

## Mémoire de fin d'études

présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome,  
spécialité Eau Sol et Environnement

### Perceptions et usages de la diversité écologique des parcours présahariens par les éleveurs camelins dans la zone rurale de M'Hamid El Ghizlane au Maroc



par Juliette Duval

Année de soutenance : 2019

**Organisme d'accueil** : Centre de coopération internationale en  
recherche agronomique pour le développement (Cirad), UMR  
Systèmes d'élevage méditerranéens (Selmet)



*En première de couverture,  
Sidi Hamadi Guessmi, pieds nus sur une crête d'Erig Smar.  
27/06/2019*

# Résumé

Le pastoralisme camelin extensif nomade occupe une place patrimoniale, économique et écosystémique prépondérante dans les sociétés sahariennes depuis des siècles, et se retrouve aujourd'hui au cœur de mutations sociales et écologiques profondes issues de la modernisation des modes de vie et des changements de l'utilisation traditionnelles des terres. Face à l'abandon de l'élevage nomade et à l'accentuation de la désertification des espaces présahariens, il est urgent de réfléchir à la pertinence des plans de développement ruraux passés et à venir dans une optique de pérennisation de l'activité pastorale et de préservation de la biodiversité unique des écosystèmes désertiques. Une étude ethno-écologique a été menée sur la commune rurale de M'Hamid El Ghizlane, en bordure du Sahara marocain, pour approcher les usages pastoraux et les dynamiques de la pression imposée sur la ressource végétale directement à travers la vision des acteurs. Comment la perception qu'ont éleveurs à l'égard de la diversité de leur environnement influence-t-elle les usages qu'ils font de cette diversité, caractérisés par leurs stratégies de mobilité ? Les savoirs écologiques locaux et les pratiques des éleveurs camelins ont été récoltés grâce à des enquêtes quantitatives et qualitatives associées à des outils de cartographie participative. La découverte des modes de conduite d'élevage et des interactions socio-professionnelles chez soixante éleveurs camelins a rendu compte de la résilience du pastoralisme nomade tout en soulevant des enjeux qui donnent une véritable pertinence à cette question de recherche. L'analyse de la représentation cognitive et culturelle que les éleveurs ont de la végétation et des sols a apporté une vision intrinsèque de la diversité écologique du désert et des dynamiques des communautés végétales en terme de potentiel pastoral. La représentation spatiale des usages pastoraux a été abordée via une vision dynamique de la mobilité des éleveurs et une vision plus statique de la fréquentation des parcours ; et doublée de réflexions sur la diversité édaphique en place afin de corrélérer usages et perceptions de cette diversité. Il est alors apparu que le réservoir de connaissances écologiques que constituent les éleveurs constitue un réel levier de compréhension du fonctionnement des socio-écosystèmes désertiques. Les savoirs écologiques locaux doivent être mobilisés à la faveur de réflexions sur les solutions de développement de l'élevage camelin et de maintien de la biodiversité présaharienne pour enfin considérer le pastoralisme nomade comme un levier de durabilité et non comme une menace.

# Abstract

Extensive nomadic camel pastoralism has occupied a dominant heritage, economic and ecosystem position in Saharan societies for centuries, and is now at the heart of profound social and ecological changes resulting from the modernization of lifestyles and changes in traditional land use. Faced with the abandonment of nomadic livestock farming and the increasing desertification of pre-Saharan areas, it is urgent to reflect on the relevance of past and future rural development plans with a view to sustaining pastoral activity and preserving the unique biodiversity of desert ecosystems. An ethno-ecological study was carried out in the rural area of M'Hamid el Ghizlane at the door of Moroccan Sahara, to approach pastoral uses and the dynamics of the pressure imposed on the plant resource directly through the vision of the stakeholders. How does livestock farmers' perception of the diversity of their environment influence their use of this diversity, which is characterized by their mobility strategies? Local ecological knowledge and practices of camel farmers were collected through quantitative and qualitative surveys combined with participatory mapping tools. The discovery of livestock management methods and socio-professional interactions among sixty camel pastoralists has demonstrated the resilience of nomadic pastoralism while raising issues that make this research question truly relevant. The analysis of the cognitive and cultural representation of vegetation and soils by pastoralists has provided an intrinsic vision of the ecological diversity of the desert and the dynamics of plant communities in term of pastoral potential. The spatial representation of pastoral uses was addressed through a dynamic vision of pastoralists' mobility and a more static vision of how rangelands are frequented; and coupled with reflections on the edaphic diversity in place in order to correlate uses and perceptions of this diversity. It then became clear that the reservoir of ecological knowledge that breeders represent constitutes a real lever for understanding the functioning of desert ecosystems. Local ecological knowledge must be mobilized through reflection on solutions for the development of camel farming and the maintenance of pre-Saharan biodiversity, and nomadic pastoralism must be considered as a lever for sustainability and not as a threat.

# Remerciements

A l'issue de cette dernière phase estivale d'analyse diurne et de rédaction nocturne, je tiens à remercier toute l'équipe de l'unité Selmet et ses stagiaires pour ce quotidien partagé avec vous dans une ambiance d'entraide et de légèreté. Merci spécialement à Lionel Julien et Johann Huguenin qui m'avez accueillie et épaulée dans le projet CAMED. Vous avez su me procurer des conseils avisés face à mes interrogations scientifiques et temporiser les émotions extrêmes, joie comme panique, qui m'ont habitée ces dernières semaines.

Je suis particulièrement reconnaissante à mon maître de stage Ibra Touré et mon co-encadrant Karim Barkaoui avec qui discuter a toujours mené mon travail vers des stratégies efficaces et des débats scientifiques délicieusement sans fin. Vous avez suscité en moi une vocation pour la recherche, je n'aurais pu souhaiter meilleur accompagnement pour ce stage incroyable et j'espère que nous serons amenés à rester en contact dans les années à venir. Un grand merci également à Elena Kazakou et Nicolas Devaux qui ont tutoré ce stage en plus de m'avoir dotée ces dernières années des connaissances et savoir-faire qui font mes capacités d'aujourd'hui. J'ai aussi une pensée pour Julien Blanco, dont les travaux d'ethnoécologie m'ont beaucoup inspirée y compris à titre personnel, et qui s'est rendu disponible pour échanger avec moi sans même me connaître.

Le cœur de ce stage a reposé sur un terrain brûlant, parfois rude mais toujours brut d'humanité. Si le chant des dunes et les ciels étoilés sont parfois accompagnés de sombres mirages, certaines personnes sont des oasis pour le cœur. Merci à Chaimae et Lina qui ont vécu le désert avec moi, merci à tous les sourires marocains qui m'ont prêté main-forte et réconfortée avec bienveillance. Il ne serait même pas question d'imaginer ce travail, et le diplôme auquel il prétend, si les éleveurs de dromadaires n'avaient pas accueilli mes questions avec la curiosité et l'hospitalité dont ils ont fait preuve. Je tiens donc à remercier sincèrement « les nomades », cette collaboration et les moments partagés me vont droit au cœur.

Je saisis enfin cette opportunité pour exprimer ma gratitude à l'équipe pédagogique de l'option ESE de Montpellier SupAgro, pour avoir couronné mes études supérieures d'une année qui me confirme que je n'aurais pas pu m'épanouir plus dans une autre formation professionnelle. Je suis certaine d'avoir trouvé ma voie en agro, et c'est un privilège incroyable que je compte bien mettre en œuvre dans ma vie pour agir efficacement dans le sens de mes convictions humaines et écologistes.

# Avant-Propos

## Calendrier du stage

Ce stage de fin d'étude a débuté par 3 mois au Maroc, le plus tôt possible dans le calendrier pour éviter les températures insoutenables dans le désert. Deux phases distinctes de terrain à M'Hamid el Ghizlane ont été séparées d'une transition à Rabat pendant le mois de Ramadan, lors de laquelle le flou de la thématique de stage, complexifié par la masse de données déjà récoltées, s'est précisé grâce à un cheminement cognitif tortueux.

La deuxième partie du stage s'est déroulée à Montpellier pour mener à bien une saisie des données extrêmement chronophage, des analyses et une rédaction dans un rythme à flux tendu guidé par la curiosité insatiable de la recherche.

## Précisions sur la lecture du mémoire

La partie matériels et méthodes est rédigée thématiquement selon les outils utilisés ; les résultats sont développés thématiquement selon la logique de la question de recherche plutôt que la chronologie de leur récolte ou de leur analyse. Les structures des matériels et méthodes et des résultats ne sont donc pas parallèles, ce qui peut complexifier un mode de lecture ciblé, mais c'est un parti pris pour la cohésion de la problématique.

Les figures n'ont pas été multipliées dans un souci d'efficacité de la place occupée, il est donc fréquent que de nombreuses informations soient synthétisées sur la même carte ou le même schéma. Ces informations sont commentées à plusieurs reprises dans le texte (parfois même dans des paragraphes différents), il est donc bon de se référer aux figures mentionnées dès que cela semblera opportun au lecteur. De même, si certains éléments d'une figure déjà présentée ne sont pas commentés, c'est que leur pertinence interviendra plus tard dans le texte. C'est d'ailleurs précisément la raison pour laquelle le choix de disjointer physiquement le corps du mémoire et les annexes a été fait, afin de faciliter la lecture simultanée des deux fascicules. Il est en effet parfois indispensable de se référer à certaines annexes comme les guides d'entretien ou les résultats de flore pour comprendre la démarche et les résultats, même s'ils n'ont pas été inclus dans le corps du texte pour des raisons évidentes de longueur.

Un travail bibliographique a été mené tout au long du stage et les références sont réunies en fin de mémoire. Lorsqu'aucune référence n'est mentionnée dans le texte, notamment dans la partie Contexte où c'est le cas à plusieurs reprises, alors c'est que les informations ne sont pas issues de la littérature scientifique mais en fait déjà de la découverte du terrain, même si elles sont abordées au début du mémoire pour des raisons de cohérence.

## Note sur l'utilisation des dialectes locaux : l'arabe marocain *darija* et le berbère des plaines *tachelhit*

Les appellations locales sont souvent utilisées pour éviter de perdre en sens avec une traduction approximative, et aussi parce qu'elles constituent les résultats d'un travail ethnologique. Toutes les ethno-espèces végétales seront par défaut appelées en arabe et considérées comme des mots féminins. En français, le mot « plante » est parfois utilisé abusivement à la place du mot « ethno-espèce végétale » pour alléger le discours.

L'alphabet arabe comprend plus de lettres que l'alphabet latin, et à ce titre il faut préciser la prononciation des sonorités arabes retranscrites. Le **r** est roulé, le **gh** s'apparente au r français, le **kh** est un r raclé dans la gorge comme la jota espagnole. Le **â** est un mélange guttural des a et è français. Le **h** (s'il ne suit pas un g ou un k) est toujours prononcé de manière marquée comme en anglais.

# Liste des acronymes

AAEZ : Association des Amis de l'Environnement de Zagora

BDD : Base De Données

Camed : *Roles of camel breeding in modern Saharan societies contributing to their adaptative capacities face to global changes*

Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

CMV : Centre de Mise en Valeur agricole (de Tagounite, de M'Hamid)

CNULD : Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification

COMITTAS : Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale

FLARES : Free List Analysis under R Environment using Shiny

IAV : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II de Rabat

LEK : *Local Ecological Knowledge*, ou savoirs écologiques locaux

MCD : Modèle Conceptuel de Données

MNT : Modèle Numérique de Terrain

NDVI : Indice de Végétation par Différence Normalisée

ONG : Organisation Non Gouvernementale

ONU : Organisation des Nations Unies

ORMVAO : Office Régional de Mise en Valeur Agricole d'Ouarzazate

SIG : Système d'Information Géographique

ZOI : *Zone Of Interest*, ou zone d'étude

# Liste des figures

Figure 1 – Schéma de l'écosystème désertique pâturé de M'Hamid el Ghizlane

Figure 2 – Carte de la zone d'étude

Figure 3 – Schéma illustratif de la structuration logique du modèle conceptuel de données sous Access

Figure 4 – Nature et répartition des modalités pour chaque variable du profil socio-professionnel des éleveurs

Figure 5 – Evaluations statistiques du domaine sémantique de la végétation pastorale issue des listes libres

Figure 6 – Croquis de synthèse des observations des différentes entités paysagères reconnues par les éleveurs, et traductions approximatives

Figure 7 – Cartographie approximative des formations pédologiques superficielles désertiques reconnues par les éleveurs et hydrologie théorique

Figure 8 - a – Trajectoires théoriques parcourues par 8 éleveurs entre le 01/03/2018 et le 30/04/2019

Figure 8 - b – Etendue des connaissances botaniques des éleveurs sélectionnés et indicateurs généraux de déplacement sur 395 jours

Figure 9 - Intensité et saisonnalité de l'exploitation humaine des principaux parcours de la zone de M'Hamid

Figure 10 – Influence potentielle des facteurs environnementaux sur l'intensité et la saisonnalité des fréquentations des parcours de M'Hamid

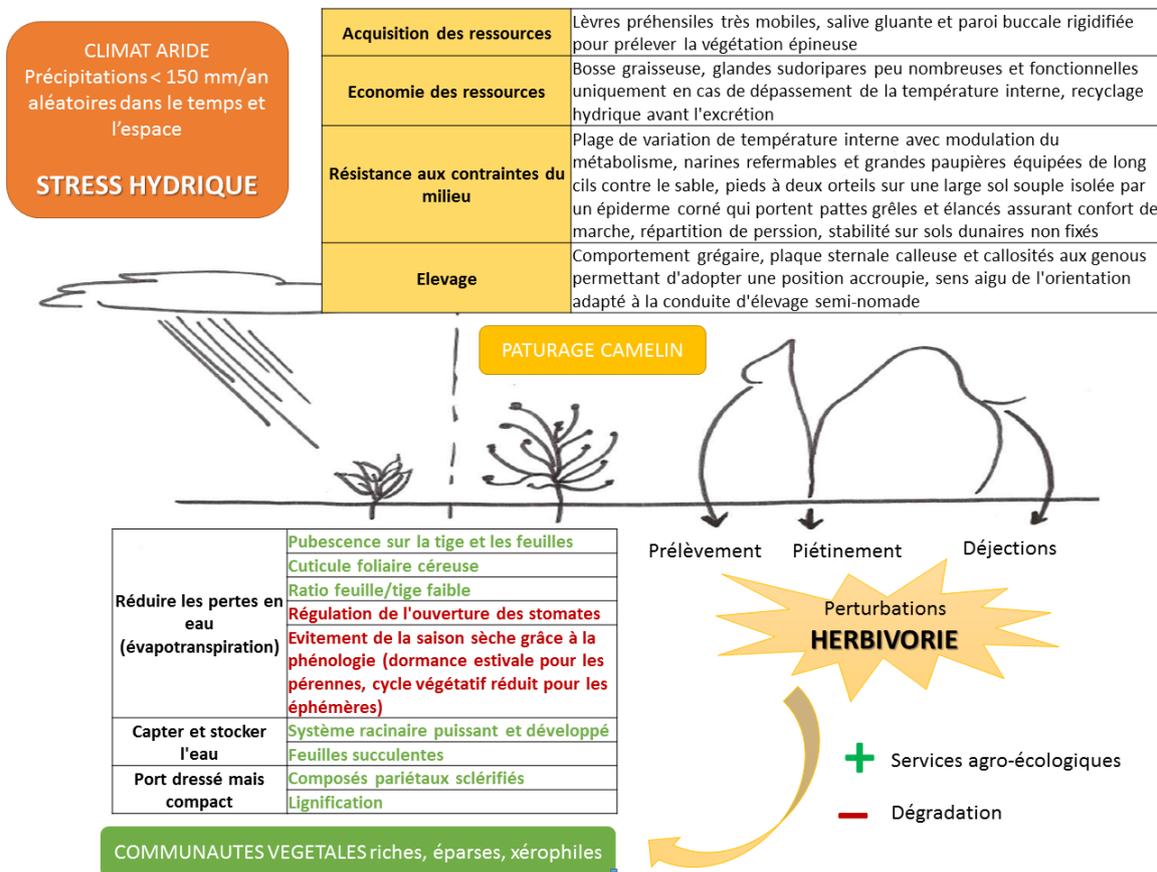
# Table des matières

<b>Résumé.....</b>	<b>3</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>4</b>
<b>Remerciements.....</b>	<b>5</b>
<b>Avant-Propos.....</b>	<b>6</b>
<b>Liste des acronymes.....</b>	<b>7</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>8</b>
<b>Table des matières.....</b>	<b>9</b>
<b>Introduction et contexte.....</b>	<b>1</b>
<b>1. La place du pastoralisme camelin dans les socio-écosystèmes Saharien.....</b>	<b>1</b>
a. Patrimoniale : la tradition ancestrale de l'élevage de dromadaires par des pasteurs nomades.....	1
b. Economique : de la subsistance alimentaire au capital financier.....	2
c. Ecosystémique : les communautés végétales présahariennes entre stress hydrique et pressions d'herbivorie.....	3
d. Tribale : des clivages ethno-sociaux entretenus par l'élevage camelin.....	3
<b>2. Des mutations sociales et écologiques profondes ces dernières décennies.....</b>	<b>4</b>
a. Modernisation des modes de vie : sédentarisation sur fond d'exode rural.....	4
b. Changements dans l'utilisation traditionnelle des terres : risques du surpâturage.....	4
<b>3. Une brique ethnoécologique à l'identification des leviers de développement de l'élevage camelin.....</b>	<b>5</b>
a. Objectifs du projet de recherche Camed.....	5
b. La multiplication des recours aux ethnosciences pour la compréhension et la gestion des socio-écosystèmes.....	6
<b>Matériel et Méthodes.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Les outils de la télédétection pour caractériser la diversité édaphique du désert pastoral de M'Hamid el Ghizlane.....</b>	<b>8</b>
a. Définition de la zone d'étude sur un recouvrement d'entités paysagères variées.....	8
b. Altimétrie et hydrographie grâce à l'exploitation du modèle numérique de terrain.....	9
c. Formations pédo-morphologiques par classification non supervisée d'information satellitaire multispectrale.....	10
<b>2. Une enquête ethnoécologique pluridimensionnelle et quantitative pour recueillir les perceptions et usages locaux.....</b>	<b>10</b>
a. Entretiens semi-directifs, méthode des listes libres et cartographie participative.....	10
b. Focus-groupes qualitatifs complémentaires.....	12
<b>3. Gestion et analyse des données issues de l'enquête : base relationnelle, statistiques, cartographie.....</b>	<b>13</b>
a. Elaboration du modèle conceptuel de données sur Access.....	13
b. Spatialisation de l'usage des parcours à dire et « dessins » d'acteurs sur ArcGis.....	15
c. Statistiques avec le logiciel FLARES pour l'analyse des listes libres.....	15
<b>Résultats et discussions.....</b>	<b>16</b>

<b>1. Décrire les profils sociologiques des éleveurs et les modes de conduite d'élevage camelin qui en découlent : quelles stratégies face aux risques du désert ?</b> .....	<b>16</b>
a. Un degré de nomadisme variable mais ancré au territoire tribal .....	17
b. Des entraides socio-professionnelle verticales et horizontales solides .....	18
c. Des conduites de troupeaux souples et adaptées à la mobilité .....	19
d. Problématiques, revendications et perceptions de l'élevage nomade .....	21
<b>2. Evaluer les savoirs écologiques locaux des éleveurs : quelle perception des diversités écosystémiques de « leur désert » ?</b> .....	<b>23</b>
a. Perceptions de la diversité végétale et sémantique morpho-usagère .....	23
b. Qualité pastorale et tendances évolutives de la végétation .....	24
c. Diversité écosystémique des parcours : préférences édaphiques de la végétation, mécanismes de fonctionnement des écosystèmes.....	27
d. Exploration statistique du domaine sémantique et culturel de la végétation pastorale .....	29
<b>3. Caractériser l'usage pastoral : comment les mobilités permettent-elles d'exploiter la diversité écologique du désert ?</b> .....	<b>32</b>
a. Une approche pédo-morphologique pour spatialiser la variabilité édaphique .....	32
b. Le rôle de la diversité édaphique dans la définition des parcours .....	34
c. La quête des logiques d'usage par la spatialisation des circuits de mobilité individuels .....	35
d. L'hétérogénéité spatio-temporelle de l'usage pastoral en termes de décision humaine et de pression animale .....	37
<b><i>Poursuites, limites et perspectives</i></b> .....	<b>41</b>
<b>1. Contrepied de la problématique : quelle est l'influence des circuits de mobilité sur la répartition des savoirs écologiques parmi les éleveurs ?</b> .....	<b>41</b>
a. Influence du profil socio-culturel et de l'intensité de mobilité sur la répartition des LEK .....	41
b. Recours aux relevés floristiques pour tester l'hypothèse de vraisemblance écologique.....	42
<b>2. Face à la complexité de la récolte d'informations sur le terrain, quelles incertitudes, quelles pistes d'amélioration ethnologiques et écologiques ?</b> .....	<b>42</b>
a. Prétention des résultats : précautions et parcimonie nécessaires dans les interprétations.....	42
b. L'extraction des connaissances et des pratiques locales : un défi à part entière.....	43
c. Confrontation du savoir local avec l'expertise scientifique exogène : l'indispensabilité des relevés de terrain.....	44
<b>3. Raréfaction de la ressource hydro-pastorale : des responsabilités climatiques mais aussi humaines, de l'exploitation à la régulation</b> .....	<b>45</b>
a. L'étude de scénarii de construction de puits à direx d'éleveurs face à la prééminence de l'enjeu hydrique .....	46
b. L'entrelacement des facteurs de dégradation du potentiel pastoral de la végétation .....	46
c. La gestion collective des ressources à M'Hamid : vers un dénouement entre complexité tribale de la société et désintérêt des politiques publiques ? .....	48
<b>Conclusion</b> .....	<b>50</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>52</b>

# Introduction et contexte

## 1. La place du pastoralisme camelin dans les socio-écosystèmes Saharien



**Figure 1 – Schéma de l'écosystème désertique pâturé de M'Hamid el Ghizlane**

(Les adaptations à la sécheresse des végétaux en vert sont d'ordre morphologique, en rouge d'ordre physiologique)

- Patrimoniaire : la tradition ancestrale de l'élevage de dromadaires par des pasteurs nomades

L'élevage camelin constitue le fondement culturel des sociétés Sahariennes puisqu'il y entretient le mode de vie des pasteurs nomades depuis plus de 2000 ans (Faye, 2002). Dans le désert où la ressource hydro-pastorale est éparse, la mobilité est le mode de conduite d'élevage ancestral pour y accéder. Les déplacements des animaux et de leurs éleveurs dessinent dans le paysage une géométrie conduite par la position des points d'eau et la disponibilité fourragère, cette dernière variant dans le temps. Ces déplacements de troupeaux constituent en fait des zones de « **parcours** » aux limites floues, définition à laquelle la notion de mobilité est intrinsèquement liée. Pour exploiter au mieux l'hétérogénéité écologique, la conduite d'élevage combine une macro-mobilité sur de longues distances entre différents parcours à la recherche de la pluie, ainsi qu'une micro-mobilité quotidienne autour des implantations humaines, qu'elles soient temporaires ou sédentaires (Blanco, Michon, et Carrière, 2017). L'existence entière des familles d'éleveurs se centre sur ce schéma de pastoralisme, et donc sur un mode de vie nomade.

Si contrairement à la plupart du reste du monde l'élevage bovin est totalement absent de l'agroécosystème marocain aride, les camélidés sont particulièrement adaptés aux climats secs, caractérisés par une forte dispersion des ressources alimentaires, de faibles ressources hydriques et un fort contraste thermique. A l'inverse de son espèce cousine *Camelus bactrianus* (le chameau) qui prédomine dans les déserts asiatiques tempérés à froids, le dromadaire ***Camelus dromadarius*** est un animal domestique dont la physiologie est hautement adaptée à l'aridité chaude du continent africain. Les mécanismes d'adaptation fonctionnelle du dromadaire à l'acquisition et l'économie des ressources, à la résistance aux contraintes du milieu et à la conduite d'élevage pastoral sont détaillées sur le schéma de la **Figure 1**.

#### b. Economique : de la subsistance alimentaire au capital financier

Le dromadaire fournit en premier lieu sa **viande** et son **lait**. La viande est particulièrement prisée comparée au reste du bétail présaharien (caprins, ovins, quelques volailles) car elle est fine et goûteuse. Les éleveurs vendent les chamelles et dromadaires « réformés » et les chamelons aux quelques boucheries locales, ou réalisent des « sacrifices » pour leur autoconsommation à l'occasion de repas de fête. Le lait de chamelle est reconnu pour ses vertus diététiques mais n'est pas transformable en raison du trop faible taux de matière grasse. Pour le lait comme pour la viande, il existe très peu de filières de valorisation et donc très peu d'export ; il s'agit d'un élevage vivrier local. Il était autrefois d'usage d'exploiter systématiquement la **laine** pour l'artisanat textile, mais avec l'arrivée de nouveaux tissus cette activité s'est marginalisée à quelques objets de décoration fabriqués par les femmes à des fins de commercialisation touristique. La peau, de mauvaise qualité, est également rarement exportée vers les tanneries de Fès et Marrakech desquelles repartent le **cuir** à destination de l'artisanat.

En réalité, outre la contribution en ressources alimentaires et d'artisanat, les troupeaux de dromadaires constituent surtout **l'épargne** des familles d'éleveurs. Cette capitalisation monétaire, parfois exclusive, assure la sécurité financière familiale : une à quelques têtes sont vendues par an afin de couvrir les frais de la vie quotidienne (essence, alimentation) ou un événement exceptionnel (mariage, achat d'un véhicule).

Le dromadaire a également toujours été un animal de **bât**, domestiqué pour porter des marchandises lourdes sur de longues distances. Le long de la vallée du Drâa, la route des caravanes camelines qui reliait Tombouctou aux villes côtières septentrionales du Maroc était une voie commerciale majeure du nord de l'Afrique par le passé, abandonnée depuis la motorisation du transport des marchandises. Se sont ensuite succédés sur le dos du dromadaire des guerriers, des sportifs, et enfin aujourd'hui des touristes. Ces dernières années, le tourisme connaît une très forte expansion pour devenir une activité économique majeure dans la région de M'Hamid. Les dromadaires sont devenus un véritable **produit touristique** et les agences proposant des treks camelins à travers les dunes foisonnent, ce qui a créé un léger regain des effectifs du cheptel camelin ces dernières années (cf. **Annexe 1 – Evolution du cheptel camelin marocain**).

Dans son ensemble, la multifonctionnalité de l'élevage assure donc des activités diverses dont l'évaluation monétaire est souvent difficile à appréhender, compte tenu de leur état diffus dans la vie courante des populations pastorales (Diallo, 2004). Les chiffres tant du cheptel que des flux financiers sont rarement accessibles, et encore moins des chiffres fixes, mais la FAO a estimé que le cheptel camelin marocain total a varié entre 1961 et 2017 de 235000 à 32000 têtes au plus bas, avec un effondrement dans les années 70 (cf. **Annexe 1**). Pour ordre de grandeur : des recensements de 2004 et 2009 estiment le cheptel camelin de la région du Drâa-Tafilalet à un total de 8000 à 9000 têtes, dont environ 7000 sur les trois communes considérées dans cette étude. Il aurait été produit sur ces 3 communes sur l'année 2004 environ 34 tonnes de viande de dromadaire (ORMVAO, 2004). Toujours

est-il qu'avec l'abandon du commerce caravanier trans-Saharien et l'imperméabilité de la zone à l'industrialisation, l'agriculture et l'élevage sont restés longtemps les sources de revenu basiques, rattrapés aujourd'hui par le tourisme et l'armée mobilisée par les tensions avec l'Algérie.

#### c. Ecosystémique : les communautés végétales présahariennes entre stress hydrique et pressions d'herbivorie

Avec un cumul annuel de précipitations largement inférieur à 150 mm (cf. **Annexe 2.a** – *Cumuls annuels de précipitations*), la zone de M'Hamid se définit climatiquement comme un désert chaud aride selon la classification de Köppen-Geiger. L'écologie des communautés végétales s'y inscrit donc dans un faciès **steppique**, avec une végétation xérophile très peu dense, rase, ayant développé de nombreux mécanismes d'adaptation morphologiques et physiologiques à la sécheresse détaillés sur le schéma de la **Figure 1**. Cependant, la richesse de ces communautés est loin d'être faible, avec des arbres et arbustes épineux épars et de nombreuses herbacées pérennes ou éphémères (plutôt que « annuelles ») dont la germination dépend des pluies hivernales et printanières irrégulières en fonctions des espaces et des années.

Le **pâturage** camelin a des impacts fondamentaux sur les écosystèmes prairiaux désertiques. Le prélèvement de la ressource par les dromadaires implique une perte directe de biomasse photosynthétique et un changement dans la composition botanique de par les palatabilités (appétences) variables des espèces. Le piétinement est responsable du bris des mottes de terre et de la compaction du sol, et donc de l'augmentation de sa vulnérabilité face à l'érosion. Les déjections des animaux constituent des apports azotés minéraux et organiques et participent aussi à la dissémination des graines, ce qui augmente la couverture du sol et influe également sur le cortège floristique en place (Zanin *et al.*, 2017). Ainsi en fonction de la charge pastorale et des conduites d'élevage, les impacts terrestres et aériens de l'herbivorie varient entre bénéfiques agro-écologiques et perturbations excessives. A M'Hamid, la variabilité spatiale des impacts du pâturage à l'échelle d'une « prairie » est doublée d'une hétérogénéité à l'échelle du territoire entier en raison du caractère (semi-)nomade de l'élevage camelin. En modifiant à grande échelle les mécanismes de coexistence des populations, comme la différenciation des niches écologiques ou le déséquilibre des traits fonctionnels, ces différentiels spatiaux de pression d'herbivorie impactent sur toute la zone la composition des communautés végétales (Bloor et Pottier, 2014). Cependant, il est important de remettre en question la notion d'équilibre écologique perturbé par le pâturage à la faveur d'un déséquilibre nécessaire aux environnements arides entretenus par le pastoralisme extensif (Davis, 2004). Enfin au-delà du pâturage, l'utilisation anthropique de la végétation pérenne comme bois de construction et d'alimentation des fours à poterie (artisanat dynamique dans la ville voisine de Zagora) a aussi un impact non négligeable sur la densité prairiale du désert.

#### d. Tribale : des clivages ethno-sociaux entretenus par l'élevage camelin

Historiquement, tout le sud du Maroc était peuplé par les bédouins arabes, qui cohabitèrent à partir du XVII<sup>ème</sup> siècle avec les berbères réunis sous la confédération des *Ait Atta*, puis avec d'autres groupes sociaux au fil des flux migratoires. Des sous-groupes fondés sur la parenté ethnique se sont imposés peu à peu, chacun avec une identité culturelle, économique, ethno-linguistique et politique propre et ancrée : ce sont les différentes **tribus** qui cohabitent aujourd'hui dans la région de M'Hamid, elles-mêmes subdivisées en fractions. Les interactions sociales qui rattachent ces identités ne sont pas statiques et dépendent de la période et du contexte, mais ces noyaux, leur hiérarchie, leurs pouvoirs et accès aux ressources sont complètement acceptés par tous (Casciarri, 2003).

Aux côtés des *Abid* anciens esclaves sub-Sahariens, *Draoua* et *Haratine* fermiers sédentaires, *Chorfa* et *Mrabtine* aux fonctions religieuses, trois tribus se définissent par l'élevage pastoral nomade :

les berbères *Ait Unzar* et *Ait Isfoul* et les arabes *Aarib*. Chacune de ces tribus d'éleveurs possède un **territoire pastoral commun**, qui appartient à tous les membres de la tribu mais dont la propriété est dissociée de l'exploitation : les parcours sont fréquentables par tous ceux qui souhaitent en faire usage pastoral (dans la limite du raisonnable pour éviter les invasions). La gestion des terres communes est juridiquement statufiée « *aradi sulaliya* » et les questions concernant le partage et l'exploitation par les membres de la tribu sont discutées en interne par les anciens. Ces peuples nomades ont entretenu dans les siècles passés un esprit d'insubordination au gouvernement et à la colonisation française malgré les tentatives de sédentarisation. Les règles de politique et de justice tribales sont aujourd'hui tolérées par les pouvoirs nationaux, qui asseyent malgré tout leur autorité via les politiques d'aménagement du territoire et la décentralisation en représentants locaux et en militaires, ce qui crée un clivage social supplémentaire.

## 2. Des mutations sociales et écologiques profondes ces dernières décennies

### a. Modernisation des modes de vie : sédentarisation sur fond d'exode rural

De par l'isolement de M'Hamid aux confins du Maroc, les modes de vie ont connu une **modernisation culturelle et technologique** récente. La démocratisation des smartphones et l'extension du réseau de télécommunication ont connecté la population au savoir universel du web. Le taux de scolarisation de cette région anciennement très illettrée a fortement augmenté et presque tous les enfants vont aujourd'hui à l'école et poursuivent éventuellement sur des études hors du village. Le développement du transport motorisé a fourni un véhicule à une bonne partie des foyers, très souvent une moto, parfois un 4x4 en fonction des moyens. L'un dans l'autre, communication, scolarisation et mobilité engendrent un exode rural conséquent.

En termes d'évolutions de l'agriculture, le **plan Maroc Vert** a vocation depuis 2008 à dynamiser l'activité agricole nationale en modifiant les systèmes fonciers pour encourager les investissements privés, tant sur les voies de productions modernes à haute productivité qu'au niveau de l'agriculture paysanne rurale pour lutter contre la pauvreté. Dans la zone de M'Hamid l'élevage peine à être stimulé par cette politique agricole, mais en revanche la mise en culture des terres est subventionnée, notamment sur l'irrigation. Le palmier dattier reste ainsi la culture dominante (bien que largement moins dynamique qu'il y a quelques décennies) et s'accompagne de cultures vivrières manuelles de céréales, fruits et légumes concentrées sous les palmeraies près des villages ou annuellement sur une partie des terres pastorales communes pour profiter des décrues. Un autre objectif du plan Maroc Vert est la valorisation des produits locaux face à l'accès de plus en plus facilité aux produits transformés et/ou importés de l'international, un paramètre qui modifie d'ailleurs les habitudes alimentaires des populations et donc l'exclusivité de la dépendance à la production locale, comme le lait de chamelle par exemple.

Entre l'attrait du confort de la vie sédentaire, le souhait de scolarisation des enfants, les possibilités d'appropriation des terres et de reconversion sur l'agriculture ou le tourisme, et la perte de dynamisme économique et culturel de l'élevage camelin, de plus en plus d'éleveurs décident de s'installer dans les centres de villages. Depuis quelques décennies, cette **sédentarisation** engendre une boucle de rétroaction positive sur la déperdition de l'élevage extensif nomade puisque les nouvelles générations perdent en proximité avec les troupeaux et donc la profession.

### b. Changements dans l'utilisation traditionnelle des terres : risques du surpâturage

L'installation des éleveurs dans des habitats fixes dans les villages modifie la géométrie des déplacements à la recherche de la ressource hydro-pastorale qui se retrouve polarisée par l'influence

« urbaine » de la sédentarisation. Les animaux se retrouvent concentrés en périphérie du village, ce qui crée une **hétérogénéité de la pression d’herbivorie** avec un risque de surpâturage et donc de modification des communautés végétales.

En climat désertique, les effets du **surpâturage** n’ont pas la même réversibilité que sous des pluviométries plus abondantes. Dans les prairies tempérées, l’augmentation de l’intensité de pâturage entraîne un remplacement des espèces dominantes, à forte aptitude à la compétition aérienne et à stratégie conservatrice, par des espèces à forte aptitude à l’acquisition des ressources par compétition racinaire (Marion, 2010). Or ces traits sont aussi ceux des xérophytes ; peut-on alors imaginer que si ces communautés constituent déjà le faciès à l’équilibre sans pression d’herbivorie, la succession écologique issue du surpâturage est simplement une profonde dégradation ? Le dénudement des sols arides par le surpâturage est d’autant plus grave que ceux-ci sont particulièrement sensibles à l’érosion éolienne qui réduit progressivement l’épaisseur des horizons sableux superficiels et provoque la formation de dunes. Lorsque le prélèvement annuel dépasse largement la capacité de renouvellement des ressources naturelles, la régression du couvert végétal peut atteindre de tels stades de dégradation qu’il est difficile d’imaginer une reconstitution (Floret et al., 1981). Cette dégradation des parcours pénalise les performances zootechniques des cheptels qui se retrouvent sous-alimentés (Carrière, 1995). Notons que la notion de surpâturage reste délicate à aborder, car si la surexploitation de la ressource est facilement théorisable voire constatable dans la réalité, les services agro-écologiques prodigués par la (sur)pâturage sont difficiles à mesurer mais probablement encore en jeu.

La question de la modification des communautés végétales ne peut pas être posée sans considérer le changement climatique global. Dans le désert, le changement climatique est souvent associé à l’**aridification**, *i.e.* à la diminution des précipitations en quantité et en fréquence. Ceci dit, dans la région de M’Hamid les données de pluviométrie disponibles sont trop récentes pour parler de variations climatiques ; elles permettent juste d’évaluer la météorologie des deux décennies 90/2000 qui montre en effet une baisse des précipitations (cf. **Annexe 2**). L’aridification et le surpâturage potentiels constituent un cumul de facteurs climatiques et anthropiques à l’origine d’un risque de **désertification**. D’après la définition de la Convention des Nations Unies (ONU) sur la lutte contre la désertification, il s’agit d’une dégradation des terres en zone aride et plus précisément une réduction voire une disparition de la productivité biologique ou économique des zones sèches (Millennium Ecosystem Assessment (Program), 2005).

### 3. Une brique ethnoécologique à l’identification des leviers de développement de l’élevage camelin

#### a. Objectifs du projet de recherche Camed

Dans un tel contexte, le projet *Roles of camel breeding in modern Saharan societies contributing to their adaptative capacities face to global changes* (Camed) s’articule depuis 2016 autour d’un partenariat entre acteurs de la recherche marocaine, algérienne et française. Sur la base de deux terrains, l’un à M’Hamid el Ghizlane au Maroc et l’autre à Ouargia en Algérie, les objectifs-clefs du projet sont les suivants :

- Décrire, comprendre et modéliser les trajectoires temporelles des sociétés pastorales camelines dans les zones arides ;
- Identifier les principaux drivers des pratiques d’élevage et d’utilisation des ressources ;
- Proposer des axes d’innovation de l’activité dans le sens du développement durable, notamment sur la valorisation des produits camelins et la régulation de l’utilisation des terres collectives.

Différents travaux d'étudiants sur les trajectoires et les performances de l'élevage camelin ainsi que sur la variabilité du potentiel fourrager du désert de M'Hamid ont précédé cette étude, mais avec des approches tantôt géographiques, tantôt zootechniques, tantôt purement floristiques. Ces travaux s'inscrivent dans le partenariat que le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) entretient au Maroc avec l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II de Rabat (IAV) et l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole d'Ouarzazate (ORMVAO). Le présent mémoire a aujourd'hui pour but d'apporter un complément d'informations à la thèse de géographie de Lina Amsidder qui cherche actuellement à expliquer les mobilités humaines et animales dans le désert marocain. Dès lors, la finalité des raisonnements lors de ce travail se rapportera souvent à la compréhension des facteurs de mobilité des éleveurs, dont une synthèse rudimentaire sera proposée en relation avec ce terrain.

#### b. La multiplication des recours aux ethnosciences pour la compréhension et la gestion des socio-écosystèmes

L'ethnoécologie étudie les relations entre les sociétés et les écosystèmes qui les abritent via le prisme des savoirs et des savoir-faire populaires, traditionnels et locaux. L'ethnobotanique inspecte le domaine des plantes utiles centré sur les usages qui en sont faits dans le cadre des besoins humains de base : se nourrir, se vêtir, se loger, s'outiller, se soigner, etc. (Moizo, 2017). A l'heure de la reconnaissance croissante des sciences participatives, de plus en plus d'étude ethnoécologiques contribuent aujourd'hui à l'analyse du fonctionnement des socio-écosystèmes ruraux (Miara *et al.*, 2019 ; Oliveira *et al.*, 2019 ; Blanco et Carrière, 2016 ; Salpeteur *et al.*, 2015 ; Robert et Gangneron, 2015).

Dans un socio-écosystème aussi traditionnel, rude et stochastique que celui de M'Hamid el Ghizlane, un consensus culturel commun se construit à travers les activités quotidiennes individuelles des habitants. Les éleveurs de dromadaires sont porteurs de savoir et acteurs de pratiques ; ils s'insèrent dans un environnement social et écologique qu'ils construisent et auquel ils sont eux-mêmes soumis (Barnaud, 1997). A ce titre, ils constituent en soi le meilleur vecteur d'étude ethnologique pour comprendre les dynamiques de l'agro-biodiversité de leur désert, et comment leur activité pastorale interfère avec ces dynamiques. En effet, au regard des pressions diverses auquel est soumis le fonctionnement de l'écosystème pastoral de M'Hamid depuis les dernières décennies, il est aujourd'hui primordial de démêler toutes les éventualités évoquées précédemment pour identifier la dynamique actuelle réelle de la ressource. De tels objectifs ouvrirait la porte à des propositions de scénarii d'aménagement sur des bases écologiques pour le développement rural de la zone pré-saharienne, ou à défaut d'en proposer être au moins en capacité d'en réfuter.

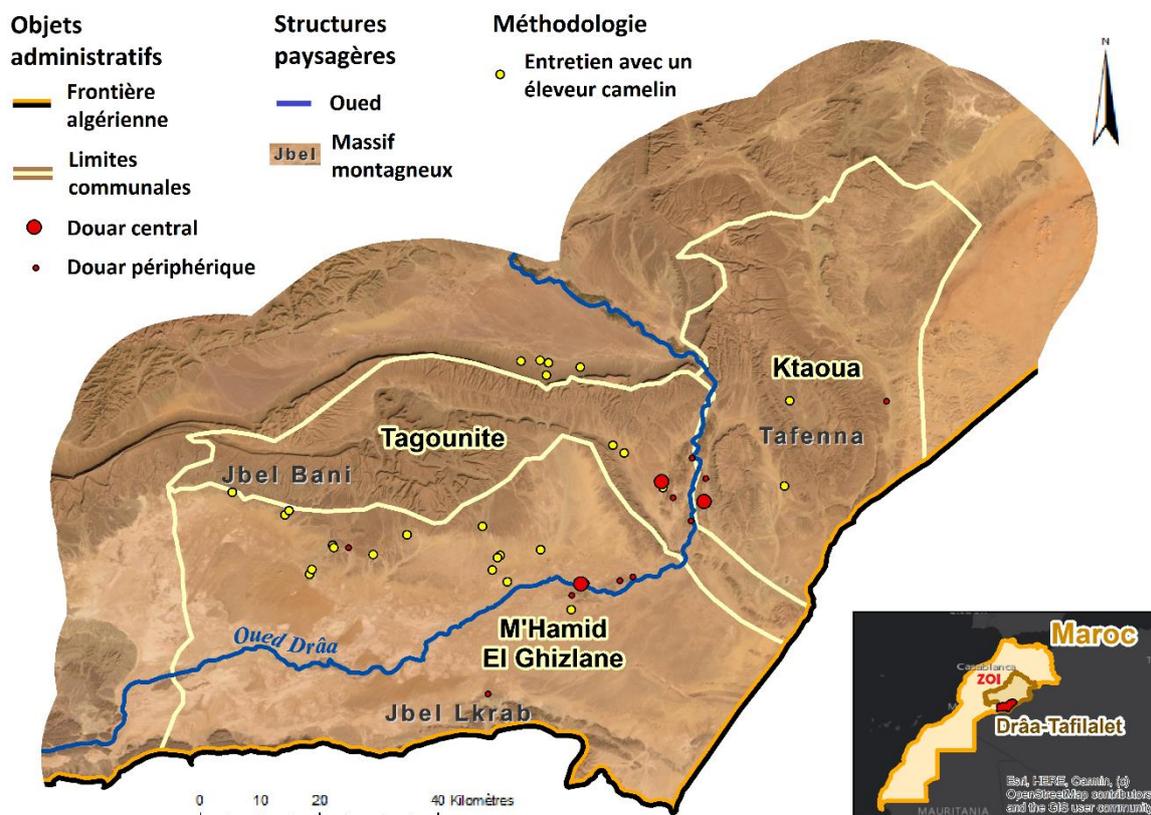
L'objectif de ce travail est donc de réunir et analyser les savoirs écologiques locaux (ou *Local Ecological Knowledge*, LEK) pour comprendre comment les éleveurs perçoivent leur environnement en termes de diversité végétale, édaphique, morphologique, fonctionnelle ; comment ils utilisent cette diversité à travers leurs stratégies de mobilité longue (on ne discutera pas ici des micro-mobilités quotidiennes des troupeaux autour d'une base fixe) ; et in fine quels sont les impacts écologiques effectifs de leurs modes de perception et d'usage du désert. Ce dernier point est l'aspiration ultime de ce travail, mais ne peut être abordé qu'après avoir analysé finement les savoirs et les usages des éleveurs en lien avec la diversité de leur environnement. Dès lors, le cœur de cette étude s'attachera à comprendre **comment les savoirs écologiques locaux des éleveurs influencent-ils leur utilisation de la ressource pastorale, c'est-à-dire leur stratégie de mobilité ?**

Une méthodologie pluridisciplinaire sera adoptée à la croisée de l'ethnologie, l'écologie et la géographie. L'objet d'étude étant les éleveurs eux-mêmes, une enquête hybride sera menée en quantitatif et qualitatif et les interprétations seront synthétisées à l'aide d'outils cartographiques dans

une optique générale de spatialisation de la ressource pastorale et de son exploitation. Initialement, le présent travail devait être mené en parallèle d'une étude écologique beaucoup plus « radicale » des traits fonctionnels de la végétation des parcours, afin de caractériser le potentiel pastoral et les dynamiques actuelles des communautés. Néanmoins pour des raisons extérieures cette étude n'a pas pu être menée ce qui a privé la démarche générale de tout le volet de confrontation des résultats à dire d'acteurs avec les données à dire « d'expert écologue ». Cette confrontation aurait constitué un maillon décisif dans la compréhension de la corrélation perception-usage des éleveurs. Dès lors, il faut garder à l'esprit que tous les outils cartographiques mobilisés dans ce travail ne peuvent prétendre à une représentation *stricto sensu* de l'environnement et ne seront que des vecteurs de communication et de synthèse visuelle des données ethnologiques.

La découverte des modes de conduite d'élevage et des interactions socio-professionnelles chez les éleveurs camelins rendra compte de la résilience du pastoralisme nomade tout en soulevant des enjeux qui donnent une véritable pertinence à cette question de recherche **(i)**. L'analyse de la représentation cognitive et culturelle que les éleveurs ont de la végétation et des sols apportera une vision intrinsèque de la diversité écologique du désert et des dynamiques des communautés végétales en termes de potentiel pastoral **(ii)**. La représentation spatiale des usages pastoraux sera approchée via une vision dynamique de la mobilité des éleveurs et une vision plus statique de la fréquentation des parcours ; et doublée de réflexions sur la diversité édaphique en place afin de corréler usages et perceptions de cette diversité **(iii)**. Enfin, des perspectives méthodologiques complémentaires suggéreront comment poursuivre les interprétations ou s'émanciper des défaillances de cette étude, puis la place du pastoralisme dans la gestion agronomique de la ressource hydro-pastorale de M'Hamid (et donc aussi des écosystèmes et de leur biodiversité) sera discutée.

# Matériel et Méthodes



**Figure 2 – Carte de la zone d'étude**

(aussi dénommée « zone de M'Hamid » tout au long de ce travail ; fond d'imagerie satellitaire ArcGis Image Server)

## 1. Les outils de la télédétection pour caractériser la diversité édaphique du désert pastoral de M'Hamid el Ghizlane

### a. Définition de la zone d'étude sur un recouvrement d'entités paysagères variées

La commune rurale de M'Hamid el Ghizlane se trouve au sud-est du Maroc en bordure du Sahara, dans la province de Zagora au sein de la région du Drâa-Tafilalet. Entre son substantif de *ghizlane* (la gazelle) et sa position d'ultime oasis de la vallée du Drâa, là où la route de goudron s'arrête, M'Hamid est considérée comme la porte du Sahara marocain. Le territoire de M'Hamid est bordé des communes de Fomzguite à l'est, Tagounite au nord puis Ktaoua plus à l'est, chacune organisées en plusieurs *douars* (villages) comme visible sur la **Figure 2**. La limite sud de M'Hamid est constituée par la frontière algérienne qui se superpose au *Jbel* (montagne) Lkrab. Le paysage est marqué par l'extrémité est de la chaîne du Jbel Bani, relativement imposant en altitude et en superficie à l'échelle nationale, ainsi que par l'*oued* Drâa qui est le plus long fleuve du Maroc lorsqu'il est en eau. Les *wadi* (pluriel d'*oued*) comme le Drâa sont les cours d'eau des régions désertiques au régime hydrologique très irrégulier, animés lors des rares et fortes précipitations.

La zone d'étude (ou *Zone Of Interest*, ZOI) est définie aux 3 communes de M'Hamid, Tagounite et Ktaoua sur lesquelles se concentre l'activité cameline de toute la région (cf. chiffres en **partie Contexte.1.b**). *A posteriori* elle sera agrandie d'une zone-tampon de 20 km de large autour des limites

communales (sans considérer l'Algérie) afin de pouvoir exploiter des données récoltées dans cette frange de terrain. Pour l'étude de la mobilité d'éleveurs nomades et la répartition de la végétation, les limites administratives communales ne sont en effet pas d'une pertinence indispensable.

La découverte de la zone directement sur le terrain dévoile donc des linéaires montagneux, trop éloignés pour être vus à l'œil nu depuis le centre de la vaste plaine de M'Hamid. Le paysage s'avère mosaïqué de manière très distincte à petite échelle, avec des patches d'altitudes, de sols, de végétations sensiblement différents. De nombreuses gouttières sableuses au travers des sols caillouteux indiquent notamment les multiples chemins d'écoulement des rares précipitations, avec une densité plus élevée de végétation.

Afin d'interpréter cette diversité pédo-morphologique – et donc édaphique – sur toute la zone et *in fine* pouvoir figurer la perception qu'en ont les éleveurs, différents outils de télédétection sont mobilisés sur le logiciel ArcGis, en basant les choix de méthode sur le caractère désertique de la zone. Notons qu'on ne s'étendra pas sur les concepts et fonctionnements de chaque outil utilisé, l'aide en ligne du logiciel étant déjà presque exhaustive en informations. Les protocoles pas suffisamment clairs dans l'aide ont été égayés par la littérature traitant de la reconnaissance d'objets géologiques par télédétection (Masse, 2014 ; Deroin, 1989). Toutes les données sont géo-référencées avec le système de coordonnées géographiques WGS 1984 EPSG 4326.

#### b. Altimétrie et hydrographie grâce à l'exploitation du modèle numérique de terrain

Un modèle numérique de terrain (MNT) d'une résolution spatiale de 80 m est téléchargé en open source, découpé selon la ZOI, et les cuvettes (et crêtes) sont remplies pour garantir une définition propre de l'hydrographie.

Le calcul des pentes est suivi de plusieurs visualisations pour tester différentes classifications des valeurs de pente. La combinaison avec des représentations 3D en ombrage sous différents azimuts permet d'évaluer de manière claire la géographie des reliefs.

Le jeu d'outil Hydrologie [*Directions de flux > Accumulation de flux > Condition sur l'accumulation supérieure à 100 cellules > Ordre de flux > Conversion du raster en poly-ligne*] permet de reconstruire les écoulements théoriques sur la base du MNT, et de visualiser une classification du réseau hydrographique selon le système d'incrémentation automatique de Strahler (1957) pour décrire le développement des écoulements d'amont en aval. Le code 1 est attribué à chaque cours d'eau dépourvu d'alimentation puis incrémenté à chaque confluence : un tronçon formé par la confluence de deux tronçons d'ordre différent est pourvu de l'ordre le plus grand des deux, un tronçon formé par la confluence de deux tronçons équivalents voit son ordre augmenté d'une unité (Bentekhici, 2006). La date de construction du MNT utilisé n'est pas disponible, mais vue la courte période de l'année pendant laquelle le réseau hydrographique est effectivement en d'eau, on ne peut qu'imaginer que la probabilité est grande de disposer d'un MNT « sec » auquel il n'est pas nécessaire de retrancher la bathymétrie des cours d'eau (Jacod, 2015).

La digitalisation manuelle des différents exutoires et confluences permet, après correction grâce à la capture des points d'écoulement réels, de calculer la géométrie de chacun des bassins-versants présents sur la zone et de les décomposer en sous-bassins-versants. Pour affiner les dynamiques hydrologiques de la zone, la morphologie de chaque sous-bassin est étudiée après projection en WGS84-UTM zone 29N. Pour chaque sous-bassin sont calculés les périmètres, les surfaces et les indices de compacité de Gravélius pour déterminer les temps de concentration de Giandotti, c'est-à-dire la durée maximale nécessaire à une goutte d'eau pour parcourir le sous-bassin en fonction de la

superficie, des pentes, de la longueur etc. Les formules sont données en **Annexe 3 – Calculs relatifs à la morphologie des sous-bassins versants** (Saidi, 2019 ; Lo et El Mabrouk, 2019).

### c. Formations pédo-morphologiques par classification non supervisée d'information satellitaire multispectrale

La télédétection est « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci » (COMITAAS, 1988). Elle repose sur l'enregistrement de signatures spectrales de réflectance d'un objet dans une ou plusieurs longueurs d'onde du spectre électromagnétique.

Le choix des images exploitées se porte sur celles du satellite Landsat 8, de résolution spatiale 30m et temporelle de 16 jours. Avec une végétation largement trop éparse pour des calculs d'indices de végétation normalisés (NDVI), et sans bâti ni hydrographie ni cultures, la thématique d'étude n'est pas vraiment adaptée à une plus haute résolution. Des images Pléiades auraient été trop volumineuses à manipuler. Le satellite Landsat enregistre simultanément dans 9 bandes comprises entre les spectres visible, proche infrarouge, infrarouge à ondes courtes et infrarouge thermique. Ces bandes sont combinées pour discriminer et classifier les signatures spectrales des différents objets afin de regrouper les unités de réponse homogène.

La plateforme Earth Explorer de l'USGS (agence gouvernementale des Etats-Unis) met à disposition du grand public les images satellitaires déclassifiées, sélectionnables selon la zone géographique et la date souhaitée. La ZOI intersecte 4 scènes limitrophes : les scènes ID : LC08 L1TP 200-039 et 200-040 du 22/04/2019 et les scènes ID : LC08 L1TP 201-039 et 201-040 du 29/04/2019 sont téléchargées. Un raster unique multicanal est reconstitué grâce à la commande Canaux Composites, puis les 4 scènes sont mosaïquées et découpées selon la ZOI.

Des opérations de classification « iso par grappe non assistée » automatique via radiométrie sont effectuées avec plusieurs nombres de classes à différencier, du plus précis (15 classes) au moins précis (3 classes). L'interprétation des différents résultats s'accompagne de va-et-vient entre différentes visualisations de recombinaison colorée sur l'image mosaïquée et découpée. En effet, en recombinaison des bandes spectrales en fausses couleurs, on peut mettre en valeur les contrastes grâce à l'espacement des courbes de réflectance de chaque zone. Dans le cadre d'interprétations géologiques de la couverture nue d'un désert, les recombinaisons des canaux 7/3/1 et 7/5/3 sur les canaux RVB (Rouge-Vert-Bleu) sont particulièrement adaptées à la discrimination lithologique (Imessaoudene, 2012 ; Djemai et al., 2009). Une reclassification manuelle progressive est ainsi opérée, appuyée également sur la mosaïque des images Landsat, le fond de carte satellitaire d'ArcGis, les représentations construites à partir du MNT (cf. **partie Matériel.1.b**) et bien-sûr l'expérience préalable du terrain. Les classes d'intérêt sont interprétées, isolées et reclassifiées progressivement via des opérations entre rasters jusqu'à atteindre un bon compromis entre discrimination et regroupement. Afin de lisser l'aspect visuel de la carte des filtres de statistiques focales 3x3 sont utilisés à plusieurs reprises pour homogénéiser les cellules majoritaires et réduire le « bruit » de la classification.

## 2. Une enquête ethnoécologique pluridimensionnelle et quantitative pour recueillir les perceptions et usages locaux

### a. Entretiens semi-directifs, méthode des listes libres et cartographie participative

Lors de la première phase de terrain du 14/04/2019 au 12/05/2019, un échantillon de 60 éleveurs camelins a été enquêté. L'**échantillonnage** a été mené avec une logistique boule de neige, selon 3 modes de rencontres :

- Prospection dans le désert en 4x4 à la recherche des éleveurs, en misant sur leur présence aux points d'eau ou grâce au bouche-à-oreille ;
- Visite des éleveurs sédentarisés directement à leur domicile sur les conseils de personnes ressources comme les autorités locales étatiques et tribales (Caïd, Cheikh, M'Kadem dans l'ordre hiérarchique descendant), les acteurs de décision agricole (directeur et vétérinaire des Centres de Mise en Valeur Agricole de Tagounite et M'Hamid), ou d'autres éleveurs ou nouveaux amis prompts à aider ;
- Rencontres opportunistes provoquées au souk hebdomadaire de chaque commune ou à la mosquée à l'heure de la prière.

Cette méthode d'échantillonnage était plutôt aléatoire, mais un équilibre entre les 3 différentes voies de rencontre a été visé pour prospecter de manière homogène. Le bouche-à-oreille a joué un rôle prépondérant : à chaque éleveur rencontré des indications sur où trouver un autre éleveur ont été demandées. En l'absence de documentation officielle en amont (référencement, campagnes de vaccination, coopératives agricoles...), il aurait de toutes manières été difficile de travailler autrement que par opportunisme pour des raisons de temps et de moyens. Il est difficile de savoir si cet échantillon de 60 répondants est représentatif ou non des éleveurs qui fréquentent M'Hamid, les réponses quant aux effectifs totaux d'éleveurs étant toujours floues (100, 150, 200...).

Un guide d'enquête a été structuré thématiquement selon les variables à récolter au vu des objectifs du travail de recherche : profil socio-économique, pratiques de mobilité et ethnobotanique de la ressource pastorale (lecture de l'**Annexe 4 – Guide d'entretien à destination des éleveurs camelins**). Des **entretiens semi-directifs** (lancement d'un thème, relances, questions spontanées sur leur vie ou leur environnement, ... synthèse) permettent de récolter précisément les données recherchées tout en alliant richesse de discours, puissance évocatrice, et révélation de représentations profondément inscrites. Des informateurs secondaires (proches, amis, famille) étaient souvent présents et ont permis de créer une atmosphère de confiance.

La **méthode des listes libres**, ou de remémoration libre, est utilisée pour définir et analyser le domaine culturel de la végétation à vocation pastorale de la zone de M'Hamid, à travers une question simple et directe de listing exhaustif. En un temps imparti de 5 minutes, individuellement, le répondant énonce donc une liste d'appellations vernaculaires. Par opposition avec le nom scientifique qui définit une et une seule espèce, on définira ces appellations par la notion d'ethno-espèce. L'étude statistique à l'aval des résultats permet d'appréhender l'importance cognitive liée à l'usage pastoral de chaque ethno-espèce (Barnaud, 1997). Pour ne pas biaiser les réponses, il est important qu'aucune référence à une ethno-espèce en particulier ne soit faite avant l'exercice des listes libres (ou pendant par un spectateur) ; le sujet de la végétation est donc évoqué de manière vraiment large s'il est abordé. Cette méthode a également été utilisée pour récolter la liste des parcours présents sur la ZOI.

Le choix a été fait d'inclure la méthode des listes libres au sein d'entretiens semi-structurés plus larges afin de croiser les avantages de chaque méthode. Il a été montré que les jeux d'items botaniques obtenus sont largement plus exhaustifs et mieux contextualisés lorsqu'ils sont obtenus en entretien comparé aux listes libres, mais pour une étude ethnoécologique creusée des entretiens longs demandent infiniment plus de temps sur un échantillon de répondants conséquent (Zambrana et al., 2018). Inclure l'une méthode dans l'autre s'avérait être un bon compromis.

Pour spatialiser l'usage des parcours, c'est-à-dire la mobilité des éleveurs, recours a été fait à la **cartographie participative** via des dessins sur un support photographique. Des images satellites de la ZOI ont été imprimées au format A3 et plastifiées, afin d'y faire dessiner directement par les éleveurs les parcours fréquentés, au marqueur effaçable. Les photos aériennes permettent de s'éloigner des

difficultés de compréhension de la sémiologie d'une carte, avec une reconnaissance facilitée des structures paysagères de l'environnement des éleveurs : montagnes, oued, dunes... En pratique, une présentation préliminaire de la spatio-carte doit signaler les points cardinaux et l'échelle de représentation, puis tester le repérage du répondant par rapport un lieu-dit visible sur la photo, avant de commencer à dessiner les tracés (Touré et al., 2004).

Dans la pratique, le guide d'enquête a été mis à jour de manière itérative lors des 5 premiers entretiens. En effet, certaines questions étaient trop compactes et ambitieuses en demande d'information, notamment sur la description des mobilités. « Dessinez sur la photo aérienne la mobilité que vous avez effectuée cette dernière année en datant les étapes à l'aide de post-it » est ainsi devenu « Quels parcours connaissez-vous ? ; Où étaient vos dromadaires au mois 3 de 2018 ? puis au mois 4 de 2018 ? ... ; Dessinons maintenant ces parcours sur la photo ». Concernant les listes libres sur la végétation, tous les noms vernaculaires déjà cités lors des premiers entretiens ou mentionnés dans de précédents travaux sur la zone (Haloui, 2019 ; Zrineh, 2018 ; Amsidder, 2017) ont été compilés pour constituer une liste *a priori* exhaustive à laquelle sera uniquement rattaché l'ordre d'apparition des items dans le discours des répondants.

En parallèle, la vie sur le terrain tantôt en plein désert tantôt dans les *douars* a permis de rencontrer d'autres acteurs dont les connaissances sur les ressources et les pratiques pastorales ont été récoltées via des entretiens spontanés : femmes, présidents de coopératives agricoles, fonctionnaires d'administration d'état, maraîchers.

#### b. Focus-groupes qualitatifs complémentaires

Une deuxième phase de terrain a été réalisée du 23/06/2019 au 02/07/2019 afin d'affiner plusieurs thématiques encore floues, et d'accéder à un niveau d'informations supérieur pour relier les résultats de la première enquête, selon les objectifs suivants :

- Construire une flore vernaculaire en retrouvant les correspondances entre les noms d'ethno-espèces et leurs noms scientifiques pour faire le lien entre cette étude ethnologique et d'autres travaux floristiques passés ou futurs sur la zone ;
- Spatialiser les communautés végétales à dire d'acteurs pour faire le lien entre les données de mobilité et les données d'ethnobotanique de la première phase ;
- Préciser la perception que les éleveurs ont de la diversité écologique du paysage et son rôle dans la définition géographique des parcours.

En plus de l'idée d'arriver à un consensus sur les informations recherchées, il paraissait correct voire indispensable de planifier cette phase sous une forme détendue de remerciements. 5 focus-groupes ont donc été organisés avec des repas partagés en réunissant 3 à 4 éleveurs pour optimiser les échanges. Les éleveurs rencontrés ont été sélectionnés parmi l'échantillon de la première phase de terrain, selon le degré de leurs connaissances botaniques mais aussi et surtout leur gentillesse et leur motivation à participer à l'étude. Parmi cette sélection, les éleveurs ont été répartis selon leur âge et leur tribu pour former les groupes, afin de ne pas créer de gêne entre les gens et que tous participent à l'échange. Pour des raisons logistiques, la traduction n'a pas été assurée par la même personne que lors de la première phase et a été réalisée en français ou en anglais de manière opportuniste au grès des rencontres, ce qui s'est soldé par une grande variabilité d'efficacité.

Un guide rudimentaire des focus-groupes a été élaboré de manière thématique à l'amont des rencontres, sachant que dans la réalité les discussions ont plutôt été modulées en fur et à mesure (cf. **Annexe 5 – Trame d'animation des focus-groupes**). Une première phase de co-construction d'une carte pratique à même le sol à l'aide d'objets familiers du quotidien (FIDA, 2009) avait pour but de comprendre la perception du découpage du paysage, et aussi de constituer un support à la

spatialisation des communautés végétales. Pour ce dernier point, chaque ethno-espèce était figurée par un jeton de couleur en plusieurs exemplaires que les éleveurs devaient placer sur la carte qu'ils avaient eux-mêmes construite. La présence de la carte pratique devait aussi permettre de confronter les choix de mobilités que les éleveurs avaient faits sur les 12 derniers mois (issus des données de la première enquête) pour provoquer le débat et explorer les facteurs de mobilité de chacun. En fonction du temps disponible et de l'ambiance, des questions plus générales devaient dégager les savoirs locaux sur le fonctionnement écologique des systèmes pastoraux et la gestion socio-politique des parcours. Notons que les questions sont rédigées de manière « scientifique » dans le guide de l'**Annexe 5**, mais ont dû être abordées avec un vocabulaire plus simple en réalité. Enfin, la présentation d'une série de photographies d'espèces végétales dont le nom scientifique était avéré, sous forme de « fiches-espèces », a permis de reconstituer des correspondances vernaculaires – scientifiques.

Ces focus-groupes ont nécessité une certaine préparation préalable. Le matériel pour la construction de la carte pratique a été réuni : sable, pierres, bâtons, morceaux de chèche découpés, étiquettes. Les ethno-espèces à spatialiser ont été sélectionnées sur la base de leur pertinence au vu des résultats de la première phase : les plus nommées, la végétation nutritive et toxique, colonisatrice et en voie de disparition. Enfin, la consultation de différentes flores vernaculaires du Sahara (The World Conservation Union, 2019 ; Katiri *et al.*, 2017 ; Fennane et Rejdali, 2016 ; Ouarghidi *et al.*, 2013 ; Barrera Martínez, 2007 ; Bellakhdar, 1997) a permis de sélectionner 98 correspondances scientifiques potentielles, dont des photos sous divers zooms et angles de vue ont été recherchées et mise en page pour l'impression des « fiches-espèces ».

### 3. Gestion et analyse des données issues de l'enquête : base relationnelle, statistiques, cartographie

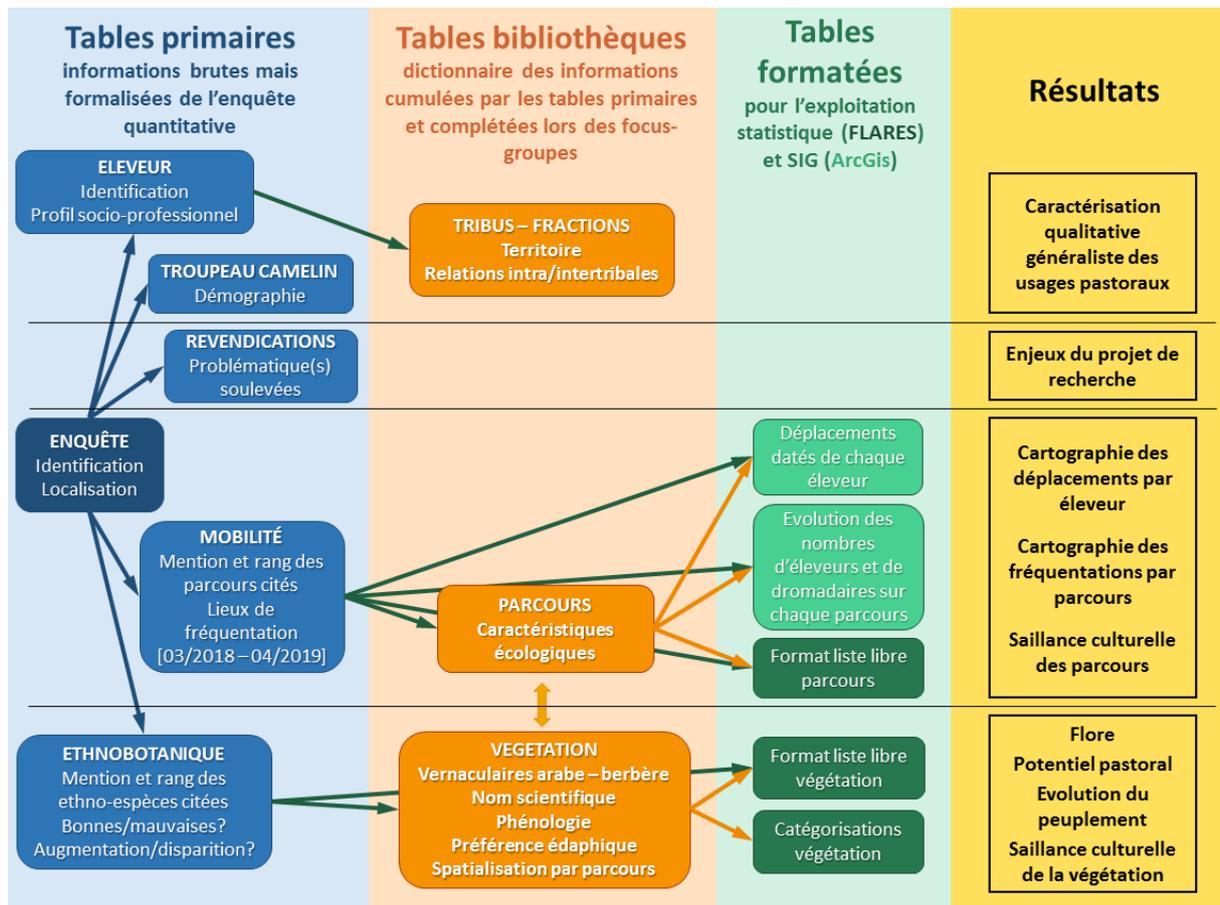
En pratique, la récolte et la manipulation des données sémantiques a mobilisé tout au long de l'étude un travail conséquent pour retrouver les individus similaires (végétation, parcours). Toutes les dénominations ont en effet été récupérées de manière purement phonétique, dans un alphabet de 29 lettres aux antipodes des sonorités occidentales, avec en outre des accents ruraux pas forcément articulés.

#### a. Elaboration du modèle conceptuel de données sur Access

Une base de données relationnelle a permis de rassembler et retranscrire les données des entretiens semi-directifs en variables pertinentes dotées de modalités formalisées. L'objectif initial était d'élaborer le modèle conceptuel de données (MCD) avant de réaliser l'enquête pour une saisie progressive des données récoltées. Cependant vus les ajustements du guide au début de l'enquête et surtout le lancement précipité de la phase de terrain, où la priorité était à la logistique puis à l'enquête elle-même, le MCD a été construit et les données saisies *a posteriori*. Un travail bibliographique parallèle pour définir la méthodologie de l'analyse (système d'information géographique SIG et statistiques d'ethnoécologie) a aussi permis d'adapter la forme de la base de données. En pratique, les étapes de construction du MCD ont été les suivantes :

- Listing de toutes les informations réunies par les questionnaires et les focus-groupes ;
- Classification de ces données dans des tables thématiques ;
- Identification d'une clef primaire logique par table ;
- Mise en relation des tables via la définition d'une liste de choix pour la valeur d'un champ, puis dotation des propriétés requises (intégrité référentielle) à la relation sous-jacente ;
- Formalisation des modalités obtenues pour certaines variables identifiées dans les discours (environnement professionnel, conduite de troupeau, temporalité des mobilités par tranches de 15 jours...) pour une BDD uniformisée et exploitable ;

- Classification des variables quantitatives : âge, année d'accèsion, effectifs des cheptels. En effet déterminer des classes est nécessaire pour évaluer une tendance, et interpréter les mobilités et les LEK en fonction des variables du profil socio-économique. Les classes de temps seront basées sur les résultats récoltés ; les classes de troupeaux reposent sur une récente typologie de l'élevage camelin de la zone de M'Hamid (Moutik, 2018) ;
- Construction parallèle ou consécutives de nouvelles tables « bibliothèques » ou de tables directement exploitables sous ArcGis ou FLARES. L'ensemble de ces tables permettra de formaliser les résultats présentés dans ce mémoire.



**Figure 3 – Schéma illustratif de la structuration logique du modèle conceptuel de données sous Access**

La **Figure 3** résume la structure du MCD avec les principaux attributs des tables. Toutes les relations et leur polarisation (1-1, 1-n ou n-n) ne sont pas indiquées sur le schéma mais le sens des flèches correspond à la logique du raisonnement de construction de la BDD. Toutes les tables réellement construites ne sont bien-sûr pas indiquées tant elles sont nombreuses. Il faut noter que tous les calculs et mises en forme présents dans les résultats sont l'aboutissement d'un travail constant de requêtes faisant appel à des opérations, des tris, des critères ou des fonctions adaptées à chaque situation.

Parallèlement, les entretiens individuels et par groupes ont été retranscrits littéralement, éleveur par éleveur pour permettre des interprétations individuelles, puis par thématique pour une analyse qualitative de discours au vu de la problématique. L'autre type de données qui ne soit pas présent dans cette BDD, mais qui sera pourtant amené à y être lié, est la production de cartographie participative avec tous les dessins des éleveurs.

#### b. Spatialisation de l'usage des parcours à dire et « dessins » d'acteurs sur ArcGis

Parmi les 60 éleveurs enquêtés, 53 dessins ont été produits et analysés, les manquants étant dus à 3 aveugles et 4 trop pressés par le temps. Chaque dessin d'éleveur a été digitalisé sur un shapefile différent, de type polygone pour uniformiser les dessins sans perdre les informations portées par les dessins ponctuels, linéaires, patatoïdes, triangulaires... Les entités ont été renseignées de deux champs attributaires pour connaître l'identité du dessinateur et le nom du parcours représenté (N\_Parcours).

Une série d'opérations d'analyse et statistiques spatiales a été réalisée pour spatialiser ensuite **(i)** les trajectoires des éleveurs et **(ii)** les taux et saisonnalités de fréquentations de chaque parcours :

- Combinaison de tous les shapefiles de dessins en une seule couche ;
- Fusion des entités de la combinaison selon les valeurs du champs N\_Parcours, statistique de comptage des N\_Parcours, et symbologie par catégorie ;
- Mesure de la distribution géographique de chaque entité (*i.e.* chaque parcours) grâce au calcul de son centre médian, qui crée un nouveau shapefile des points qui minimisent la distance euclidienne globale vers toutes les centroïdes des entités. Ce calcul permet de mesurer la tendance centrale en étant moins influencé par les points aberrants d'emplacement que l'outil Centre moyen ;
- **(i)** Jointure de la table attributaire de la couche des parcours spatialisés à la table des trajectoires des éleveurs, pour récupérer les coordonnées géographiques, puis construction de polygones temporalisées pour représenter les trajectoires de chaque éleveur.
- **(ii)** Jointure de la table de fréquentation à la couche des parcours spatialisés pour renseigner le nombre d'éleveurs et d'animaux présents sur chaque parcours par quinzaine de jours entre le 01/03/2018 et le 30/04/2019 ;
- Pour plus de lisibilité de la carte, ré-échantillonnage des parcours d'intérêt en excluant les points qui représentent des parcours pas fréquentés ou fréquentés par un unique éleveur sur l'intervalle de temps étudié ;
- Symbologie avec des diagrammes à secteurs : la taille du symbole est proportionnelle au nombre total d'éleveurs ayant fréquenté le parcours ; chaque secteur représente le nombre d'éleveurs présents lors d'une quinzaine de jours de l'année. La gamme de couleurs utilisée pour les secteurs des diagrammes permet d'évaluer proportionnellement à quelle(s) saison(s) le parcours a été fréquenté.

#### c. Statistiques avec le logiciel FLARES pour l'analyse des listes libres

Le logiciel *Free List Analysis under R Environment using Shiny* (FLARES, 2019) est une interface gratuite en ligne basée sur les analyses statistiques développées dans le logiciel AnthroPac (Borgatti, 1990), puis dans le package FLAME sous Excel (Pennec et Wencélius, 2012). Cette analyse s'est dernièrement répandue dans les domaines de l'anthropologie cognitive, de l'ethnobiologie et des études socio-écologiques.

A partir de la collecte des ethno-espèces qui composent les listes de chaque répondant, *i.e.* les « items », FLARES permet :

- D'explorer le contenu et la structure du domaine culturel de la végétation pastorale en définissant les limites sémantiques du domaine, en calculant la **saillance culturelle** des items (Sutrop, 2001 ; Smith et Borgatti, 1997) et la distance sémantique inter-item (Medin et al., 2010 ; Henley, 1969) ;
- De tester la validité des **catégories** mentionnées par les éleveurs via le calcul de la proximité sémantique inter-items (Robbins et Nolan, 2000).
- De tester l'existence d'une **typologie des éleveurs** selon leurs réponses en fonction de la saillance culturelle des items énoncés et de la présence/absence des items dans leur liste.

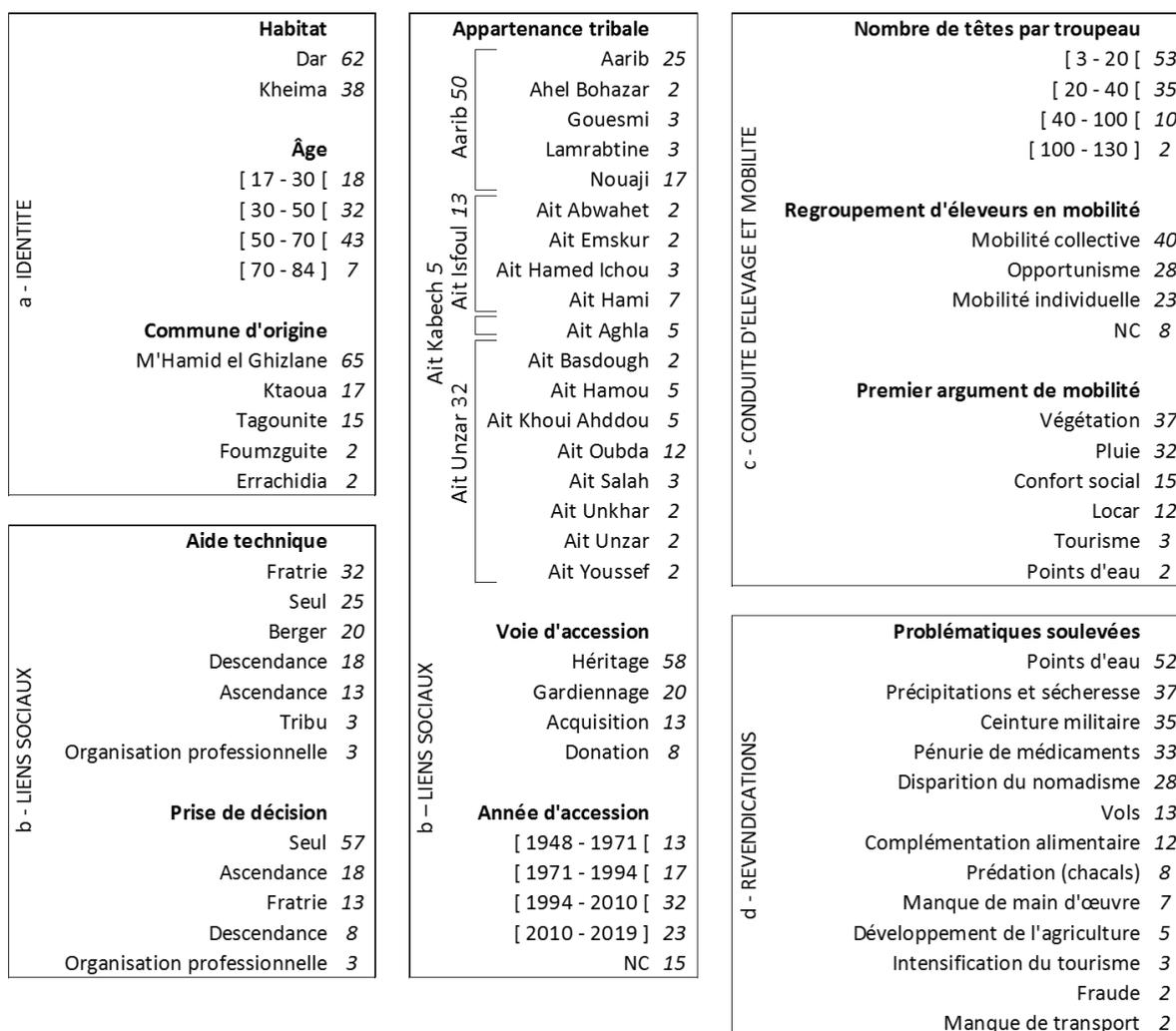
Le calcul des indices de saillance, ou valeur culturelle, repose sur plusieurs hypothèses : plus une ethno-espèce est citée tôt dans la liste alors plus elle est culturellement importante pour l'éleveur ; plus elle est citée parmi toutes les listes alors plus elle est culturellement importante pour le groupe d'éleveurs ; les éleveurs dont les listes sont différentes sont culturellement différents. Ainsi, l'indice de saillance dépend de la fréquence du terme cité et de son rang de citation. On mobilisera dans cette étude l'index *B' score* (Robbins, Nolan, et Chen, 2017) qui est une version corrigée des indices de Smith et de Sutrop, sachant que ces trois indices de saillance restent calculés sur des bases similaires (cf. **Annexe 7 – Détails du calcul de l'indice de saillance B' score**). Pour chacune des ethno-espèces récoltées grâce aux listes libres, on calculera donc le B'score et la fréquence de citation parmi toutes les listes. Les LEK récoltés sont aussi évalués grâce au calcul de la saturation des données, qui est considérée comme le « point dans la collecte à partir duquel de nouvelles informations ne produisent plus de changement », c'est-à-dire le nombre de répondants minimum pour réunir toutes les ethno-espèces du jeu de données (Guest, Bunce, et Johnson, 2006).

FLARES permet également de décomposer les rangs de citations des ethno-espèces pour calculer leur proximité sémantique. Cette indicateur est calculé sur l'hypothèse suivant laquelle les éleveurs ont tendance à citer les ethno-espèces qu'ils considèrent comme similaires au sein de mêmes *clusters*, ou groupes, à l'intérieur de leurs listes (Henley, 1969 ; Bousfield et Barclay, 1950). La méthode du comptage successif dresse une matrice de contingence qui répertorie les fréquences d'apparition contingente de chaque paire d'items parmi toutes les listes (Romney, Brewer, et Batchelder, 1993). Les proximités sémantiques seront alors représentées sous forme d'un graphique en deux dimensions grâce à une analyse par correspondance et sous forme d'un dendrogramme grâce à une Classification Ascendante Hiérarchique. Les mots peuvent être affichés en différentes couleurs selon une classification renseignée au préalable : cette représentation permet d'évaluer la pertinence de différents facteurs de catégorisation. Les modes de catégorisation de la végétation spontanément évoqués par les éleveurs lors des deux phases de l'enquête seront standardisés et testés pour vérifier leur influence dans la structure de la perception de la diversité végétale. Cette influence est elle-même chiffrée statistiquement par un indicateur variant entre 0 et 1 afin de vérifier si elle est significative ou non.

## Résultats et discussions

### 1. Décrire les profils sociologiques des éleveurs et les modes de conduite d'élevage camelin qui en découlent : quelles stratégies face aux risques du désert ?

L'ensemble des variables du profil socio-économique (identité, liens sociaux, conduite d'élevage) sont autant de facteurs à la diversité des savoirs et des pratiques d'usage de la ressource pastorale. La prise de parole libre de 60 éleveurs a aussi permis de faire surgir et de hiérarchiser un panel de problématiques et revendications qui cristallisent l'activité pastorale de M'Hamid ; et qui contribuent à cerner les enjeux de la zone en termes d'impacts anthropiques sur l'environnement et de freins et leviers au développement de l'élevage camelin. Ces résultats sont chiffrés sur la **Figure 4** et expliqués tout au long de cette partie ; des correspondances peuvent être faites entre chaque variable présentée et les questions du guide d'enquête de l'**Annexe 4**.



**Figure 4 – Nature et répartition des modalités pour chaque variable du profil socio-professionnel des éleveurs**

(Échantillon de 60 répondants, taux donnés en pourcentages. Les totaux des variables « Aide technique » et « Problématiques soulevées » sont supérieures à 100 car chaque éleveur pouvait être concerné par plusieurs modalités.)

#### a. Un degré de nomadisme variable mais ancré au territoire tribal

D'après la table **a** de la **Figure 4**, près de deux tiers des éleveurs sont sédentarisés dans une maison fixe dans un village : le *dar*, tandis que le reste vit à même les parcours dans une cabane en pierres, paille, bois et peaux de bêtes qui est abandonnée et reconstruite ailleurs régulièrement, la *kheima*. Des photos d'exemples classiques de *dar* et *kheima* figurent en **Annexe 7**. Cette dichotomie ne doit pas être interprétée comme un clivage net sédentaires/nomades, car par définition du pastoralisme extensif, les éleveurs continuent de pratiquer la mobilité avec leurs troupeaux. Pour ce faire, la plupart se déplace en moto et certains pratiquent l'*azzib*, c'est-à-dire le bivouac en tente temporaire (bâches, peaux) qu'ils transportent avec eux ou rangent perchée dans un arbre aux endroits stratégiques. Le nomadisme tel qu'il était défini et généralisé il y a quelques années n'existe donc plus et s'étale aujourd'hui selon un **gradient d'habitat** et de pratiques de mobilité. D'ailleurs le terme « nomade » est toujours utilisé comme auto-définition par les éleveurs sédentarisés depuis plusieurs décennies : plus que la simple mobilité, ce terme apporte des connotations sociales et politiques qui dressent

l'identité d'une communauté (Casciarri, 2003). Il est difficile de savoir si ces pourcentages sont représentatifs de la réalité avec cet échantillonnage boule de neige, sachant qu'en toute logique il est beaucoup plus facile de retrouver les éleveurs dans leur maison que de parcourir le désert à la recherche optimiste de leur tente.

La distribution des âges des éleveurs enquêtés étant homogène, la variable est découpée arbitrairement en quatre classes. Mise logiquement à part la dernière classe d'âge (plus de 70 ans), la proportion d'éleveurs rencontrés augmente avec l'âge, ce qui pourrait être le reflet de la perte du métier et de l'exode rural des plus jeunes.

L'immense majorité des éleveurs rencontrés (97% d'après la table **a** de la **Figure 4**) sont originaires d'une des trois communes de la zone d'étude, ce qui implique finalement peu d'allochtonie pour des éleveurs nomades. D'après la répartition tribale donnée dans la table **b**, une moitié des éleveurs enquêtés est arabe et l'autre berbère, ce qui donne un échantillon ethniquement équilibré. Les 60 éleveurs sont répartis en 4 tribus (1 arabe et 3 berbères) décomposables en 18 fractions supra-familiales. Globalement, les *Aarib* fréquentent les parcours de M'Hamid et les berbères ceux de Tagounite et Ktaoua, mais aussi de M'Hamid. L'appartenance à la terre est en effet très forte, et même si les éleveurs de tous horizons peuvent exploiter les terres communes à vocation pastorale, la notion de **territoire tribal** reste culturellement fondamentale et joue donc un rôle prépondérant dans les mobilités. Aucun document officiel sur le partage des terres n'étant accessible, un zonage approximatif a pu être reconstitué grâce aux quelques éleveurs *Aarib* audacieux sur le sujet (cf. **Annexe 8 – Découpage à dire d'acteurs des territoires des trois tribus cohabitant sur la zone d'étude**). On peut observer qu'au-delà de la correspondance approximative des territoires avec les communes administratives, les délimitations des territoires suivent le Jbel Bani pour attribuer les montagnes aux berbères et la plaine aux *Aarib*.

#### b. Des entraides socio-professionnelle verticales et horizontales solides

Les histoires de vie des éleveurs sont toujours ancrées dans l'**héritage** du pastoralisme. En effet, si d'après les résultats de la table **b** l'héritage est la voie majoritaire d'accès à la propriété d'un troupeau, en réalité les gardiens qui ressortent dans l'étude sont presque systématiquement des jeunes qui gardent le troupeau de leur père ; les rares donations reflètent une transmission de père en fils avant le décès du premier ; les acquisitions sont réalisées à la suite de l'exercice d'un autre métier (généralement l'armée). Tous n'ont pas forcément hérité des animaux, mais tous ont « *hérité du métier* » comme ils le répètent systématiquement. Ce maintien de la tradition s'accompagne logiquement d'interactions verticales dans la pratique de l'élevage, décisionnelle et technique. L'interprétation de quelques tableaux d'analyse croisée (cf. **Annexe 9 – Tableaux croisés des profils d'éleveurs [Âge x Voie d'accès] et [Âge x Prise de décision]**) révèle bien ce qui transparaît dans la majorité des 60 entretiens : les jeunes sont gardiens et suivent les décisions des aînés, tandis que les vieux sont propriétaires et impliquent leur descendance parfois très jeune (10-12 ans) dans les décisions et l'aide technique, dans une démarche de succession progressive et continue du métier. D'ailleurs à la question « Depuis quand vous occupez-vous des dromadaires ? », l'immense majorité a répondu « *Depuis ma naissance* ». Conformément aux us marocains, l'héritage tant financier que culturel est transmis en premier lieu au fils aîné, qui se retrouve donc souvent à prendre les décisions seul même lorsque la fratrie entière s'occupe du troupeau : 57% des éleveurs choisissent seuls leurs circuits de mobilité (table **b**). La place de la femme est généralement déconnectée de l'élevage lorsqu'elle vit en *dar*, mais le troupeau d'ovins/caprins est toujours à sa charge lorsqu'elle est en *kheima*. Dans tous les cas, l'épouse reste l'armature familiale de son foyer et s'occupe de l'éducation des enfants, de l'approvisionnement en eau et nourriture, et de toutes les tâches domestiques souvent sans aucune intervention de son mari. La sphère de l'élevage camelin reste soudée même pour les

unions humaines, puisque les filles d'éleveurs marient généralement des fils d'éleveurs qui reprennent le métier ensuite. Tout cela souligne l'aspect de partage trans-générationnel de l'élevage à M'Hamid, que ce soit pour la transmission des méthodes de gestion de troupeau, du capital animal lui-même ou de la progéniture à marier.

Conjointement, les interactions socio-professionnelles horizontales sont très fortes dans la **communication** comme dans l'**aide en pratique**. Les souks hebdomadaires, les visites chez les amis, les rencontres sur les parcours pendant la surveillance des troupeaux sont autant d'occasions pour échanger de vive voix sur les pratiques d'élevage, d'autant plus que tous les éleveurs sont aujourd'hui connectés par téléphone (avec même parfois des groupes WhatsApp). Le renseignement crucial à partager dans ces échanges d'informations omniprésents est le lieu des récentes précipitations et donc de la végétation associée. Cette entraide est toujours complétée par une surveillance mutuelle des dromadaires des uns et des autres (reconnaissables par un marquage au fer rouge propre à chaque éleveur) et les notifications régulières du propriétaire. Un des entretiens a été particulièrement coupé de nombreux appels téléphoniques : « *Il faut que tu viennes ici, il y a de bonnes herbes* » ; « *As-tu vu ma chamelle ? Cela fait quelques jours que je ne la trouve plus* ».

Au-delà de cette fraternité liée plutôt à la sensibilité humaine et tribale, quelques **organisations professionnelles** se sont créées pour subvenir plus facilement aux besoins des éleveurs et de leurs troupeaux camelins et caprins. Des membres, des présidents, voire carrément des assemblées de ces coopératives ont pu être rencontrés. Ces structures, qui ne mélangent pas de tribus différentes (même s'il est affirmé que cela ne poserait pas de problème), permettent aux éleveurs de communiquer avec les autorités locales agricoles (ORMVA) et les ONG pour développer ensemble l'approvisionnement des médicaments, la redistribution équitable des complémentations céréalières, la construction et l'équipement des points d'eau, la gestion des urgences sanitaires qui touchent des éleveurs et leurs familles, la scolarisation des enfants... Cette mutualisation des moyens permet de regrouper les revendications des éleveurs et leur donne plus de poids qu'auparavant, mais de nombreuses actions sont encore à mener et notamment du côté de la valorisation des produits du dromadaire, vue par exemple la difficulté (voire l'absence) d'export du lait de chamelle. Dans un souci de minimisation des pertes de profit, les éleveurs multiplient ces temps-ci les « sacrifices » de dromadaire (comprendre abattage artisanal) pour en partager la viande plutôt que de vendre l'animal à une des deux boucheries de la zone qui prendrait des marges conséquentes. Enfin, avec le développement du tourisme, de plus en plus d'éleveurs destinent une partie de leurs mâles à cette activité plutôt qu'à l'abattage et se retrouvent donc à collaborer avec des chameliers néophytes du tourisme local ou au contraire avec des fils d'éleveurs qui apprennent le métier en attendant leur héritage.

### c. Des conduites de troupeaux souples et adaptées à la mobilité

D'après les résultats de la table **c**, la distribution des tailles de cheptel est décroissante, avec plus de la moitié des éleveurs possédant moins de 20 têtes et un seul en possédant plus de 100. Cette répartition des animaux tranche avec les grands troupeaux nomades d'il y a quelques décennies dont parlent les éleveurs. On peut imaginer que cette réduction en plus petits troupeaux a facilité la surveillance des animaux, aujourd'hui assurée par des déplacements en moto, des recherches aux jumelles, des regroupements fréquents et des entraves nocturnes (pattes liées) pour réduire la tendance naturelle du dromadaire à s'éloigner. Les animaux sont en effet dotés d'un sens de l'orientation hors du commun qui leur permet de parcourir plusieurs centaines de kilomètres et de revenir à leur point de départ sans encombre.

Les réponses à la question de la **divisibilité** du troupeau lors des mobilités (cf. question 17 du guide en **Annexe 4**) n'ont pas été formalisées car sont oralement très variables d'un éleveur à l'autre, sans patron prédéfini d'unicité ou de séparation. Pendant que certains s'assurent du regroupement

constant de leurs animaux, d'autres ne s'alarment pas de leur dispersion depuis plusieurs jours, semaines, mois. Cependant, deux périodes zootechniquement antagonistes ont pu être déterminées dans les discours. D'une part, lors des fortes chaleurs sèches estivales les animaux sont presque systématiquement « dispersés » d'après les éleveurs. Leur survie est en effet conditionnée par l'abreuvement, contrairement aux périodes hivernales pendant lesquelles le fourrage frais assume presque complètement leurs besoins hydriques (Faye, 2002). Ainsi pendant l'été, les éleveurs laissent leurs animaux dispersés au voisinage d'un puits : ils connaissent exactement le rythme auquel les dromadaires reviennent d'eux-mêmes s'abreuver (tous les 2 à 3 jours) et se contentent de se rendre au puits ce jour-là. Cette surveillance en pointillés s'accorde bien avec les chaleurs éprouvantes de 40 à 50 degrés pendant lesquelles repos est le mot d'ordre. D'autre part, l'hiver est la période des croisements : un unique mâle reproducteur dominant (entre 6 et 12 ans) est mis au contact de 30 à 70 femelles prêtes à la fécondation (entre 4 et 18 ans hors période de lactation). Pour certains éleveurs, la période de reproduction consiste donc en la réunion du troupeau pour assurer la fécondation ; alors que d'autres soulignent l'importance du retrait des mâles rivaux (risque de combats à mort), des jeunes et des femelles allaitantes à cette période. Cette éventuelle séparation fait intervenir une surveillance supplémentaire assurée par l'éleveur lui-même, un membre de la famille ou un pair, et implique des circuits de mobilité découplés.

Les mobilités sont pratiquées **collectivement** pour 40% des éleveurs, accompagné de 1 à 8 pairs qui peuvent être des membres de la famille, de la tribu, de la coopérative, ou parce que les troupeaux sont réunis sous le gardiennage d'un même berger. La conduite **individuelle** est préférée par près d'un quart des éleveurs, alors qu'un autre quart parle de groupement opportuniste au gré des rencontres et de la longueur du déplacement prévu. Les « grandes » mobilités vers Tata à l'ouest (350 km), Errachidia au nord-est (400 km), voire Smara au Sahara Occidental (1000 km) étaient plus fréquentes par le passé, lorsque les familles étaient plus nombreuses à se déplacer ensemble à la marche ou à dos d'âne. Aujourd'hui, seuls quelques éleveurs reproduisent encore ces très grandes mobilités en été quand la sécheresse est trop intense à M'Hamid, en déplaçant le troupeau en camion, ou en le suivant en voiture ou encore à pied pour les plus traditionnalistes et surtout les plus pauvres.

Le **facteur de mobilité** prédominant qui est spontanément émis par l'éleveur est relevé dans son discours puis confirmé en ré-abordant la question à plusieurs reprises. Les réponses répertoriées dans la table **c** de la **Figure 4** ne sont que les taux de « prévalence » du facteur, alors que les éleveurs en mentionnaient généralement plusieurs différents. L'argument phare qui puisse justifier les déplacements était la végétation ou la pluie (qui sont complètement associées) pour plus de deux tiers des répondants. Dans le discours des éleveurs la réponse est généralement si instinctive qu'elle paraît être la résolution claire et simple à la question des facteurs de mobilité : « *On suit la pluie ; on cherche la végétation ; on fuit la sécheresse* ». Remarquons que l'étymologie même d'une des tribus berbères révèle ce comportement fondamental : *Aït* « les frères » et *Unzar* « de la pluie » (Casciarri, 2003). Toutefois d'autres priorités se déclinent sur la totalité des réponses, ce qui permet d'appréhender la complexité des facteurs de mobilité. La présence de point d'eau est souvent mentionnée mais jamais en premier, et est probablement considérée comme un facteur d'influence variable dans le temps puisque les puits restent en place dans le désert sans interruption et sont donc moins un but en soi que la pluie. La priorisation du « confort social » regroupe les réponses spontanément humaines, telles que « *Je veux rester proche de mes amis ; proche du calme de ma kheima ; visiter mes différentes femmes ; j'aime me déplacer car cela définit ma vie de nomade* ». Par ailleurs, la notion de *locar* a émergé presque systématiquement au fil des entretiens. Le *locar* est le parcours de prédilection d'un troupeau de dromadaires. Ils affectionnent la nourriture qui y pousse, y sont habitués souvent parce qu'ils y sont nés et ont tendance à retourner là-bas en autonomie à peu près n'importe quand – ce qui peut s'avérer tantôt problématique, tantôt utile pour retrouver les dromadaires perdus. Le *locar* n'est

pas toujours le parcours préféré de l'éleveur, qui en juge parfois d'autres meilleurs car plus calmes, plus nutritifs, plus étendus. Enfin, les mouvements des 3 éleveurs rencontrés qui pratiquent le tourisme paraissent complètement conditionnés par cette activité. L'élevage à vocation touristique est défini par un mode de mobilité bien particulier puisque les déplacements des dromadaires dépendent des pics de la saison touristique et des lieux sur lesquels les chameliers mènent leurs treks.

#### d. Problématiques, revendications et perceptions de l'élevage nomade

D'après la table **d**, la question des **points d'eau** a été abordée par plus de la moitié des éleveurs, qui soulèvent notamment le manque de puits sur certains parcours et le manque d'équipements sur certains puits. En effet, ils saluent la mise en place fréquente par l'ORMVAO de panneaux solaires qui permettent d'automatiser le remplissage des abreuvoirs en actionnant un simple bouton, un gain de temps et d'énergie conséquent surtout pour les éleveurs d'âge avancé. Ils suggèrent donc l'installation de panneaux solaires sur les puits non équipés, ainsi que la construction d'abreuvoirs supplémentaires pour les puits fréquentés par de gros cheptels, et parfois la construction d'abri ou chambre de repos pour se protéger des tempêtes de sable et du soleil sur les points d'eau particulièrement privés de végétation arborée. Un certain nombre de puits sont affectés par une salinisation de l'eau qui la rend impropre à la consommation des animaux. Enfin, quelques éleveurs évoquent l'ensablement de plusieurs points d'eau, et les cas passés de vol des panneaux solaires des puits. La synthèse des revendications des 60 éleveurs concernant les points d'eau est consultable en **Annexe 10**.

Dans la continuité de la pénurie d'eau, le second problème le plus souligné est celui de la **sécheresse** et des modifications récentes dans le rythme et la quantité des précipitations. Le symptôme direct du manque d'eau est l'assèchement progressif du Drâa, qui est aussi lié à la construction du barrage El Mansour Eddahbi en 1971 plus en amont, à 25 km au sud d'Ouarzazate. Cet ouvrage a permis la régularisation de la distribution de l'eau pour améliorer l'irrigation des cultures, mais a abouti à la raréfaction des crues 250 km en aval à M'Hamid avec notamment l'assèchement du grand lac Ereki. L'écoulement du Drâa a aussi été très affecté par la construction défensive d'un remblai le long de la **frontière militaire**, qui bloque les affluences hydriques du Jbel Lkrab depuis le sud. La faune sauvage (gazelle, oryx, autruches, mouflons, oiseaux aquatiques...) a été gravement impactée par la privation d'eau. La militarisation croissante de la zone frontalière au fil de la dégradation du conflit avec l'Algérie s'est matérialisée sous la forme d'une ceinture de *no man's land*, qui est le troisième problème majeur de la zone selon les éleveurs. Suite à l'annexion du Sahara Occidental en 1975, la rupture géopolitique entre le Maroc et l'Algérie a mené à la fermeture définitive de la frontière en 1994 (Gagnol et Landel, 2016), ce qui a fermé l'accès aux parcours algériens autrefois fréquentés par les éleveurs de M'Hamid en tant que territoire *Aarib* officiel. Depuis, la ceinture s'est progressivement élargie et grignote significativement le territoire pastoral, interdisant les « meilleurs » parcours selon plusieurs éleveurs. Autrefois, un laisser-passer sur demande autorisait à la pâture en zone militaire mais plus depuis 2010. En plus du blocage des écoulements hydrologiques et de l'interdiction des parcours frontaliers, il faut prendre en compte la propension naturelle des dromadaires à retourner sur les lieux où ils sont nés ou qu'ils ont appréciés. Beaucoup d'éleveurs racontent ainsi amèrement des cas de perte d'animaux retournés sur les parcours aujourd'hui interdits, voire en Algérie, et eux restés impuissants pour récupérer leurs animaux.

Pour les éleveurs, un autre verrou majeur au développement de leur activité est le manque de **médicaments** face à quelques maladies infectieuses trop fréquentes qui causent globalement des diarrhées, des avortements voire des mortalités. Les médicaments existent mais sont introuvables dans la région, les quelques éleveurs qui possèdent des traitements vétérinaires (souvent des antibiotiques) les ont récupérés au marché noir en provenance du Sahara Occidental ou de l'Europe. La plupart utilise donc des remèdes artisanaux à base de dattes ou de plantes. De nombreux **vols**

**massifs de dromadaires** ont aussi été signalés, identifiés par la capture des animaux par des camions grâce à des traces au sol. Ces vols rarement punis sont liés à la contrebande et la corruption qui agitent la frontière et sont perpétrés par des gens qui ne vivent pas ici. Les éleveurs décrivent de plus des freins **logistiques** comme la diminution du nombre de bergers et le coût des transports pour la valorisation. L'élevage camelin est enfin en compétition vis-à-vis des **activités agricoles** via l'absence d'autorisation pour la mise en culture de terres collectives, la constance des cultures céréalières depuis l'introduction de l'irrigation localisée, la reconversion pour l'attrait lucratif ; et **touristiques** à cause des dérangements voire accidents provoqués par les rallies sauvages dans les dunes face auxquels les éleveurs doivent assumer la responsabilité juridique de leurs animaux. La **prédation** par les chacals affecte plutôt les caprins, mais impacte indirectement les dromadaires : en mai 2019, de nombreux dromadaires sont morts *a priori* empoisonnés, après avoir rongé les os de cadavres de caprins contaminés volontairement afin de tuer les chacals. Enfin, la fraude à l'orge subventionné (revente pour bénéfice, mensonges pour toucher plus) été timidement abordée par certains éleveurs et démentie par d'autres.

Cet ensemble de difficultés contribue à un sentiment généralisé de regret face à la **disparition du nomadisme**. Près d'un tiers des éleveurs confient une nostalgie des temps anciens où la végétation, les dromadaires et les nomades abondaient dans le désert, avec une liberté de mobilité presque infinie et une stimulation réciproque de l'activité grâce à une compétition sur la taille des cheptels. Aujourd'hui la vie est plus chère, les rares éleveurs qui ont maintenu l'activité sont devenus « les pauvres du villages » coincés dans un cul-de-sac frontalier qui subit une diminution drastique de la disponibilité en terres et en eau. Tous aiment le désert mais concèdent que l'élevage suffit difficilement à nourrir leurs familles, et privent leurs enfants de la scolarisation. Les jeunes d'aujourd'hui sont découragés par les perspectives d'inconfort économique et de fatigue physique ; beaucoup d'éleveurs n'envisagent pas de succession pour leur métier. « *Si ce n'est pas le climat, ce sera le manque de jeunes motivés qui mettra un terme à l'élevage de dromadaires* ». Pour l'heure, des attentes fortes subsistent vis-à-vis du gouvernement notamment en termes de protection face aux vols et de subventions pour les médicaments et la complémentation alimentaire. L'enquête révèle également la convoitise des éleveurs de M'Hamid à l'égard de ceux du Sahara Occidental, qui bénéficient d'une bien meilleure considération de la part des autorités : subventions pour les médicaments, la complémentation, les véhicules, la construction de *metfeya* (barrages pour accumuler l'eau de pluie) et de points d'eau systématiquement équipés de panneaux solaires. Beaucoup ont déjà émigré de M'Hamid vers le Sud-Ouest, d'autres y pensent sérieusement. Une étude parallèle sur l'élevage camelin de cette région dévoile que le niveau de vie des éleveurs y est d'ailleurs bien plus aisé (Amsidder, 2019).

**Les maillages horizontaux et verticaux qui lient les éleveurs s'entremêlent sous de multiples dimensions d'entraide qui renforcent la cohésion sociale de la population locale. La mobilité des troupeaux, qui suit des logistiques variées mais toujours à la recherche de la pluie, permet d'étaler dans l'espace et dans le temps le risque vis-à-vis de l'exploitation des ressources et des conflits d'usage terres. Ces deux dimensions qui définissent l'activité pastorale à M'Hamid apportent une résilience remarquable à l'élevage camelin face à la rudesse du désert et la rareté des ressources, résilience source d'une durabilité millénaire des sociétés Sahariennes.**

## 2. Evaluer les savoirs écologiques locaux des éleveurs : quelle perception des diversités écosystémiques de « leur désert » ?

Si les thématiques abordées dans cette partie sont d'ordre écologique, il est important de garder à l'esprit que tous les résultats sont d'origine ethnologique, et donc à dire d'éleveurs sans aucune expertise floristique attestant « scientifiquement » de la diversité végétale, du potentiel pastoral ou des évolutions des communautés végétales. Faisons d'ores et déjà remarquer le consensus impressionnant entre les informations issues des différents focus groupes, que ce soit sur le découpage du paysage, l'adaptation de la végétation ou la spatialisation des ethno-espèces.

### a. Perceptions de la diversité végétale et sémantique morpho-usagère

Compte-tenu de la pluralité tribale des éleveurs enquêtés, la diversité végétale a été nommée en deux langues : l'arabe par les *Aarib* et le berbère des plaines, ou *tachelhit* par les *Ait Unzar*, *Ait Isfoul* et *Ait Kabech*. Tant lors des enquêtes de la première phase que lors des focus-groupes de la seconde, la correspondance entre les ethno-espèces arabes et berbères a été investiguée pour reconstituer un dictionnaire et réduire la variabilité statistique due uniquement à la langue.

La compilation des résultats de listes libres combinée aux questions de contrôle de traduction et de reconnaissance visuelle sur photos lors des focus-groupe a permis la construction d'une flore vernaculaire arabe-berbère-scientifique à dire d'acteurs, disponible en **Annexe 11**. 178 ethno-espèces ont été répertoriées grâce à des correspondances sur un total de 255 noms vernaculaires différents (tous les noms arabes n'ont pas pu être traduits en *tachelhit* et vice-versa). En réponse à la question de remémoration libre, plus de la moitié des éleveurs ont spontanément émis le choix d'une catégorisation de la végétation basée sur la **phénologie**. En effet, la question générale sur les *nabat* (plantes) débouchait souvent en retour sur « *Vous voulez les sder [pérennes] ou les erbea [éphémères] ?* » qui traduit bien la disjonction mentale entre ces deux entités de végétation. Autour de décembre à mars lorsque viennent les pluies, les *erbea* forment un tapis dans les lits d'oued avec une durée de vie maximum de trois mois et jamais après fin avril, alors que les *sder* peuvent survivent à la sécheresse jusqu'à plusieurs dizaines d'années. Parmi les 178 ethno-espèces répertoriées, 106 phénologies pérenne/éphémère ont été confirmées (cf. **Annexe 11 – Flore vernaculaire**).

La recherche des **correspondances ethno-espèces – noms scientifiques** via l'observation des photos a suscité beaucoup d'intérêt et d'animation chez les éleveurs, et a permis de mieux comprendre le découpage sémantique selon les caractéristiques physiologiques, écologiques, phénologiques de la végétation. Un ou plusieurs noms scientifiques a(ont) été attribué(s) à 85 ethno-espèces sur 178. Vu leur nombre, seuls certains exemples d'ethno-espèces révélateurs seront commentés ici. Les interprétations sémantiques sont développées en mentionnant uniquement les versions arabes pour éviter les lourdeurs, mais les traductions berbères et les noms scientifiques *Genre espèce* restent disponibles en **Annexe 11**.

Souvent, **un seul nom vernaculaire** regroupe **plusieurs espèces** au sens scientifique du terme sur la base de morphologies ou usages similaires. Par exemple, *harcha* est une éphémère définie par la présence de poils fins sur les feuilles et la tige, or cette pubescence marque une adaptation morphologique au stress hydrique répandue dans le désert : *harcha* a été reconnue sur 3 des espèces présentées. *Guerzime* a été identifiée sur les photos de 2 espèces de genres différents, qui produisent toutes deux des drupes écarlates au milieu de leurs petites feuilles succulentes. L'ethno-espèce unique *amaya* correspond à deux espèces du genre *Euphorbia* que les éleveurs distinguent selon les conditions édaphiques (vallée ou montagne) sans en changer le nom. De même, *zeâzaâ* correspond à deux espèces du genre *Farsetia* qui se différencient uniquement par leur taille d'après les éleveurs. L'éphémère *harra* connue pour sa densité printanière et son succès auprès des dromadaires recouvre

plusieurs espèces de brassicacées qui ressemblent à la roquette. L'usage potentiel de coupe à vocation fourragère post-dessiccation rassemble les pérennes sèches sous le nom d'*ibis*, et les éphémères sous le nom d'*ahchich* ; tandis que le *ghessal* rassemble toutes les espèces halophiles saponifères utilisées dans le Maroc entier.

A l'inverse, il existe parfois **plusieurs noms vernaculaires** pour une seule et **même espèce** en fonction de son stade phénologique ou des conditions édaphiques de son développement. C'est le cas de *kawar* et *farsig* qui ont tantôt été décrites comme étant des sujets identiques, tantôt différents. Lors des focus-groupes, un éleveur en a moqué un autre qui pensait que les deux noms étaient synonymes : « *Il ne faut pas l'écouter, lui ne connaît que peu de choses sur les arbres : farsig pousse dans les wadi toute l'année alors que kawar ne pousse que sur la montagne et seulement en hiver* ». Pourtant, à l'heure du test de reconnaissance de *Tamarix amplexicaulis*, impossible pour les éleveurs de différencier *kawar* de *farsig*. Second exemple : les éleveurs reconnaissent que *sbib el khlouf* n'est autre que *bousrisra* adulte, mais les deux sont bel et bien à leurs yeux des individus différents. En effet, le stade reproducteur de *Reseda villosa* change radicalement l'apparence chétive de son petit port en rosette avec la croissance soudaine d'un appendice floral proéminent. Certaines pluralités sémantiques demeurent mystérieuses, comme le cas de *Cotula cinerea*, le cumin local qui dispose de trois appellations arabes *guertouf*, *kamoun lachar* et *rbrouba*, mais une unique équivalence berbère *kamouna*. Puisque ces synonymes arabes sont souvent énoncés séparément dans la liste libre d'un même répondant, on les considèrera statistiquement bien comme des individus différents.

Malgré ces complexités, dans la plupart des cas, les éleveurs ont su raccorder des correspondances uniques entre nom scientifique et nom vernaculaire, cohérentes dans les deux tiers des cas avec les correspondances identifiées au préalable dans la bibliographie. Quoi qu'il en soit, la signification littérale des ethno-espèces est souvent corrélée à la morphologie du végétal (*sbib el khlouf* « la queue du mouton » que dessine sa hampe florale ; *ibaoune nil khmane* « la fève du dromadaire » formée par le fruit de la fabacée *Erophaca baetica*) ou à ses caractéristiques physiologiques (*dssima* « l'huileuse » pour les suintements que laisse l'astéracée sur le sol sec ; *mghinza* « la puante » vue l'odeur forte de la capparacée, *harra* « l'amère » pour le goût caractéristique de la brassicacée). Soulignons enfin la surprenante ressemblance orthographique et sonore entre les noms vernaculaires et scientifiques de *rtem* (*Retama raetam*) et *harra* (*Diplotaxis harra*). Les dénominations scientifiques seraient-elles issues des appellations locales ? De plus, les recoupements occasionnels des ethno-espèces avec les genres taxonomiques remettent en question les innombrables ramifications spécifiques à l'intérieur d'un même genre, qui ne font d'ailleurs pas forcément consensus dans le monde scientifique.

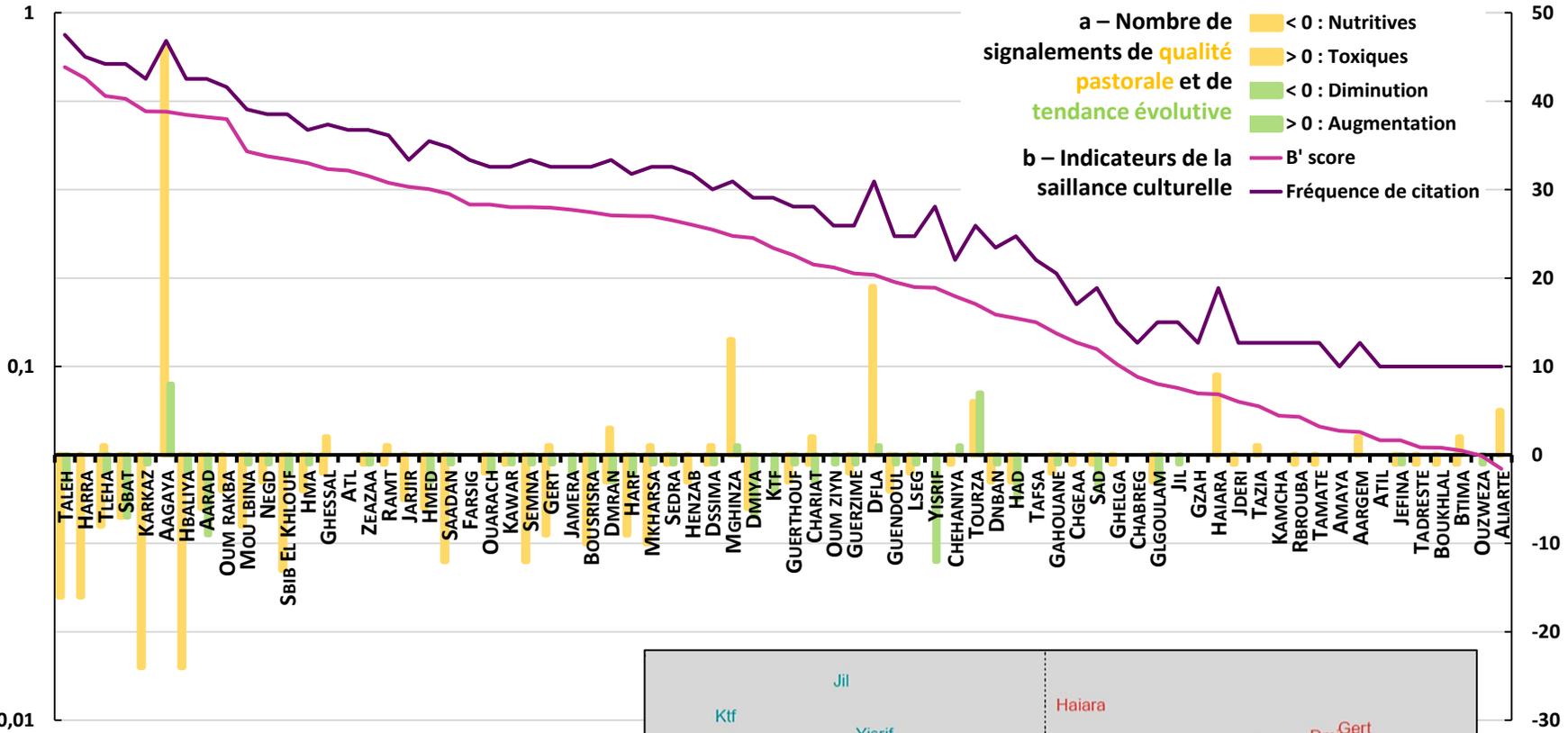
#### b. Qualité pastorale et tendances évolutives de la végétation

Vue l'ampleur de la flore ethnobotanique étudiée, la meilleure représentation graphique pour présenter les taux de signalements « bonne – mauvaise – apparaît – disparaît » par les éleveurs s'est avéré être un diagramme en barres sur une ré-échantillonnage dans la totalité des plantes. Ces « scores » sont donc figurés sur la **Figure 5 – a** pour tirer profit du graphique en place et être confrontés aux résultats statistiques qui seront développés plus bas. Cette partie n'est donc illustrée que par les barres oranges et vertes rapportées à l'axe de droite de la partie **a**.

Sous le simple qualificatif de « bonne », les éleveurs évoquent 75 ethno-espèces, dont les noms de quelques-unes sont consultables sur les barres oranges descendantes de la **Figure 5 – a** et auxquelles ils attribuent différents **bénéfices nutritifs**. Certaines plantes ont des intérêts directement zootechniques comme l'engraissement d'animaux bien charnus avec une viande de meilleure qualité, telles que *guendoul*, *harra* ou *sbib el khlouf* ; et l'amélioration de la production laitière en quantité et par des caractéristiques gustatives fines grâce à *chehaniya*, *negd* ou *mou lbina*. Les halophytes comme *âarad* et *ghessal* sont appréciées par les éleveurs pour les apports sodiques essentiels qu'elles

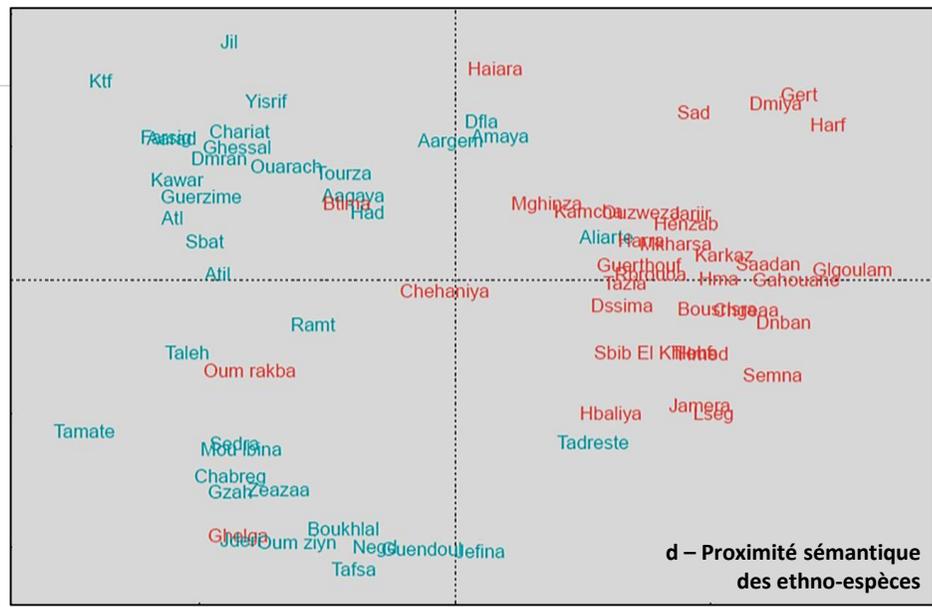
**Figure 5 – Evaluations statistiques du domaine sémantique de la végétation pastorale issue des listes libres**

- a** – Appréciation du potentiel pastoral et des tendances évolutives des populations d'ethno-espèces ;
- b** – Indicateurs de la saillance culturelle et des tendances évolutives des populations d'ethno-espèces ;
- c** – Comparaison de l'influence de la saillance culturelle des ethno-espèces ;
- d** – Analyse par correspondance de la proximité sémantique de la végétation sur la saillance culturelle ;
- e** – Significativité de l'influence de la phénologie sur la répartition sémantique de la végétation. Seules les 72 ethno-espèces (sur 178) citées par minimum 10% des répondants sont figurées ici.



Catégorisation de l'ethno-espèce		c – Influence sur la saillance culturelle
Phénologie	<i>Erbea</i>	0,447
	<i>Sder</i>	0,553
Qualité pastorale	Nutritive	0,253
	Toxique	0,747 ***

	e – Influence sur la proximité sémantique
<i>Erbea</i>	0.691 ***
<i>Sder</i>	0.703 ***
Phénologie	0.654 ***



prodiguent aux dromadaires. En effet, la sous-nutrition minérale (sodium, calcium, phosphore...) crée de sévères nécroses au niveau des pieds qui font boiter les animaux. D'autres ethno-espèces sont utiles à des occasions particulières, comme *tâdreste* lors de la gestation et l'allaitement des jeunes, ou *had* en remède face aux maladies infectieuses et virales. Certains éleveurs admettent que les *sder* sont plus intéressants que les *erbea* car ils sont présents toute l'année, alors que d'autres accordent un meilleur potentiel fourrager aux éphémères. Dans les données récoltées, sur les 75 ethno-espèces mentionnées au moins une fois comme « bonne », 25% sont des pérennes et 43% sont des éphémères. Vu le tiers des plantes nutritives dont la phénologie n'est pas connue, aucune conclusion n'est possible sur ce point et serait de toute façon impertinente puisque les éleveurs misent avant tout sur un régime diversifié pour leurs dromadaires : ils exploitent les *erbea* lorsqu'elles poussent, et diversifient l'alimentation pérenne le reste de l'année pour alterner apports salins et « rinçage ». Sur l'aspect nutritif, la végétation native du désert est réputée pour être bien meilleure pour les dromadaires que la complémentation alimentaire estivale ou que les résidus de culture.

Les plantes considérées comme « mauvaises » sont moins nombreuses que les « bonnes » comme cela est visible vu le nombre de barres oranges ascendantes sur la **Figure 5 – a**. D'après l'expérience des entretiens, les « mauvaises » sont énoncées souvent plus tard par les éleveurs, ce qui traduit bien la perception positive de la végétation vraiment considérée dans les discours comme une ressource, un appui vital, voire une bénédiction. Certaines ethno-espèces sont pourtant connues pour leur faible potentiel nutritif (comme *ramt* qui amaigrit les dromadaires ou *ghessal* qui les fatigue), d'autres induisent des désagréments passagers (*chariat* et *dssima* constipent, *âargem* donne la diarrhée, *mghinza* rend les dromadaires fous et paniqués) qui sont soignés avec des dattes et de l'eau bue ou jetée à la tête. Beaucoup d'ethno-espèces sont vraiment **toxiques** et peuvent entraîner des complications sérieuses, notamment pour les jeunes et les gestantes, voire la mort subite des dromadaires : c'est le cas de *dfla*, *haiara*, *tourza* (dont le contact de la sève avec les yeux rend même aveugle). Dans chaque cas, les éleveurs savent quel organe de la plante en particulier est nocif (sève, fleurs, semences...). Il faut noter que la palatabilité des ethno-espèces toxiques est souvent trop faible pour que les animaux s'en nourrissent régulièrement, l'ingestion est généralement accidentelle et affecte plutôt les jeunes dromadaires non expérimentés. Ce n'est justement pas le cas d'*âagaya*, l'ethno-espèce la plus problématique aux yeux des éleveurs puisqu'elle a été signalée toxique 46 fois. La simple mention de son nom génère colère, dépit, dégoût sur les visages. *Zygophyllum gaetulum* est très résistante à la sécheresse, elle constitue donc l'unique ressource en été. Cette plante est la cause de la plupart des diarrhées qui affectent les dromadaires, accompagnées des symptômes spécifiques que sont les gonflements de la gorge et des pieds, le blanchiment des yeux révoltés, et des aphtes dans la bouche qui provoquent une hypersalivation. Un des éleveurs garantit que le handicap congénital d'un de ses jeunes a été provoqué par la consommation d'*âagaya* par la mère gestante. En fait, *Z. gaetulum* est aussi utilisée dans la pharmacopée locale contre les maux de ventre des humains, mais la quantité pâturée excessive transforme les propriétés médicinales en poison pour les dromadaires. Pour soigner l'intoxication, chacun y va de son remède traditionnel pour laver le conduit digestif : dattes, huile, sucre, sel, orge, lessive (!) ... Cette problématique n'a pas été détaillée dans la première partie des résultats (cf. **Résultats.1.d**) pour des soucis de cohérence, mais les éleveurs proposent en masse d'accentuer urgemment la recherche scientifique et les subventions pour combattre l'*âagaya*, trouver un remède, ouvrir des pharmacies pour animaux.

Quelques éleveurs ne signalent aucune évolution notable dans les communautés végétales, en confirmant nonchalamment que les *erbea* apparaissent quand il pleut. Cependant 82% d'entre eux observent une baisse généralisée et spatialement homogène de la densité de végétation pérenne, avec certaines espèces quasiment disparues : « Dieu change de bonbons ». Ces baisses de densité sont visibles sur les barres vertes descendantes sur la **Figure 5 – a**. Les diminutions les plus drastiques

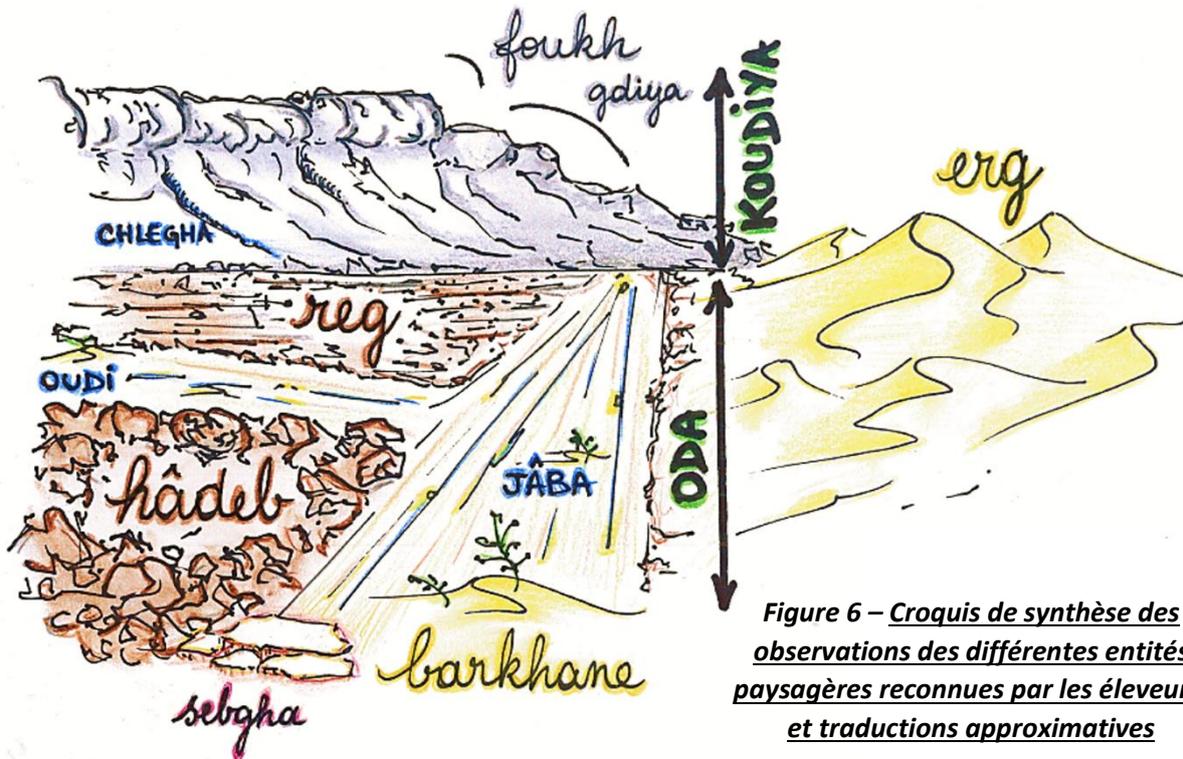
concernent *yisrif* qui formait auparavant une forêt à Oued Nâam dont il ne reste pas une trace, et *l'âarad* qui avait donné son nom au parcours de Lâarada pour en constituer 90 % de la couverture végétale et qui n'en couvre aujourd'hui que 20 %. En observant la somme des signalements, certaines ethno-espèces éphémères paraissent elles aussi touchées par les diminutions de densité. La quantité globale d'*erbea* reste dépendante des pluies, mais le cortège floristique évolue petit à petit depuis les années 80 avec une disparition de *dmiya*, *sâd*, et *glgoulâm*. Les populations d'*harra* diminuent aussi car elle est moissonnée individuellement par certains éleveurs pour faire des réserves de fourrage et ne repousse plus l'année suivante. En comparant les barres oranges et vertes sur la **Figure 5 – a**, le parallèle entre la qualité nutritive/toxicité de la végétation et l'évolution des populations végétales est remarquable : les fourrages de qualité tendent à **se raréfier** alors que les seules ethno-espèces qui **colonisent** les espaces sont celles toxiques pour les troupeaux. En premier lieu *âagaya* dont la multiplication s'intensifie catastrophiquement depuis les années 2000 : cette augmentation de densité explique l'ampleur du problème qu'elle constitue pour les éleveurs « *Âagaya est très mauvaise car elle est partout* ». L'évitement des parcours trop envahis par *Z. gaetulum* est un facteur de mobilité mentionné par beaucoup d'éleveurs, même s'ils soulignent qu'il est difficile d'empêcher les animaux de la manger de par son omniprésence dans le désert. La deuxième ethno-espèce invasive majeure est *tourza* qui apparaît à la fin des années 90 sur les parcours de M'Hamid, curiosité moins gênante pour les éleveurs camelins puisque les dromadaires ne la consomment pas. *Dfla* est le nom local du laurier rose mortel, de plus en plus planté dans les jardins privés des *douars* pour des raisons esthétiques mais dont les graines se disséminent jusque sur les parcours. Sans aucune méthodologie de relevé floristique, l'exploration du terrain a permis de constater la densité effectivement élevée d'*âagaya* au sol, mais aussi de *tourza* presque sous forme de « forêts » dans les lits d'oued.

#### c. Diversité écosystémique des parcours : préférences édaphiques de la végétation, mécanismes de fonctionnement des écosystèmes

La méthodologie de reconstitution floristique et spatialisation des communautés végétales sur support de carte pratique auto-construite (cf. Partie 2 de **l'Annexe 5 – Trame des focus-groupes**) s'est soldée par un échec complet. Les éleveurs n'étaient pas à l'aise avec la figuration des ethno-espèces par des jetons à disposer sur des parcours marqués au sol, avec toujours une réaction univoque « *Cette plante pousse un peu partout ! Et il existe de toutes façons des variations locales propres à chaque parcours* ». Néanmoins, à l'oral il était plus facile d'obtenir le nom du/des parcours sur le(s)quel(s) telle ethno-espèce est la plus présente ; ces correspondances ont pu être établies pour 70 ethno-espèces, mais sont difficilement exploitables vu le manque de rigueur méthodologique des questions. Cependant, une dichotomie très nette s'est dessinée entre la végétation de *koudiya* (appellation locale des *jbel* les montagnes) adaptée au substrat rocheux, et celle des lits d'oued qui préfère le sable. Tous les éleveurs disent que cette catégorisation de la végétation fait bien plus sens que la description de la composition floristique de chaque parcours, qui ne mettra pas tout le monde d'accord vue la quantité de parcours et de plantes qui existent. Ces catégories de préférence édaphique *koudiya* – oued – « généraliste » sont renseignées dans le tableau de **l'Annexe 11** pour les 56 ethno-espèces d'intérêt sélectionnées comme étude prioritaire pour les focus-groupes (cf. critères de sélection en partie **Matériel.2.b**). Même si les catégories *koudiya* – oued sont la discrimination spatiale la plus évidente pour les éleveurs, ils soulignent bien que les cortèges floristiques et la morphologie des espèces (taille, couleur) varient de manière complexe en fonction des sols. Ainsi les végétations du Jbel Bani et du Jbel Lkrab par exemple sont très différentes. Finalement ce critère édaphique concorde avec la domination de ces deux structures paysagères sur le modelé global de la zone : ce sont d'ailleurs toujours les premiers éléments matérialisés lorsque les éleveurs ont construit leurs cartes pratiques.

En croisant les informations et grâce à des descriptions du désert expliquées directement sur le terrain par les éleveurs, différentes appellations de **formations superficielles** ont émergé et

permettent de préciser la perception que les éleveurs ont de la diversité de leur environnement. Ces dénominations locales, propres à la région de M’Hamid, sont représentées sur un croquis fictif synthétique en **Figure 6** faute de pouvoir réunir toute la mosaïque paysagère sur la même prise de vue photographique.



**Figure 6 – Croquis de synthèse des observations des différentes entités paysagères reconnues par les éleveurs, et traductions approximatives**

<b>Koudiya</b> Montagne	<b>Foukh</b> <b>Gdiya</b>	Sommet Pente
<b>Oda</b> Plaine	<b>Erg</b>	Massif dunaire "fixe"
	<b>Barkhane</b>	Micro-dune temporaire à l'appui d'un obstacle minéral ou végétal
	<b>Reg</b>	Etendue indurée et/ou rocheuse dénuée de pierres
<b>Wadi</b> Ecoulement sur montagne ou plaine	<b>Hâdeb</b>	Etendue indurée et/ou rocheuse couverte de grosses pierres
	<b>Chlegha</b>	Oued mineur généralement de montagne
	<b>Oudi</b>	Oued intermédiaire
	<b>Jâba</b>	Oued majeur
	<b>Sebgha</b>	Croûte indurée saline et/ou calcaire sur les lits d'oued

Par ailleurs, les éleveurs reconnaissent une autre catégorisation des terres qui relève du **potentiel pastoral**, dépendant d'un curieux phénomène. Sur les terres vivantes ou *arthâya*, les dromadaires engraisseront efficacement tant que le fourrage est disponible, mais il existe des terres « mortes » appelées *moukhem* sur lesquelles la végétation est inefficace pour le pâturage. Les plantes qui s'y trouvent ont un aspect tout à fait normal mais les animaux qui les mangent restent maigres, les insectes « traînent de la patte », et le ressenti psycho-somatique des humains y est très négatif et serait même perçu par quelqu'un d'inexpérimenté (on y dort mal, on souffre plus de la chaleur, on a mal au corps). Les deux types de terres sont limitrophes sans qu'il y ait de délimitation visible sur le sol ou la végétation. Il ne s'agit pas d'une dégradation des pâturages puisque les terres *moukhem* ont toujours été mortes, et que les *arthâya* ne meurent pas non plus. Les terres *moukhem* sont une réalité connue de tous les éleveurs quel que soit leur âge ou leur ethnie, mais personne n'est en mesure d'en expliquer les causes, qui rappellent les croyances théorisées sur les effets psychiques des énergies telluriques.

Les thématiques plus ouvertes d'**écologie fonctionnelle** et de dynamique des populations étaient propices à la discussion et ont pu être abordées plus facilement lors des focus-groupes. Les éleveurs perçoivent la « force » de la végétation steppique face au **stress hydrique**, mais plutôt comme une fatalité obligée par le hasard de leur croissance au milieu du désert, un peu comme pour leur adaptation à eux nomades. Pour autant, des adaptations morphologiques sont quand même évoquées, à commencer par celle des racines qui « *vont parfois jusqu'à 100 m, 200 m de profondeur dans le sol pour capter l'eau des vallées sous-terraines* », vision locale des nappes phréatiques. Les végétaux qui poussent dans les lits d'oued ont des racines plus courtes car l'eau est moins profonde dans le sol. Un éleveur parle même d'une protection imperméable autour de certaines feuilles, qui rappelle la couche cuticulaire céroide de certaines xérophytes permettant de réduire la transpiration foliaire. Les adaptations physiologiques à la sécheresse sont comprises sous l'angle d'une diversité de comportement des pérennes face à **(i)** la vitesse de la déperdition hydrique en cas de cueillette « *En quelques minutes, chariat devient mou et fatigué alors que l'apparence de sbat ne changera pas pendant plusieurs jours, car elle pousse dans le sable* » ; **(ii)** le cycle végétatif annuel : *atl* ou *guerzime* perdent leurs feuilles d'un coup quand vient la sécheresse alors que *taleh* ou *ouarach* rougissent, brunissent, perdent progressivement leurs feuilles avant de redevenir vertes les premières à l'arrivée du froid ; **(iii)** le temps de résistance à une sécheresse prolongée, de 2 ans à plusieurs décennies. L'idée de la compétition végétale pour une ressource en eau finie est intuitive : « *Une plante seule poussera plus vite que trois au même endroit* ». C'est cette capacité compétitive qui définit justement la problématique d'*âgaya* : elle parvient à capter et garder plus d'eau et a une croissance plus rapide, ce qui lui permet de coloniser tous les espaces lors de la saison sèche quand les autres végétaux sont fragilisés.

Les éleveurs reconnaissent également que la végétation présente une diversité d'interactions avec l'**herbivorie**. Certaines plantes, les plus nutritives, attirent les dromadaires grâce à leur odeur forte comme *harra*, d'autres bénéficient de la pluie pour se débarrasser de leur amertume surfacique comme *atl*. Cependant de nombreuses ethno-espèces dévoilent des mécanismes de réaction au pâturage de nature chimique, comme *dmran*, *chariat* et encore *âgaya* qui « *font des repousses ramifiées chaque fois plus toxiques sur les tiges croquées par le dromadaire* ».

En termes de **reproduction végétale**, la dispersion des graines par voie hydrique est évoquée pour justifier la présence occasionnelle d'ethno-espèces montagneuses dans les wadi, mais pas l'inverse. Le transport éolien des semences est aussi évoqué comme un apport salvateur en automne après une sécheresse prolongée qui aurait affaibli le stock semencier du sol. Le mécanisme de dormance est connu sous le même vocabulaire, « *la pluie réveille les graines qui attendent dans le sol sans mourir* », et la germination des éphémères, qui prend entre 2 et 4 semaines, dépend de la saisonnalité des précipitations : « *les pluies d'octobre, décembre et mars créent chacune une végétation particulière, alors que les pluies d'été n'amènent que du ahchich* ».

#### d. Exploration statistique du domaine sémantique et culturel de la végétation pastorale

Il faut noter qu'il est d'usage en ethnologie d'analyser les listes libres sur tous les mots, mais compte-tenu de la cohabitation des deux langues sur le territoire on choisit d'assumer la traduction arabe-berbère élaborée pour ne pas risquer de doubler les perceptions réelles des individus floristiques juste à cause de la langue. Toutes les tables utilisées pour les analyses statistiques sont ainsi unifiées sur la base arbitraire des noms arabes, en utilisant seulement à défaut de correspondance les noms berbères. Les résultats statistiques seront ainsi *a priori* exploitables pour une comparaison ultérieure avec des relevés floristiques. Notons quand même que ces statistiques ont été calculées au préalable sur la totalité des noms vernaculaires récoltés et permettaient alors de marquer une distinction arabe/berbère très forte, avérée mais finalement pas révélatrice.

La longueur moyenne des listes est de 26,2 ethno-espèces, elles varient entre 8 et 60 items pour un total de 1573 items cités par les 60 éleveurs. Le calcul de la saturation des données permet d'affirmer qu'au minimum seuls 26 éleveurs sur 60 ont cité l'ensemble des items ; ce ratio inférieur à 50% montre d'une part que ces LEK sont bien partagés et d'autre part que l'échantillonnage a été suffisant au vu du partage actuel des connaissances parmi les éleveurs (Griffin et Hauser, 1993 ; Pires, 1997). La **Figure 5-b** présente la saillance culturelle des ethno-espèces citées par plus de 10% des répondants (donc au minimum 6 éleveurs) ordonnées par valeurs de B' score décroissantes ; sont ainsi présentées 72 ethno-espèces sur le total des 178. Logiquement, moins une ethno-espèce a été citée, plus son indice de saillance est faible : les deux courbes de fréquence et de B' score présentent la même tendance.

L'ethno-espèce dont la valeur culturelle est la plus forte, citée par plus de 70% des répondants, est *taleh*, ou *âmrad* en berbère. Il s'agit de l'acacia, l'arbre emblématique des steppes désertiques qui joue un rôle presque patrimonial dans les systèmes pastoraux extensifs africains. Les éleveurs décrivent d'ailleurs ce *sder* comme indispensable pour les dromadaires. Son potentiel nutritionnel a été fortement évoqué : *taleh* apporte « de l'énergie positive » aux animaux et mêmes aux humains, consommé en décoction contre les calculs rénaux et pour améliorer la digestion. Ses feuilles sont un remède contre les maladies infectieuses des dromadaires ; sa gousse *kharoub* est extrêmement nourrissante ; sa résine *aârk* est décrochée au bâton pour agrémenter le thé. En tant que fabacée fixatrice d'azote atmosphérique, l'acacia est une ressource essentielle pour éviter la sous-nutrition azotée dans un environnement pauvre en protéines. Les éleveurs apprécient également la disponibilité de l'acacia qui est un des premiers arbres à devenir vert à l'automne après la sécheresse estivale, et qui est capable de survivre longtemps sans eau. Cette faculté de résistance à la sécheresse est transmise aux dromadaires lorsqu'ils broutent l'acacia. Une distinction est faite entre deux types de *taleh* (qui correspondent aux deux espèces *Vachellia tortilis subsp. raddiana* et *V. gummifera*) selon leur morphologie : le premier présente un houppier large et étalé en trompette face au ciel, le second est plus petit et sphérique et donc plus facile d'accès pour les animaux (cf. photos illustratives en **Annexe 12**). Cette différenciation appelle à imaginer une divergence évolutive vers deux stratégies de compromis contraires : le port de *V. raddiana* l'expose aux rayons du soleil mais en l'éloignant des dromadaires, alors que la biomasse de *V. gummifera* sacrifiée aux herbivores aura dépensé moins d'énergie face au stress hydrique.

Mais l'analyse de la valeur culturelle et de la fréquence de citation des plantes ne peut être disjointe de l'appréciation que portent les éleveurs sur la végétation en termes de potentiel pastoral. Ainsi, pour chaque ethno-espèce les nombres d'éleveurs ayant signalé ses qualités nutritives, sa toxicité, sa diminution ou son augmentation de densité sont aussi représentés sur la **Figure 5 – a – b**. Comme le montre la concentration des barres oranges descendantes sur la gauche du graphique, les ethno-espèces nutritives ont une saillance élevée puisque la quinzaine de plantes les plus saillantes ont été signalées comme tel par les éleveurs (à part *âgaya*). Le caractère toxique joue lui aussi un rôle sur la valeur culturelle de la végétation, en provoquant des écarts remarquables entre saillance et fréquence de citation sous forme de pics à l'aplomb des espèces toxiques. Ces plantes ont donc une saillance plus faible que les autres à taux de citation égal : elles sont souvent évoquées mais avec des rangs d'apparition plutôt tardifs qui font baisser leur valeur culturelle. Elles incarnent donc une problématique bien présente dans la vie des éleveurs mais peu compatible avec la vision globalement positive de la végétation. Sur la **Figure 5 – c**, l'analyse statistique révèle que le caractère toxique augmente significativement la saillance des ethno-espèces, mais pas le caractère nutritif. Ce résultat contribue à l'idée que de par sa valeur culturelle, la végétation avec un potentiel pastoral bénéfique ou néfaste est un facteur majeur de la mobilité. En revanche toujours d'après la **Figure 5 – c**, la nature pérenne ou éphémère de la végétation n'a aucune d'influence significative sur sa valeur culturelle.

Au-delà de la valeur culturelle de chaque ethno-espèce, l'étude de la proximité sémantique permet d'évaluer l'influence des catégorisations de la végétation (émises par les éleveurs eux-mêmes) sur la structure cognitive de leur perception. Les trois catégorisations majeures évoquées sont figurées par couleurs sur le graphique de proximité sémantique : la phénologie (*sder* vs. *erbea*), le potentiel pastoral (nutritive vs. toxique) et la préférence édaphique (*koudiya* vs. oued vs. généraliste). L'évolution des peuplements d'ethno-espèces n'est pas testée car ces données avaient plutôt vocation à estimer qualitativement la dynamique actuelle de la ressource pastorale. La **Figure 5 – d** représente la distance sémantique qui sépare toutes les ethno-espèces les unes des autres, et sur cette représentation les noms vernaculaires sont colorés en fonction de la phénologie des plantes. Comme visible sur la **Figure 5 – d**, cette catégorisation a une influence significative sur la structuration sémantique puisque les *sder* et des *erbea* sont séparées le long de l'axe horizontal de manière significative ( $p$ -value < 0,01 sur la **Figure 5 – e**). Ces résultats confirment l'impression évoquée plus haut : la différenciation entre éphémères et pérennes est un élément clef dans la perception que les éleveurs ont de la diversité végétale, ce sont des entités clairement différentes. Le reste de la proximité sémantique entre les ethno-espèces est potentiellement expliqué par les autres modes de catégorisation même si cette influence n'est statistiquement pas significative. En effet sur l'**Annexe 13 – a**, les ethno-espèces toxiques sont regroupées en haut de l'axe 1, et le dendrogramme marque dès la première ramification la différence de potentiel pastoral en regroupant directement toutes les ethno-espèces toxiques dans le même cluster (à part *mghinza* de manière inexplicite ; ce n'est pas la seule éphémère toxique). D'autre part sur l'**Annexe 13 – b**, les végétations des lits d'oued et de la montagne sont séparées le long de l'axe 1, ce qui laisse supposer que lorsque les éleveurs annoncent une liste, ils groupent les plantes par préférence édaphique exactement comme s'ils imaginaient le cortège floristique de telle formation pédologique devant eux. Si cette séduisante hypothèse s'avère vraie, c'est-à-dire que la proximité sémantique des ethno-espèces dans les perceptions reflète leur proximité spatiale dans les communautés végétales, alors les éleveurs sont définitivement d'illustres écologues spécialistes du désert marocain.

**Au bilan, la richesse des savoirs écologiques locaux des éleveurs camelins est effarante sur toutes les dimensions de la diversité de leur environnement. L'ethno-écologie permet d'aborder le fonctionnement des écosystèmes avec un angle différent de celui de l'écologie évolutionniste classique. Les dénominations vernaculaires mettent en lumière le lien entre les communautés végétales et les conditions édaphiques, celui entre les espèces et leur morphologie, physiologie ou stade phénologique, finalement de manière plus révélatrice et pertinente que la taxonomie binominale occidentale.**

**Reste que ces LEK démasquent une dégradation réelle de la qualité pastorale des parcours, au sens où les espèces nutritives disparaissent systématiquement alors que les espèces toxiques multiplient leurs peuplements. Le symbole en est *âgaya*, le cauchemard des éleveurs : mortellement toxique, féroce colonisatrice, et ... appétente pour les dromadaires.**

**La mosaïque pédo-morphologique visuellement très marquée sur le terrain est interprétée par les éleveurs comme des unités différentes, directement responsables de la quantité et de la qualité de la végétation qui y pousse. D'ailleurs, face à des questions sur les mécanismes physiologiques des végétaux, les réponses retournaient presque systématiquement à la thématique du sol, du désert, de la sécheresse... La notion de variabilité spatiale de la végétation et de préférence édaphique est au centre de la perception et de l'utilisation des écosystèmes du désert.**

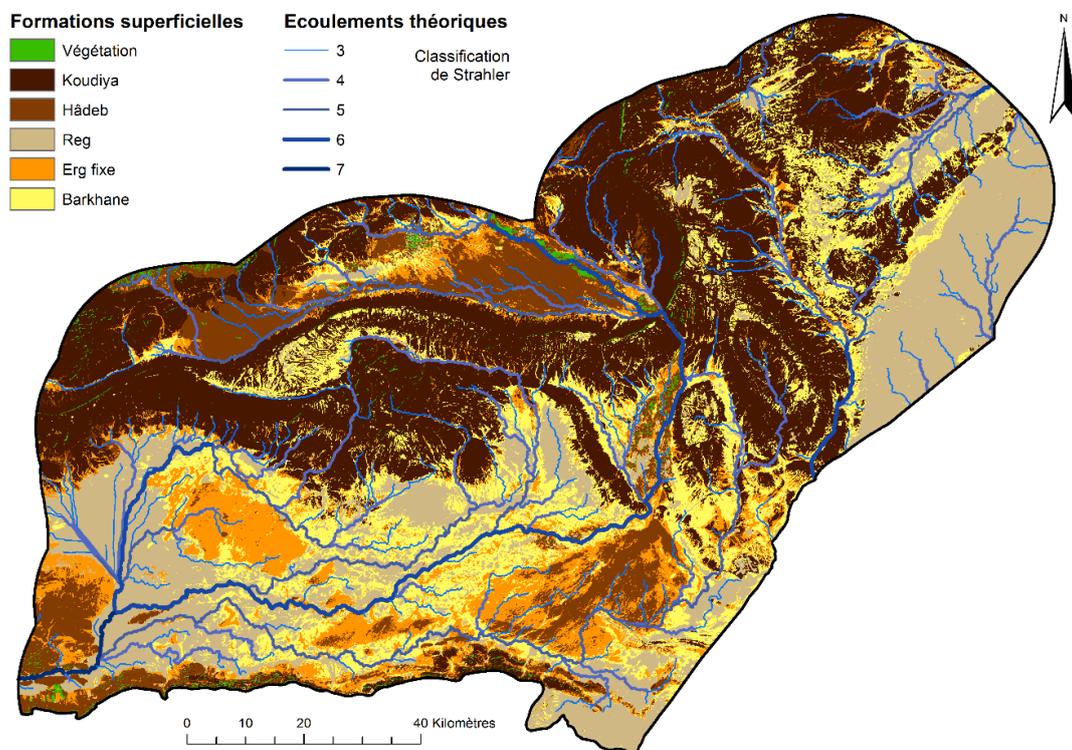
### 3. Caractériser l'usage pastoral : comment les mobilités permettent-elles d'exploiter la diversité écologique du désert ?

La perception qu'ont les éleveurs de la diversité écologique a été évaluée qualitativement et quantitativement, il s'agit à présent de lier ces représentations de l'environnement à un usage pastoral effectif. Cet usage est formalisé par la décomposition spatio-temporelle des mobilités effectuées par les éleveurs de mars 2018 à avril 2019. Pour saisir comment ces mobilités exploitent la diversité écologique du désert, le maillon essentiel de la démarche est la spatialisation de cette diversité, qui sera étudiée ici de manière exogène par l'angle de la télédétection pour les raisons détaillées en introduction (cf. partie **Contexte. 3.b**).

#### a. Une approche pédo-morphologique pour spatialiser la variabilité édaphique

Au vu du caractère aride de la zone d'étude, la diversité géomorphologique plutôt que végétale a été caractérisée, sachant que les deux sont intrinsèquement liées. Dès lors, comment le modelé géomorphologique de la zone affecte-t-il les dynamiques hydrologiques et donc la pédologie et la végétation en place ?

A l'échelle régionale, la zone de M'Hamid appartient au hamada du Drâa en tant que plateau désertique de la dépression sud du massif de l'Anti-Atlas, à une altitude moyenne de 513m au-dessus du niveau de la mer. Vu les conditions climatiques, ce modelé typique de région aride (Cholley, 1950) est influencé majoritairement par les processus de désagrégation physique sur des sols minéraux très peu évolués, en particulier l'érosion éolienne ou « déflation » des sédiments meubles qui permet de distinguer les sols d'ablation des sols d'apport (Aubert, 1962). Les interprétations géomorphologiques qui suivent sont illustrées de la **Figure 7**. Cette carte approximative des formations superficielles nommées par les éleveurs (cf. **Figure 6** dans la partie précédente) repose sur la classification des images satellites appuyée par l'interprétation visuelle des autres cartographies descriptives de la zone (cf. **Annexe 14 – Ombrage ; Sous-bassins versants ; Recombinaison en fausses couleurs**).



**Figure 7 – Cartographie approximative des formations pédologiques superficielles désertiques reconnues par les éleveurs et hydrologie théorique**

Les variations d'altitude bien visibles sur l'**Annexe 14 – a** caractérisent une alternance de revers montagneux relativement inclinés, de fronts de pente très forte et de zones planes de dépression. Un tel relief signe un modelé de **cuesta**, issu d'une érosion différentielle entre la roche calcaire dure qui constitue le Jbel Bani et le Jbel Lkrab (Dresch, 1939), et la roche plus tendre de la plaine. Certaines montagnes isolées s'apparentent à des buttes témoin comme le cirque de Tafenna à l'est qui est *a priori* une large butte érodée en son centre. En remontant au nord vers Zagora (hors zone mais observé sur le terrain), la structure de **cuesta** se confirme par cette alternance concordante de couches géologiques inclinées sur le même plan et érodées de la même manière. La *kouidiya* du Bani est donc un driver majeur du paysage, et témoigne de par ses nombreuses facturations orthogonales des dynamiques ancestrales et actuelles de l'érosion hydrique. Le piémont sud du Bani (revers de la **cuesta**) est d'ailleurs dessiné par la coalescence de nombreux cônes d'éboulis séparés par des *wadi* mineurs issus des écoulements incisifs d'altitude, visibles sur la **Figure 7**.

Aujourd'hui les crêtes du Bani sont ravinées par le passage de l'oued Drâa, dont l'écoulement amplifié lors de l'intensification des précipitations charrie des matériaux grossiers qui s'accumulent sous forme de cônes de déjection à l'aval de chaque linéaire montagneux. Globalement, le fleuve s'écoule depuis le nord vers les faibles altitudes de la plaine alluvionnaire sud en dessinant un arc dans le sens horaire. On voit sur la **Figure 7** que les cônes de déjections se succèdent le long du Drâa et sont à l'origine de larges formations superficielles allochtones dont la morphologie correspondrait à la définition du *hâdeb*, plaines plates et grossièrement caillouteuses, dont les éléments fins sont en proie à l'ablation éolienne en dehors des périodes de crues. D'autre part, les crues irrégulières de l'oued sont aussi à l'origine d'inondations localisées qui envahissent les zones aval de basse altitude et de pentes faibles, signalées par des temps de concentrations élevés sur l'**Annexe 14 – b** et où les écoulements théoriques sont souvent mal représentés de manière très anastomosée comme à l'est de la **Figure 7**. Ces accumulations hivernales forment de larges lames d'eau qui suivent un régime quasiment endoréique, avec des pertes hydriques non pas dues à l'écoulement mais à la combinaison de dynamiques d'infiltration/évaporation. Ces flux hydriques verticaux génèrent des remontées salines et calcaires qui créent des croûtes indurées, les *sebghas*.

Une fois ces lits d'oued et champs d'inondations asséchés, la végétation qui y pousse constitue un nouveau support à l'accumulation du sable transporté par le vent : des *barkhanes*, dunes temporaires déplacées dans le sens des vents dominants et désagrégées par les crues annuelles. Des matériaux fins et sableux sont d'ailleurs transportés à travers toute la plaine par les vents et susceptibles de s'accumuler sous forme de voiles de placage ou de micro-dunes sur n'importe quel obstacle ou surface mieux protégée du vent. A l'inverse, les espaces situés sur les couloirs de éoliens sont intensément dénudés par le vent et se retrouvent dépourvus d'éléments fins : ce sont les *regs*. La dernière structure paysagère majeure est formée par des apports éoliens de sables qui s'accumulent en grande quantité à l'abri du vent sous forme de massifs dunaires nommés *ergs*, qui s'étendent sur plusieurs kilomètres carrés. Ces trois entités paysagères ont été différenciées de manière assez efficace par la classification, comme le montre la double visualisation de l'**Annexe 14 – c**.

Cette discrimination paysagère très marquée permet de lier grossièrement les conditions édaphiques de chaque type de surface avec les grandes dichotomies évoquées par les éleveurs. Le zonage pédo-morphologique de la montagne peut déjà être associé aux ethno-espèces affectionnant la *kouidiya*, le réseau hydrographique et les champs d'inondation potentiels environnants aux ethno-espèces dites de *wadi*. Les cuvettes susceptibles d'être immergées sont aussi celles susceptibles d'accueillir la majorité des éphémères *erbea*, à moins qu'elles aient été indurée par les croûtes gypseuses. On peut aussi conjecturer que les espèces psammophiles investiront préférentiellement les *ergs* (les *barkhanes* étant trop temporaires), tandis que les halophytes préféreront les voisinages des

*sebghas*, et les rares xérophytes les plus résistantes parviendront à fréquenter les *regs* et les *hâdebs*. En simples termes de biomasse, la littérature suggère que les *ergs* et les *wadi* sont largement plus productifs que les *regs* et les terrains salins (Toutain et Steinfeld, 2001), ce qui correspond bien au ressenti sur le terrain. Toutefois, il est essentiel de garder à l'esprit d'une part que le couvert végétal reste extrêmement peu dense dans toute la zone, et d'autre part que la mosaïque des sols est tellement fine et variable en fonction des pluies et des vents qu'aucun résultat drastique ne peut être décrété sans relevés de terrain sur une grande échelle de temps.

#### b. Le rôle de la diversité édaphique dans la définition des parcours

La thématique de la mobilité a été décomposée en plusieurs questions successives, à commencer par une question de remémoration libre qui a permis de réunir 235 noms de parcours en 821 items sur le total des 60 listes. Dans toute cette étude, chaque nom de parcours constituera un individu statistique et physique et on négligera les inclusions ou recouvrements géographiques éventuels. La formalisation des données est nécessaire pour les figurer de manière scientifique, ce choix de négligence est donc fait en connaissance de cause de la complexité inhérente à la notion de parcours : elle définit en réalité une trajectoire du troupeau, lui-même souvent éparpillé dans l'espace. Son appellation se base sur la toponymie locale mais son étendue spatiale n'est pas fixée, comme lorsque le parcours est défini par un oued par exemple.

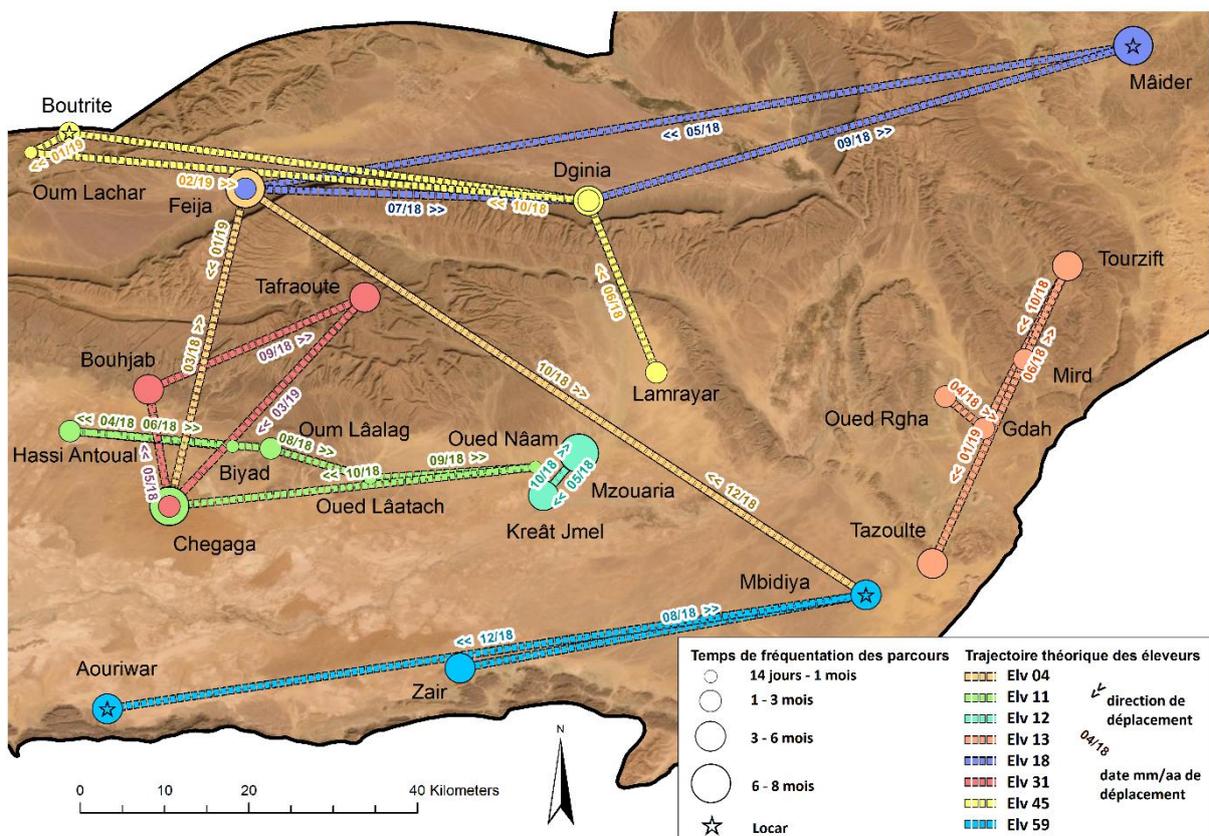
C'est sur ce constat que le parti est pris de spatialiser ces parcours grâce à la cartographie participative, en posant l'hypothèse que le nombre de dessinateurs permet de diminuer l'incertitude de chaque production individuelle. Les résultats obtenus lors de cet exercice ont été très variables, mais ont toujours suscité une grande curiosité : le caractère participatif original et presque ludique a eu l'effet escompté. Presque sur chaque dessin, la proximité sémantique des parcours (ordre d'apparition dans les listes) s'est retrouvée corrélée de façon évidente à la proximité géographique : lorsque les parcours que l'éleveur venait de citer était ré-annoncés dans le même ordre, les dessins sont presque toujours ordonnés géographiquement, de manière rectiligne, circulaire ou selon un circuit bien précis qui serpentent selon les reliefs. C'est le cas par exemple du dessin de l'éleveur 27 présenté en **Annexe 15**, sur lequel les parcours annotés des lettres de l'alphabet ont été placés de manière ordonnée dans l'espace. La plupart du temps, la représentation mentale de l'échelle était perdue au milieu du dessin, mais la conception de l'espace est donc vraiment envisagée comme un cheminement progressif. D'ailleurs, les directions ou les lieux-dits étaient toujours désignés d'un geste vers le lointain plutôt que par un doigt sur la carte. On retrouve bien ici la vision non pas du géographe mais bel et bien du berger qui appréhende l'environnement grâce à son cheminement dans l'espace.

Au bilan du croisement de tous les dessins, les moyennes géométriques ont permis de spatialiser les centres médians de 164 parcours différents (cf. étapes en **Annexe 16 – a** et **– b**). La connaissance du terrain et une comparaison visuelle rapide avec des cartes topographiques au 1/50000 (IGN 1968, Ministère de l'Agriculture 1970) rendent compte de la variabilité de la concordance de ces résultats avec le réel : la moyenne de nombreux parcours coïncide très bien avec l'unité paysagère dont il est question alors que certains autres ne correspondent pas du tout au placement des toponymes sur les cartes de référence... Vus l'incertitude due à la spatialisation moyenne des parcours d'une part et le manque d'homogénéisation des formations pédologiques superficielles pour créer un véritable zonage du désert d'autre part (**Figure 7**), la catégorisation édaphique de chaque parcours par la confrontation des deux types de données aurait donné des résultats trop aléatoires et n'a donc pas été déterminée (cf. **Annexe 16 – b**). Néanmoins, il s'est avéré que la définition d'un parcours correspond bien aux yeux des éleveurs à une entité pédologique, hydrographique et végétale homogène. Le basculement géographique d'un parcours à l'autre correspond à un changement de sol ou de végétation, avec éventuellement des éléments paysagers

marqueurs de cette transition : « *Entre Mzouaria et Boumrad il y a une petite forêt, la différence est évidente ! C'est pareil pour tous les parcours, il existe une transition avec un changement que tout le monde connaît* ». La toponymie est donc vraiment un outil de communication entre les éleveurs qui connaissent et spatialisent mentalement la diversité du désert avec une aisance déconcertante.

### c. La quête des logiques d'usage par la spatialisation des circuits de mobilité individuels

Pour comprendre l'influence des LEK sur les choix stratégiques de mobilité, les déplacements de quelques éleveurs ont été linéarisés à partir des données de fréquentation des parcours et de leur repositionnement géométrique théorique dans la zone. Tous les axes de déplacements auraient pu être tracés afin d'en faire des moyennes et retrouver des tendances de flux globaux, mais vue la diversité des mobilités cela paraissait trop ambitieux et la représentation de quelques lignes pouvait s'avérer plus parlante dans une démarche illustrative. Parmi les 60 enquêtés, 8 éleveurs sont donc sélectionnés sur la base de la longueur de leur liste libre de végétation (les 4 plus courtes et les 4 plus longues) pour simplifier l'étendue de leur savoir écologique à ce paramètre. La géométrie des mobilités est représentée en pointillés sur la **Figure 8** car il ne s'agit évidemment pas des déplacements exacts des éleveurs, soumis en réalité aux obstacles géomorphologiques et aux opportunités de la disponibilité fourragère. Les éleveurs confirment en effet la trajectoire irrégulière de leurs déplacements qui suivent les couloirs de végétation abondante pour ne pas prendre le risque de manquer de nourriture au crépuscule, et évitent les pentes trop raides auxquelles les dromadaires ne sont pas adaptés avec leurs pieds plats. Ceci est à nuancer d'autant plus par l'étalement spatial constant du troupeau et par les micro-mobilités quotidiennes issues des comportements animaux.



**Figure 8 - a – Trajectoires théoriques parcourues par 8 éleveurs entre le 01/03/2018 et le 30/04/2019**

Eleveur	Nombre d'ethno-espèces citées	Nombre de parcours fréquentés	Distance parcourue (en km)
ELV_12	60	3	12
ELV_18	48	4	187
ELV_11	43	6	104
ELV_59	42	3	122
ELV_45	13	5	138
ELV_13	13	5	65
ELV_04	11	5	238
ELV_31	8	4	71

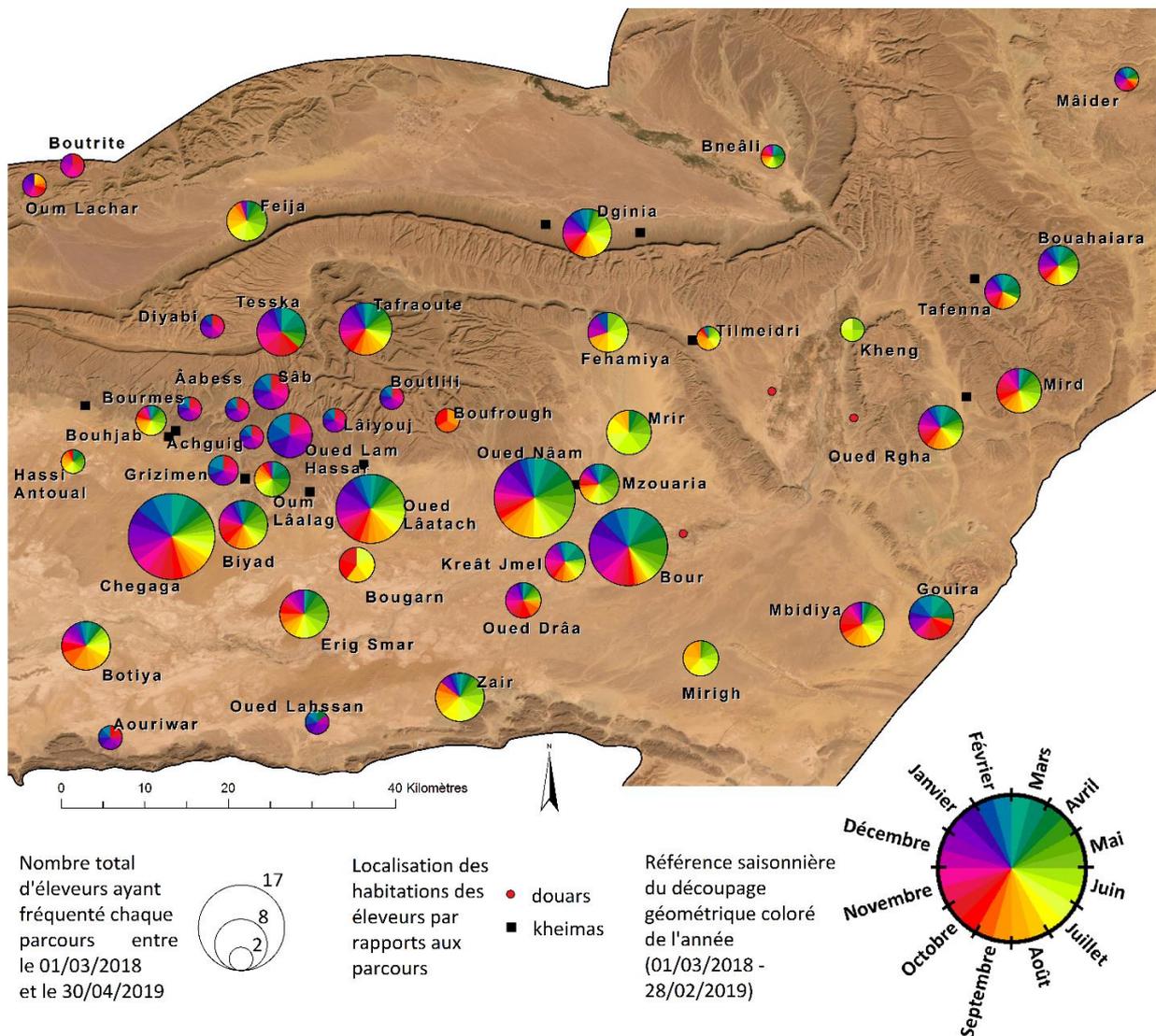
**Figure 8 - b – Etendue des connaissances botaniques des éleveurs sélectionnés et indicateurs généraux de déplacement sur 395 jours**

La **Figure 8 – a** montre que les déplacements des éleveurs sur 13 mois sont relativement localisés : chaque éleveur a tendance à retourner sur des parcours déjà fréquentés plus tôt dans l'année, ce qui forme des mobilités cycliques ou du moins polarisées. C'est la raison pour laquelle certains déplacements ne sont pas bien lisibles sur la carte puisque les trajectoires d'aller et de retour se superposent, notamment pour les éleveurs 04, 11 et 13. L'éclatement des trajectoires de chacun dans l'espace montre l'étendue de l'exploitation du désert par les éleveurs, avec des zones de prédilection différentes pour chacun. L'éleveur 13 par exemple, qui se déplace à l'est de la zone, avait pour habitude de fréquenter autrefois les parcours de la frontière voire les parcours algériens, les meilleurs selon lui. Les *locars* des dromadaires des éleveurs 18, 31 et 59 sont situés aux extrémités de leurs circuits de mobilité et apparaissent donc comme des destinations à atteindre pour y rester longtemps, plus de 3 mois pour l'éleveur 59 et plus de 6 pour l'éleveur 18. L'éleveur 31 est lui tiraillé entre le *locar* de ses animaux à Boutrite et son parcours favori qu'il trouve calme mais accessible, Lamrayar. En comparant avec la **Figure 8 – b** aucune corrélation ne paraît évidente entre les modes de déplacements et l'étendue des savoirs écologiques en termes de lieux fréquentés, de distance ou de fréquence de déplacement ; c'est d'ailleurs l'éleveur 12 qui se déplace le moins qui connaît le plus grand nombre d'ethno-espèces (liste de 60 items). Un des objectifs initiaux des focus-groupes était de confronter les mobilités récentes des 4 éleveurs présents en les figurant directement sur la carte pratique construite avec eux, grâce aux résultats de la première phase d'enquête : « pourquoi à tel moment de l'année, vous avez été ici mais vous autre avez préféré aller là ? ». La problématique s'est avérée bien-sûr trop complexe pour comprendre l'influence et la hiérarchie des facteurs de mobilité à travers cette simple question, trop ambitieuse et trop chronophage, et qui n'a pas su provoquer le débat espéré.

Lors de l'enquête, plusieurs éleveurs expliquent que chacun a son propre circuit de mobilité et que le travail de récolte et d'interprétation logique ne sera pas tâche aisée... Une synthèse bibliographique révèle d'ailleurs que les mouvements quotidiens des troupeaux autour des points d'intérêt pastoral (campement, puits, village) sont toujours très similaires, mais à l'inverse les larges mobilités entre ces différents parcours sont très variables et sans patron défini (Turner et Schlecht, 2019). Les déplacements des animaux et de leurs éleveurs avaient vocation à être un objet d'étude à part entière, mais un angle plus propice à l'analyse des usages de la diversité du désert est celui de l'exploitation de la ressource pastorale, basée sur une vision spatiale ponctuelle vouée à gommer l'aspect dynamique des stratégies de mobilité.

d. L'hétérogénéité spatio-temporelle de l'usage pastoral en termes de décision humaine et de pression animale

Le traitement SIG des données de fréquentation de l'année passée (1<sup>er</sup> mars 2018 – 30 avril 2019) permet des appariements sur 111 parcours effectivement exploités par les 60 éleveurs. Pour la lisibilité de la carte, les parcours ayant été fréquenté par un seul éleveur n'ont pas été représentés. La **Figure 9** est une représentation du nombre total d'éleveurs différents s'étant rendu sur chaque lieu lors de l'année étudiée. Il faut noter que l'objectif n'est pas d'être exhaustif quant à l'activité pastorale sur la zone, mais bien toujours d'identifier des tendances décisionnelles au vu des perceptions et pratiques humaines qui sont l'objet de cette étude. C'est la raison pour laquelle une carte équivalente d'usage pastoral en termes de charge animale est présentée en **Annexe 17**. La variabilité de la taille des cheptels implique une différence intéressante entre les répartitions humaines et animales puisque les effectifs comme les saisons sont pondérés par la taille des troupeaux. Cependant cette dernière carte ne peut prétendre à une justesse des résultats qu'elle présente puisqu'on ignore la représentativité de l'échantillon des 60 éleveurs et de leur total de 1577 dromadaires par rapport aux effectifs totaux.



**Figure 9 - Intensité et saisonnalité de l'exploitation humaine des principaux parcours de la zone de M'Hamid**

(échantillon de 60 éleveurs ; seuls les 46 parcours utilisés par minimum 2 éleveurs sont représentés sur les 111 effectivement fréquentés)

Comme le montrent les tailles variables des figurés, chaque parcours a été utilisé par 1 à 19 troupeaux différents, ce qui montre une grande variabilité spatiale du **degré d'exploitation** qui peut être expliquée par divers facteurs environnementaux. Le parcours le plus fréquenté est Chegaga, sur lequel se sont rendus 32 % des éleveurs rencontrés. Oued Nâam, « l'oued de l'autruche », est le premier cours d'eau rencontré lorsqu'on s'éloigne du village pour descendre vers la plaine à l'ouest. Cet emplacement explique que plus d'un quart des éleveurs aient visité l'endroit cette année, mais fausse aussi l'échantillonnage de l'enquête puisque le passage par l'oued Nâam était quasiment systématique pour partir et rentrer au village. Les terres Bour sont les terres utilisées pour les cultures de décrue à la périphérie du *douar* central et sont elles aussi intensément exploitées tant pour leur emplacement que pour le recyclage pastoral des résidus de culture après les récoltes. Les montagnes sont une structure paysagère de choix pour les mobilités, d'une part pour les conditions édaphiques particulières qu'elles offrent mais aussi et surtout pour la facilitation de la surveillance et de la conduite du troupeau : « Ici dans [le cirque de] *Tafenna*, les animaux ne peuvent pas s'enfuir, dans la plaine à *Bouahaiara* ils se perdent tout le temps ». Globalement, en réaction aux attentes issues du contexte actuel de sédentarisation, les fréquentations ne sont pas tant amassées autour des *douars*. La spatialisation de la vingtaine de *kheimas* où ont eu lieu certains entretiens au milieu des parcours montre que l'usage des parcours n'est pas dissocié de la distance qui les relie à l'habitat. L'impression déjà évoquée d'une concentration des pâturages à M'Hamid au détriment de Tagounite et Ktaoua (cf. R1a) se confirme avec cette répartition spatiale : alors que les ethnies arabe et berbère ont été enquêtées de manière équilibrée, la majorité des éleveurs fréquentent le territoire *Aarib* (cf. **Annexe 8**). Cela paraîtrait relié au fait qu'une certaine partie des terres des *Ait Unzar* sont *moukhem*, les sols morts. Les parcours au sud du Drâa sont moins nombreux et moins fréquentés que leurs homologues sur le piémont du Jbel Bani, ce qui dénote de l'impact de la ceinture militaire et de la fermeture des *wadi* du Jbel Lkrab.

La **temporalité** des fréquentations est décomposée par 24 quinzaines de jours entre le 01/03/2018 et le 28/02/2019 afin de mettre en valeur les tendances saisonnières. Les nombreuses investigations lors de l'enquête n'ont pas permis de déterminer un consensus sur un calendrier des saisons perçues par les éleveurs, et les tendances mensuelles des précipitations (cf. **Annexe 2**) ne montrent aucun patron prédéfini. La question se posait alors de simplifier la temporalité par les 4 saisons classiques qui marquent l'année climatique en région tempérée, mais il n'aurait pas été judicieux de perdre des informations avec un choix pas forcément pertinent en zone aride. Dès lors, l'année pastorale étudiée est représentée par un dégradé de couleurs équilibré qui ne gomme pas l'hétérogénéité temporelle de l'exploitation de chaque parcours. Les interprétations présentées ici utiliseront les appellations des 4 saisons « classiques » pour se repérer dans le temps sans qu'elles n'aient une vraie signification. Tout d'abord, il apparaît que les parcours les plus fréquentés (Chegaga, Oued Nâam, Bour) accueillent des éleveurs de manière assez homogène toute l'année avec une légère augmentation de mi-décembre à fin mai. Cette augmentation est d'ailleurs bien plus visible sur les quotas de dromadaires figurés sur l'**Annexe 17**, et correspond donc à l'arrivée de « gros » éleveurs. Les parcours utilisés par moins d'éleveurs mettent en lumière une différence entre les pâturages montagneux fréquentés essentiellement en automne et en hiver (Oued Lam Hassar, Achguig, Tesska, Gouira, Aouriwar sont en rouge et bleu) et les pâturages de plaine fréquentés du printemps à l'automne (Mrir, Tilmidri, Feija, Hassi Antoual, Mirigh sont en vert jaune orange). Certains parcours sont utilisés à une période bien précise de l'année, comme Boufrough en automne, Oued Lahssan en hiver ou Kheng à la fin du printemps. La comparaison avec l'**Annexe 17** rend compte du fait que les parcours du Jbel Bani sont fréquentés par des « petits » éleveurs puisque les effectifs camélins présents pendant l'hiver sont en fait très réduits comparés au nombre d'humains ayant choisi ces pâturages.

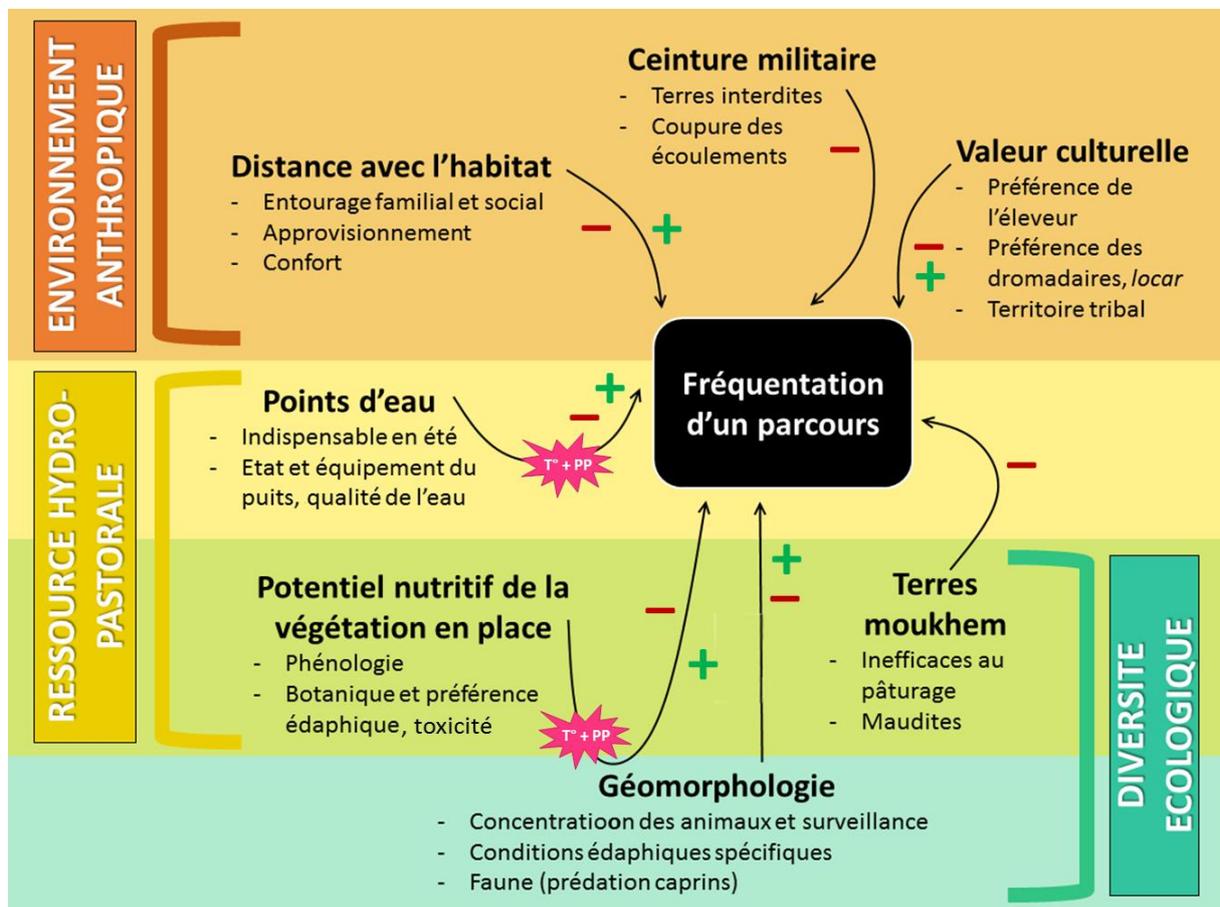
De toute évidence, cette saisonnalité est expliquée par la variation de la disponibilité et des besoins animaux en ressource hydro-pastorale au fil de l'année. En été, le déplacement des dromadaires est totalement soumis à la proximité d'un point d'eau et les éleveurs utilisent donc les parcours dotés de puits, et possiblement de puits équipés où l'eau est de bonne qualité. Ces parcours ont également tout intérêt à être accessibles en voiture pour y acheminer les sacs de céréales ou de dattes de complémentarité estivale. Le reste de l'année les dromadaires s'émanent des points d'eau et les mobilités suivent les précipitations à la recherche de la végétation, comme les éleveurs n'ont eu de cesse de le répéter. A l'automne, les éphémères apparaissent avec les premières pluies le long des cours d'eau de montagne, puis ce sont les bas-fonds inondés et les lits majeurs des wadi qui attirent les troupeaux en hiver et au printemps grâce aux fortes densités d'éphémères : « *A l'aval du Drâa, l'oued est très large et sa crue inonde de très grands pâturages sacrés* » ; « *Au mois 03 de cette année, l'espace autour de l'erg Chegaga ressemblait à une grande mer verte d'erbea* ». L'automne signe également le début de la période des croisements lors desquels les femelles sont mises au contact d'un mâle dominant, ce qui implique des échanges de bons procédés entre éleveurs, puis tenues à l'écart des puits (absents dans la montagne) car un abreuvement trop conséquent aboutit à des avortements précoces. Tout le restant de l'année, la végétation halophile et psammophile est recherchée pour son potentiel nutritif sur des parcours d'oued, d'erg et même de montagne pour alterner l'alimentation des animaux, mais avant tout sur la base principale de la recherche de la pluie.

La variabilité qui n'est pas expliquée directement par l'environnement reste inhérente aux choix stratégiques des éleveurs, que l'on peut aborder grâce aux résultats d'ethno-géographie sur les listes libres de parcours. La confrontation des taux de fréquentation humaine avec la **saillance culturelle** des parcours, dont le graphique est donné en **Annexe 18**, montre un parallélisme entre les deux résultats. Chegaga, l'erg le plus grand du Maroc dont la mer de dunes est d'une beauté à couper le souffle, domine à nouveau la gamme des résultats. Le second parcours le plus saillant est Botiya, souvent mentionné comme un des meilleurs parcours de M'Hamid mais trop éloigné des obligations sociales de la vie au village, ce qui explique qu'il ne soit fréquenté « que » par 12 % des éleveurs enquêtés. Oued Nâam et Bour font également partie des lieux culturellement remarquables pour les éleveurs. Les parcours les plus fréquentés sont donc aussi ceux qui bénéficient de la plus grande valeur culturelle, ce qui paraît plutôt logique : les éleveurs ont tendance à citer les lieux où ils se rendent le plus. Cette corrélation apparente n'est pas sans rappeler la notion de *locar*, le fief du dromadaire, qui pourrait en fait s'étendre à la psychologie humaine : Chegaga, Bour, Oued Nâam ne seraient-ils pas des « *endroits où ils [les éleveurs] vont car ils y sont habitués* » ? Dotés d'une valeur culturelle commune avérée, ces parcours saillants sont de toute évidence ceux sur lesquels se porte la préférence de la masse.

La raison d'un attrait particulier pour tel ou tel endroit pourrait être analysée en testant statistiquement l'influence de certaines caractéristiques physiques des parcours sur leur saillance culturelle, comme il a été fait sur les catégorisations de la végétation (cf. partie **Résultats.2.d**). En établissant une liste de variables (nombre de puits, type pédo-morphologique, distance au *douar* le plus proche, zone militaire ou non), il serait possible de constater l'influence de ces catégorisations sur la représentation que les éleveurs se font des parcours, et même de hiérarchiser leur influence.

L'ensemble de ces résultats permet d'éclairer divers facteurs environnementaux expliquant les choix de mobilités des éleveurs, et en particulier l'influence de la diversité édaphique et végétale du désert. L'ensemble de ces facteurs sont succinctement schématisés sur la *Figure 10*. La végétation est définitivement représentée dans la perception des éleveurs comme une ressource à atteindre et exploiter pour survivre ; pour autant ils sont nombreux à souligner l'importance de diversifier leurs usages du territoire tant pour la nutrition des dromadaires que pour la régénération de la ressource.

La mise en relation de toutes les données de cette partie ne sont qu'un outil à l'interprétation des résultats, et ne doivent en aucun cas être considérée comme un aboutissement exhaustif. Tant la cartographie paysagère que la spatialisation des fréquentations sont techniquement inexactes, mais permettent de suggérer d'une part un raisonnement qui permette de commenter et déchiffrer les résultats concernant la perception et l'usage de la diversité écologique, et d'autre part des pistes méthodologiques à développer ultérieurement avec des données adaptées.



**Figure 10 – Influence potentielle des facteurs environnementaux sur l'intensité et la saisonnalité des fréquentations des parcours de M'Hamid**

$T^{\circ}$  = températures,  $PP$  = précipitations

# Poursuites, limites et perspectives

Vue la complexité des enjeux du pastoralisme à M'Hamid, les problématiques intéressantes à traiter auraient pu être multiples mais il a fallu réduire le raisonnement à une question de recherche majeure, dont sont nées de nombreuses incertitudes et limites. Notons que même si les interprétations de ce travail n'ont pas pu être autant approfondies que souhaité faute de temps, les données brutes de terrain sur les éleveurs, la végétation et les parcours ont de la valeur en elles-mêmes, et restent exploitables grâce à leur formalisation et leur compilation dans la base de données.

## 1. Contrepied de la problématique : quelle est l'influence des circuits de mobilité sur la répartition des savoirs écologiques parmi les éleveurs ?

Le cœur de cette étude s'est attaché à explorer les savoirs écologiques locaux des éleveurs, afin de décrypter l'importance du facteur écologique – du moins des perceptions locales de la diversité – dans l'établissement des stratégies de mobilité. Néanmoins, les interactions entre ces deux thématiques peuvent être abordées dans l'autre sens. Si les logiques d'usage pastoral sont aussi, voire davantage expliquées par des phénomènes sociaux et culturels, comment sont-elles responsables de la répartition des savoirs parmi les éleveurs ? En supposant que les connaissances sur l'écologie du désert sont hétérogènes entre les communautés d'éleveurs, et même entre les individus au sein d'un groupe, quel est le degré d'influence des circuits de mobilité des éleveurs sur leurs savoirs ?

### a. Influence du profil socio-culturel et de l'intensité de mobilité sur la répartition des LEK

La spatialisation de quelques circuits de mobilité (cf. **Figure 8**) ne mettait clairement pas en lumière le lien entre connaissances et usages de la diversité, mais il est possible d'analyser statistiquement l'hétérogénéité du savoir des répondants grâce au logiciel FLARES pour en tester plusieurs facteurs potentiels.

La « compétence » d'un répondant est calculée en prenant en compte la longueur de sa liste et la moyenne des fréquences d'apparition globale de chacune des ethno-espèces qu'il a citées. Plus la liste est longue et plus la moyenne des fréquences est basse (originalité des items cités), plus l'éleveur est considéré comme expert de la végétation. La « proximité des répondants » est calculée sur la base d'une matrice de similarité paire par paire d'éleveurs, exploitée ensuite pour analyser la dispersion intra- et intergroupe des répondants selon les catégorisations d'éleveurs à tester.

De nombreuses hypothèses explicatives de la variabilité du savoir peuvent être avancées : l'influence de l'âge des éleveurs, de leur ethnie, de leur type d'habitat, de la taille de leur cheptel sont notamment des paramètres testables vues les informations réunies dans l'enquête (cf. **Figure 4**). Ces variables reflètent des **profils culturels** différents avec des expériences passées différentes, impliquant par exemple des usages de la végétation non pastoraux et spécifiques à chaque personne. Ainsi lors des entretiens se sont dévoilées de nombreuses recettes de cuisine, de compléments alimentaires, de remèdes médicinaux, de cosmétiques ou même d'autres utilisations techniques mobilisant des ethno-espèces particulières, dont une liste d'exemple est proposée en **Annexe 19**. Ces facteurs socio-culturels sont donc probablement à l'origine de la variabilité des savoirs parmi les éleveurs. En outre, l'objectif ici serait de tester l'influence d'**indicateurs de la magnitude des mobilités** calculés à partir des données de fréquentation annuelles pour chaque éleveur : nombre de parcours fréquentés (se déplace-t-il fréquemment ?), distance parcourue (se déplace-t-il loin ?), saillance moyenne des parcours fréquentés (ses choix sont-ils atypiques ?). La significativité des différentes corrélations est à interpréter, sachant que l'utilisation de tels indicateurs effacerait complètement la nature des lieux

fréquentés. Pour avoir vécu les entretiens, au-delà de l'âge ou de la quantité de parcours annuellement fréquentés, les LEK paraissent surtout corrélés à l'implication dans le métier, la proximité que l'éleveur entretient avec ses animaux. C'est une variable difficilement formalisable qui n'est pas chiffrée ou caractérisée dans cette étude mais qui se ressent dans les discours.

Il est aussi imaginable que les savoirs locaux soient homogènes entre les groupes et à l'intérieur des groupes d'éleveurs, ce qui reflèterait un échange dynamique et égalitaire du savoir au sein de communautés locales très soudées. Vue la vigueur des services mutuels rendus entre éleveurs, il est très possible que les connaissances soient équitablement partagées, comme le souligne un éleveur au sujet de cette solidarité : « *La valorisation du métier et la transmission des connaissances sont une source de bonheur pour toute la famille* ». Une tel partage des savoirs confirmerait un modèle de gestion du risque désertique basé sur l'entraide (Blanco et Carrière, 2016).

#### b. Recours aux relevés floristiques pour tester l'hypothèse de vraisemblance écologique

Si ces indicateurs de la mobilité ne suffisent pas à montrer un lien entre les stratégies de déplacement et les connaissances de la végétation, on peut poser l'hypothèse que cette influence tient à la disponibilité spécifique des espèces végétales pour l'exploitation humaine. Les éleveurs connaissent mieux les plantes auxquelles ils ont accès, c'est-à-dire les plantes qui poussent sur les parcours sur lesquels ils se rendent pour diverses raisons sociales, culturelles, stratégiques. Cette conjecture répandue en ethnoécologie peut être nommée hypothèse de vraisemblance écologique (Blanco et Carrière, 2016).

Des relevés floristiques sur un parcours dont le nom est connu permettraient d'établir le cortège floristique présent ainsi que les abondances relatives de chaque espèce. Les noms vernaculaires de chacune de ces espèces seraient retrouvés soit grâce à la flore présentée dans ce travail, soit grâce à la présence d'un éleveur directement sur le terrain lors des relevés. Deux types de corrélation seraient alors étudiés, grâce aux données de fréquentations des éleveurs et de saillance de la végétation, pour tester l'hypothèse de vraisemblance écologique :

- Les éleveurs qui fréquentent ce parcours connaissent-ils mieux les ethno-espèces qui y poussent comparés aux éleveurs qui ne le fréquentent pas ?
- Les éleveurs qui fréquentent ce parcours connaissent-ils mieux les ethno-espèces qui y poussent comparées aux ethno-espèces qui n'y poussent pas ?

Ces deux questions sont modulables sur plusieurs éleveurs, plusieurs parcours, plusieurs ethno-espèces selon un protocole à définir pour obtenir des résultats statistiquement significatifs.

## 2. Face à la complexité de la récolte d'informations sur le terrain, quelles incertitudes, quelles pistes d'amélioration ethnologiques et écologiques ?

### a. Prétention des résultats : précautions et parcimonie nécessaires dans les interprétations

Vue l'immersion culturelle totale lors du terrain et le nombre d'éleveurs rencontrés, on peut considérer que la vision des éleveurs quant à la diversité écologique et aux enjeux du pastoralisme à M'Hamid a été approfondie de manière plutôt exhaustive. Néanmoins, les méthodes utilisées pour cartographier et interpréter les usages des parcours ont abouti à des résultats contestables sur de nombreux aspects.

Tout d'abord, les **cartographies des trajectoires des éleveurs et des fréquentations des parcours** doivent bien être considérées comme une simple manière de visualiser les résultats. D'une part la

rencontre de 60 éleveurs sur les quelques cinquantaines qui fréquentent M'Hamid ne permet en aucun cas d'évaluer des flux totaux d'animaux ou de personnes. En outre, les cartographies se basent sur une spatialisation théorique des parcours établie grâce à des moyennes géométriques. On peut évaluer la disparité des entrées au calcul de moyenne grâce à l'outil de mesure de distributions géographiques « Standard Distance ». Le tracé des écarts-types sous forme de cercles des valeurs permet de visualiser le niveau de consensus avec lequel les éleveurs ont placé tel parcours sur la photo aérienne, plutôt toujours au même endroit ou à l'inverse sur des points très différents. Comme visible en **Annexe 20**, ces cercles très larges recouvrent toute la zone d'étude, ce qui suggère que la moyenne est calculée à partir de données très variables et que le nombre de répondants ne suffit pas forcément à compenser les erreurs de chacun. Même si l'information portée par les cartographies est authentique par rapport à ce qui a été récolté, la position des parcours ne peut pas être considérée comme exacte.

A un niveau encore supérieur d'incertitude, ces moyennes sont calculées à partir de **dessins sur photos aériennes**, moyennant un outil peu adapté au contexte culturel : tenir un crayon, projeter sa vision de l'espace sur un format photographique en deux dimensions... L'aisance des éleveurs pour utiliser le support a été très variable, de l'inconfort à tenir un stylo au comptage précis de chaque ravin de la montagne pour faire des rapports de distance avec les doigts. Soulignons ici l'erreur d'avoir représenté sur la photo les limites administratives des 3 communes, qui n'ont aucun sens pour les éleveurs et ont souvent été prises pour des routes. Un quadrillage léger avait aussi été figuré pour faciliter le travail ultérieur de digitalisation, et a complètement influencé un des éleveurs qui a dessiné ses parcours bien ponctuellement sur les intersections successives du quadrillage. Vue cette variabilité, la question s'est posée de pondérer les dessins de manière arbitraire en fonction de l'impression d'aisance du répondant, mais cette discrétisation des réponses aurait provoqué un biais exogène beaucoup trop hasardeux.

Enfin, rappelons que la **classification** élaborée sur images satellites pour caractériser la diversité édaphique du désert est un support permettant de figurer la diversité évoquée par les éleveurs et observée sur le terrain. La cartographie présentée a été réellement travaillée pour être la plus cohérente possible avec les autres résultats de SIG et les données de terrain, mais par définition la télédétection doit s'accompagner de plusieurs validations, à commencer par des relevés de terrain.

#### b. L'extraction des connaissances et des pratiques locales : un défi à part entière

Au-delà de la complexité des stratégies de mobilité très diversifiées, la récolte des LEK était en soi un défi majeur de cette étude, d'où tout le charme ethnologique de la problématique d'ailleurs. Le pari du croisement quantitatif/qualitatif a montré son efficacité en matière de richesse des informations réunies, mais d'autres méthodes ethnologiques auraient permis d'extraire et structurer différemment les résultats.

Les perceptions et usages de la diversité des parcours pourraient être approchés grâce à une **cartographie cognitive**, en dressant des « modèles mentaux individuels » (Blanco *et al.*, 2019). Il s'agirait de regrouper toutes les composantes du socio-écosystème des parcours présahariens en quelques thèmes majeurs (végétation catégorisée selon la phénologie, les préférences édaphiques, le potentiel pastoral et l'évolution spécifique ; cheptel camelin ; éleveurs ; composante abiotique) et de les matérialiser par des post-it. L'information serait récoltée en demandant de disposer physiquement et librement ces thèmes dans l'espace tout en détaillant les interactions qui les relient les uns aux autres. Le recoupement des modèles mentaux de différents répondants permettrait ensuite d'identifier les tendances des savoirs locaux et d'évaluer la diversité des représentations de l'écosystème pastoral. Une autre méthode d'ethnoécologie qui aurait pu être adaptée notamment à l'objectif de reconstitution des communautés végétales lors des focus-groupes est celle du **tri par pile** (Barnaud, 1997). Le regroupement par pile (avec un nombre de piles fixé ou non) de « fiches-plantes »

figurant des noms vernaculaires ou des photos aurait permis d'évaluer la proximité des espèces présentées. Le protocole pourrait même être affiné pour retrouver les indices de la diversité des communautés grâce aux ratios de fiches dans chaque pile : richesse spécifique, abondance relative, distribution spatiale, gamme de traits fonctionnels... (Kazakou et Martin, 2017).

Quelle que soit la méthodologie adoptée, elle doit prendre en considération les différences culturelles et donc potentiellement les **difficultés de communication** entre les acteurs de l'enquête. Les méthodes d'entretien utilisées dans ce travail requièrent théoriquement des conditions qui n'ont pas toujours été appliquées sur le terrain, notamment l'unicité du répondant ou le temps imparti pour la citation des ethno-espèces. En effet, la difficulté de mener des entretiens individuels et concentrés s'est fait systématiquement ressentir, issue d'un mode de vie très communautaire : pendant les entretiens, les éleveurs suivent plusieurs conversations en même temps, enchaînent les préparations et vidages de théière, passent des appels téléphoniques pour vendre des chamelles, le tout rythmé par les appels à la prière. Les dessins sur photos aériennes ont suscité beaucoup de curiosité, d'autant plus lorsque l'entretien avait lieu dans la rue principale du *douar* central à l'heure du souk : la moitié du village a pu donner son avis sur certains dessins. Par ailleurs, les différences de représentation de l'environnement sont parfois telles qu'il s'agit de discerner répartition des savoirs locaux et transmissions orales de l'ordre de la croyance : « *En 1990, des serpents et des insectes sont tombés du ciel avec la pluie ; mais en 2003 c'était des scorpions et des grenouilles* » ; « *Grâce au pouvoir des microbes qui se trouvent dans les intestins des dromadaires, les excréments permettent de soigner les plaies ouvertes des hommes en les étalant en couches successives sur la blessure* ».

Mises à part l'efficacité et la défaillance des méthodes vu le contexte culturel, il reste que ces enquêtes ont entr'ouvert le réservoir immense de connaissances que constituent les éleveurs, qui ont accueilli ce travail de recherche avec bienveillance et sérieux vue l'accumulation des problématiques qui frappent leur activité. Ces rencontres se sont révélées très fortes humainement parlant, avec la découverte de difficultés quotidiennes réelles dans la vie des nomades qui dégagent une impressionnante image de sagesse rude, tels des loups de mer des sables. La conclusion de chacun a convergé vers la même idée : pour comprendre le désert et sa diversité, il faut y vivre, eux ne seront jamais que des témoins. Le socio-écosystème de M'Hamid est tellement extrême, la vision des éleveurs est si intrinsèque à leur culture qu'il faut habiter le désert pour comprendre ce qu'ils savent et ce qu'ils en font. Dès lors, la perspective à adopter pour mener à bien n'importe quel projet de recherche ethnologique sur l'élevage camelin est claire : il faut **suivre les éleveurs** dans leurs déplacements dans le désert, longtemps. En plus de récolter des tracés GPS exacts des mobilités et de la définition des parcours, la cohabitation avec les nomades reste le meilleur moyen pour comprendre leur perception des écosystèmes, les facteurs qui expliquent leurs déplacements et potentiellement les conséquences de cet usage sur les ressources.

### c. Confrontation du savoir local avec l'expertise scientifique exogène : l'indispensabilité des relevés de terrain

Une prochaine étape pressante s'impose pour compléter, confronter, interpréter en profondeur les données ethnologiques : la diversité écologique du désert manque à être caractérisée par les méthodes scientifiques « conventionnelles ». Il faut entendre que l'objectif n'est pas de valider ou d'infirmer quoi que ce soit, mais bien de comprendre dans quelle mesure les visions d'acteurs et « d'experts » sont complémentaires (à supposer que les experts ne sont pas ceux qui vivent sur le terrain...), dans une logique de collaboration des savoirs pour identifier et résoudre au mieux les problématiques environnementales en jeu.

Pour commencer, des **relevés floristiques** sur toute la zone permettraient de constituer un jeu de données pertinemment corrélables à cette étude ethnologique grâce à la flore vernaculaire construite,

voire plus si ces relevés peuvent être faits en présence des éleveurs. De tels relevés seraient indispensables pour quantifier les évolutions des communautés végétales signalées dans ce travail et surveiller l'état écologique et pastoral du désert. La densité d'individus pérennes paraît notamment être un bon indicateur des tendances évolutives d'un écosystème, et pourrait être combiné à des mesures de phytovolumes, des calculs de diversité alpha et bêta le long de gradients de fréquentation des parcours. La qualité pastorale pourrait être approchée via la proportion d'espèces palatables vs. non palatables, pondérée quantitativement par des critères de recouvrement ou de volume (ROSELT-OSS, 2005). La question de la disponibilité d'abaques concernant le régime des dromadaires se pose : ici pourrait encore entrer en jeu une collaboration entre éleveurs et scientifiques. L'analyse biochimique des fèces reste aussi une solution pour retrouver les appétences des plantes, mais il serait de bon sens de saisir ce savoir d'abord là où il se trouve avant de mobiliser des moyens technologiques superflus. Les cas problématiques d'*âgaya* et *tourza* indiquent la pertinence d'une étude approfondie de l'écologie de ces deux espèces pour comprendre leurs mécanismes de colonisation et d'occupation compétitrice des niches écologiques.

Ces relevés floristiques permettraient aussi de construire et valider une **classification rigoureuse de l'occupation végétale** du sol à partir d'images satellites, doublés de relevés pédologiques vue la faible densité du couvert. Si les indices de végétation normalisés ne sont pas pertinents en contexte désertique, d'autres indices spécifiques à la détection de la végétation sèche ont été testés, comme le *Soil Tillage Index* qui s'est avéré capable d'estimer l'abondance des pailles et des litières herbacées en saison sèche au Sahel (Jacques, 2014). Vue la dichotomie phénologique des communautés végétales, ces relevés doivent être effectués tout au long de l'année et accompagnés de **mesures spatialisées des précipitations** pour corrélérer les pluies à l'apparition des éphémères. Une cartographie précise des zones de peuplement de la végétation éphémère pourrait aussi faire appel à un tracé du champ d'inondation des wadi grâce à des calculs hydrauliques. Le logiciel Hec-Ras par exemple permettrait de projeter les profils bathymétriques sur la topographie et de les croiser avec des simulations de régimes hydrologiques pour créer des modèles de surface en eau et en retenir les zones immergées lors des crues hivernales (Jacod, 2015).

La caractérisation de la végétation par **télé-détection** du désert de M'Hamid permettrait non seulement d'interpréter les logiques d'usage pastoral des éleveurs, mais aussi de surveiller et quantifier l'état écologique des parcours depuis le ciel et donc le **risque de désertification**. Pour comprendre et prédire ce phénomène et définir des politiques de lutte, la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (CNUCLD) a retenu et conventionné des indicateurs représentatifs et évaluables par télé-détection. L'étude combinée de l'albédo, les indices de végétation, la rugosité et la température des surfaces, et l'humidité des sols, permet de surveiller les grands mécanismes éoliens, hydriques et végétaux signataires d'une dynamique de désertification (Escadafal et Bégni, 2016). La trajectoire temporelle des communautés végétales de la zone pourrait ainsi être retracée pour identifier une dynamique et déterminer les zones les plus menacées par la désertification (Fathizad *et al.*, 2018 ; Arya *et al.*, 2011).

### 3. Raréfaction de la ressource hydro-pastorale : des responsabilités climatiques mais aussi humaines, de l'exploitation à la régulation

Au vu des résultats, à la disparition de la ressource en eau dans un milieu déjà aride et des terres dans une zone déjà pauvre en végétation s'ajoute la dégradation quantitative et qualitative des fourrages. Cette dynamique écologique promet des perspectives peu encourageantes tant pour l'élevage camelin que pour le maintien de la biodiversité des systèmes présahariens de M'Hamid. Pour autant, l'origine de cette **problématique agro-environnementale** majeure tout comme les solutions

mises en place sont souvent difficiles à extorquer et se retrouvent même parfois entremêlées dans des boucles de rétroaction complexes...

a. L'étude de scénarii de construction de puits à dire d'éleveurs face à la prééminence de l'enjeu hydrique

Entre la privation d'eau du Drâa par le barrage El Mansour et le remblai militaire, les salinisations occasionnelles des points d'eau et l'anxiété générale du risque de sécheresse, la question de la ressource hydrique est abordée par une écrasante majorité d'éleveurs (cf. **Figure 4**). En zone aride, le point d'eau est dissocié de l'habitat pour les nomades mais c'est le centre d'un espace maîtrisé, reconnu, parcouru, vers lequel convergent les pistes (Bernus, 1989). On y passe du temps pour surveiller ses animaux, s'abreuver, manger un morceau, discuter ; il faut comprendre que les puits sont l'unique source hydrique des habitants du désert, comme l'illustrent les photos de l'**Annexe 21**. D'ailleurs, on ne passe jamais par un puits sans laisser l'abreuvoir rempli derrière soi. Dès lors, il est compréhensible que les points d'eau et leur aménagement soient le sujet qui suscite le plus d'espoirs et d'attentes vis-à-vis des actions de recherche et développement.

Après avoir recueilli les propositions de chacun sur la localisation des besoins de puits (cf. **Annexe 10**), il serait pertinent confronter cette spatialisation aux données actuelles de fréquentation pour évaluer les conséquences potentielles de ces points d'eau sur la géométrie d'usage hydro-pastoral du territoire. Comment améliorer l'accès à la ressource hydrique en assurant la pérennité de la ressource pastorale ? La construction de ces puits modifierait-elle significativement les déplacements des animaux ? En comparant différents scénarii de creusage, pourrait-on gonfler les circuits de mobilités, ou du moins en modifier la géométrie pour réduire le surpâturage sur les espaces fragilisés ? A supposer que ces espaces menacés aient été précisément localisés...

Cependant l'approvisionnement aux puits en saison sèche implique une consommation préférentielle et un piétinement de la végétation périphérique par les dromadaires : l'influence du puits est telle que le pâturage disponible décroît progressivement de manière centripète autour du point d'eau. Le front de pâturage se déporte de plus en plus loin que la fréquentation par les animaux augmente. La construction d'un point d'eau implique ainsi souvent la condamnation de la végétation des zones connexes selon le phénomène de piosphère, le long d'un gradient circulaire de quelques kilomètres, voire dizaines de kilomètres (Valls Fox, 2019 ; Bernus, 1989). En plus d'empêcher la germination des éphémères et la régénération des strates herbacées et même ligneuses pérennes, la multiplication des points d'eau aboutirait aussi à la formation d'un maillage dense qui risque de réduire la mobilité du bétail (Ickowicz, 2012). Les scénarii d'aménagements d'hydraulique pastorale sont donc à étudier avec mesure et impartialité pour éviter de créer des dommages écologiques et éventuellement sociaux irrémédiables.

b. L'entrelacement des facteurs de dégradation du potentiel pastoral de la végétation

Au-delà de l'évaluation ethnologique, écologique, géomatique des dynamiques végétales en cours qui permettront de les qualifier et les quantifier, des hypothèses explicatives doivent être recherchées et testées. Vu l'état des connaissances actuelles, comment expliquer les changements dans les communautés végétales, et notamment la disparition des fourrages pérennes nutritifs à la faveur d'espèces colonisatrices dénuées d'intérêt voire toxiques ?

La quantité de végétation au voisinage des points d'eau est incontestablement affectée par le surpâturage, et ce phénomène peut sans aucun doute s'appliquer aussi aux parcours fréquentés au-delà de leur capacité de charge en périphérie des villages par exemple. Pour autant, l'influence de ce surpâturage sur le cortège floristique n'est pas avérée : la richesse spécifique et le rapport annuelles/pérennes semblent parfois plus vulnérables aux sécheresses saisonnières (Tarhouni *et al.*,

2007), et donc potentiellement à l'aridification généralisée du climat. En fait il paraît impossible de fixer des corollaires sur le discernement des influences conjointes du **surpâturage** et de l'aridification sur le processus de désertification (Ickowicz, 2012). En outre, les effets du surpâturage sont à nuancer par la perception éclairée qu'ont les éleveurs du phénomène : ils soulignent en effet qu'ils visent préférentiellement les fourrages denses, à la fois pour le bien-être de leurs animaux mais aussi pour laisser la végétation se régénérer. Leurs choix s'insèrent bien dans une vision durable de la ressource car ils comprennent que s'ils endommagent la végétation ils seront eux-mêmes les premiers impactés l'année suivante. Bouger fréquemment est donc la meilleure chose à faire pour la santé des animaux et des plantes (Davis, 2004).

Si la première cause de la diminution de la quantité et de la qualité des ressources végétales qui soit spontanément évoquée par les éleveurs est souvent l'intervention divine, la grande majorité relie en fait ce phénomène à la récente **perturbation des précipitations**. En effet, ils observent depuis plusieurs années un dessèchement précoce de la végétation éphémère en période hivernale/printanière, malgré les pluies. Certains éleveurs signalent même un blanchiment de la couleur de l'eau de pluie, avec un dégagement d'odeur putride du ciel et de la pluie récoltée. Un éleveur a effectué une expérience en récupérant de l'eau avec un plastique pour l'observer et en arroser des plantes ; le diagnostic était sans appel « *Cette pluie est un poison pour les plantes* ». Dès lors, des analyses chimiques des précipitations s'imposent pour éclaircir cette question. Quelques-uns précisent même que cette pluie étrange est liée aux bouleversements climatiques globaux du XXI<sup>ème</sup> siècle : « *On parle souvent de la sécheresse mais il faut nuancer, il s'agit en fait du changement climatique à l'échelle de la terre* ». On peut noter qu'une étude ethnologique effectuée auprès des éleveurs camelins de M'Hamid en 2003 rapporte que presque aucun des répondants ne signalait une diminution de la végétation (Davis, 2004), cette dégradation est donc bel et bien récente comme l'ont précisé les éleveurs dans cette étude. A l'échelle planétaire, les signes du changement climatiques sont aujourd'hui partout, même s'il ne faut pas confondre météorologie et climat ; alors que les sédentarisation des éleveurs et la polarisation induite de leurs mobilités sont des phénomènes plus anciens à M'Hamid. Ces observations permettraient donc d'inculper plus largement l'aridification que le surpâturage dans la dégradation de la ressource pastorale.

Les causes des modifications du couvert végétal ne peuvent pas être abordées sans évoquer le changement majeur d'utilisation des terres de ces dernières années. Sur les communes juste à l'amont de la zone, la **culture de pastèque** a pris des proportions démesurées dans un contexte d'absence de précipitations, estime l'Association des Amis de l'Environnement de Zagora (AAEZ). Les besoins en eau de cette culture sont colossaux, à l'heure où les villages de Tagounite, Ktaoua et M'Hamid bénéficient d'eau potable seulement quelques jours par mois grâce à un approvisionnement par camion-citerne. La pastèque a envahi l'ensemble de la province de Zagora pour être mangée localement à profusion mais surtout exportée vers l'Afrique et l'Europe : « cette course au profit touche les grands agriculteurs comme les petits, natifs de la région ou étrangers » explique l'AAEZ. Cette expansion s'est accompagnée d'un usage intensif, aveugle et incontrôlé de pesticides (Bentaleb, 2019). Ces intrants chimiques seraient-ils en lien avec les observations des éleveurs concernant une pluie blanchâtre et toxique ? Différents cultivateurs de pastèques rencontrés à Tagounite et Zagora expliquent qu'ils ont remplacé les méthodes traditionnelles (semences, fumier, irrigation par submersion) par des techniques « modernes » (greffage, goutte-à-goutte, fertilisation chimique maîtrisée) grâce aux subventions du plan Maroc Vert, constatables sur la photo de l'**Annexe 22**. Le succès économique (et désastre écologique) de la culture de pastèque a donc principalement bénéficié des avancées technologiques financièrement facilitées par les politiques agricoles nationales. Les conséquences de la surexploitation de la nappe phréatique doublée d'un épandage de pesticides à

outrance n'ont beau pas avoir été investiguées dans toute leur profondeur, il est assez intuitif que les effets sur les communautés végétales natives du désert n'ont rien de positif.

La dégradation qualitative et quantitative de la ressource pastorale est donc à la croisée de nombreux facteurs potentiels, et révèle dans tous les cas bien un phénomène de désertification au sens défini par l'ONU. Les amalgames autour d'une notion aussi polémique sont rapidement faits, et il s'agit donc de ne pas confondre la dégradation du potentiel biologique des sols avec l'ensablement des infrastructures constatable partout dans la zone de M'Hamid, et encore moins de tenir le pastoralisme directement responsable de cet ensablement par prélèvement pur et simple de la couverture végétale.

### c. La gestion collective des ressources à M'Hamid : vers un dénouement entre complexité tribale de la société et désintérêt des politiques publiques ?

On pourrait penser que les obstacles immédiats d'un tel modèle pastoral à la mise en place d'un plan de gestion des ressources sont d'ordre communautariste. En effet au Maroc, à part quelques populations du Haut Atlas qui pratiquent traditionnellement l'Agdal (mise en défens saisonnière) les expériences de régulation collective des pâturages se solderaient plutôt par des échecs, dans une tragédie des communs qu'il faudrait réfréner grâce à une gouvernance locale forte assurant des outils de gestion et de sanction (Dutilly-Diane, 2006). A M'Hamid, l'ancrage du maillage tribal est clairement une composante à prendre en compte dans l'élaboration de plans de gestion du territoire : chaque tribu aura ses droits ancestraux, et ses territoires de prédilection, avec des intérêts probablement divergents dans les solutions à mettre en place. La position des puits par exemple, en tenant compte des besoins de boisson des animaux de chaque tribu et des modifications de parcours engendrées vis-à-vis des terres tribales cultivées, est à réfléchir exhaustivement. Néanmoins, la communication entre les différentes parties concernées est la clef pour parvenir à un consensus et planifier l'aménagement hydro-pastoral du territoire à l'unanimité, et passer ainsi de la recherche pure à la **recherche-action** qui implique les acteurs locaux.

Finalement, la proximité socio-culturelle entre les trois groupes tribaux est très forte. Même si les berbères se revendiquent en tant que tels, tous parlent l'arabe et les relations intertribales sont cordiales avec des amitiés fréquentes, même parfois de rares mariages. L'**autorégulation tribale** qui repose sur la confiance, le partage et la dissuasion est tellement ancrée qu'elle permet de limiter les abus individuels comme les vols de dromadaires ou le prélèvement de la végétation pour en faire du fourrage de complémentarité « *Si les éleveurs arrêtent de se faire confiance, alors tout est fini* ». La persistance de cette identité tribale englobante, avec son sentiment de propriété et de pouvoir de décision sur les ressources, est doublée de l'extrême flexibilité individuelle de l'exploitation des puits et pâturages. Ces stratégies démontrent l'adaptabilité de ces peuples et leur résilience face à des ressources instables et un contexte socio-économique menaçant pour leur mode de vie.

La question se pose donc plutôt du mode de mise en œuvre des **politiques d'aménagement du territoire**, notamment au regard des deux problématiques majeures soulevées par les éleveurs à M'Hamid (cf. **Figure 4 – d**) : la pénurie d'eau depuis la construction du barrage El Mansour et du remblai militaire qui ont asséché le Drâa et la réduction drastique des terres pastorales avec le grignotement progressif de la ceinture militaire frontalière. Il paraît presque surréaliste que la diminution de la ressource hydrique soit d'origine anthropique, de surcroît dans une des régions les plus arides du globe. Soulignons également les politiques de privatisation et de mise en culture des terres communes, ce qui en plus de représenter des sommes croissantes d'argent allouées par différents organismes (ONU, Banque Mondiale, gouvernements...) a abouti à la marginalisation économique et sociale des éleveurs. A l'échelle de la planète, ces dernières décennies, de nombreux échecs de projets de développement conventionnel pour améliorer les pratiques d'élevage pastoral et

freiner la désertification ont échoué. La plupart de ces projets ont été opérés avec la certitude générale que les LEK et pratiques pastorales sont défaillantes et endommagent l'environnement, notamment par le surpâturage, mais reposaient souvent sur des hypothèses écologiques douteuses et des données partielles et des motivations d'ordre économique, politique ou idéologique (Davis, 2004). Si les politiques agricoles locales perpétuent leur incitation à la mise en culture des terres, les réorientations professionnelles ne vont pas tarder à suivre vu le nombre impressionnant d'éleveurs prêts à se convertir dans la pastèque. Et pour cause, un des éleveurs rencontrés a creusé un puits l'année à Feija dernière et pu vendre cette année sa première récolte de 2 ha de pastèques pour 120 000 dirhams, soit presque 10 ans de revenus camelins à raison de la vente d'une tête par an.

Des mesures d'aménagement pastoral adaptée à la pérennisation de l'activité en zone aride sont donc nécessaires, et plusieurs protocoles sont définis dans la littérature. L'amélioration de la compréhension des systèmes pastoraux et des savoirs locaux des éleveurs a permis le succès de plusieurs projets de développement de l'élevage pastoral africain et asiatique (Schareika, 2001 ; Fernandez-Gimenez, 2000). L'ajustement de la charge en animaux à la production des parcours, plutôt que leur mise en défens sur de longues durées, est théoriquement efficace pour stimuler la repousse de la végétation (Floret et al., 1981). C'est justement l'objet de la nouvelle loi pastorale 113-13, approuvée en mars 2018, destinée à « assurer une exploitation rationnelle des ressources et des bien ». Une réglementation de la gestion des pâturages et de la mobilité des troupeaux sera instaurée pour respecter des quotas maximums de charge animale, avec un système d'autorisations, de contrôles et d'amendes éventuelles. Ceci dit, la question de la mise en place et des conséquences de cette loi sur le socio-écosystème de M'Hamid se pose encore aujourd'hui.

# Conclusion

De prime abord, l'accumulation et l'empirement des contraintes du désert de M'Hamid dresse un portrait pessimiste pour l'identification de pistes de développement de l'élevage camelin : érosion de la ressource hydro-pastorale, perte culturelle liée aux changements sociaux, sentiment d'abandon voire de nuisance vis-à-vis des politiques publiques, le cas du Sahara Occidental et la complexité des identités tribales n'améliorant pas la situation actuelle. Il faut d'ailleurs souligner que cette zone est un terrain riche mais complexe pour la recherche scientifique, avec des rapports entre acteurs basés sur la méfiance tant les tensions potentielles sont variées.

Pourtant à travers les siècles et encore aujourd'hui, face aux risques liés à la rareté des ressources et à la rudesse et l'imprévisibilité du climat, le pastoralisme camelin a prouvé sa résilience qui repose sur plusieurs aspects. D'une part, le cumul de connaissances, de pratiques et de convictions au sein des communautés d'éleveurs concernant les interactions entre cheptels, humains et environnement constitue un savoir local unique. La richesse et la précision des savoirs écologiques locaux étudiés dans ce travail est impressionnante, et ouvre les portes d'une vision de l'écologie profondément humaine. Cette classification sémantique des végétaux qui rappelle les approches de l'écologie fonctionnelle signe un lien puissant entre les hommes et leur écosystème, lien perdu depuis bien trop longtemps pour la majorité des populations humaines. Cette perception de la diversité constitue un facteur évident de l'établissement des stratégies de mobilité, et l'étude des LEK est donc un vecteur efficace de la compréhension des usages pastoraux, et *in fine* des pressions qui s'appliquent sur les ressources.

Parallèlement, cette résilience relève aussi bien-sûr des mobilités humaine et animale et de la souplesse qu'elles engendrent. Dans un souci de durabilité des ressources pastorales, et donc de pérennisation de l'élevage mais aussi de la biodiversité du désert, la diversification et l'homogénéisation des mobilités sont la clef. Or, si comme ces résultats le laissent prétendre ces mobilités dépendent des connaissances écologiques des éleveurs, alors l'homogénéisation des LEK pourrait garantir l'adaptation des usages à la disponibilité variable de la ressource pastorale et donc garantir une exploitation viable des parcours. Vu le maillage social complexe et efficient qui relie les éleveurs, l'homogénéité des LEK, qui n'a pas pu être investiguée dans ce travail, a toutes ses chances d'être avérée et confirmerait la cogestion du risque par les échanges de savoir dans une logique d'entraide humaine.

Dès lors, il est indispensable de penser les politiques publiques en profondeur afin qu'elles se rendent partenaire et non menace supplémentaire d'un système pastoral millénaire en autogestion, et qui a bien prouvé son efficacité, sa durabilité, sa rationalité et son adaptation au milieu stochastique isolé. La surveillance et le partage réfléchi des ressources disponibles est un levier incontestable pour la préservation de la biodiversité, des milieux et du pastoralisme, ce qui justifie bien la pertinence de la future loi pastorale par exemple. Néanmoins, aucun éleveur enquêté n'avait à l'heure de cette étude connaissance de cette loi, ce qui laisse présager d'un manque d'implication des principaux concernés par les autorités dans la construction de cette politique fondamentale de l'aménagement du territoire. Il est souhaitable que davantage de projets de développement pastoral s'appuient sur les LEK, d'autant que la « lutte contre la désertification », souvent instrumentalisée à des fins politiques, paraît plutôt aboutir à la marginalisation du nomadisme et de l'élevage camelin. La recherche scientifique doit garder l'ambitieux espoir d'ajouter une plus-value aux réflexions de solution, et autant que possible de servir l'analyse et la transmission des enjeux qui pèsent sur les populations souvent muettes en amont des décisions d'aménagement du territoire. Scientifiques et décisionnaires se doivent de collaborer pour enclencher un développement par et pour les communautés locales.

*« Le désert ne se raconte jamais, il se vit. »*

*les Nomades*

# Bibliographie

- Amsidder L. 2017. *Diagnostic des systèmes d'élevage camelin dans la moyenne vallée du Drâa (Maroc)*.
- Arya A.S. et al. 2011. Desert ecosystems: mapping, monitoring & assessment using satellite remote sensing.
- Aubert G. 1962. Les sols de la zone aride : étude de leur formation, de leurs caractères, de leur utilisation et de leur conservation. , p. 24.
- Barnaud A. 1997. *Outils et analyses en anthropologie appliqués pour l'étude de l'agrobiodiversité*.
- Barrera Martínez. 2007. *Sahara Occidental : Plantas y usos*.
- Bellakhdar J. 1997. *Contribution à l'étude de la pharmacopée traditionnelle au Maroc : la situation actuelle, les produits, les sources du savoir*.
- Bentaleb H. 2019. La pastèque déshydratante. Dans : *Libération* [En ligne]. Disponible sur : < [https://www.libe.ma/La-pasteque-deshydratante\\_a106406.html](https://www.libe.ma/La-pasteque-deshydratante_a106406.html) > (Consulté le 6 septembre 2019).
- Bentekhici N. 2006. Utilisation d'un SIG pour l'évaluation des caractéristiques physiques d'un bassin versant et leurs influences sur l'écoulement des eaux (bassin versant d'Oued El Maleh, Nord-Ouest de l'Algérie). Disponible sur : < <https://www.esrifrance.fr/sig2006/bentekhici.html> > (Consulté le 22 août 2019).
- Bernus E. 1989. L'eau du désert. Usages, techniques et maîtrise de l'espace aux confins du Sahara. *Études rurales*. 115(1), p. 93-104.
- Blanco J. et Carrière S.M. 2016. Sharing local ecological knowledge as a human adaptation strategy to arid environments: Evidence from an ethnobotany survey in Morocco. *Journal of Arid Environments*. 127, p. 30-43.
- Blanco J., Michon G., et Carrière S.M. 2017. Natural ecosystem mimicry in traditional dryland agroecosystems: Insights from an empirical and holistic approach. *Journal of Environmental Management*. 204, p. 111-122.
- Blanco J., Sourdril A., Deconchat M., Ladet S., et Andrieu E. 2019. Social drivers of rural forest dynamics: A multi-scale approach combining ethnography, geomatic and mental model analysis. *Landscape and Urban Planning*. 188, p. 132-142.
- Bloor J. et Pottier J. 2014. Grazing and spatial heterogeneity: Implications for grassland structure and function. , p. 135-162.
- Borgatti S. 1990. Using ANTHROPAC To Investigate a Cultural Domain. *CAM Newsletter*. 2(1), p. 8-8.
- Bousfield W.A. et Barclay W.D. 1950. The relationship between order and frequency of occurrence of restricted associative responses.
- Carrière M. 1995. *Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement*.

- Casciarri B. 2003. Rare resources and environmental crises: notes on water management among the Ait Unzar pastoralists in South-Eastern Morocco.
- Cholley A. 1950. Morphologie structurale et morphologie climatique. *Annales de Géographie*. 59(317), p. 321-335.
- COMITAAS. 1988. *Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale*.
- Davis D.K. 2004. Indigenous knowledge and the desertification debate: problematising expert knowledge in North Africa. *Geoforum*. 36(4), p. 509-524.
- Deroin J.-P. 1989. *Reconnaissance et modélisation d'objets géologiques par télédétection pour l'intégration de critères d'environnement dans les classifications multi-paramétrées*.
- Diallo B. 2004. *Analyse historique de l'organisation professionnelle et de la dynamique du développement des systèmes d'élevage en France*.
- Djemai S. et al. 2009. Apport des images Landsat 7 ETM+ pour la cartographie géologique des terrains archéens en zone aride : exemple du terrane d'In Ouzzal (Hoggar occidental), Algérie.
- Dresch J. 1939. Structure et relief du Sahara. *L'information géographique*. 3(3), p. 111-114.
- Dutilly-Diane C. 2006. Gestion collective des parcours en zone agro-pastorale : le cas de Ait Ammar (Maroc). *Afrique contemporaine*. 219(3), p. 103.
- Escadafal R. et Bégni G. 2016. Surveiller la désertification par la télédétection - CSFD - Comité Scientifique Français de la Désertification. Disponible sur : < <http://www.csfd-desertification.org/dossier/item/surveiller-desertification-teledetection> > (Consulté le 20 août 2019).
- Fathizad H., Hakimzadeh Ardakani M.A., Mehrjardi R.T., et Sodaiezadeh H. 2018. Evaluating desertification using remote sensing technique and object-oriented classification algorithm in the Iranian central desert. *Journal of African Earth Sciences*. 145, p. 115-130.
- Faye B. 2002. *Le dromadaire pédagogique*.
- Fennane M. et Rejdali M. 2016. Aromatic and medicinal plants of Morocco : richness, diversity and threats.
- Fernandez-Gimenez M. 2000. The role of Mongolian nomadic pastoralists' ecological knowledge in rangeland management. *Ecological Applications*.
- FIDA. 2009. *Cartographie participative et bonnes pratiques : étude préparée pour le Fonds International de Développement Agricole (FIDA)*.
- FLARES. 2019. FLARES - Free List Analysis under R Environment using Shiny. Disponible sur : < <http://www.anthrocoogs.com/shiny/flares/> > (Consulté le 27 août 2019).
- Floret C. et al. 1981. Dynamique de systèmes écologiques de la zone aride : application à l'aménagement sur des bases écologiques d'une zone de la Tunisie présaharienne.

- Frank T.D. et Tweddale S.A. 2006. The effect of spatial resolution on measurement of vegetation cover in three Mojave Desert shrub communities.
- Gagnol L. et Landel P.-A. 2016. Psammotourisme. Le sable au désert comme expérience et ressource touristique spécifique: Merzouga, sud-est marocain. *Via Tourism Review*. (10).
- Griffin A. et Hauser J.R. 1993. The Voice of the Customer. *Marketing Science*. 12(1), p. 1-27.
- Guest G., Bunce A., et Johnson L. 2006. How Many Interviews Are Enough?: An Experiment with Data Saturation and Variability. *Field Methods*. 18(1), p. 59-82.
- Haloui C. 2019. *Paramètres démographiques des troupeaux camelins et patrimoine culturel de cet élevage*.
- Henley N. 1969. A psychological study of the semantics of animal terms.
- Ickowicz A. 2012. *L'expérience des forages pastoraux au Ferlo, facteur de développement ou impasse sociotechnique et facteur de désertification ?*
- Imessaoudene N. 2012. *Utilisation de la télédétection pour la cartographie géologique du Massif des Eglab et de sa bordure sédimentaire (Sud-Ouest algérien)*.
- Jacod A. 2015. UTILISATION DU SIG POUR UNE ANALYSE DE LA VULNERABILITE AU RISQUE INONDATION. , p. 11.
- Jacques D.C. 2014. Monitoring dry vegetation masses in semi-arid areas with MODIS SWIR bands. Dans : *Damien C. Jacques* [En ligne]. Disponible sur : < <https://damien-c-jacques.rbind.io/publication/jacques-2014-modis-dry-vegetation/> > (Consulté le 20 août 2019).
- Katiri A., Barkaoui M., Msanda F., et Boubaker H. 2017. Ethnobotanical Survey of Medicinal Plants Used for the Treatment of Diabetes in the Tizi n' Test Region (Taroudant Province, Morocco). *Journal of Pharmacognosy & Natural Products*. 03(01).
- Kazakou E. et Martin J.-F. 2017. *Diagnostic de la biodiversité*.
- Lo R. et El Mabrouk S. 2019. *Etude hydrologique : bassin versant de la commune de Baho*.
- Marion B. 2010. Impact du pâturage sur la structure de la végétation : Interactions biotiques, traits et conséquences fonctionnelles.
- Masse A. 2014. *Développement et automatisation de méthodes de classification à partir de séries temporelles d'images de télédétection - Application aux changements d'occupation des sols et à l'estimation du bilan carbone*.
- Medin D. et al. 2010. Naming the Animals that Come to Mind: Effects of Culture and Experience on Category Fluency.
- Miara M.D., Teixidor-Toneu I., Sahnoun T., Bendif H., et Ait Hammou M. 2019. Herbal remedies and traditional knowledge of the Tuareg community in the region of Illizi (Algerian Sahara). *Journal of Arid Environments*. 167, p. 65-73.

- Millennium Ecosystem Assessment (Program), éd. 2005. *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, DC : Island Press, 137 p.
- Moizo B. 2017. *Introduction à l'étude des ethnosciences : définitions, champs d'application et perspectives*.
- Moutik F.E. 2018. *Estimation des paramètres démographiques d'un cheptel de dromadaires et leurs effets sur ses performances (lait et croît)*.
- Oliveira E.S., Albuquerque U.P., Alves A.G.C., et Ramos M.A. 2019. Is local ecological knowledge altered after changes on the way people obtain natural resources? *Journal of Arid Environments*. 167, p. 74-78.
- ORMVAO. 2004. *Recensements des cheptels de bétail dans la zone d'action de l'ORMVAO*.
- Ouarghidi A., Martin G.J., Powell B., Esser G., et Abbad A. 2013. Botanical identification of medicinal roots collected and traded in Morocco and comparison to the existing literature. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 9(1), p. 59.
- Pennec F. et Wencélius J. 2012. *Free-List Analysis under Microsoft Excel, User's Guide*.
- Pires A. 1997. « Échantillonnage et recherche qualitative : essai théorique et méthodologique ». , p. 88.
- Robbins M., Nolan J.M., et Chen D. 2017. An improved measure of cognitive salience in free listing tasks: a marshalllese example.
- Robbins M.C. et Nolan J.M. 2000. A Measure of Semantic Category Clustering in Free-Listing Tasks. *Field Methods*. 12(1), p. 18-28.
- Robert E. et Gangneron F. 2015. Un « SIG à dires d'acteurs » : décryptage des vulnérabilités environnementales des agro-éleveurs et pasteurs au Bénin. *Cybergeog*.
- Romney A.K., Brewer D.D., et Batchelder W.H. 1993. Predicting Clustering From Semantic Structure. *Psychological Science*. 4(1), p. 28-34.
- ROSELT-OSS. 2005. *Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme - Observatoire du Sahara et du Sahel (ROSELT/OSS): Guide pour l'évaluation et le suivi des pratiques d'exploitation des ressources naturelles*.
- Saidi M.E.M. 2019. *Le complexe bassin-versant*.
- Salpateur M., Patel H., Balbo A.L., Rubio-Campillo X., Madella M., Ajithprasad P., et Reyes-García V. 2015. When Knowledge Follows Blood: Kin Groups and the Distribution of Traditional Ecological Knowledge in a Community of Seminomadic Pastoralists, Gujarat (India). *Current Anthropology*. 56(3), p. 471-483.
- Schareika N. 2001. Environmental Knowledge and pastoral migration among the Wodaabe of South-Eastern Niger. *Nomadic Peoples*.
- Smith J.J. et Borgatti S.P. 1997. Salience Counts And So Does Accuracy: Correcting and Updating a Measure for Free-List-Item Salience. *Journal of Linguistic Anthropology*. 7(2), p. 208-209.

- Sutrop U. 2001. List Task and a Cognitive Saliency Index. *Field Methods*. 13(3), p. 263-276.
- Tarhouni M., Ben Salem F., Ouled Belgacem A., Henchi B., et Neffati M. 2007. Variation de la richesse floristique en fonction du gradient de pâturage au voisinage de points d'eau en Tunisie présaharienne.
- The World Conservation Union. 2019. North African Medicinal and Aromatic Plants. Disponible sur : < <https://www.uicnmed.org/nabp/database/HTM/rheumatism.htm> > (Consulté le 24 août 2019).
- Touré I. et al. 2004. Savoirs experts et savoirs locaux pour la coélaboration d'outils cartographiques d'aide à la décision.
- Toutain B. et Steinfeld H. 2001. *Controlling the impact of livestock production systems on the environment : a challenge for the future*.
- Turner M.D. et Schlecht E. 2019. Livestock mobility in sub-Saharan Africa: A critical review. *Pastoralism*. 9(1), p. 13.
- Valls Fox H. 2019. *To drink or not to drink? The influence of resource availability on elephant foraging and habitat selection in a semi-arid savanna*.
- Zambrana N.Y.P. et al. 2018. To list or not to list? The value and detriment of freelisting in ethnobotanical studies.
- Zanin G., Bloor J., Klumpp K., et Darsonville O. 2017. Etude de l'impact du pâturage sur l'hétérogénéité spatiale d'un écosystème prairial. , p. 24.
- Zrineh B. 2018. *Caractérisation des potentialités pastorales et de la qualité fourragères des parcours présahariens, cas de la commune rurale de M'Hamid el Ghizlane*.