12757. <https://doi.org/10.1111/avsc.12757>
- Ujamaa Community Resource Team. (2020). *ABOUT UCRT*. Ujamaa Community Resource Team. <https://www.ujamaa-crt.or.tz/about-ucrt1.html>
- UNDP Climate Promise. (2022). Que sont les marchés du carbone et pourquoi sont-ils importants ? *UNDP Climate Promise*. <https://climatepromise.undp.org/fr/news-and-stories/que-sont-les-marches-du-carbone-et-pourquoi-sont-ils-importants>
- UNEP-WCMC, & IUCN. (2025). *Protected Areas (WDPA)*. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA). <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/wdpa>
- UNFCCC. (s. d.-a). *The Clean Development Mechanism* | *UNFCCC*. Consulté 2 novembre 2024, à l'adresse <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-kyoto-protocol/mechanisms-under-the-kyoto-protocol/the-clean-development-mechanism>
- UNFCCC. (s. d.-b). *What is the Kyoto Protocol ?* | *UNFCCC*. Consulté 11 avril 2025, à l'adresse https://unfccc.int/kyoto_protocol
- Verhoeve, S. L., Keijzer, T., Kaitila, R., Wickama, J., & Sterk, G. (2021). Vegetation Resilience under Increasing Drought Conditions in Northern Tanzania. *Remote Sensing*, 13(22), Article 22. <https://doi.org/10.3390/rs13224592>
- Verra. (s. d.-a). Verified Carbon Standard. *Verra*. Consulté 10 mai 2025, à l'adresse <https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/>
- Verra. (s. d.-b). Who we are. *Verra*. Consulté 10 mai 2025, à l'adresse <https://verra.org/about/overview/>

- Verra. (2015). *VM0032-Meth-for-the-Adopt-of-Sustain-Grasslands-through-Adj-of-Fire-and-Grazing-v1.0.pdf*. <https://verra.org/wp-content/uploads/imported/methodologies/VM0032-Meth-for-the-Adopt-of-Sustain-Grasslands-through-Adj-of-Fire-and-Grazing-v1.0.pdf>
- Verra. (2023). *The Resilient Tarangire Ecosystem Project*. <https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/4742>
- Verra. (2024a). *LONGIDO AND MONDULI RANGELANDS CARBON PROJECT*. <https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/4924>
- Verra. (2024b). *VM0042—IMPROVED AGRICULTURAL LAND MANAGEMENT*. chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://verra.org/wp-content/uploads/2024/09/VM0042v2.1_ImprovedALM_corrected_21Jan2025.pdf
- Voisin, A. (2018). *Productivité de l'herbe. Édition originale de 1957*. Éditions France agricole.
- Volkswagen ClimatePartner. (s. d.-a). *Developping sustainable futures*. Volkswagen ClimatePartner. Consulté 2 janvier 2025, à l'adresse <https://volkswagen-climatepartner.com/>
- Volkswagen ClimatePartner. (s. d.-b). *Monduli Longido Rangeland Carbon Project, Tanzania*. Volkswagen ClimatePartner. Consulté 2 janvier 2025, à l'adresse <https://volkswagen-climatepartner.com/project/monduli-longido/>
- West, T. A. P., Bomfim, B., & Haya, B. K. (2024). Methodological issues with deforestation baselines compromise the integrity of carbon offsets from REDD+. *Global Environmental Change*, 87, 102863. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2024.102863>
- Zhang, C., Zhang, Y., Qin, Y., Niu, D., Fu, H., & Elser, J. J. (2023). Plant litter predicts the changing trajectories of plant communities following grazing exclusion. *Land Degradation & Development*, 34(14), 4272-4281. <https://doi.org/10.1002/ldr.4774>
- Zhou, W., Guan, K., Peng, B., Margenot, A., Lee, D., Tang, J., Jin, Z., Grant, R., DeLucia, E., Qin, Z., Wander, M. M., & Wang, S. (2023). How does uncertainty of soil organic carbon stock affect the calculation of carbon budgets and soil carbon credits for croplands in the U.S. Midwest? *Geoderma*, 429, 116254. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.116254>
- Zhu, G., Yuan, C., Gong, H., Peng, Y., Huang, C., Wu, C., & Duan, H. (2021). Effects of short-term grazing prohibition on soil physical and chemical properties of meadows in Southwest China. *PeerJ*, 9, e11598. <https://doi.org/10.7717/peerj.11598>

Utilisation d'outils basés sur l'intelligence artificielle

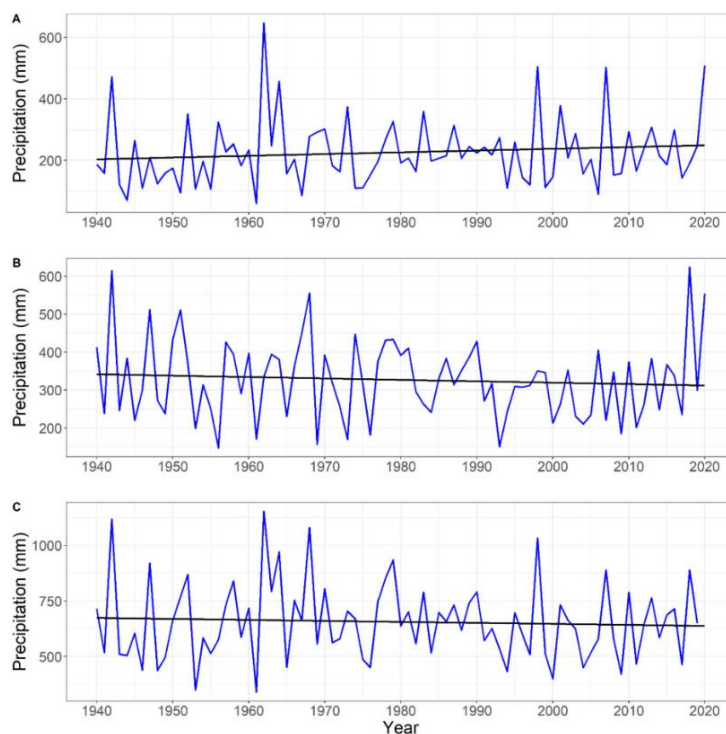
Dans ce travail, ChatGPT a été utilisé pour apprendre certaines fonctions du logiciel QGIS. Un relecteur d'orthographe et de grammaire, Antidote, basé sur l'intelligence artificielle a également été utilisé. L'outil TurboScribe a également été utilisé pour la retranscription des entretiens.

Références des outils :

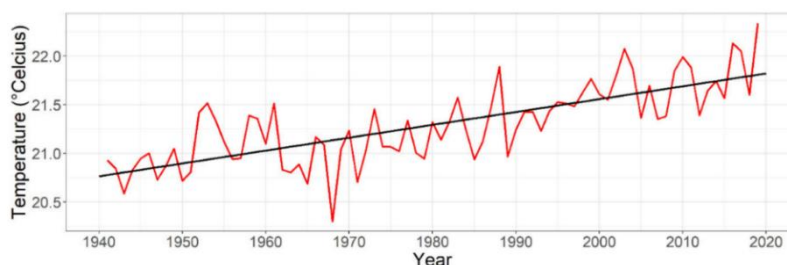
- <https://chatgpt.com/>
- <https://www.antidote.info/fr/>
- <https://turboscribe.ai/fr/>

Annexes

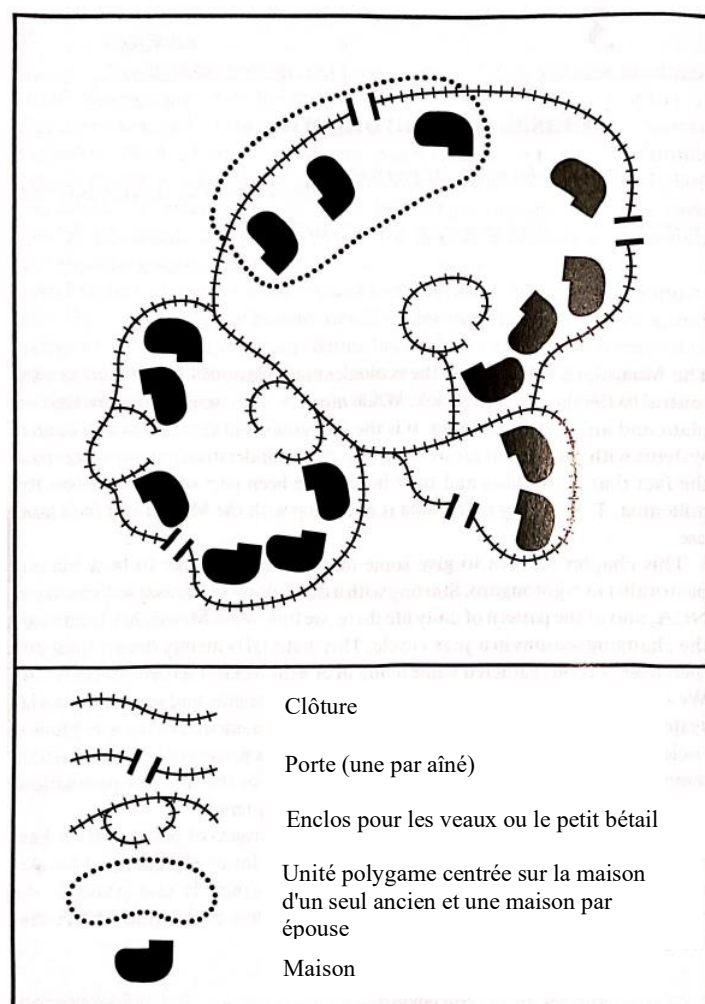
Annexe 1 : Quantités totales de précipitations dans le nord de la Tanzanie au cours de la période 1940-2020 pour (A) la saison des pluies NDJ (novembre, décembre et janvier), (B) la saison des pluies MAM (mars, avril et mai) et (C) l'année hydrologique (septembre-août) - Verhoeve et al. (2021)



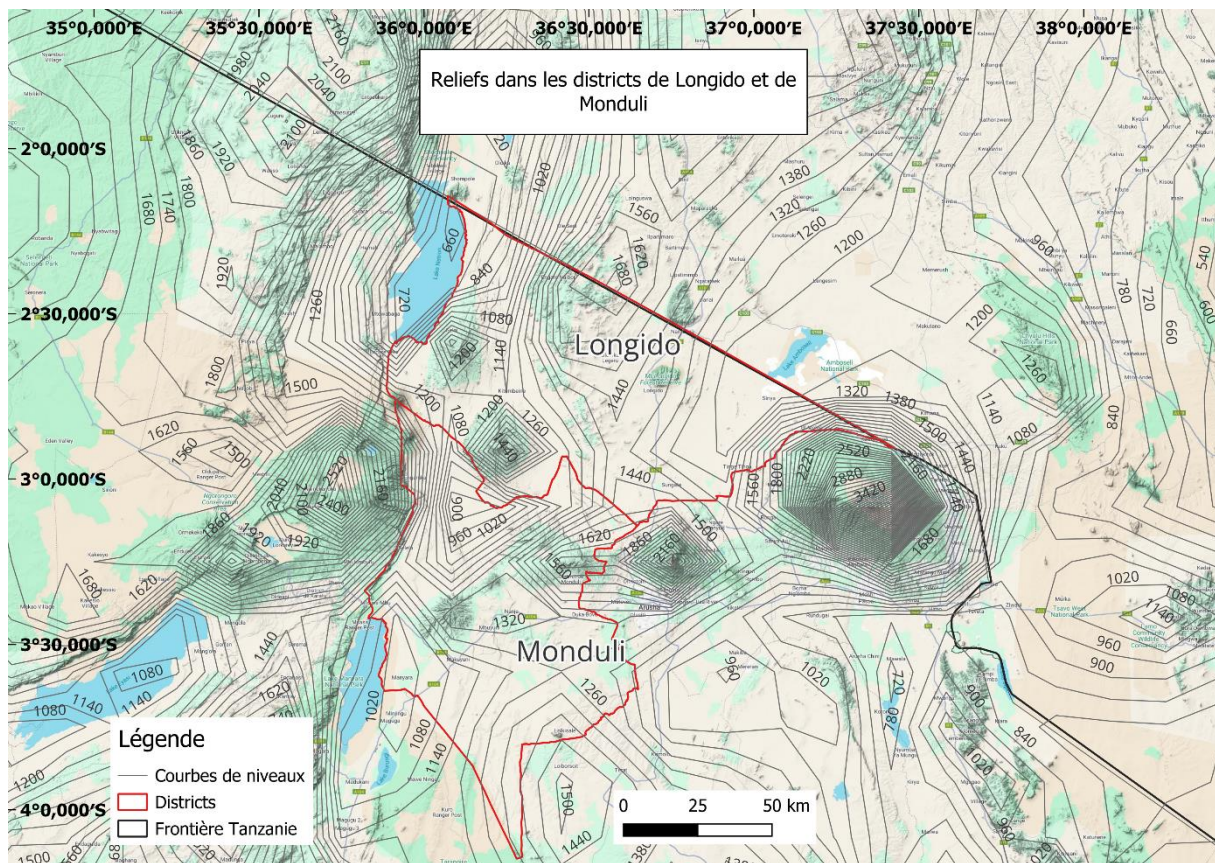
Annexe 2 : Températures annuelles moyennes dans le nord de la Tanzanie au cours de la période 1940-2020 sur la base des moyennes mensuelles - Verhoeve et al. (2021)



Annexe 3 : Boma – Source : Homewood & Rodgers (1991)



Annexe 4 : Reliefs dans les districts de Longido et de Monduli – Source : Google terrain, OCHA (2018)



Annexe 5 : Pratiques agricoles considérées dans la baseline de ma méthodologie VM0042 (Traduction libre) - Source : Verra (2024b)

Pratiques de gestion des terres agricoles	Qualitatif	Quantitatif
Plantation et récolte de cultures	Type(s) de cultures	- Date(s) approximative(s) de plantation - Date(s) approximative(s) de récolte/fin - Rendement de la culture
Application d'engrais azoté	- Fumier - Compost - Engrais azoté synthétique	- Taux d'application du type de fumier - Taux d'application du type de compost - Taux d'application d'azote dans les engrais synthétiques
Labour et/ou gestion des résidus	- Labour - Élimination des résidus de culture	- Profondeur du labour - Fréquence du labour - Pourcentage de la superficie du sol perturbée - Pourcentage des résidus de culture éliminés
Gestion de l'eau/irrigation	- Irrigation - Inondation	Taux d'irrigation

Pratiques de pâturage	• Pâturage • Type d'animal • Récolte/fauchage	• Taux de chargement animalier (c'est-à-dire nombre d'animaux et durée de pâturage dans chaque zone chaque année, le cas échéant) • Fréquence de récolte
Chaulage	• Application de calcite ou de dolomite	• Taux d'application de calcaire calcitique ou de dolomite

Annexe 6 : Pool de carbone pris en compte dans la méthodologie VM0042 (Traduction libre)
- Source : Verra (2024b)

Source	Inclus ?	Justification/explication
Biomasse ligneuse aérienne	Oui/optionnel	La biomasse ligneuse aérienne doit être incluse lorsque les activités du projet réduisent considérablement le réservoir par rapport au niveau de référence. Dans tous les autres cas, la biomasse ligneuse aérienne est un réservoir facultatif
Biomasse aérienne non ligneuse	Non	Le réservoir de carbone n'est pas inclus, car il n'est pas soumis à des changements significatifs ou les changements potentiels sont de nature transitoire
Biomasse ligneuse souterraine	Optionnel	La biomasse ligneuse souterraine peut être incluse à titre facultatif lorsque les activités du projet augmentent considérablement le stock par rapport au niveau de référence
Biomasse non ligneuse souterraine	Non	Le réservoir de carbone n'est pas inclus, car il n'est pas soumis à des changements significatifs ou les changements potentiels sont de nature transitoire
Bois mort	Non	Le réservoir de carbone n'est pas inclus, car il n'est pas soumis à des changements significatifs ou les changements potentiels sont de nature transitoire
Litière	Non	Le réservoir de carbone n'est pas inclus, car il n'est pas soumis à des changements significatifs ou les changements potentiels sont de nature transitoire
Carbone organique du sol	Oui	Réservoir de carbone important affecté par l'activité du projet qui devrait augmenter dans le scénario du projet
Produits ligneux	Non	Le puits de carbone est facultatif dans les méthodologies de projet ALM et peut être exclu du périmètre du projet

Annexe 7 : Sources d'émission de GES prises en compte dans la méthodologie VM0042 (Traduction libre). Le « S* » signifie que les émissions sont prises en compte lorsque les activités d'un projet carbone les augmentent de plus de 5% par rapport à la baseline ou si les activités d'un projet carbone les diminuent par rapport à la baseline - Source : Verra (2024b)

Source	Gaz	Inclus ?	Justification/Explication
--------	-----	----------	---------------------------

Carbone organique du sol (COS)	CO ₂	Oui	Quantifié en tant que variation des stocks dans le pool, plutôt qu'en tant que source d'émissions (Annexe 6)
Énergie fossile	CO ₂	S*	Les sources d'émissions de combustibles fossiles sont les véhicules (sources mobiles, telles que les camions, les tracteurs) et les équipements mécaniques nécessaires à l'activité ALM.
Chaulage	CO ₂	S*	Application of limestone or dolomite as soil amelioration may represent a significant source of CO ₂
Méthanogénèse du sol	CH ₄	S*	Les conditions anoxiques dans les sols peuvent entraîner la méthanogénèse du sol
Fermentation entérique	CH ₄	Oui	Lorsque le projet ou les scénarios de référence incluent du bétail, les émissions de CH ₄ issues de la fermentation entérique doivent être prises en compte dans le périmètre du projet
Dépôt de fumier	CH ₄	Oui	Lorsque le projet ou les scénarios de référence incluent du bétail, les émissions de CH ₄ et de N ₂ O provenant du dépôt et de la gestion du fumier doivent être incluses dans les limites du projet
	N ₂ O	Oui	
Utilisation d'engrais azotés	N ₂ O	Oui	Doit être inclus lorsque : • La zone du projet aurait fait l'objet d'une fertilisation azotée dans le scénario de référence ; ou • La fertilisation azotée est plus importante dans le scénario avec projet que dans le scénario de référence.
Utilisation d'espèces fixatrices d'azote	N ₂ O	Oui	Lorsque des espèces fixatrices d'azote sont plantées dans le cadre du projet, les émissions de N ₂ O provenant de ces espèces doivent être incluses dans les limites du projet
Combustion de biomasse	CO ₂	Exclus	La diminution des stocks de carbone due à la combustion est comptabilisée comme une variation des stocks de carbone
Combustion de biomasse	CH ₄	S*	La combustion de la biomasse libère du CH ₄
	N ₂ O	S*	La combustion de la biomasse libère du N ₂ O
Biomasse ligneuse	CO ₂	S*	Quantifié en tant que variation des stocks dans le pool plutôt qu'en tant que source d'émissions (voir Annexe 6)

Annexe 8 : Statut du processus de certification du projet carbone LMRCP (à gauche) et du projet RTEP (à droite) - Source : Verra registry

ID
4924

State/Province
Arusha Region

VCS

Proponent
Soils for the Future Tanzania
ME, United States
+1-518-898-8545
ttear.carbonsolve@gmail.com

VCS Project Status
Under development

Estimated Annual Emission Reductions
1553000

VCS Project Type
Agriculture Forestry and Other Land Use

AFOLU Activity
ALM

VCS Methodology
VM0032

Acres/Hectares
970685 Hectares

Crediting Period Term
1st, 01/01/2024 - 31/12/2063

ID
4742

State/Province
Monduli, Simanjiro, Longido; Arusha, Manyara

VCS

Proponent
The Nature Conservancy
VA, United States
312-580-2167
stephanie.simowski@tnc.org

VCS Project Status
Under development

Estimated Annual Emission Reductions
522306

VCS Project Type
Agriculture Forestry and Other Land Use

AFOLU Activity
ALM

VCS Methodology
VM0042

Acres/Hectares
832529 Hectares

Crediting Period Term
1st, 01/10/2020 - 30/09/2040

Annexe 9 : Recensement du bétail permettant de calculer les émissions de CH₄ pour la baseline (Traduction libre) - Source : Verra (2015)

Grazing Animal Category					Animal Counts (Head)						Methane Emissions	
Species	Sex/Age	Weight (kg)	Annual Methane Emissions/Animal	Per Animal Uncertainty[1]	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Harmonic Mean	Uncertainty in Animal Counts	Methane Emissions for Category (tCO ₂ e)	Uncertainty in Methane Emissions
Species 1												
Species 2												
Species 3												
Species 4												
										Total Emissions		

Annexe 10 : Déroulement des deux types d’approche utilisée pour quantifiée la réduction des émissions de carbone dans la méthodologie VM0032 (Traduction libre) - Source : Verra (2015)

/	Approche mesurée	Approche modélisée
---	------------------	--------------------

Baseline	Démonstration de la diminution de la concentration en carbone organique dans le sol	
Mesures	• Concentration initiale en carbone organique dans le sol • Nombre d'animaux ayant pâture dans le passé • Qualité du fourrage • Analyse des incertitudes	• Concentration initiale en carbone organique dans le sol • Nombre d'animaux ayant pâture dans le passé • Qualité du fourrage • Fréquence des feux passés
Construction du modèle	/	• Choix du modèle • Mesure/recherche des paramètres • Évaluation de la précision des prédictions • Prédiction de la concentration en carbone organique dans le sol initial • Analyse de Monte Carlo pour les incertitudes
Scénario du projet	• Mise en place des activités • Mesure de la différence des concentrations en carbone organique dans le sol • Nombre d'animaux durant la période du projet carbone • Évaluation de la qualité du fourrage pendant la période du projet carbone • Analyse l'incertitude	• Mise en place des activités • Mesure/recherche des paramètres • Mesure de la fréquence des incendies dans le cadre du projet • Mesure du nombre d'animaux de pâture • Calcul des émissions de méthane • Analyse de l'incertitude
Fréquence de la surveillance des activités	Tous les 5 à 10 ans	Tous les 1 à 2 ans
Calcul de l'unité de carbone vérifié lors de la vérification	• Méthane • Analyse d'incertitude et déduction • Demande de certification des unités de carbone	• Calcul de la différence des concentrations en carbone organique dans le sol via le modèle • Méthane • Analyse d'incertitude • Demande de certification des unités de carbone
Fréquence de calcul de la réduction des émissions	Tous les 5 à 10 ans	Tous les 1 à 2 ans
Recalibration du modèle	/	• Mesure/recherche des paramètres

		• Mesure de la différence des concentrations en carbone organique dans le sol via le modèle • Évaluation des prédictions • Ajustement du modèle
Fréquence de recalibration du modèle	/	Tous les 5 à 10 ans

Annexe 11 : Pool de carbone pris en compte dans la méthodologie VM0032 (Traduction libre) - Source : Verra (2015)

Pool de carbone	Inclus ?	Justification/Explication
Biomasse ligneuse aérienne	Optionnel	Lorsque les activités du projet impliquent des changements dans la gestion des incendies, le promoteur du projet doit surveiller les changements dans la biomasse ligneuse aérienne. Lorsque l'activité du projet vise à réduire la fréquence des incendies, il peut y avoir une augmentation des prélèvements de biomasse ligneuse, qui doit être quantifiée et surveillée. Lorsque le projet prévoit de brûler de la biomasse ligneuse afin de favoriser la séquestration dans le sol, la biomasse ligneuse aérienne doit être prise en compte, car les plantes ligneuses de certaines savanes peuvent représenter 10 à 30 % des stocks de carbone et être considérablement réduites par le feu. Lorsque les activités du projet n'impliquent pas de changements dans la gestion des incendies, la quantification et le suivi des changements dans les prélèvements de biomasse ligneuse sont facultatifs.

Biomasse non ligneuse aérienne	Non	La biomasse non ligneuse aérienne est généralement brûlée ou décomposée au cours de la même année que sa production. Elle ne constitue donc pas un puits important et est considérée comme étant en équilibre avec l'absorption de CO ₂ , la respiration des plantes et la décomposition annuelle.
Biomasse souterraine	Non	La biomasse non ligneuse souterraine est généralement brûlée ou décomposée au cours de la même année que sa production et n'est donc pas considérée comme un puits important dans les prairies, car elle est considérée comme étant en équilibre avec l'absorption de CO ₂ , la respiration des plantes et la décomposition annuelle. Comme le labour n'est pas autorisé selon les conditions d'applicabilité, toute augmentation résultant des activités du projet peut être exclue de manière prudente.
Bois mort	Non	Négligeable dans les prairies, en particulier celles qui ont été touchées par des incendies
Litière	Non	Dans les prairies, les déchets végétaux présentent un taux de renouvellement élevé, ce qui reflète davantage l'équilibre entre l'absorption de CO ₂ , la respiration des plantes et la décomposition annuelle.
Carbone organique du sol (COS)	Oui	Principaux réservoirs de carbone couverts par le SGMAFG
Produits dérivés du bois	Non	Une réserve facultative pour les projets VCS ALM, elle est considérée comme négligeable pour les prairies non labourées.

Annexe 12 : Sources d'émission de GES prises en compte dans la méthodologie VM0032
(Traduction libre) - Source : Verra (2015)

Source		Gaz	Inclus	Justification/Explication
Baseline	Animaux de pâturage	CO ₂	Non	Équilibré par l'absorption de CO ₂ , la respiration des plantes et la décomposition annuelle
		CH ₄	Oui	Suppression de la cible pour la méthodologie
		N ₂ O	Non	Aucune augmentation de la concentration en fumier et fourrage si non fertilisé (voir conditions d'applicabilité)
	Combustion de biomasse	CO ₂	Non	Équilibré par l'absorption de CO ₂ par les plantes
		CH ₄	Optionnel	Si la réduction ou le maintien des incendies fait partie des activités du projet, le CH ₄ peut être exclu par mesure de prudence. Sinon, les émissions de CH ₄ doivent être calculées afin de déterminer la variation nette des stocks de carbone résultant de l'augmentation des incendies visant à induire une augmentation du SOC
		N ₂ O	Non	Négligeable dans les conditions d'applicabilité
	Émissions du sol	CO ₂	Non	Supposé être en équilibre avec les apports de carbone au SOC (SOC à l'équilibre)
		CH ₄	Non	Négligeable, car le projet n'est pas situé dans une zone humide
		N ₂ O	Non	Négligeable dans les conditions d'applicabilité
Projet	Animaux de pâturage	CO ₂	Non	Équilibré par l'absorption de CO ₂ par les plantes
		CH ₄	Oui	Suppression de la cible pour la méthodologie
		N ₂ O	Non	Pas d'augmentation de la concentration en fumier (conditions d'applicabilité) et faible teneur en azote du fourrage
	Combustion de biomasse	CO ₂	Non	Équilibré par l'absorption de CO ₂ par les plantes
		CH ₄	Optionnel	Si la réduction ou le maintien des incendies est une activité du projet, elle peut être exclue de manière prudente. Sinon, les émissions de CH ₄ doivent être calculées afin de déterminer la variation nette des stocks de carbone résultant de

	Émissions du sol			l'augmentation des incendies visant à induire une augmentation du SOC
		N ₂ O	Non	Négligeable dans les conditions d'applicabilité
		CO ₂	Non	Comptabilisé dans le ΔSOC mesuré
		CH ₄	Non	Négligeable, car le projet ne concerne pas une zone humide
		N ₂ O	Non	Négligeable dans les conditions d'applicabilité

Annexe 13 : Activités autorisées dans l’aire du projet carbone LMRCP – Source : Verra (2024)

	grasslands in the baseline and project scenarios.	grasslands in the baseline scenario, with no conversion proposed or planned in any project scenarios.
VM0032	2) Lands are grazed and/or subject to fires in the baseline and/or project scenarios. Lands may be used for different purposes, such as livestock production, conservation, hunting or tourism.	Lands in the LMRCP project area are grazed in the baseline and project scenarios. Some of the lands are used for conservation, hunting, and tourism.

Annexe 14 : Responsables du projet Longido and Monduli Rangelands Carbon Project - Source : Verra (2024)

Other Entities Involved in the Project

Organization name	CarbonSolve, LLC
Role in the project	Technical lead, climate benefits
Contact person	Mark Ritchie, Ph.D.
Title	Director

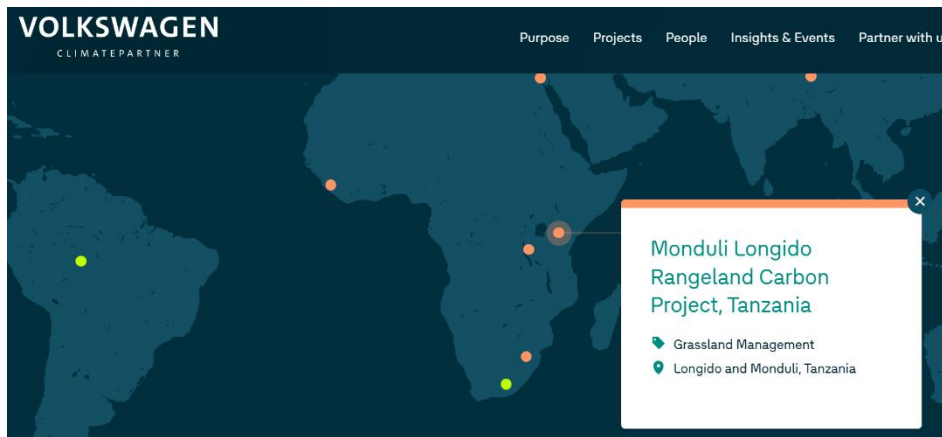
1.6 Project Proponent

Organization name	Soils for the Future Tanzania
Contact person	Timothy H. Tear, Ph.D.
Title	Director
Address	276 Canco Rd Portland, ME 04103, USA
Telephone	+1-518-898-8545
Email	ttear.carbonsolve@gmail.com

Annexe 15 : Implication de Volkswagen ClimatePartner dans le projet Longido and Monduli Rangelands Carbon Project - Source : Verra (2024)

Organization name	Volkswagen ClimatePartner
Role in the project	Investor
Contact person	Jacob Bourgeois
Title	Head of Carbon Strategies and Innovation
Address	St.-Martin-Str. 63 D-81669 Munich
Telephone	+49 89 2020885 17
Email	jacob.bourgeois@volkswagen-climatepartner.com

Annexe 16 : Carte des projets de Volkswagen ClimatePartner - Source : Volkswagen ClimatePartner (s. d.)



Annexe 17 : Guide d'entretien version française et anglaise

PRÉSENTATION PERSO ET OBJECTIF DE L'INTERVIEW

- Étudiante en bioingénieur à l'ULB
- Master en sciences agronomiques
- **Mémoire** : Impact du pâturage tournant sur la séquestration du carbone organique du sol en climats aride et semi-aride dans les territoires des Maasaï dans le nord de la Tanzanie
- **Observation** : Impact de l'introduction du pâturage tournant sur le mode de vie des Maasaï
- **Contexte** : Émergence de projets carbone qui utilisent le pâturage tournant pour générer des crédits carbone
- **Objectif of the interview** : une meilleure compréhension des Maasaï et de leur mode de vie
- **ITW ... [nom de la/du participant-e]** : [noms des articles lus si des articles ont été lus]
- **Comité de gestion du mémoire** : Marjolein Visser et Priscilla Claeys

ASPECTS ÉTHIQUES

- Anonymat : ce que vous direz sera anonymisé, les données ne seront utilisées que dans le cadre du mémoire
- Enregistrement ?
- Envoi d'une copie de la transcription sur demande (optionnel)
- Structure de l'interview :
 - Conversation
 - 30-45 minutes (+/-)

INTRODUCTION

- Pourriez-vous vous présenter et expliquer comment vous avez commencé à travailler sur [insérer le sujet de l'interview] ?
- Est-ce que vous travaillez ou est-ce que vous vous documentez encore sur ce sujet ?

PÂTURAGE ROTATIF

1. Quelle est la différence entre la gestion « adaptative » et la gestion « prescriptive » du pâturage ?
2. Il existe de nombreuses comparaisons entre le pâturage continu et le pâturage rotatif : pouvez-vous me dire si des recherches ont été menées sur l'impact du changement de gestion du pâturage par rapport à d'autres types de gestion du pâturage que le pâturage continu (par exemple, le pastoralisme) ? Dans les climats arides et semi-arides ?
 - *Quels ont été les résultats sur les pâturages et sur la gestion du pâturage ?*

Séquestration du carbone

3. Pouvez-vous me parler des effets du pâturage tournant sur la séquestration du carbone dans le sol ? Dans les climats arides ou semi-arides ?

Végétation

4. Quels sont les effets du pâturage tournant sur la végétation des pâturages dans les climats arides ou semi-arides ?
5. Que savez-vous des effets du pâturage tournant sur les populations d'herbes C3 et C4 ?
6. La séquestration du carbone dans le sol est plus importante chez les plantes C4 que chez les plantes C3 : savez-vous pourquoi la séquestration du carbone est plus importante chez les plantes C4 que chez les plantes C3 après l'introduction du pâturage tournant ?

Bétail

7. Quels sont les effets du pâturage tournant sur la gestion du bétail dans les climats arides ou semi-arides ?
8. Expérience montrant l'effet positif des moutons sur la couverture végétale (augmentation) par rapport aux vaches, par exemple (méta-analyse de Heidi Hawkins) : Quel rôle joue l'espèce animale dans l'efficacité du pâturage tournant ?

Faune et flore sauvages

9. Effets négatifs du HPG sur les oiseaux (oiseaux migrateurs et oiseaux chanteurs), les mammifères et les amphibiens : quel est l'impact général du pâturage tournant sur la faune sauvage ? Dans les climats arides et semi-arides ?
10. Une étude de Teague et al., 2011, a montré une augmentation de l'activité des décomposeurs dans le sol : quel est l'impact du pâturage tournant sur l'activité des décomposeurs ? Dans les climats arides et semi-arides

Gestion des terres

11. Quels changements sont apportés à la gestion des parcelles dans un environnement aride ou semi-aride lorsque le pâturage tournant est introduit ? (Sources d'eau, ombrage, couloirs pour le bétail, etc.)

MAASAI

12. Comment vous êtes-vous intéressé·e aux Maasai ?
13. Pouvez me dire ce que vous savez à propos de ce peuple autochtone ?

14. Pouvez-vous me parler des problématiques auxquelles les Maasaï sont confrontés actuellement ?
15. Comment les Maasaï s'organisent-ils/elles ? (Groupes, tribus, conseil des anciens ...)
 - Comment les terres sont-elles gérées ?
16. Pouvez-vous me parler des interactions des Maasaï et d'autres populations pastorales ou de chasseurs-cueilleurs ?
17. Que se passe-t-il si les terres des Maasaï et d'une autre population autochtone se chevauchent ?

Agriculture

18. Pouvez-vous me parler des pratiques agricoles des Maasaï ?
19. Comment les Maasaï ont-ils/elles acquis des connaissances agricoles ?

Sédentarisation

20. Comment le mode de vie des Maasaï a-t-il évolué ? (Sédentarisation ...)
21. Quelles sont les raisons qui ont amené à l'évolution du mode de vie des Maasaï ?
22. Quel a été le rôle de la colonisation dans l'évolution du mode de vie des Maasaï ?

QUESTION DE FIN

23. Pourquoi le pâturage tournant est-il toujours encouragé malgré ses effets mitigés sur les pâturages ?
24. Quels types d'acteurs encouragent l'utilisation du pâturage tournant ?
25. Est-ce qu'il y a quelque chose que vous voudriez ajouter ?

FIN

- Merci
- Est-ce qu'il y a des références que je devrais consulter pour mon mémoire ?

PERSONAL INTRODUCTION AND PURPOSE OF THE INTERVIEW

- Explain who I am and what is the objective of the interview :
 - Student in bioengineering at ULB
 - Master in agronomic sciences
 - **Master's thesis** : Impact of rotational grazing on soil organic carbon sequestration in arid and semi-arid climates in Maasai territory in northern Tanzania
 - **Observation** : Impact of the introduction of rotational grazing on Maasai lifestyle
 - **Context** : Emergence of carbon projects using rotational grazing to generate carbon credits
 - **Objectif of the interview** : To understand if rotational grazing can help sequester carbon
 - **ITW ... [participant's name]**: *[names of the articles read if articles have been read]*
 - **Master's management committee** : Marjolein Visser and Priscilla Claeys

ETHICAL ASPECTS

- Anonymity : what you say will be anonymized, how data will be used (master's thesis and nothing else)
- Ask if the person is ok to being recorded and if so, start the recording
- Explain that the interviewee will receive a copy of the transcript upon request (optional)
- Explain structure of interview:
 - Functions more like a conversation than a formal interview : first, small questions then more open questions
 - 30-45 minutes (+/-)

START

- Can you please introduce yourself and explain why you started working on *[Insert the topic of the interview]*?
- Do you still work and/or publish on this subject ?

ROTATIONAL GRAZING

1. What's the difference between "adaptive" and "prescriptive" grazing management ?
2. There are a lot of comparisons between continuous and rotational grazing : Can you tell me any research has been done on the impact of changing grazing management from other types of grazing management than continuous grazing (e.g., pastoralism)? In arid and semi-arid climates ?
 - *What were the results on the rangelands and on the grazing management ?*

Carbon sequestration

3. Can you tell me about the effects of rotational grazing on soil carbon sequestration ? In arid or semi-arid climates ?

Vegetation

4. What are the effects of rotational grazing on the vegetation in the rangelands in arid or semi-arid climate?
5. What do you know what are the effects of rotational grazing on C₃ and C₄ grass population ?
6. Soil carbon sequestration higher in C₄ plants than in C₃ plants : Do you now why carbon sequestration is higher in C₄ plants than in C₃ following the introduction of rotational grazing ?

Livestock

7. What are the effects of rotational grazing on livestock management in arid or semi-arid climate?
8. Experiment that showed positive effect of sheep on plant cover (Increase) following, not with cows for example (meta-analysis of Heidi Hawkins) : What role do the animal's species play on the efficiency of rotational grazing ?

Wildlife

9. Negative effects of HPG on birds (passing birds and songbird), mammals and amphibians: How does rotational grazing in general impact wildlife ? In arid and semi-arid climate ?
10. A study of Teague and al., 2011 showed an increase in decomposer activity in the soil : How does rotational grazing impact the decomposer activity ? In arid and semi-arid climate

Land management

11. What changes are made to the plots management in an arid or semi-arid environment when rotational grazing is introduced? (Water sources, shade, livestock corridors, ...)

MAASAI

12. How did you become interested in the Maasai?
13. Can you tell me what you know about this indigenous people?
14. Can you tell me about the issues the Maasai are currently facing?
15. How are the Maasai organized? (Groups, tribes, council of elders, etc.)
 - How is the land managed?
16. Can you tell me about the interactions between the Maasai and other pastoralist or hunter-gatherer populations?
17. What happens if the lands of the Maasai and another indigenous population overlap?

Agriculture

18. Can you tell me about the agricultural practices of the Maasai?
19. How did the Maasai acquire agricultural knowledge?

Sedentarization

20. How has the Maasai way of life changed? (Sedentarization, etc.)
21. What are the reasons behind the changes in the Maasai way of life?
22. What role did colonization play in the evolution of the Maasai way of life?

QUESTION DE FIN

23. Why is rotational grazing still promoted despite its mixed effects on rangelands?
24. What kind of stakeholders are pushing for the use of rotational grazing ?
25. Is there anything else you would like to add ?

END

- Thank you
- Ask for references of any other people I should speak to or any materials that would be useful