

## SOMMAIRE

---

---

RESUME .....	I
Abstract.....	III
Table des figures .....	V
Table des tableaux.....	VI
INTRODUCTION.....	3
1. CONTEXTE.....	6
1.1. Un pays sahélien : le Sénégal.....	6
1.2. Le Ferlo, lieu du pastoralisme sénégalais .....	7
1.3. Le projet ECLIS.....	10
2. Matériel et méthodes .....	11
2.1. Réalisation de l'enquête et exploitation des données démographiques.....	11
2.2. Simulations de divers scénarios de temps de reconstitution de cheptel après une crise .....	14
3. Résultats.....	18
3.1.1. Estimation des paramètres démographiques .....	18
3.1.2. Données globales sur les troupeaux.....	18
3.1.3. Structure sexe-âge des troupeaux.....	19
3.1.4. Taux de mise-bas.....	20
3.1.5. Taux de sortie .....	22
3.1.6. Taux d'entrée .....	24
3.1.7. L'exploitation des troupeaux.....	25
3.2. Comparaison des paramètres démographiques suivant la taille des troupeaux .....	27
3.2.1. L'importance de la taille du cheptel pour l'éleveur .....	27
3.2.2. Structure sexe-âge .....	28
3.2.3. Taux de mise-bas.....	29
3.2.4. Taux de mortalité.....	29
3.2.5. Taux d'exploitation.....	30
3.2.6. Entrées et sorties d'animaux.....	30
3.2.7. Autres facteurs de variation et Paramètres démographiques indicateurs .....	32
3.3. Simulation des dynamiques démographiques des troupeaux (temps de reconstitution, production) après un choc climatique (sécheresse) .....	34
3.3.1. Résultats des simulations .....	35
4. Discussion.....	37
4.1. Situation de l'élevage de l'échantillon du ferlo par rapport a des zones comparables... 37	
4.2. La taille du troupeau : une donnée importante pour l'éleveur du ferlo.....	38

4.2.1. D'autres types d'éleveurs.....	39
4.3. L'impact des taux naturels sur le temps de reconstitution d'un cheptel, des valeurs inégales.....	41
4.3.1. Les Indicateurs de résilience.....	41
4.3.2. Influence des taux naturels sur les indicateurs de résilience.....	41
4.4. Conclusion .....	43
Bibliographie.....	45
Annexes.....	49

## INTRODUCTION

---

L'élevage est une des grandes richesses des pays sahéliens. En plus de sa contribution importante au PIB de ces pays il est un élément très important du tissu social.

L'exploitation du cheptel au Sahel et en Afrique de l'Ouest reste fortement dominé par des modes de conduite du troupeau extensifs. On en retrouve trois types, un système extensif sur parcours, extensif sur parcours avec pratique de l'agriculture et un intensif ou semi-intensif (production laitière). Ces derniers sont rencontrés prioritairement en périphérie des villes. Le système pastoral se trouve majoritairement le long de la bande sahélienne avec des troupeaux de bovins et ovins pouvant être importants. Il se base sur l'exploitation des ressources naturelles (parcours) sans recours à des intrants zootechniques, hors année de fort déficit de ressources naturelles. C'est un système basé sur la mobilité, la transhumance vers des zones de pâturages, des points d'eau ou pour effectuer des cures salées. Le système agropastoral, où le ménage est plus sédentaire, est basé sur l'exploitation souvent peu intensive de cultures fourragères, de rente et/ou d'autoconsommation (RPCA, 2010).

Au sens strict, le Sahel est habituellement défini comme la zone comprise entre les domaines saharien et soudanien, où se produit une alternance marquée entre une courte saison de pluies entre juillet et octobre suivie d'une longue saison sèche de 8 à 10 mois (CILSS, 2001). Les pays du Sahel partagent une même réalité climatique caractérisée par une seule saison des pluies (de juillet à septembre),

L'élevage pastoral (et agro-pastoral) représente à peu près 300 millions de têtes de bétail (FAO, 2001), occupe 50 à 80% des populations et participe pour environ 20 à 30% du PIB des différents pays concernés (Alive, 2006, Sokona et Touré, 2009). C'est un acteur économique puissant et une des réponses à la demande croissante en protéines animales des populations africaines majoritairement urbaines. Cependant ce système de production reste fragile car entièrement soumis aux variations pluviométriques interannuelles.

En effet à partir des années 1950 et ce jusqu'en 1990, l'Afrique de l'Ouest a connu une forte diminution des précipitations avec une rupture nette dans les années 1968-1972. Cette diminution est de l'ordre de 20% (Hulme et al, 2001). Elle s'est traduite par une aridification du climat dont les points d'orgues sont les grandes sécheresses des années 1970 et 1980. Depuis 1990 la pluviométrie a pu connaître un rebond mais se caractérise par une très forte variabilité interannuelle (Perret et Jost, 2008). La pluviométrie au sahel est comprise entre 200mm au Nord et 500mm au Sud.

Les éleveurs sahéliens doivent donc faire preuve de grandes capacités d'adaptation. Encore plus avec leur marginalisation actuelle, à cause des bouleversements climatiques, de l'essor des cultures et de l'urbanisation (Dicko, 2006), qui a pu entraîner la baisse de leurs capacités d'adaptation aux chocs climatiques les rendant peut-être plus sensibles à ces changements que les autres communautés (Brooks, 2006).

Les sociétés pastorales, soumises à ces différentes pressions peuvent être qualifiées de vulnérables mais qu'est ce que la vulnérabilité ? La vulnérabilité est très liée à la notion de risque. La vulnérabilité est à considérer comme l'expression d'une fragilité (liée à une

exposition et une sensibilité à un événement extérieur déstabilisant, combinée à un manque de capacité (ou réactivité) immédiat et à plus long terme.

Chaque sécheresse entraîne de nombreuses difficultés de gravités variables selon l'épisode considéré. Un des grands exemples de sécheresse de grande gravité est celle des années 1970-73, qui au bord du fleuve Sénégal (région Galodjina) à décimé 60% du cheptel bovin, passant de 117 00 bovins à 42 000 (Santoir, 1978). La première conséquence d'une sécheresse est une forte mortalité des animaux en un temps court (dans l'année de la sécheresse). En ce qui concerne les ressources en eau, on note : un tarissement précoce des mares, la disparition de certains bras de fleuves, devenus « vallées fossiles », l'abaissement du niveau des fleuves et le tarissement des nappes phréatiques. Les troupeaux peuvent se déplacer (transhumance) vers les zones agricoles plus fournies en eau pour y rester ce qui entraîne des conflits éleveurs-agriculteurs (Bernadet, 1986). Des maladies peuvent ré émerger et des plantes invasives non appétant se développer sur les parcours en raison de la disparition par surpâturage des plantes fourragères (Sarr, 2008).

Les pasteurs se doivent de posséder une gamme de solutions à mettre en œuvre lors des crises qui sont issues de leur savoir faire ainsi que de leur expérience. Les stratégies principalement retrouvées étant la pratique de la transhumance pour suivre les disponibilités en eau et fourrage (Sokona et Touré, 2009, Sy, 2010). La diversification en passant à une activité agro-pastorale est une autre solution. Elle peut être d'attente, c'est-à-dire être un moyen de survie suite à de fortes pertes animales en attendant de reconstituer le cheptel. Cet agro-pastoralisme peut en cas de coups durs répétés se transformer en un agro-pastoralisme de sécurité permanent et stable, « C'est un voyage sans retour » (Bonfiglioli, 1990). Ils peuvent aussi réduire l'impact d'une sécheresse par anticipation du risque ce qui occupe un grand rôle dans le quotidien des pasteurs (Janin, 2007). D'une manière générale les pasteurs disposent de peu d'alternatives, en dehors de l'accumulation du bétail, pour faire face aux incertitudes (Ancey et Monas, 2005).

Les pasteurs n'arrivent donc pas efficacement à éviter les crises climatiques qui les touchent. Après une crise tous, les éleveurs qui le peuvent, essaieront avec le restant de leur troupeau d'entamer une phase de reconstitution du cheptel. Il est alors aussi très important de pouvoir appréhender cette phase incontournable de toute crise ; c'est-à-dire la manière de s'en remettre. C'est avec cette volonté de connaître les dynamiques de cheptels post-chocs que ce stage sera mené sur la base de travaux initiés par M. Lesnoff. Lesnoff ayant effectué des simulations réalisées à l'aide d'un modèle de dynamique de population tenant compte du taux de perte lors de la crise, des performances des troupeaux et des stratégies de gestion des animaux après la crise. Cette étude a été réalisée à partir de données issues de la littérature concernant l'ensemble de la zone sahélienne. Cette étude et celle du stage qui suivra font parties d'un grand projet de mesure de la contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique sub-saharienne (ECLIS). Ce projet ANR se déroule dans les pays suivant : Sénégal, Mali, Bénin et Niger. Le présent mémoire fait partie de la tâche lié à l'élevage, ELEV, dont l'objectif global est de mesurer l'importance de l'élevage dans la réduction de la vulnérabilité des pasteurs aux chocs climatiques.

**L'objectif du stage est d'apporter une petite contribution à cette connaissance des mécanismes de résilience des troupeaux sahéliens en comparant plusieurs types d'exploitation vis-à-vis d'indicateurs susceptibles de décrire leur vulnérabilité. Ces**

indicateurs, décrit dans la modèle de simulation et qui seront retenus pour ce stage sont : le temps de reconstitution du cheptel, la productivité numérique, le taux d'exploitation, le taux de croît.

Par rapport à l'étude de reconstitutions théoriques précédente ce stage s'attachera à partir, pour la construction des simulations, de données récoltées sur le terrain. En effet une partie de terrain permettra de récolter sur le site ECLIS du Sénégal (Ferlo) des données sur les paramètres démographiques des troupeaux de cette zone. Cette récolte se fera par le biais d'une enquête « 12MO » (Lesnoff et al., 2010), enquête rétrospective sur un an des taux naturels d'un troupeau et des décisions de l'éleveurs quant à sa conduite. Ce questionnaire sera étayé d'un questionnaire « campement » visant à définir plus facilement les scénarios de simulation.

Les taux obtenus par les données terrains seront comparées avec des données sur les mêmes zones issues de la littérature pour permettre de les positionner par rapport aux moyennes de la zone. On essaie, grâce aux différents questionnaires, de subdiviser l'échantillon total d'éleveurs du Ferlo en différents groupes dont les paramètres démographiques seront différents. Ceci à pour but de créer de la variabilité dans les simulations de reconstitution du cheptel.

Sur la base des taux calculés grâce aux données du terrain on peut construire différents scénarios de reconstitution. On se bornera à étudier l'effet de la variation des taux naturels sur les indicateurs de reconstitution. Cette variation se fera par la méthode « one parameter at time » faisant varier un seul paramètre à la fois. L'amplitude des variations sera vis-à-vis de la littérature précédente pour rester dans des valeurs possiblement trouvables sur le terrain. Ainsi le taux de mortalité varie de 25% du taux de base et le taux de reproduction varie de 10% du taux de base. En plus de ces deux taux on fera varier la proportion de femelle dans le troupeau après la crise de 50 à 80%. On combine ces paramètres pour créer différents scénarios (différentes trajectoires de troupeaux) découlant de différentes manières de gérer une crise.

Par la comparaison des indicateurs on détermine quels scénarios sont les plus impactant et quelles sont les variations de taux qu'ils sous-entendent. On peut alors voir quels paramètres ont un effet important sur les indicateurs de reconstitution. De là le mémoire pourra ouvrir sur les paramètres important à connaître pour avoir une idée du temps de reconstitution d'un cheptel.

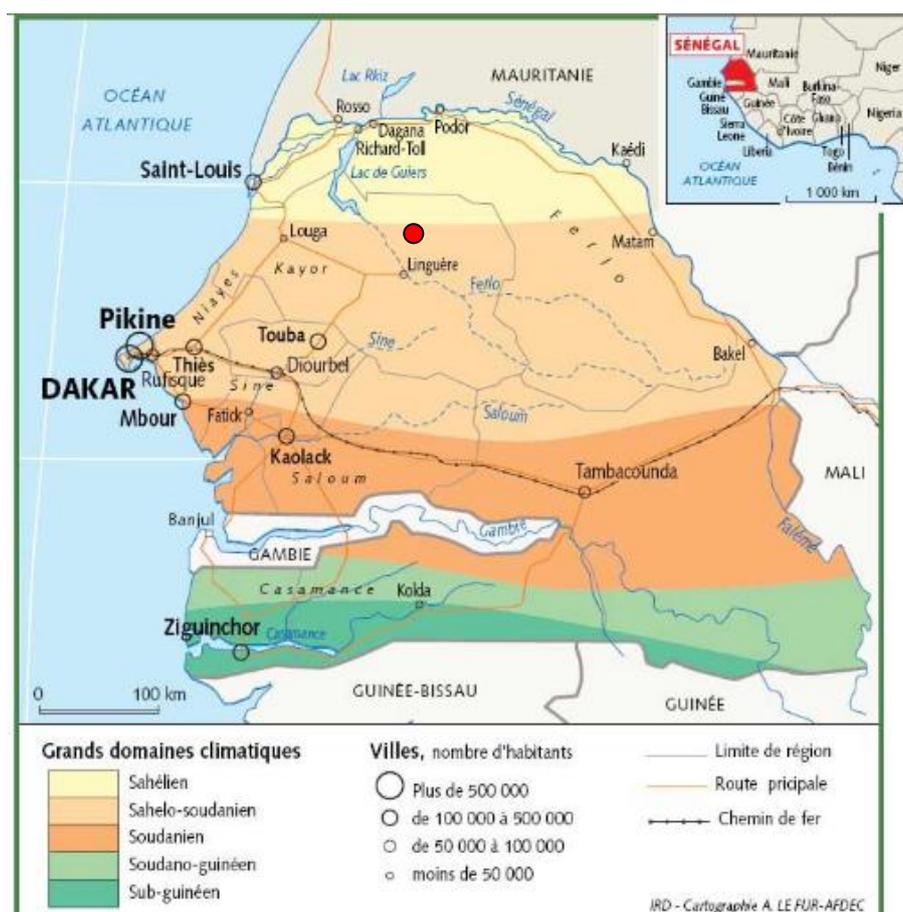
# 1. CONTEXTE

## 1.1. UN PAYS SAHELIEN : LE SENEGAL

Le Sénégal est un pays d'Afrique de l'Ouest appartenant à l'Afrique subsaharienne. La moitié Nord du pays faisant partie de la bande sahélienne africaine. Il est bordé par l'océan Atlantique à l'ouest, la Mauritanie au nord et à l'est, le Mali à l'est et la Guinée et la Guinée-Bissau au sud. La Gambie forme une quasi-enclave dans le Sénégal. Sa superficie est de 196 722 km<sup>2</sup>.

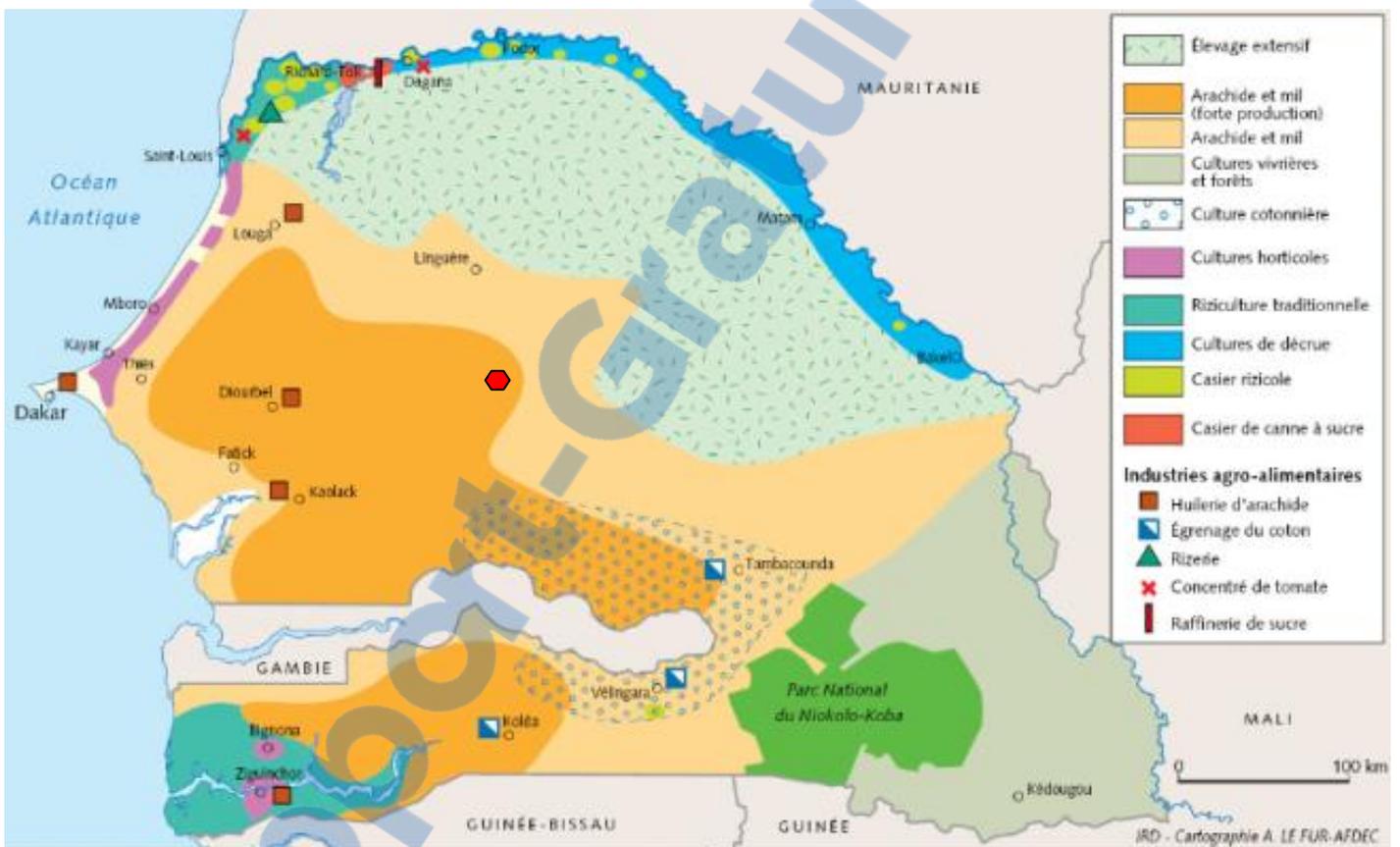
Du Nord au Sud du pays on rencontre une diversité de climats importante allant d'un climat sahélien à sub-guinéen (cf. figure 1)

*Figure 1: les différents climats rencontrés au Sénégal. En point rouge position approximative de la commune de Téssékéré.*



Ce gradient dans la répartition de la ressource en eau (pluviométrie et hydrographie) au Sénégal permet d'expliquer en partie l'occupation de l'espace qui est faite. En effet les zones sahéliennes du Nord ne sont pas propices à l'exercice d'une agriculture intensive (pour le coton ou l'arachide par exemple) faute à des niveaux de précipitations insuffisantes. Une valorisation des ressources naturelles possible est le pastoralisme, pouvant être accompagné d'une petite agriculture vivrière. Les zones Sud du pays sont en revanche propices à la culture plus ou moins intensive d'arachides (Bassin Arachidier), de coton ou de riz (Casamance), (cf. figure 2)

Figure 2: répartition des grands types de cultures au Sénégal. En point rouge position approximative de Téssékéré



## 1.2. LE FERLO, LIEU DU PASTORALISME SENEGALAIS

A l'origine le Ferlo est un mot qui désigne un fleuve et non pas un désert. Il prend naissance vers 15°N.-13°W., à l'Ouest de Bakel, dans les versants occidentaux des collines qui bordent la vallée du Sénégal.

Le Ferlo dont on parlera est un territoire, à tort pensé désertique, qui est un vaste bassin non totalement fermé qui s'intercale entre celui du Sénégal et de la Gambie (Roberty, 1953).

Le Ferlo est un plateau en pente douce incliné vers le fleuve d'une altitude allant de 25 à 40m. Les sols varient suivant la topographie : de sols sableux à latéritique. La Ferlo à une superficie de 30.000km<sup>2</sup>

Le climat de la zone sylvo-pastorale qu'est le Ferlo est constitué de l'alternance d'une saison des pluies courte de 4 mois (pic en aout) suivie de 8 mois de saison sèche. Les températures moyennes varient entre un maximum en Mai (40,6°C) et un minimum en Janvier (16,4°C) tandis que l'humidité relative présente un maximum de 74 % en août/septembre et un minimum de 31 % en février-mars. L'évolution climatique au cours des 55 dernières années (1956) montre une tendance générale à la baisse des précipitations annuelles avec cependant depuis les années 1990, une stabilité, voire une amélioration des cumuls annuels (Sarr, 2009a) même si la période de précipitations actuelle se caractérise par une variabilité spatiale et interannuelle accrue (Ali *et al.*, 2007).

Ces baisses de précipitations et cet aléa climatique grandissant ont conduit à la contraction des parcours qui a entraîné une restructuration des ressources pastorales (Bâ, 1986). De nombreux pasteurs se sont mis plus ou moins activement à une culture destinée à l'autoconsommation afin d'améliorer leur subsistance, en cultivant principalement les espèces Niébé (*Vigna sinensis*) - haricot consommé cuit, seul ou en accompagnement du riz ou du mil- et le Béref (*Citrullus vulgaris*)-cucurbitacée dont on consomme la chair, ainsi que les graines séchées. Riche en graisses et en protides, la composition du béref se rapproche de celle de l'arachide-.

L'absence de reliefs importants et le développement limité du réseau<sup>2</sup> hydrographique expliquent la répartition de la végétation des paysages du Ferlo (N'Diaye, 1980). Celle-ci se présente sous la forme d'une pseudo-steppe arbustive (strate ligneuse de 2 à 5m) et d'une savane arbustive à arborée. Plus précisément cette pseudo-steppe peut recouvrir des ensembles de pentes, bas de pentes, replats, hauts de dunes aux végétations éparées. La savane arbustive à arborée, quant à elle, est relativement plus dense jusqu'à être boisée avec des espèces soudano-sahéliennes. Elle est généralement caractérisée par une strate herbacée formant un tapis quasi continu en fin de saison des pluies (Sarr, 2009b).

Dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle, le pouvoir colonial français alors en place au Sénégal décide de fixer les éleveurs peulhs afin que ceux-ci soient contrôlables et ne représente plus une menace pour lui. Cette politique c'est traduite par la construction à cette époque des premiers puits pastoraux (quelques dizaines) puis assez tardivement, à partir de l'année 1948, par la construction des premiers forages du Ferlo. La multiplication des forages s'est produite durant les années 1950 à 1960 et a permis d'augmenter le temps d'exploitation pastorale du Ferlo grâce à une présence continue de la ressource hydrique pour l'abreuvement des troupeaux et la consommation humaine. Ces réalisations ont transformées une mobilité pastorale (transhumance) longitudinale (N.-S.) en des transhumances poly-centrée, conformes à la distribution des forages (Guibert, 2008).

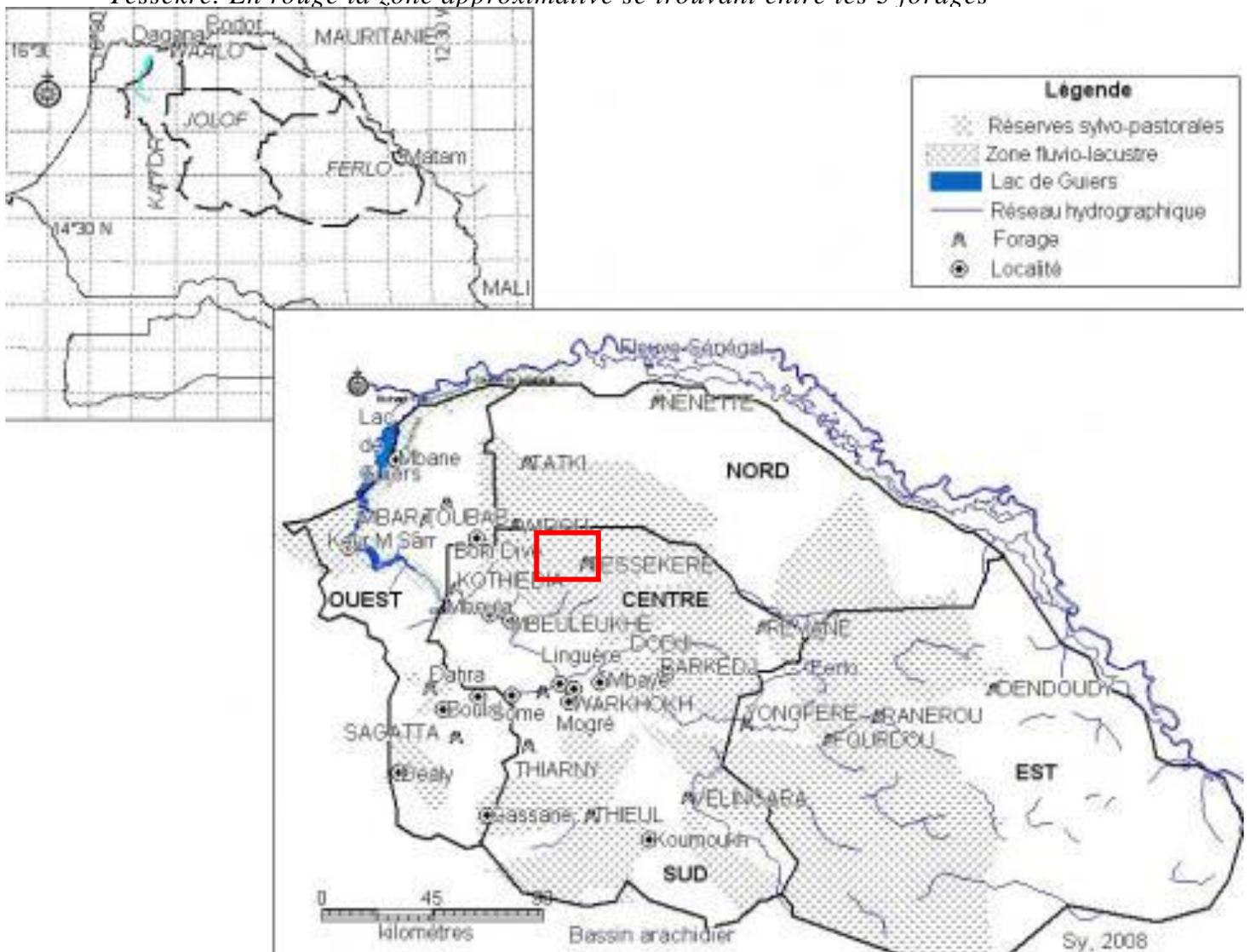
La zone d'étude est circonscrite aux campements de pasteurs dépendants de trois des ces forages pastoraux : le forage de Téssékré, le forage d'Amaly et le forage de Windou Thiongoly. Ces forages sont distants d'environ 10-15 km chacun les uns des autres.

Une exploitation type de ce milieu se compose d'un campement de quelques cases, pouvant être de simple branchages jusqu'en briques de grès. Ce nombre dépend du nombre d'épouses du chef de camps (*Jom gallé*) et du nombre de fils adultes restant. Les campements

sont souvent cintrés d'une barrière de gros branchages car les animaux passent une partie de la nuit aux abords directs du campement.

La race principale du bétail des pasteurs peulhs est le zébu Gobra, qui est un animal de grande taille, ayant un format moyen de 1,25 à 1,40m et un poids variable de 300 à 450 Kg chez le mâle et 250 à 350 Kg chez la femelle. La robe est, chez le mâle, blanche, tachetée ou bringuée de noir et de roux. Chez la femelle, elle est en général uniformément blanche ou grise. Le poil est court, implanté dans une peau épaisse (Awadallah, 1992). Il existe aussi quelques croisements Gobra-race x (pouvant être des races exotiques comme la Montbéliarde ou la Brune des Alpes) regroupés sous le terme Gouzera. Ce terme provient d'une généralisation employée par les éleveurs peulhs à la suite de l'introduction de races laitières pakistanaïses (Sahiwal et Red Sindhi) dès 1965 puis d'une race en provenance du Brésil en 1967, la Guzera (Cissé, 1992).

Figure 3: carte du Ferlo, identification du site d'étude sur la commune rurale de Téssekéré. En rouge la zone approximative se trouvant entre les 3 forages



### 1.3. LE PROJET ECLIS

---

Le travail réalisé lors du stage s'inscrit dans une grande problématique soulevée par le projet ANR ECLIS, « Contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique sub-saharienne ».

L'une des tâches, appelée ELEV et dans laquelle s'inscrit ce mémoire, est de caractériser le rôle de l'élevage dans la réduction de la vulnérabilité des ménages ruraux. Les axes de travail sont : dresser l'état et l'historique du cheptel et des mobilités pastorales, analyser la dynamique du cheptel, dresser des indicateurs de vulnérabilité de l'élevage face aux variations des ressources en eau, fourrage, occupation des sols, mobilité et droits d'accès aux ressources, analyser la sensibilité des indicateurs de vulnérabilité de l'élevage et tester des scénarii de résilience du cheptel et des mobilités du bétail. Ce stage s'inscrit dans cette dernière phase et suit les travaux initiés par M Lesnoff sur les scénarios de reconstitution de cheptels tropicaux après une crise à partir de données issues de la littérature. Le but sera de tester différents scénarios de reconstitution de cheptel après crise grâce à des données récoltées sur le terrain pour ces scénarios.

Ce travail se déroule sur 4 zones d'études qui sont autant de communes rurales : Tessekré au Sénégal, Hombori au Mali, Dantiandou au Niger et Bassila au Bénin. Ce rapport traitera uniquement de la commune de Tessekré dans le Ferlo sénégalais.

Des études ont été réalisées dans les différents sites en 2009 et 2010 pour dresser des typologies des exploitations, décrire des trajectoires d'exploitation lors des crises et identifier des indicateurs (sociaux, zootechniques, économiques, environnementaux) qui caractérisent cette vulnérabilité et la place de l'élevage dans les exploitations.

## 2. MATERIEL ET METHODES

---

### 2.1. REALISATION DE L'ENQUETE ET EXPLOITATION DES DONNEES DEMOGRAPHIQUES

---

- Site d'étude :

Le site d'étude choisi pour la réalisation de l'enquête fait partie des sites du projet ECLIS où le CIRAD (organisme proposant le stage) opère. La commune rurale de Tèssékéré à déjà fait préalablement l'objet de plusieurs projets de recherches par divers organismes dont le PPZS (Pôle Pastoral Zone Sèche) qui est l'organisme qui m'a accueilli et m'a aidé pour la réalisation technique de l'enquête. L'enquête pouvait donc être menée plus facilement grâce à ces moyens supplémentaires (véhicules, connaissance des acteurs, enquêteurs). Avec le suivi de cette commune une base de données regroupant la quasi-totalité des éleveurs a été achevée en 2006. Cette base sera le point de départ de l'échantillonnage. Pour les deux autres sites gérés par le CIRAD, au Mali et au Niger, il était impossible d'envoyer du personnel en mission de terrain loin des grands centres urbains pour des problèmes de sécurité. Pour des raisons de moyens et de temps d'enquête réduit il n'a pas été possible d'atteindre les transhumants qui se situent en dehors de la zone ciblée à cette période de l'année.

- La méthode d'enquête : 12MO (twelve months)

Le travail d'enquête c'est fait à partir de 2 feuilles de questionnaire reprenant la méthode mise au point par Lesnoff (2009 et 2009b).

12MO est une méthode d'enquête transversale rétrospective pour l'estimation des paramètres démographiques d'un cheptel de ruminant domestique (taux annuels de reproduction, de mortalité et d'exploitation, taux de reproduction sur la carrière).

Cette méthode a été développée par le CIRAD et l'ILRI. Elle est basée sur des entretiens avec les éleveurs et sur leur mémoire à plus ou moins long terme des événements démographiques survenus dans les troupeaux. Les entretiens sont réalisés en une seule visite. Il est important de voir la totalité des animaux d'un troupeau pour ne pas induire de biais sur les taux démographiques calculés ultérieurement.

12MO consiste à reconstituer la démographie du troupeau dans la période des douze derniers mois précédant l'enquête. 12MO a été développée pour quantifier l'impact de chocs (sécheresse, épizootie, etc.) ou de projets de développement sur le court terme.

Comme toutes les méthodes rétrospectives basées sur la mémoire et les déclarations des éleveurs, 12MO fournit des résultats approximatifs qu'il faut considérer avec précaution.

Lors de cette enquête un choix a été fait quant à l'unité enquêtée. Il a été arrêté que cette unité serait le troupeau de gestion, conduit par une seule personne (mais pouvant avoir plusieurs propriétaires) ayant des droits d'exploitation élargis et rattaché à un seul campement. On a donc une unité troupeau de gestion – campement. Cette unité a été choisie

car on s'intéresse au devenir de l'unité « troupeau » gérée d'une unique manière. Séparer les troupeaux par propriétaires n'aurait pas eu de sens vis-à-vis des paramètres démographiques.

Pour réaliser une enquête 12MO il faut s'aider de 2 sous questionnaires. Le 1<sup>er</sup> sert lors du passage en revue de tous les animaux d'un troupeau. On peut y noter pour chaque animal sa race, son sexe, s'il est né dans le troupeau ou non et son âge. Pour les femelles on note en plus le nombre de vêlages, le nombre d'avortements, s'il y'a eu une mise bas ces 12 derniers mois et si le produit est né vivant ou mort. Le 2<sup>ème</sup> sous questionnaire sert à noter les entrées et sorties d'animaux (importation, exploitation et morts naturelles). Il faut noter que l'âge inscrit n'est pas l'âge exact de l'animal mais correspond à son âge arrondi à l'inférieur en année. Ainsi un veau de 6mois sera noté « 0an » voulant signifier qu'il appartient à la classe d'âge « 0 à 1an non compris ».

- Questionnaire sur les pratiques d'élevages : questionnaire dit « campement »

Un autre questionnaire a été développé spécifiquement pour ce travail d'enquête au Ferlo et est appelé « questionnaire campement ». Il traite des pratiques d'élevage de l'éleveur (sur les aspects tels que la mobilité, la pratique de prophylaxie et vaccination, la complémentation, l'embouche), de la pratique de l'agriculture et recueil des informations sur la taille du campement. Ce questionnaire permettra de différencier d'une meilleure manière les différents éleveurs par rapport à de grands types d'exploitation (agro-éleveurs, éleveurs purs, transhumants ou sédentaires,...).

Les questionnaires sont joints en annexe 1.

- Déroulement de la phase d'enquête et difficultés rencontrées

Les enquêtes sont donc réalisées lors d'un unique passage. La période ciblée par l'enquête se situe jusqu'à un an avant le passage de l'enquêteur. De ce fait, et avec la fluctuation temporelle des paramètres recueillis, on est contraint à réaliser la campagne d'enquête en un mois, sans chevaucher 2 saisons (saison sèche – saison des pluies). En effet entre 2 troupeaux enquêtés à un intervalle de temps trop large, il pourrait y avoir des différences entre les taux recueillis par des effets saisonniers (période de mise-bas par exemple).

Pour réaliser une bonne enquête il est donc nécessaire de voir tous les animaux d'un troupeau. Cela pose diverses difficultés. Il faut savoir qu'à cette période les animaux sont laissés en quasi-totale autonomie (hors abreusement 1 jour sur 2) et qu'il n'est pas facile de les approcher. Lorsqu'ils sont en pâturage, et cela est encore plus vrai lorsque le troupeau est grand car les animaux se séparent, il est très difficile de pouvoir les voir. La visite le matin aux abords du campement est impossible car les animaux effectuent un pâturage nocturne. De plus le dénombrement de la totalité des individus d'un troupeau n'est pas sans difficultés ; d'une part par le nombre de bêtes (atténué par les connaissances de l'éleveur envers chacun de ses animaux) et d'autre part par la difficulté qu'ont les éleveurs à laisser les enquêteurs compter leur bétail (Pouillon, 1988).

Pour ce faire rendez-vous est pris par avance avec les éleveurs, avec l'aide d'un technicien d'élevage travaillant sur la zone depuis une dizaine d'année et pouvant établir un rapport de confiance avec les éleveurs. Après quelques questionnement sur la meilleur période de la journée pour voir les animaux il a été décidé que cela se ferait d'une part au coucher du soleil lorsque les animaux viennent se reposer près du campement (seulement lorsqu'ils ont bu le

jour même) ou au moment où le troupeau va s'abreuver. Il est alors demandé à l'éleveur de prendre ses animaux à part après qu'ils aient bu.

Les questions ne sont pas spécifiquement posées au chef de campement, mais à la personne ayant le plus de connaissance du troupeau (on exclut alors les jeunes bouviers et les enfants/jeunes du campement).

La phase d'enquête s'est déroulée en deux missions de 8 et 10 jours. Il n'a pas été possible de faire plus car l'enquêteur, très demandé, n'a pas pu être présent un temps plus long. Tout au long de cette phase d'enquête un total de **20 éleveurs** a pu être échantillonné.

- Etat des paramètres démographiques des troupeaux de l'échantillon, tous troupeaux confondus.

En tout premier lieu un point doit être fait sur les méthodes de calcul des paramètres démographiques servant à la création de ce référentiel. Les résultats seront présentés selon 2 quantités distinctes, une probabilité ( $p$ , entre 0 et 1) ou un taux instantané ( $h$ , pouvant être supérieur à 1 en  $\text{an}^{-1}$ ). Le taux instantané  $h$  d'un événement (comme la mortalité) est estimé par le rapport de l'effectif d'événements (nombres de morts) observés durant l'unité (de temps) sur le temps total de présence des animaux sur l'ensemble de l'unité (appelé temps à risque).

Par exemple le calcul du taux instantané de mortalité pour 4 animaux lors du passage d'un enquêteur réalisant une enquête rétrospective sur un an. Au moment de sa venue 2 des animaux sont encore vivants. L'éleveur lui signifie que les deux autres sont morts 3 et 6 mois auparavant.

Le taux instantané de mortalité sera donc de :  $h(\text{mort}) = \frac{2}{(365+365+274+182)/365} = 0,62/\text{an}$

Lors d'une 1<sup>ère</sup> phase, à partir des données récoltées sur le terrain, on cherche à calculer plusieurs paramètres démographiques du troupeau. Ils sont les suivants :

*Tableau 1: les paramètres démographiques calculés à partir des données de l'enquête*

Paramètre démographique	Remarques et unité de calcul
Taux de mortalité	$p$ ou $h$ de mort d'un animal sur une période donnée
Taux de mise-bas	$h$ de mise-bas d'une femelle sur une période donnée
Taux de mise-bas carrière	$h$ de mise-bas d'une femelle sur sa carrière
Taux d'importation <sup>1</sup>	$h$ d'importation d'un animal sur une période donnée
Taux de sortie <sup>2</sup>	$h$ de sortie d'un animal sur une période donnée
Taux d'exploitation net	$p$ ou $h$ de sortie d'un animal sur une période donnée
Taux de croit	$p$ ou $h$ de croit d'un cheptel sur une période donnée

<sup>1</sup>Le taux d'importation se décompose entre les achats ou trocs, cadeaux, dons, animaux confiés et héritages reçus ainsi que les retours de confiage de ses animaux.

<sup>2</sup>Le taux de sortie se décompose entre les ventes ou trocs, cadeaux, dons, confiage et héritages faits ainsi que les retours d'animaux confiés par des tiers

Les taux calculés seront aussi présentés selon le sexe des animaux ainsi que leur âge car des différences peuvent ainsi apparaître. Les âges des animaux seront agrégés selon 3 classes d'âges qui sont celles qui serviront à la réalisation du modèle de simulation du temps de reconstitution. Ces classes sont : animaux de moins de 1an, animaux de 1 à 4 ans exclu et animaux de 4 ans et plus.

Ces résultats ont ensuite permis de situer les dynamiques globales des troupeaux enquêtés par rapport à des études antérieures ayant été faites sur des troupeaux similaires en zones semi-arides. On pourra ainsi voir pour chacun des paramètres qui régissent la structure et la dynamique d'un troupeau s'ils sont cohérents avec ceux des études en milieu similaire. Cela peut permettre de mettre en lumière des résultats extrêmes.

- Variabilité des paramètres démographiques selon des critères de types d'exploitation

Après avoir calculé les paramètres démographiques au niveau de l'ensemble du cheptel, on cherche à y déceler de la variabilité en classant les éleveurs par grands groupes. Ceci dans le but de trouver un facteur de stratification ayant un impact sur les valeurs prises par les paramètres démographiques. Cela est fait pour pouvoir ensuite comparer divers scénarios de reconstitution post crise pour différents types d'éleveurs.

Une source de variabilité que l'on retrouve pour séparer des éleveurs en plusieurs types est la taille du cheptel. C'est une caractéristique qui peut être source de nombreuses différences entre éleveurs. C'est celle qui a été retenue comme voie principale pour typer les éleveurs. La justification complète de ce choix se trouve dans la partie résultats.

Par ailleurs on a étudié la variabilité des paramètres démographiques selon les caractéristiques des exploitations-campements. Soit l'étude suivant le campement, la conduite du troupeau et les paramètres démographiques de ce dernier.

Pour chacune de ces sources de stratification les paramètres importants ont été recalculés. C'est-à-dire le taux de mortalité, de mise-bas et d'exploitation.

## 2.2. SIMULATIONS DE DIVERS SCENARIOS DE TEMPS DE RECONSTITUTION DE CHEPTEL APRES UNE CRISE

---

- Principe du modèle de simulation

Tout d'abord il faut préciser avec quel sens le terme de « résilience » est utilisé dans ce document. On comprend le terme de « résilience d'un cheptel » comme l'ensemble des mécanismes permettant à un cheptel après une sécheresse de se reconstituer numériquement jusqu'à un état initial (nombre de têtes avant la sécheresse).

Cette partie consiste en la mise en place d'une simulation de la résilience d'un cheptel après un choc climatique tel que la sécheresse. Cette simulation s'appuie sur les données récoltées lors de la phase d'enquête. En effet les taux naturels calculés précédemment serviront à alimenter le modèle. Les valeurs des indicateurs de résilience dépendent donc des

taux naturels. Si des différences sont trouvées entre les types d'éleveurs concernant ces taux il y aura autant de simulations que de groupes. Si aucune différence significative n'a été trouvée la simulation se fera au niveau du cheptel global car on ne pourra observer de différences entre groupes.

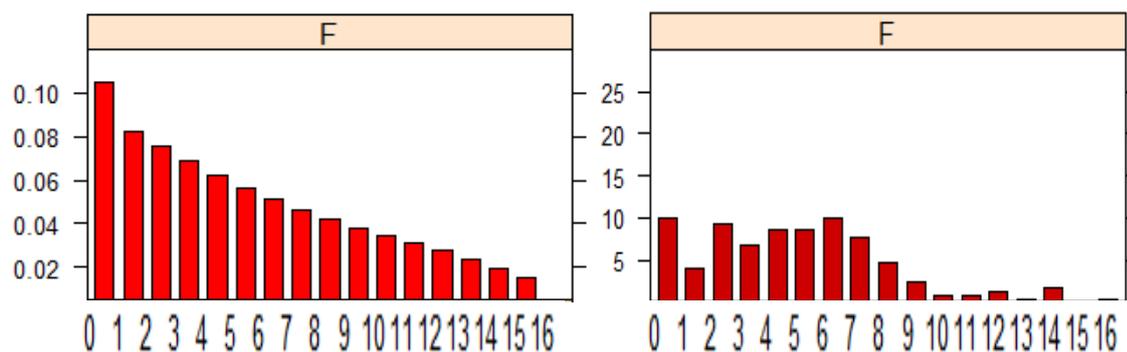
Le modèle de simulation a été mis au point par Lesnoff en 2010-2011. C'est un modèle simplifié par rapport à la réalité de simulation de croissance de bétail. Basé sur les équations démographiques simplifiées le modèle simule les dynamiques des tailles de population et du nombre d'animaux produits par an. Le modèle prédit ce qui se passera dans le temps pour un cheptel sous divers scénarios hypothétiques et non basés sur la réalité.

Le modèle mathématique qui sera utilisé pour les simulations des effets de la sécheresse comporte donc des hypothèses simplifiant la réalité. Certaines ont été posées dès 1975 par Tacher, admettant que les dynamiques démographiques du troupeau avant la crise étaient stables et moyennes. Ces taux naturels sont aussi considérés comme se répétant année après année jusqu'au terme de la reconstitution et ne sont soumis à aucune variation. De plus on considère qu'aucune crise de quelque sorte n'advient entre la crise étudiée et la fin du temps de reconstitution (pas de sécheresse, de stress des animaux par manque d'eau ou de pâturage). Tacher pose aussi pour hypothèse que les taux naturels sont égaux avant et après la crise. Cette hypothèse ne s'appliquera pas pour cette étude car les taux naturels varient après la crise.

De plus des approximations ont été faites concernant la structure sexe-âge du troupeau avant la crise. Celle utilisée par le modèle est calculée pour coller au mieux à la réalité d'enquête. Or des difficultés ont été rencontrées pour les femelles d'âges élevés ( $\geq 10$ ans) dont l'effectif est surestimé dans le modèle théorique.

En effet dans la structure sexe-âge relevée lors de l'enquête on observe un « décrochage » du nombre de femelles de plus de 10 ans alors que le modèle théorique prévoit une diminution linéaire jusqu'à la réforme finale (voir graphes ci-dessous).

Figure 4: comparaison des structures sexe-âge théoriques (à gauche) et réellement relevées lors de l'enquête (à droite).



Ordonnée: proportion de la classe d'âge dans le total des femelles(en % et %/100).

Abscisse : âge en année des femelles.

A gauche : structure sexe-âge des femelles calculée.

A droite : structure sexe-âge des femelle construite suivant les données enquête.

La question est maintenant de savoir si la structure sexe-âge relevée est correcte et s'il ne peut pas y avoir eu des erreurs dans le recueil des âges les plus extrêmes.

Pour mieux comprendre les mécanismes de ce modèle, on présente les entrées de données et les sorties qui seront exploitées. Les 3 sorties du modèle de simulation seront exploitées pour caractériser la reconstitution d'un cheptel, suivant un scénario établi. Ces sorties peuvent donc, et seront considérées comme des « indicateurs de résilience », dont les valeurs indiqueront la capacité de reconstitution d'un cheptel. Il est ainsi possible de comparer plusieurs scénarios de reconstitution

*Tableau 2: les sorties du modèle ou indicateurs de résilience*

Indicateur de résilience	Signification et unité
Potentiel productif	Nombre d'animaux gagnés en une année après application de la mortalité et avant exploitation. (probabilité)
Taux de croit	Synthèse entre le potentiel productif (ou exploitable) et l'effectif effectivement exploité. Indique la croissance annuelle effective du cheptel. (probabilité)
Temps de reconstitution	Temps qu'il faut pour que la taille du cheptel retrouve son état initial après la crise. Dépend du taux de croix annuel ci-dessus. (en années)

Effectif exploité : est déterminé par les taux d'exploitation par sexe et classe d'âge fixés au début et par le nombre de femelles atteignant l'âge de réforme finale.

Les taux naturels estimés pour le cheptel de l'échantillon du Ferlo font partis des entrées du modèle. Ils sont décomposés suivant le sexe et séparés en 3 classes d'âge ; juvéniles (inférieur à 1 an), sub-adultes (1 à 4 ans) et adultes (supérieur à 4 ans). D'autres taux sont nécessaires, les plus importants sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 3: présentation des éléments d'entrée du modèle servant à définir la reconstitution du cheptel après un choc climatique

Données d'entées	Signification et unité
strf	Proportion de femelle dans le troupeau après la crise. En pourcentage
decl	Taux de létalité de la crise sur le nombre de tête initial du cheptel
agec	Âge en année de réforme des femelles après la crise. Est basé sur l'âge relevé sur le terrain
coff et cofm	Respectivement la part de réduction de l'exploitation des femelles et mâles après la crise par rapport aux données récoltées sur le terrain. Est réglé sur 10% et 50% des valeurs pré-crise
agemaxm	Age maximum des mâles observés lors de l'enquête.

Ces taux permettront de calculer le temps de reconstitution d'un troupeau fictif de 1000 têtes.

Cette phase comprend deux objectifs. Le premier est de connaître la vitesse de reconstitution des troupeaux enquêtés après une crise grave sur la base des données préalablement recueillies.

Pour le 2<sup>nd</sup> objectif on utilisera une approche « one parameter at time » dont le principe est de tester la sensibilité d'un seul paramètre à la fois. Ici il s'agira de tester indépendamment les 2 paramètres naturels et de mesurer leur impact sur les indicateurs de résilience. Ceci sera obtenu par variation de +/- 25% du taux de mortalité et de +/- 10% du taux de reproduction initial. On étudiera aussi l'impact de la proportion de femelle (strf) présente dans les troupeaux sur ces indicateurs, en faisant là aussi varier les indicateurs naturels. Les valeurs de ces variations sont obtenues par étude de la bibliographie par rapport aux taux maximums et minimums qui peuvent être obtenus par des éleveurs des zones sahéliennes (comparaison qui fera suite aux résultats de la partie 1). Ces différences de proportion peuvent expliquer des schémas de résistance différents entre éleveurs ou certains tenteront avant tout de protéger leurs femelles. On n'utilisera pas les données de structure sexe-âges obtenues par enquête car elles correspondent à une année moyenne ne faisant pas suite à une sécheresse comme l'exige le modèle. Tous ces résultats issus des scénarios seront mis en rapport avec un « scénario témoin » reprenant les taux naturels estimés, sans variation.

Une partie de ces résultats présentera les variations du taux de croit lors des 1ères années suivant la crise. On appelle ce taux de croit variable le taux de multiplication. Ce taux tend à trouver sa limite vers le taux de croit à long terme qui est donné comme indicateur de résilience.

## 3. RESULTATS

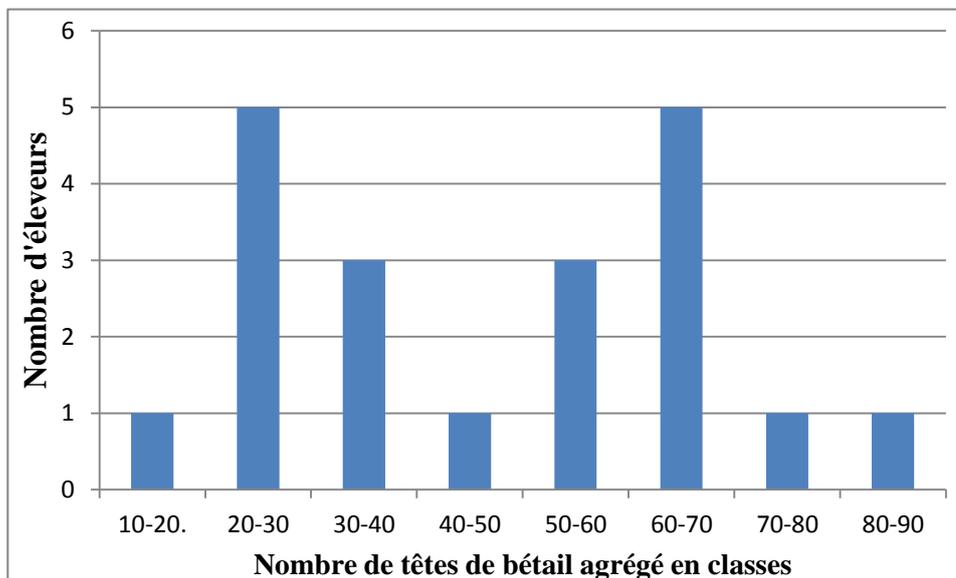
### 3.1 ESTIMATION DES PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES

#### 3.1.1. DONNEES GLOBALES SUR LES TROUPEAUX

Pour les 20 troupeaux enquêtés, le nombre de zébus varie d'un minimum de 9 têtes de bétail jusqu'à un maximum de 90 têtes de bétail. Le nombre moyen de têtes par troupeau est de 45,8.

La répartition par éleveur se détaille ainsi :

*Figure 5 : répartition des 20 troupeaux suivant leur taille*



Le nombre total de tête de bétail est de 916.

Au total on compte 714 femelles représentant 77,9% de l'effectif total pour 202 mâles représentant 22,1% de l'effectif total. Cette proportion de femelles est élevée et permet une croissance rapide du troupeau en temps normal ou en cas de reconstitution.

Cette valeur d'un mâle pour 3 femelles (pour un animal sub-adulte, la tendance croit de plus en plus avec l'âge des animaux) est souvent retrouvée pour les élevages extensifs subsahariens dont le but est l'augmentation de la capacité reproductrice du troupeau.

### 3.1.2. STRUCTURE SEXE-AGE DES TROUPEAUX

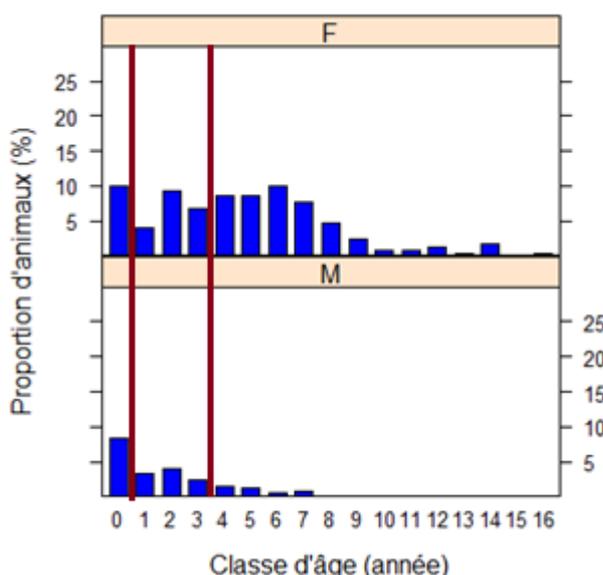
La répartition par sexe dans ces classes d'âges est la suivante :

Tableau 4: répartition des bovins selon le sexe et la classe d'âge

	Proportion de bovins mâles (en %)	Proportion de bovins femelles (en %)	Proportion tous sexes (en %)
Juveniles [0,1[ an	8,5	10	18,5
Sub-adultes [1,4[ ans	9,5	20	29,5
Adultes >=4 ans	4,0	48	52

Il faut noter que l'âge maximal des mâles est de 7 ans et correspond à des géniteurs ou aux rares beaufs de trait.

Figure 6: répartition sexe-âge des bovins ; la classe 0an correspond aux animaux ayant un âge de 0 à 12 mois ; 1an de 12mois à 24mois ; etc. Le trait rouge indique la séparation entre classes d'âge.



Le ratio entre animaux nés dans le troupeau et animaux achetés par l'éleveur est le suivant : Les bovins femelles achetés représentent 4,8% du total des femelles (34 têtes sur 714). Les bovins mâles achetés représentent 1% du total des mâles (2 têtes sur 202).

Les animaux achetés sont donc en forte minorité dans les troupeaux des peulhs du Ferlo et il n'est pas utile de les distinguer des animaux nés dans le troupeau pour effectuer les calculs démographiques qui suivront (structure, reproduction, ...). On note que l'intérêt de l'achat porte sur des animaux femelles en âges de reproduction ou qui le deviendront dans quelques années.



---

### 3.1.3. TAUX DE MISE-BAS

---

Ce paragraphe traitera des taux de mise-bas (c.à.d. du nombre de produits nés sur le nombre de femelles déclarées en âge de reproduction) à la fois sur toute la carrière des femelles ainsi que sur l'année antérieure au passage de l'enquêteur. Les résultats donnés sont des taux instantanés.

#### *Taux de mise-bas sur l'ensemble de la carrière des femelles*

On a observé que les 1ères mise-bas ont lieu pour des animaux ayant plus de 4 ans révolus. A partir de 10 révolus ans on observe une nette décroissance du nombre de femelles ainsi qu'un éclatement des nombres de mise-bas, entre des valeurs faibles et très élevées suivant les femelles.

Pour éviter les problèmes à cause de données peu sûres sur le nombre de mise bas pour des femelles de plus de 10 ans, celles-ci ne sont pas prises en comptes dans les calculs de taux de mise bas. De plus l'âge de 1<sup>ère</sup> mise-bas est fixée à la classe d'âge 4-5ans en rapport avec la littérature et la non observation de mise bas dans la classe d'âge 3-4ans.

De cette manière il est possible d'éviter que des femelles non matures interfèrent dans le calcul du taux de mise-bas en abaissant sa valeur. L'éviction des femelles les plus âgées permet d'éviter la création de valeurs aberrantes et de se concentrer sur la période où la reproduction est maximale.

Par un modèle de régression linéaire il est possible d'estimer le taux de mise-bas annuel sur toute la carrière des femelles ayant de 4 à 10ans lors de notre passage.

Ce taux est estimé à **0,58 ± 0,03/ an** soit en probabilité un taux de 44±3,0%.

### Taux de mise bas sur les 12 derniers mois (12MO)

Pour les mêmes raisons que pour le taux de mise-bas sur toute la carrière on se limitera aux femelles dont l'âge lors de l'enquête était compris entre 4 et 10 ans révolus.

Figure 7 : taux instantanés de mise-bas pour chaque classe d'âge

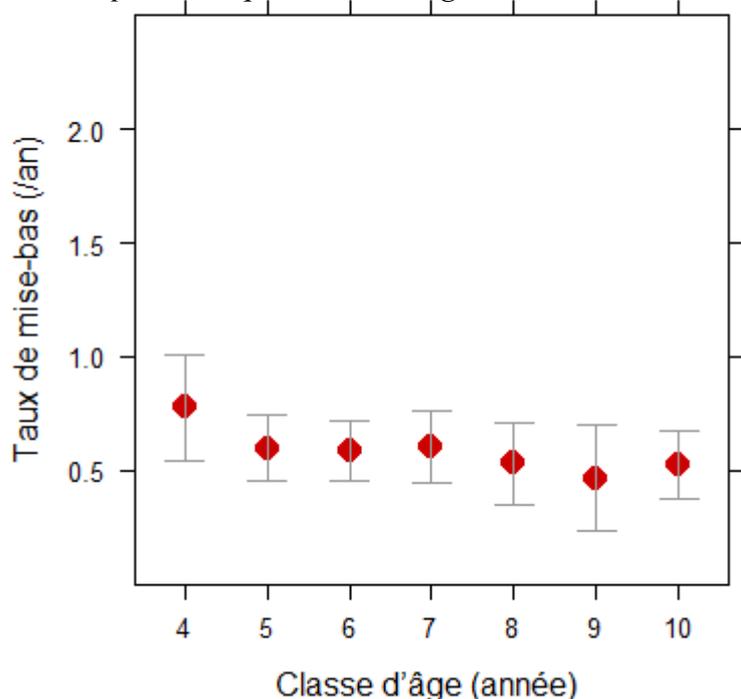


Tableau 5 : valeur du taux instantanés de mise-bas pour chaque classe d'âge

Classe d'âge	Taux instantané h de mise-bas
4 – 5	0,77 ± 0,12
5 - 6	0,60 ± 0,07
6 – 7	0,59 ± 0,07
7 – 8	0,61 ± 0,08
8 – 9	0,53 ± 0,09
9 – 10	0,47 ± 0,12
10 – 11	0,53 ± 0,08

Classe d'âge 4 – 5 : animaux compris entre l'âge de 4 ans inclus jusqu'à 5 ans exclu

Le taux de mise-bas sur les 12 derniers mois pour le cheptel s'établit à **0,60/an ± 0,03** soit en probabilité un taux de 45±3,0%. C'est un taux semblable au taux de mise-bas sur toute la carrière

### Taux de produits mort-nés

On compte ici les gestations menées jusqu'à maturité (~9 mois) et dont le produit est mort-né. Il faut ici bien différencier les produits morts de quelques minutes à quelques jours après la naissance et ceux déjà mort lors de la mise bas.

Les animaux mort-nés représentent  $4,1 \pm 1,3\%$  du total des naissances sur l'année passée

---

### 3.1.4. TAUX DE SORTIE

---

Les paragraphes suivants traiteront des taux de sorties naturels ou liés à l'exploitation du bétail.

Dans ces taux sont comptés tous les animaux qui sont sortis du troupeau au cours de l'année passée, vente, abattage, perte, vol, confiage ou don. On inclut aussi les animaux morts naturellement.

#### **Taux de mortalité**

C'est le taux de sortie le plus important du fait de son utilité dans le modèle de simulation

*Tableau 6 : taux instantané (en année<sup>-1</sup>) de mortalité pour les mâles et femelles suivant la classe d'âge agrégée.*

	Âge des animaux		
	Moins de 1 an	De 1 à 4 ans	Plus de 4 ans
Mâles	0,41±0,08	0,10±0,05	0,09±0,03
Femelles	0,35±0,07	0,04±0,01	0,05±0,01

Les taux de mortalité relevés pour les juvéniles mâles et femelles sont sensiblement élevés. Ces taux redescendent à des valeurs plus basses pour les femelles de plus de 1 et dans une moindre mesure pour les mâles âgés de plus de 1an. La correspondance en probabilité intrinsèque (= probabilité de mort annuelle d'un animal si la mortalité est la seule source de sortie) de mort pour chaque classe d'âge est la suivante :

*Tableau 7: probabilité de mortalité (en %) pour les mâles et femelles suivant la classe d'âge*

	Âge des animaux		
	Moins de 1 an	De 1 à 4 ans	Plus de 4 ans
Mâles	33.8	9.2	8.7
Femelles	29.5	3.7	5.9

Il est intéressant de posséder ces valeurs pour les comparer plus facilement avec les données de la littérature.

Le taux de mortalité global tous sexes et âges confondus est de  $0,11 \pm 0,01/\text{an}$ , soit  $10,0 \pm 0,1\%$

### **Taux d'abattage**

Il est ici question des abattages réalisés par les éleveurs eux même à des fins d'autoconsommation ou de vente de carcasse. Ces abattages ont lieu à des fins ordinaires (mariage, décès principalement) ou sur des animaux agonisants (maladie, traumatisme, manque d'alimentation, ...).

Comme on peut s'y attendre pour les bovins, l'abattage des animaux de moins de 1an est nul. Deux femelles de plus de 4 ans ont été abattues car ces animaux étaient agonisants.

Seuls les mâles de plus d'1an peuvent être abattus lors de grandes cérémonies de mariage ou pour le décès de parents. Ces deux raisons regroupent la quasi-totalité des abattages de mâles. De 1 à 4 ans  $h=0,088\pm 0,028$  soit 10 têtes et pour les plus de 4 ans  $h=0,045\pm 0,032$  soit 2 têtes. On note une préférence pour l'abattage de jeunes mâles de 2 et 3 ans (qui sont aussi plus nombreux que les rares mâles de 4 ans et plus).

Le taux instantané d'abattage tous sexes et âges est de  $0,02 \pm 0,01$ /an soit en probabilité  $2,0 \pm 0,1\%$ .

### **Taux de commercialisation**

*Tableau 8: taux instantanés de commercialisation pour les mâles et femelles suivant la classe d'âge agrégée.*

	Âge des animaux		
	Moins de 1 an	De 1 à 4 ans	Plus de 4 ans
Mâles	$0,03\pm 0,02$	$0,43\pm 0,06$	$0,61\pm 0,12$
Femelles	$0,14\pm 0,01$	$0,04\pm 0,01$	$0,09\pm 0,02$

La vente ou le troc de juvéniles reste très rare et se produit principalement lorsque la vente de la mère à lieu. La vente de mâle est importante dès l'âge de 1an révolu ( $0,04\pm 0,06$ /an) et augmente encore plus pour les mâles de 4 ans et plus ( $0,61\pm 0,12$ /an) dont très peu sont gardés dans le troupeau.

On observe aussi un déstockage pour vente d'un certain nombre de femelles, principalement des animaux reproducteurs de 4 ans et plus. Il faut noter que 2/3 des femelles de 4 ans et plus commercialisées ont plus de 6 ans avec 27,5% de femelles de plus de 10 ans (réformes d'animaux allant jusqu'à 16ans).

Le taux de commercialisation global est de  $0,13 \pm 0,01$ /an soit en probabilité  $12 \pm 1,0\%$ .

## Vols, disparition, dons, confiage, dots d'animaux

Tableau 9 : taux instantanés cumulés pour les vols, disparitions, confiages et dots pour les mâles et femelles suivant la classe d'âge agrégée.

	Âge des animaux		
	Moins de 1 an	De 1 à 4 ans	Plus de 4 ans
Mâles	0,0±0,0	0,53±0,02	0,0±0,0
Femelles	0,0±0,0	0,04±0,01	0,02±0,01

Ces évènements impactent peu dans le taux d'exploitation général des bovins mâles et femelles. On remarquera tout de même que les femelles de plus de 1an sont les plus impactées. Cela peut s'expliquer par leur valeur de reproductrices ou futures reproductrices. Ainsi elles retrouvent dans les dots (62%), les confiages (25%) mais aussi et dans les vols (et disparitions inexplicables (13%).

Le taux instantané de disparition, vols, confiage, ..., tous sexes et âges est de  $0,02 \pm 0,01$ /an soit en probabilité  $2,0 \pm 0,1\%$ .

---

### 3.1.5. TAUX D'ENTREE

---

Sont ici considérés toutes les entrées de tête de bétail dans le troupeau, c'est-à-dire les achats et trocs d'animaux sur pieds ; l'arrivée en confiage ou le retour de confiage ; les animaux reçus en dons, dots ou héritages.

Sur les 20 éleveurs seuls 35 animaux sont entrés de cette manière sur l'année passée. Il faut aussi considérer que pour le 1<sup>er</sup> éleveur (idfarm=1) ses 20 animaux sont le fruit de l'héritage reçu par son père. Tous les taux présentés ci-dessous seront donc de faible valeur. Les taux très faibles seront regroupés pour une lecture plus aisée.

Le taux d'entrée pour tous les animaux est de  $0,04 \pm 0,01$ /an soit en probabilité  $4,0 \pm 0,1\%$

#### L'achat de têtes de bétail

L'achat de bétail ne concerne que les femelles. 80% des femelles achetées ont un âge compris entre 1 et 4 ans (pour un  $h=0,05\pm0,02$ /an). Les éleveurs ayant l'air de préférer acheter des femelles qui ne sont pas encore des reproductrices. Les taux d'achat restent tout de même relativement faibles. A noter qu'aucun mâle n'est acheté.

### Animaux confiés, dons, héritages, dots

Tableau 10 : *taux instantanés cumulés pour les animaux entrant dans les troupeaux par confiage, don, héritage ou dot.*

	Âge des animaux		
	Moins de 1 an	De 1 à 4 ans	Plus de 4 ans
Mâles	0,02±0,02	0,02±0,01	0,05±0,03
Femelles	0,03±0,02	0,01±0,01	0,03±0,01

Il est à noter que le père d'un des éleveurs enquêtés est mort durant l'année passée. Son seul fils a hérité de la gestion de tous ces animaux. Cet éleveur, cité en début de partie a reçu 20 têtes de bétail. Reste 3 animaux répartis entre 2 éleveurs, un animal arrivé en confiage pour l'un et 2 animaux de retour d'un précédent confiage pour le second. Comme la plupart des animaux servant à cette pratique, les animaux confiés étaient deux femelles reproductrices plus un petit né entre le début confiage et le retour de la mère.

Il faut tout de même noter que cette pratique semble marginale, tout du moins cette année.

---

### 3.1.6. L'EXPLOITATION DES TROUPEAUX

---

Tableau 11: *taux instantanés par classes d'âge et sexes des taux d'entrées, de sorties et d'exploitations. (cumul de tous les types d'entrées puis de sorties)*

	Âge des animaux		
	Moins de 1 an	De 1 à 4 ans	Plus de 4 ans
Taux d'entrée			
Mâles	0,02±0,01	0,02±0,01	0,05±0,02
Femelles	0,03±0,02	0,06±0,02	0,04±0,02
Taux de sortie			
Mâles	0,03±0,02	0,53±0,31	0,66±0,04
Femelles	0,01±0,01	0,07±0,03	0,11±0,07
Taux d'exploitation net			
Mâles	0,02±0,01	0,51±0,31	0,61±0,30
Femelles	-0,01±0,01	0,01±0,01	0,08±0,01

#### **Taux de sortie global (toutes les sorties hors mortalité)**

Les taux de sortie sont très faibles pour les animaux juvéniles et le sont aussi relativement pour les femelles de 1 à 4 ans. Les mâles juvéniles sont gardés pour croissance et engraissement en vue de la vente et les femelles jeunes sont gardées dans un but reproductif. On note un taux instantané à 0,11/an pour les femelles de plus de 4 ans. Ce taux plus élevé est principalement dû aux femelles réformées. Comme on peut s'y attendre les mâles dès 1 an sont fortement exploités.

Le taux de sortie global s'établit à 0,17/an (respectivement 0,09/an et 0,41/an pour les femelles et mâles), soit en probabilité un taux de 16%.

### **Taux d'importation global**

Ce taux dépend fortement de l'éleveur ayant reçu 20 têtes de bétail en héritage. Il faut tout de même noter qu'avec les achats, les plus forts taux d'importations se retrouvent pour les femelles de plus de 1an.

Le taux d'importation global est de 0,04/an (respectivement 0,04/an et 0,02/an pour les femelles et mâles), soit une probabilité de 4,0%.

### **Taux d'exploitation et taux d'exploitation net**

Les taux d'exploitation sont fortement positif pour les mâles de plus 1an qui contribuent à une partie des rentrées d'argent. Les juvéniles et les femelles sont relativement épargnés.

Le taux d'exploitation (sommées des sorties hors mort naturelle) tous sexes et âges confondus est de  $0,17 \pm 0,01$ /an, soit un taux en probabilité de  $16 \pm 0,1\%$

Le taux d'exploitation net peut être calculé comme la somme de toutes les sorties (hors mortalité) moins les entrées (hors naissances). Ce taux est alors de  $0,13 \pm 0,01$ /an ou  $11,4 \pm 0,1\%$  (respectivement 0,05/an (4,5%) et 0,4/an (29%) pour les femelles et mâles).

### **Potentiel productif ou potentiel exploitable**

Le potentiel productif global est de 0,09/an, soit en probabilité un taux de 8,6%

### **Taux de croît**

Le taux de croît est la différence entre le potentiel productif et l'exploitation nette des animaux. Taux de croît =  $0,09 - 0,13 = -0,04$ /an soit en probabilité un taux de -2,8%. La taille des troupeaux décroît donc sur cette année passée.

L'exploitation du taux de croît comme indicateur de conduite de troupeau n'est pas chose aisée. En effet ce taux dépend fortement de la qualité des données récoltées lors de l'enquête. L'oubli de naissances ou de morts peut considérablement faire varier le taux de croît. Encore plus lorsque celui-ci est proche de 0%. Ces taux doivent être pris avec beaucoup de précautions.

## 3.2. COMPARAISON DES PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES SUIVANT LA TAILLE DES TROUPEAUX

---

### 3.2.1. L'IMPORTANCE DE LA TAILLE DU CHEPTEL POUR L'ELEVEUR

---

En effet la taille du troupeau bovin d'un pasteur sahélien ne représente pas seulement une donnée numérique vide de signification. Elle représente bien sur la capacité de production de veaux, de lait, de viande ou encore de force de travail du troupeau ayant une valeur monétaire certaine.

La taille du troupeau représente aussi par le nombre d'animaux un capital cheptel dont dispose le campement. Alors que les petits ruminants, voir la volaille, représentent une épargne rapide mobilisable par la vente des animaux dont les revenus peuvent être utilisés à des fins courantes (habillement, alimentation, santé,...) ; les bovins représentent une épargne à long terme mobilisable en cas de forte nécessité du fait de leur prix unitaire plus élevé (achat massif d'aliments suite à une perte de récoltes par exemple ; RPCA, 2010). La taille du troupeau bovin à donc une incidence sur les réserves d'argent dont dispose le campement. Un troupeau de petite taille est dans une certaine mesure marque de précarité face aux incertitudes, notamment les incertitudes d'ordres climatiques tels les grands épisodes de sécheresse.

De ce postulat sur l'importance de la taille du cheptel pour les éleveurs de la zone considérée on essaiera d'établir des hypothèses pouvant expliquer des différences dans les valeurs des paramètres démographiques des troupeaux suivant leur taille.

#### Hypothèses

Dans ce paragraphe on cherchera à poser des hypothèses donnant un sens aux indicateurs démographiques suivant la taille des troupeaux.

La tendance générale pour les éleveurs pasteurs des zones sahélienne peut être considérée comme étant à l'augmentation de la taille des cheptels. En effet au sahel en 1980 on dénombrait 31 millions de bovins contre 45 millions de bovins en 2005, soit une augmentation de 25% (Coulibaly, 2007). Cette augmentation est en accord avec la croissance de la demande en protéines animales, principalement dans les centres urbains des pays en développement (FAO, 2004).

Les pasteurs vivent des produits fournis par leur troupeau (viande, lait, argent de la vente). L'élevage pastoral fait amène des revenus et fait vivre une grande partie de la population des pays sahéliens et est à l'origine d'un des plus grand flux monétaire de ces pays (Bonnet et al, 2005). Pour Bonfiglioli en 1990, le troupeau est aussi perçu comme le tissu même de la vie pastorale, lui donnant un aspect plus important que celui d'un simple organe de production de richesses. On peut alors penser que les éleveurs, pour maintenir ce système, se doivent de posséder suffisamment de bêtes.

Ainsi les plus petits éleveurs ne garderaient t'ils pas préférentiellement leurs femelles afin d'augmenter la production de veaux et leur permettre à la fois de renforcer leur principale

source de revenu et leur position sociale ? L'intérêt de cette question et d'en voir la traduction au niveau des paramètres d'exploitation.

Les plus grands éleveurs, pourraient eux être plus tentés d'optimiser les entrées d'argent en déstockant plus d'animaux car leur noyau de productrice est bien plus important.

Avec ces justifications on cherche à créer des groupes d'éleveurs aux tailles de troupeaux différenciées.

D'après la structure sexe-âge obtenu à la partie 3.1.2 (structure sexe-âge des troupeaux) on retrouve une ségrégation des éleveurs de part et d'autre de la médiane (45 têtes). Il se crée alors deux groupes de tailles homogènes ayant les caractéristiques suivantes.

Les 10 plus petits éleveurs possèdent en moyenne 27,4 têtes de bétail (30% du total) et les 10 plus grands éleveurs possèdent en moyenne 64,2 têtes (70%). Les plus grands éleveurs possèdent 2,34 fois plus de têtes de bétail que les petits. Ces troupeaux comprennent 78% de femelles à la fois pour les groupes des plus petits et grands éleveurs.

---

### 3.2.2. STRUCTURE SEXE-AGE

---

*Tableau 12: structure sexe-âge des deux groupes d'éleveurs en proportion de présence par rapport au total du sexe. Juvéniles = 0 à 1 an exclu, sub-adultes = 1 à 4 ans, adultes = 4 à 8 ans, adultes âgées = 8 ans et plus*

	Eleveurs avec un grand cheptel				Eleveurs avec un petit cheptel			
	Juvéniles	Sub-adultes	Adultes	Adultes âgés	Juvéniles	Sub-adultes	Adultes	Adultes âgés
Mâles	38,3%	44,0%	17,7%	0%	37,7%	42,6%	19,7%	0%
Femelles	14,0%	24,1%	47,7%	14,2%	10,3%	30,0%	38,0%	21,6%

On peut voir que les structures sexe-âge des troupeaux qu'ils soient petits ou grands sont similaires. Les mâles sont peu nombreux passé l'âge de 3ans. La majorité des femelles ont un âge situé entre 4 et 7ans, là ou elles atteignent leur plein potentiel reproductif.

Toutefois on observe que les femelles âgées de plus de 8ans représentent moins de 15% du total de têtes des plus grands troupeaux alors qu'elles fournissent un peu plus de 20% de l'effectif total des petits troupeaux. Les plus petits troupeaux sembleraient présenter une structure d'âge des femelles plus poussées vers des âges élevés.

---

### 3.2.3. TAUX DE MISE-BAS

---

Le taux instantané de mise-bas sur l'année passée des 10 plus gros éleveurs est de 0,63 +/- 0,04 (soit 47 ± 4,0%). Celui des éleveurs les plus petits est quant à lui de 0,54 +/- 0,05 (soit 42 ± 5,0%). Ces deux taux ne sont toutefois pas significativement différents (p=0,11).

Le taux de mise-bas carrière des plus gros éleveurs est de 0,59 +/- 0,03/an (soit 45±3,0%). Celui des plus petits est de 0,54 +/- 0,05/an (soit 42±5,0%).

On notera que les taux de mise-bas carrière et pour l'année passée des petits éleveurs sont très proches. Pour les plus grands éleveurs cette année semble plus propice aux mise-bas plus nombreuses avec un taux 5 points supérieur au taux carrière. Il faut toutefois nuancer le taux calculé sur toute la carrière car les vaches âgées (de 8 à 10ans) ont de multiples mises-bas et qu'un oubli d'une ou plusieurs de ces mises-bas par l'éleveur peut arriver facilement. Il est quand même décidé de borner l'âge maximal des vaches à 10 ans (voir taux de reproduction de l'échantillon total).

---

### 3.2.4. TAUX DE MORTALITE

---

On présente ici les taux de mortalité pour les groupes d'éleveurs

*Tableau 13 : taux de mortalité intrinsèque (probabilité) par classe d'âge agrégée et par sexe des petits et grands éleveurs.*

	Eleveurs avec un grand cheptel			Eleveurs avec un petit cheptel		
	Juvéniles	Sub-adultes	Adultes	Juvéniles	Sub-adultes	Adultes
Mâles	0,34±0,07	0,12±0,02	0	0,33±0,08	0,03±0,01	0,23±0,08
Femelles	0,27±0,05	0,04±0,01	0,05±0,01	0,35±0,07	0,03±0,01	0,08±0,01

La forte mortalité pour les mâles de plus de 4 ans des petits éleveurs et la mortalité nulle pour les grands s'expliquent par le faible nombre de mâles dans ces catégories d'âges.

La mortalité globale pour les plus petits éleveurs est de 11,4% et est de 9,7% pour les plus grands ; elles ne sont pas significativement différentes (p=0,76).

### 3.2.5. TAUX D'EXPLOITATION

On présente les taux d'exploitations pour les groupes d'éleveurs

Tableau 14 : probabilité d'exploitation nette pour les animaux des deux groupes suivant le sexe et l'âge

	Eleveurs avec un grand cheptel				Eleveurs avec un petit cheptel			
	Juvéniles	Sub-adultes	Adultes	Total	Juvéniles	Sub-adultes	Adultes	Total
Mâles	0,04±0,02	0,37±0,8	0,47±0,1	0,32±0,4	-0,04±0,0	0,41±0,09	0,39±0,07	0,36±0,7
Femelles	0,02±0,0	0,04±0,0	0,11±0,01	0,09±0,01	-0,08±0,01	-0,06±0,0	-0,04±0,0	0,08±0,02

L'exploitation tous sexes et âges confondus pour les plus grands troupeaux est de 15±2,0%, elle est de 16±2,0% pour les plus petits.

On observe que l'exploitation des femelles est négative chez les petits éleveurs. Plus de femelles entrent dans le troupeau qu'il y en a d'exploitées. Le nombre de femelles croit alors.

### 3.2.6. ENTREES ET SORTIES D'ANIMAUX

Ce paragraphe traite du détail des entrées et sorties pour les groupes d'éleveurs ayant conduit à l'élaboration du taux d'exploitation du chapitre précédent

Tableau 15 : origines des entrées d'animaux dans les troupeaux. Les valeurs sont données en taux instantanés  $h(x/an)$  ainsi qu'en nombre d'occurrences (xx têtes de bétail entrées, entre parenthèses)

	Achats, trocs		Contrats, prêts, confiage		Cadeaux, dots, héritages		Total des entrées	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Petits éleveurs	0/an (0)	0,04± 0,02/an (9)	0/an (0)	0,02± 0,01/an (3)	0,07± 0,03/an (5)	0,07± 0,02/an (15)	0,07± 0,03/an (5)	0,13± 0,03/an (27)
Grands éleveurs	0/an (0)	0,01± 0,01/an (3)	0/an (0)	0/an (0)	0/an (0)	0/an (0)	0/an (0)	0,01± 0,0/an (3)

Il faut noter que les 20 animaux arrivés en « cadeaux, héritages, dots » ont été donnés en héritage par le père d'un éleveur à son fils qui ne possédait pas de troupeau auparavant. Sans cet éleveur le taux d'entrée pour les mâles des petits éleveurs est de 0/an(0) et celui des femelles est de 0,06±0,02/an (12).

Même sans ces animaux le nombre d'entrées dans les petits troupeaux est 4 fois plus élevé que celui des grands troupeaux, alors que ceux-ci possèdent un effectif 2,34 fois plus grand.

En comptant tous les animaux il y'a 9 fois plus d'entrées chez les petits éleveurs.

On remarque aussi que le moyen prédominant pour l'acquisition d'animaux reste l'achat au marché. Les confiages et contrats étant très peu développés (voir inexistant chez les grands)

*Tableau 16 : origines des sorties d'animaux des troupeaux suivant le type d'éleveur (grand ou petit). Les valeurs sont en taux instantanés.*

	Abattages		Ventes, trocs		Prêts, contrats, confiages	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Petits éleveurs	0,13±0,044/an (9)	0,005±0,005/an (1)	0,32±0,068/an (22)	0,048±0,015/an (10)	0/an (0)	0/an (0)
Grands éleveurs	0,02±0,011/an (3)	0,002±0,002/an (1)	0,36±0,048 (55)	0,077±0,012/an (39)	0/an (0)	0,008±0,004/an (4)

	Cadeaux, dots, héritages		Disparitions, vols		Total des sorties	
	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles	Femelles
Petits éleveurs	0/an (0)	0,024±0,011/an (5)	0,044±0,025/an (3)	0,01±0,007/an (2)	0,50±0,085/an (34)	0,087±0,021/an (18)
Grands éleveurs	0,013±0,009/an (2)	0,008±0,004/an (4)	0,007±0,007/an (1)	0,002±0,002/an (1)	0,40±0,051/an (61)	0,097±0,014/an (49)

La principale composante des sorties d'animaux correspond à la vente et au troc d'animaux sur pieds ; à 62% pour les plus petits et à 85% pour les plus grands.

Le taux d'abattage élevé de mâle pour les petits éleveurs correspond à un abattage ordinaire lié à la célébration de plusieurs mariages et enterrements. Ce taux élevé n'est alors pas comparable à d'autres années. Les 2 femelles abattues l'ont été car malades ou trop faibles.

Comme on peut s'y attendre les plus petits ne confient pas leurs animaux à des parents ou des proches. Il faut tout de même noter que même chez les plus grands cette pratique est pratiquée avec parcimonie (3,6% des sorties).

La réalisation de cadeaux est quasi inexistante (1 animal), les éleveurs préférant garder tout animal, ou effectue alors un confiage. Les éleveurs, quels qu'ils soient, sont égaux devant les constitutions d'héritages, de dots, les vols ou disparitions.

Enfin, servant d'explication première, pour les sorties, au taux d'exploitation plus faible des petits éleveurs, notons la supériorité (en part du troupeau) de la vente d'animaux sur pieds par les plus gros.

### **Taux de croît**

Enfin, dans une dernière étape nous pouvons estimer le taux de croît s'exprimant par l'équation :

Taux de croît naturel (naissances– mortalité) = taux d'exploitation + taux de croît net

Ce taux est de -0,72% pour les plus petits éleveurs et est de -4,6% pour les plus grands. Ce taux possède une forte incertitude et peut présenter de fortes variations de valeurs.

### 3.2.7. AUTRES FACTEURS DE VARIATION ET PARAMETRES DEMOGRAPHIQUES INDICATEURS

Dans ce paragraphe il s'agira de tester quelques autres facteurs pouvant être à l'origine de variation dans les paramètres démographiques des groupes ainsi constitués. Le premier paramètre testé portera sur la pratique de l'agriculture. L'agriculture a été choisie comme activité annexe importante hors élevage du fait de son impact (autoconsommation des récoltes, résidus pour les animaux) et de la facilité pour le recueil de cette information. Une deuxième recherche de variabilité se fait suivant les pratiques en santé animale ; en effet des pratiques de prophylaxie suivies peuvent avoir un impact positif sur les taux naturels. Une troisième recherche de vulnérabilité est faite sur des critères géographiques ; de la variabilité peut apparaître suivant le forage de rattachement du campement (différences d'accès à l'eau, différences entre les parcours).

Tableau 17: comparaison d'autres facteurs influant sur la variabilité des taux naturels et structurels.

		Taux de mise-bas (en années <sup>-1</sup> )		Taux de mortalité (en %)		Taux d'importation (en années <sup>-1</sup> )		Taux d'exploitation net (export - import) (en années <sup>-1</sup> )	
		Sur un an	Sur la carrière	<1an	>=1 an	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles
Facteur discriminant	Pratiquent l'agriculture	0,59±0,04	0,55±0,03	32 ±8,1	8,0± 0,5	0,05 ± 0,01	0,04 ±0,01	0,05 ± 0,01	0,4± 0,11
	Ne pratiquent pas l'agriculture	0,64±0,05	0,60±0,05	30 ±7,3	3,3 ±0,2	0,03 ± 0,01	0,0	0,05 ± 0,01	0,40 ± 0,15
	Forage de Téssékéré	0,72±0,08	0,54±0,05	37 ±8,5	8,7 ±0,6	0,10 ± 0,01	0,09 ± 0,02	-0,02 ± 0,01	0,51 ± 0,18
	Forage d'Amaly	0,61±0,05	0,65±0,04	31 ±7,4	5,8 ±0,4	0,003 ± 0,001	0,00	0,10 ± 0,01	0,35 ± 0,1
	Forage de Windou	0,53±0,05	0,56±0,04	27 ±6,1	4,4 ±0,2	0,05 ± 0,01	0,00	0,03 ± 0,01	0,34 ± 0,1
	Aucun Déparasitage	0,67±0,07	0,61±0,04	29 ±6,3	6,9 ± 0,4	0,02 ± 0,01	0,00	0,06 ± 0,01	0,40± 0,14
	déparasitage	0,59±0,04	0,55±0,03	33 ±8,3	5,6 ± 0,3	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,38± 0,11

L'étude et l'interprétation complète des paramètres est disponible dans la partie 4.2.1. On peut toutefois montrer qu'on n'observe pas de différences de taux de mise-bas entre les différents groupes. On note aussi que le taux de mise-bas carrière est plus faible que le taux de mise-bas sur l'année passée. Cela peut être expliqué par le fait d'être face à une bonne année avec un taux de mise-bas supérieur au taux lissé sur la carrière. Cette hypothèse peut être tout aussi

valable qu'un problème dans la récolte des données de naissances de veaux sur toute la carrière des femelles.

A contrario on observe des différences sur les taux de mortalité (plus visibles sur les juvéniles) entre groupes. Certains résultats semblent même aller à l'encontre de ceux attendus comme une mortalité supérieure chez les juvéniles des troupeaux déparasités que chez les juvéniles des troupeaux n'ayant aucun déparasitage.

La recherche de variabilité entre campements/troupeaux c'est aussi faite à partir des paramètres démographiques calculés individuellement. Le tableau suivant présente la comparaison des paramètres démographiques pour des groupes d'éleveurs regroupés selon leurs taux naturels et leur taux d'exploitation.

*Tableau 18 : comparaison des paramètres démographiques et mesure de leur impact sur la variabilité des autres taux naturels et structurels. Les taux de mise-bas, d'importation et d'exploitation sont donnés en taux instantanés : la mortalité est donnée en pourcentage. En gras est mis en évidence le paramètre ayant servi à la stratification.*

		Taux de mise-bas		Taux de mortalité		Taux d'importation		Taux d'exploitation net (export - import)	
		Sur un an	Sur la carrière	<1an	>=1 an	Femelles	Mâles	Femelles	Mâles
Facteur discriminant	Taux reproduction carrière fort (n=6)	0,65±0,06	<b>0,65±0,05</b>	33 ±8,3	6,0 ±0,4	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,03 ± 0,0	0,59 ± 0,08
	Taux reproduction carrière faible (n=13)	0,59±0,04	<b>0,53±0,03</b>	31 ±7,6	5,9 ±0,4	0,02 ± 0,01	0,00	0,06 ± 0,01	0,33 ± 0,06
	Taux mortalité fort (n=9)	0,55±0,05	0,53±0,04	<b>40 ±9,1</b>	<b>9,5 ±0,8</b>	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,0	0,31 ± 0,05
	Taux mortalité faible (n=10)	0,66±0,05	0,61±0,03	<b>25 ±5,8</b>	<b>3,1 ±0,1</b>	0,02 ± 0,01	0,00	0,07 ± 0,01	0,45 ± 0,08
	Taux exploitation fort (n=12)	0,64±0,04	0,57±0,03	28 ±6,2	5,9 ±0,3	0,01 ± 0,0	0,00	<b>0,11 ± 0,04</b>	<b>0,51 ± 0,06</b>
	Taux exploitation faible (n=8)	0,57±0,05	0,49±0,04	38 ±8,7	6,0 ±0,3	0,10 ± 0,01	0,05 ± 0,01	<b>-0,05 ± 0,01</b>	<b>0,21 ± 0,04</b>

Suivant que le taux d'exploitation soit fort ou faible on ne remarque pas de forte différence sur le taux de reproduction. Dans les deux cas on observe un taux de reproduction sur les 12 derniers mois plus élevé que le taux moyen sur la carrière. Cela confirmerait l'hypothèse d'une année 2010 ayant un taux de mise-bas supérieur à la moyenne. Concernant le taux de mortalité, une différence se fait légèrement ressentir sur le taux de mortalité des juvéniles.

### 3.3. SIMULATION DES DYNAMIQUES DEMOGRAPHIQUES DES TROUPEAUX (TEMPS DE RECONSTITUTION, PRODUCTION) APRES UN CHOC CLIMATIQUE (SECHERESSE)

---

Le modèle démographique se base sur les données récoltées de mortalité et de reproduction. Il a été montré dans le paragraphe supérieur que ces données ne sont pas significativement différentes entre les groupes d'éleveurs stratifiés selon la taille ou les autres paramètres testés. Les valeurs des indicateurs sont sensiblement les mêmes suivant les groupes. Pour les groupes faits suivant la taille du cheptel le temps de reconstitution varie de 18ans pour les plus grands éleveurs à 23ans pour les plus petits. Ces valeurs sont celles données pour les valeurs moyennes des taux naturels de chaque groupe sans prise en compte de la variation de celle-ci dans chaque groupe. La simulation de reconstitution se fera alors sur l'échantillon total.

### 3.3.1. RESULTATS DES SIMULATIONS

Il faut rappeler qu'on se trouve face à des variations de taux naturels élevées mais pouvant se retrouver sur le terrain. Ainsi le taux de mise-bas, déjà bon ne pourra varier aussi fort que le taux de mortalité ayant plus d'amplitude de variation.

*Tableau 19 : simulation du temps de reconstitution pour le cheptel de l'échantillon. Pour chaque indicateur sont indiquées les valeurs les plus fortes (rouge) et faibles (bleu) que celui-ci prend. Les valeurs en gras sont celles variant pour chaque scenario.*

	Taux d'entrée				Indicateurs de résilience + taux d'exploitation			
	Taux de mise-bas (%)	Taux de mortalité (%)			Potentiel productif ou exploitable (%)	Effectif exploité (%)	Taux de croit (%)	Temps de reconstitution (année)
		<1an	[1-4[ ans	>=4 ans				
Témoin	0,58	31,6	5,60	6,20	11,6	7,82	3,87	21,6
Tx reprod. +10%	<b>0,63</b>	31,6	5,60	6,20	12,7	7,79	4,99	16,7
Tx reprod. -10%	<b>0,52</b>	31,6	5,60	6,20	10,4	7,86	2,58	32,3
Tx mortalité <1an +25%	0,58	<b>39,5</b>	5,60	6,20	10,7	7,86	2,90	28,4
Tx mortalité <1an -25%	0,58	<b>23,7</b>	5,60	6,20	12,5	7,78	4,86	17,5
Tx mortalité >=1 an +25%	0,58	31,6	<b>7,00</b>	<b>7,50</b>	10,3	<b>7,70</b>	2,60	31,9
Tx mortalité >=1 an -25%	0,58	31,6	<b>4,20</b>	<b>4,65</b>	13,1	<b>7,97</b>	5,29	15,9
Tx mortalité globale +25%	0,58	<b>39,5</b>	<b>7,00</b>	<b>7,50</b>	<b>9,36</b>	7,73	<b>1,64</b>	<b>49,9</b>
Tx mortalité globale -25%	0,58	<b>23,7</b>	<b>4,20</b>	<b>4,65</b>	<b>14,0</b>	7,93	<b>6,29</b>	<b>13,6</b>

La proportion de femelles à un impact seulement sur le temps de reconstitution. Afin de gagner en lisibilité les tableaux suivant présenteront seulement les résultats de la variation de cette proportion (strf = 0,60 ; 0,70 ; 0,80), ici réglée à 0,50, sur le temps de reconstitution.

Tableau 20 : comparaison des temps de reconstitution (résilience) du troupeau selon la proportion de femelles après la crise et différents scénarios de taux naturels

Pour chaque proportion de femelles sont indiquées les valeurs les plus fortes (rouge) et faibles (bleu) que celui-ci prend.

	Temps de reconstitution (année)			
	Strf = 0,50	Strf = 0,60	Strf = 0,70	Strf = 0,80
Témoin	21,6	16,8	12,7	8,83
Tx reproduction +10%	16,7	13,0	9,58	6,91
Tx reproduction -10%	32,3	25,2	19,2	14,0
Tx mortalité <1an +25%	28,4	22,1	16,7	11,8
Tx mortalité <1an -25%	17,5	13,67	10,2	7,33
Tx mortalité >=1 an +25%	31,9	24,8	18,8	13,7
Tx mortalité >=1 an -25%	15,9	12,2	9,08	6,67
Tx mortalité globale +25%	49,9	38,7	29,2	21,0
Tx mortalité globale -25%	13,58	10,4	7,8	5,92

Le taux de croissance que l'on peut observer dans les tableaux des résultats sont des taux calculés à long terme pour un régime à l'équilibre (pas de variation dans le taux de croit annuel qui est stable sur une longue période). Avant cet état prend place une phase de régime transitoire dont la magnitude et la durée des fluctuations dépend des paramètres démographiques initiaux. La fluctuation du taux de croissance dans ce régime transitoire peut être appelée taux de multiplication (mt) et n'est donc pas égal au taux de croissance à long terme (Lesnoff, 2011, article en préparation). Les taux de multiplication sont donnés en annexe pour les « scénarii témoin » pour chaque valeur du pourcentage de femelle (voir annexe 2).

## 4. DISCUSSION

---

### 4.1. SITUATION DE L'ELEVAGE DE L'ECHANTILLON DU FERLO PAR RAPPORT A DES ZONES COMPARABLES

---

Dans ce paragraphe les données recueillies et traitées seront comparées avec des données types collectées lors d'études antérieures dans des zones similaires auprès de pasteurs. L'intérêt d'une telle comparaison est de situer les valeurs recueillies par rapport à la zone géographique et de repérer les valeurs extrêmes. Si de telles valeurs sont trouvées elles peuvent permettre d'expliquer certains résultats des simulations.

Les tailles de troupeau relevées se situent dans la moyenne d'autres études ayant été réalisées au Bénin, en Gambie, au Niger, au Cameroun ou encore au Burkina-Faso.

La structure sexe-âge des troupeaux peulhs du Ferlo est comparable, tout en étant un peu plus tirée vers des âges élevés, aux données recueillies par Marshall et al. (2010) trouvant 21% de veaux (ici 18,5%), 33% de sub-adultes (29,2% dont 6% de mâles) et 46% d'adultes (51,7% dont 4% de mâles).

Les animaux nés dans le troupeau représentent 92,1% ce qui est proche des études réalisées au Bénin (91,2%) ou en Gambie (85%), montrant le recours limité à l'achat de bovins (Dehoux et Hounsou, 1993).

Concernant la reproduction, le taux de mise-bas global est estimé à  $0,58 \pm 0,03$ /an. Ce taux se rapproche de ce qui est communément admis en élevage extensif sahélien et confirmé par les études réalisées au Cameroun, Bénin, Burkina-Faso et Gambie avec des taux respectivement de  $52,1 \pm 17,1\%$ ,  $65,4 \pm 13,1\%$ ,  $57,6\%$  et  $46,6\%$  (Njoya et al., 1997, Le Masson, 1980). On notera par ailleurs que pour tous les résultats le taux de mise-bas sur cette année passée est supérieur au taux de mise-bas sur la carrière des femelles. Cette différence peut avoir deux origines : celle d'une très bonne année 2010 ayant donné à plus de femelle un état corporel suffisant pour la gestation, ou un problème dans les déclarations des éleveurs sur les nombres de mises-bas totales de leurs femelles. On pourra pencher préférentiellement pour un effet année, comme le montre Le Masson (1980) au Burkina-Faso. Le taux de mise-bas carrière est une succession de creux et de pics tendant vers une moyenne qui n'est pas atteinte chaque année.

Les animaux mort-nés représentent  $4,1 \pm 1,3\%$  du total des naissances sur l'année passée, ce qui est un taux moyen pour la zone et vis-à-vis des études précédentes (2,6% au Burkina et 3,8% en Gambie).

Le potentiel productif s'établit autour de  $0,093$ /an ce qui est dans la moyenne basse des taux de ce type d'élevage dans cette zone établie entre 11 et 15%.

Le taux d'exploitation global est lui de  $0,13 \pm 0,09$ /an, soit pour 1 bovin 11,4% de chance d'être exploité au cours de l'année. Ramené au nombre moyen d'animaux dans le troupeau (45) on exploitera à peu près 5 animaux dans l'année. Ce taux est comparable à ceux

relevés au Cameroun et au Bénin ( $19,6 \pm 13,5$  et  $11,8 \pm 6,5$ ) mais plus élevé qu'en Gambie ( $0,08/\text{an}$ ).

Le taux de mortalité des très jeunes têtes est élevé et significativement supérieur aux données recueillies par les autres études (situant ce taux autour de 20%). Le taux de mortalité des animaux de 1+an est quand à lui dans la moyenne des taux relevés restant inférieur à 10%.

On est donc en présence de données relativement communes aux zones semi-arides où l'on pratique un élevage extensif. Toutefois il faut mettre en relief certains résultats. Ainsi le taux de croit est mauvais malgré une productivité dans la moyenne (même si dans la moyenne basse). Cette productivité n'est pas dopée par les taux naturels (moyens et mauvais) mais par le fort taux de femelles (presque 0,8) présent dans les troupeaux. On compense donc par le nombre de femelles des taux naturels mauvais (surtout taux de mortalité juvénile).

#### 4.2. LA TAILLE DU TROUPEAU : UNE DONNÉE IMPORTANTE POUR L'ÉLEVEUR DU FERLO

---

La structure des troupeaux des petits éleveurs diffère de celle des plus grands. Le fait que les petits troupeaux comportent, en proportion, plus de femelles âgées (8ans et plus) peut traduire un âge de mise en réforme plus élevé. Ayant moins de facilité à renouveler leur noyau de productrice ils garderaient leurs femelles plus longtemps.

Le taux d'exploitation, au contraire du taux de croissance trop variable, peut fournir un bon indicateur de la gestion des troupeaux par les éleveurs. Les petits éleveurs pourraient avoir la préférence de garder un maximum d'animaux utile pour l'augmentation numérique de leur cheptel. Et cette différence s'observe d'une part sur le taux d'exploitation des juvéniles et femelles adultes qui est négative chez les plus petits et positives pour les plus grands. Cette génération de produits supplémentaires s'explique par l'entrée de nouveaux animaux ( $h=0,12/\text{an}$ ) et des sorties nulles pour les juvéniles, très faibles pour les femelles de plus de 1an ( $h=0,086/\text{an}$ ). Les petits éleveurs entrent dans une stratégie de stockage des femelles qui ne seront vendues qu'en cas de nécessité financières ou lors d'événements spéciaux (par exemple constitution d'une dot) et se reposent sur la vente des mâles pour créer des liquidités.

Au contraire des petits éleveurs, les plus grands ont moins d'entrées d'animaux (seulement  $0,005/\text{an}$ ). Ceci, conjugué au sorties d'animaux plus importantes ( $0,032/\text{an}$  pour les juvéniles et  $0,104/\text{an}$  pour les femelles de plus de 1an) explique le taux d'exploitation supérieur à 0 de ces éleveurs ; peut-être moins concernés par l'augmentation rapide de leur cheptel que par son exploitation.

Les taux de mortalité et de reproduction ne sont pas différents entre les 2 groupes d'éleveurs. Cela est-il dû à une conduite semblable entre troupeaux des petits et grands éleveurs ? On comparera donc, pour répondre à cette question, les pratiques pouvant avoir un impact sur les taux naturels. C'est-à-dire la complémentation, la vaccination et le déparasitage.

6/10 petits éleveurs pratiquent la complémentation contre 10/10 pour les plus grands. Il faut nuancer ces résultats car seul 1 éleveur de chaque groupe complémentera tous ses animaux, les autres se concentrant sur les très faibles, le géniteur et certaines gestantes.

Tous les éleveurs indiquent effectuer des campagnes de vaccination annuelles auprès du même auxiliaire vétérinaire, il n'y a donc ici pas de différence.

La pratique du déparasitage interne est minoritaire chez les deux groupes d'éleveurs, 2/10 pour les plus petits et 4/10 pour les plus grands. Les animaux ciblés sont uniquement ceux suspectés ou avérés infestés. Le déparasitage externe est plus pratiqué 5/10 pour les petits et 6/10 pour les grands mais il est là aussi le plus souvent (hors 3 éleveurs) pratiqué au cas par cas sur certains animaux. On peut donc penser qu'il n'y a pas d'assez grande différence dans les conduites pour conduire à des taux naturels divergeant entre les groupes

---

#### 4.2.1. D'AUTRES TYPES D'ELEVEURS

---

Il se trouve que l'échantillon d'enquêtés est assez homogène et qu'il est difficile d'en faire ressortir de grands groupes d'éleveurs aux paramètres démographiques, et encore plus aux taux naturels différents. C'est pourquoi ce paragraphe tente de montrer des différences de mortalité ou de reproduction entre différents types d'éleveurs (grands types d'éleveurs, comme l'agro-éleveur, l'éleveur effectuant des actes de prophylaxie ou tout simplement suivant sa zone).

Dans un premier temps 2 groupes ont été créés suivant le critère de stratification « pratique de l'agriculture » qui a été recueilli au sein du questionnaire campement.

Ce groupe se compose de 12 personnes ayant déclarés pratiquer l'agriculture (à différents niveaux d'intensification) et de 8 personnes ayant déclarées ne pas en faire du tout (faute de temps et de main d'œuvre principalement).

Les paramètres démographiques des cheptels des agro-éleveurs et éleveurs purs sont relativement homogènes. Les faibles différences observées ne peuvent être étayées que par des hypothèses. Le taux d'exploitation plus faible, et le taux d'importation plus élevé des agro-éleveurs pourrait être expliqué par des revenus annexes plus importants permettant l'achat de bétail et évitant le déstockage. Ces revenus supplémentaires pourraient donc avoir pour origine la pratique de l'agriculture. Cette hypothèse pourrait être testée par l'étude de la nature des revenus de ces deux groupes. Notons tout de même que différemment de la comparaison de l'effet taille, les taux d'exploitation de ces deux groupes sont supérieurs à 0. La mortalité des juvéniles restes quant à elle ici aussi très élevée.

La structure sexe-âge est similaire dans les deux cas. L'âge maximal des mâles est le même (7ans) et le gros des femelles se concentre aux âges de 3 à 8ans.

Dans un second temps on essaie de voir si la zone de rattachement de chaque campement (matérialisée par le forage) influe sur les paramètres zootechniques des troupeaux. Le forage d'Amaly semble se détacher des deux autres sur le critère du nombre de mise-bas sur toute la carrière, avec un chiffre plus élevé. On y note aussi le plus faible taux d'importation et un taux d'exploitation des femelles de loin le plus élevé. Ce forage compte 66% d'agro-éleveurs, ce qui est très supérieurs aux 38% et 37% retrouvés à Tésékéré et Windou. Pour ces éleveurs,

la sécurité du campement dépendrait moins de la taille de leur cheptel, du fait de leur activité agricole rémunératrice et/ou servant à l'autosubsistance alimentaire. Ils seraient ainsi moins préoccupés par l'augmentation de la taille de leur cheptel et auraient plus de facilités à l'exploiter suivant les besoins.

A contrario se trouve le forage de Windou. Ce forage présente le plus faible taux de mise-bas des forages ainsi que le taux de mortalité le plus élevé. On observe aussi le fort taux d'importation de femelles par rapport aux deux autres, qui, combiné à un taux d'exportation dans la moyenne (0,082/an, entre Windou à 0,079/an et Amaly à 0,103/an) des femelles permettent d'enregistrer un taux d'exploitation négatif. On remarque tout de même que ce forage à un taux d'exploitation des mâles 0,20/an supérieur aux deux autres. Cela pourrait être dû au fait que pour ces éleveurs que la vente de têtes corresponde à la source principale de revenu. Le forage de Windou, qui ne possède pas plus d'agro-éleveur, exploite pourtant moins ces mâles avec 28 départs contre 34 pour le forage de Téssékéré.

La 3<sup>ème</sup> comparaison se fait autour du déparasitage des animaux par les éleveurs. On distingue les éleveurs n'effectuant aucun déparasitage (n=6) de ceux effectuant un déparasitage interne et/ou externe (n=14). Il est à noter que tous les éleveurs indiquent effectuer de régulières vaccinations de leurs bêtes. Concernant les taux naturels (taux de reproduction, de mortalité) on ne peut observer de fortes différences. Pour le taux de reproduction carrière la différence n'est pas significative ( $p=0,29$ ). Il en est de même pour le taux de mortalité, où l'effet du déparasitage semble nul. Cela peut s'expliquer car les éleveurs ne réalisent pas de campagnes élargies à tous leurs animaux mais se concentrent sur ceux montrant une forte infestation (principalement tiques et strongles). Ils peuvent alors passer à côtés d'animaux infestés mais ne présentant pas de troubles cliniques.

Pour trouver de la variabilité sur les paramètres démographiques on décide de créer une typologie basée sur ces mêmes paramètres. C'est ainsi que 3 essais ont été faits en typant des éleveurs suivant : le taux de mortalité, le taux de mise-bas et le taux d'exploitation. Là aussi les groupes ont été faits pour obtenir assez d'individus dans chacun avec un écart suffisant dans les valeurs fixées.

Lorsqu'on fait varier le taux de mise-bas on n'observe pas de différence significative sur le taux de mortalité. Tout comme lorsqu'on fait varier le taux de mortalité le taux de mise-bas reste proche entre les deux groupes. Lorsque le taux d'exploitation varie on observe seulement une petite variation des taux naturels.

Quel que soit le groupe pour le type d'éleveur basé sur le taux de mise-bas on obtient des valeurs supérieures à 0.50/an. Soit un taux relativement corrects pour la zone (proche d'un vêlage tous les deux ans). Lorsqu'on compare les groupes selon la typologie basée sur le taux de mortalité on trouve des taux variant entre le très fort et le fort. Par exemple la mortalité variant de 24% à 39% pour les juvéniles suivant le groupe reste une valeur élevée.

## 4.3. L'IMPACT DES TAUX NATURELS SUR LE TEMPS DE RECONSTITUTION D'UN CHEPTEL, DES VALEURS INEGALES

---

### 4.3.1. LES INDICATEURS DE RESILIENCE

---

Dans cette première partie la discussion portera sur l'interprétation des variations des taux naturels uns à uns et leurs impacts sur les indicateurs de résilience.

Le potentiel exploitable du troupeau, quel que soit le pourcentage de femelle, s'établit à 0,116 par an après la crise pour le cas témoin. Ba et al., en 2011, ont recueilli un taux de 0,12 à 0,14. Pradère en 2007 reporte un taux moyen se situant entre 0,13 et 0,14 par an. Le taux de croit enregistré ici après la crise serait donc dans la moyenne basse des taux enregistrés pour ces zones.

Le taux de croit pour le cas témoin s'établit à 3,87%, c'est-à-dire que sur un an et 1000 animaux, presque 39 échappent à la mort et à l'exploitation, venant ainsi renforcer l'effectif initial. Ba et al. en 2011 indiquent dans leurs études obtenir des taux de croissance situés entre 5 et 8% selon la taille des troupeaux. Ici, due à la productivité très moyenne le taux de croissance annuel se retrouve lui aussi dans la moyenne basse.

L'effectif exploité est quant à lui assez indépendant car régi par les besoins primaires de l'éleveur et de sa famille et ne peut pas être réduit au-delà d'une certaine valeur. Ces besoins tournent ici autour de 7,5 à 8% de l'effectif total.

Le temps de reconstitution varie fortement suivant les valeurs choisies pour les taux naturels ainsi que le pourcentage de femelles dans le troupeau après la sécheresse. Il varie d'une valeur de 1 à presque 40 fois plus.

### 4.3.2. INFLUENCE DES TAUX NATURELS SUR LES INDICATEURS DE RESILIENCE

---

Le taux naturel donnant aux indicateurs de résilience les valeurs les plus extrêmes est le taux de mortalité. En effet il est celui qui a le plus d'impact sur le potentiel exploitable (production), le taux de croissance et le temps de reconstitution du cheptel.

Cette prédominance du taux de mortalité sur le taux de croit, et donc le temps de reconstitution se retrouve s'est trouvé expliqué par Tacher en 1975. Une petite hausse du taux de mise-bas est moins efficace qu'une diminution, vers des taux plus acceptables, de la mortalité.

L'effectif exploité reste sensiblement le même quelles que soient les variations des taux naturels mais il faut noter que le plus fort se retrouve lorsque le taux de mortalité des animaux  $\geq 1$ an est le plus faible et inversement, le plus faible taux lorsque le taux de mortalité de ces mêmes animaux est le plus fort.

Les scénarios ou la variation du taux de mortalité se fait suivant l'âge des femelles, soit pour celles de moins d'un an et celle de plus d'un an, permet de faire ressortir qu'il est plus impactant sur le temps de reconstitution du cheptel de perdre un animal de plus de un an. En effet la probabilité perdre une potentielle reproductrice, ou une vache qui l'est déjà chaque année est plus impactant que la perte de juvéniles. Même si le taux de mortalité des adultes reste acceptable (~7%) alors que celui des juvéniles explose (~40%). Il semble qu'il faille prendre le plus grand soin des femelles des jeunes reproductrices de 4 à 6ans, cœur de la reconstitution du cheptel, tout en ne négligeant pas les jeunes qui les remplaceront (on se place alors dans le scénario de la baisse de toutes les mortalités, le meilleur).

Dans le tableau suivant on essaie de mesurer l'impact de la perte ou de gain d'un % de chaque taux naturel. Ceci est fait pour vérifier une hypothèse survenue à la lecture de la simulation comme quoi il semblerait que la dégradation des taux naturels ait plus d'impact que leur amélioration.

*Tableau 21: comparaison du gain d'1 point d'un des taux naturel par rapport à la perte d'1 point sur ce même taux naturel. On mesure cet effet sur le nombre d'années reconstitution perdu ou gagne par rapport au scénario témoin. Attention on ne compare pas le gain d'un % de mortalité par rapport a un point de mise-bas, les échelles de valeurs entre un point de chacun des taux n'étant pas égales. Les valeurs sont données pour une proportion de femelles de 0,5*

	Gain d'1 point sur le taux	Perte d'1 point sur le taux
Taux de mise-bas	-1,1	+1,3
Taux de mortalité	+8	-4,6

On observe bien, surtout pour le taux de mortalité, qu'une baisse de celui-ci est bien plus impactant sur le temps de reconstitution du cheptel qu'un gain de même valeur. Ceci se retrouve aussi pour le taux de mise-bas, mais est moins visible à cause de la représentation d'un % pour ce taux. Il semble donc aussi, voir plus important de ne pas aggraver les taux naturels après la crise que de chercher à les améliorer.

Concernant le taux de multiplication on observe que plus la part de femelles augmente dans le troupeau plus les fluctuations du régime transitoire s'inversent par rapport au taux de croit à long terme (voir annexe). En effet pour une faible proportion de femelles de 0,5, les premières années suivant la sécheresse sont marquées par un faible taux de croit qui va s'améliorant, se rapprochant du taux de croit à long terme. Sur quelques années le taux de multiplication peut même dépasser le taux de croit à long terme. Au contraire avec une proportion de femelles de 0,80 les 1ères années sont marquées part un taux de multiplication qui va décroscendo pour atteindre la valeur du taux de croit à long terme ; en passant quelques temps légèrement en deçà. Dans tous les cas l'équilibre est atteint au bout de presque 20ans. L'intérêt de cette comparaison est de montrer qu'avec une forte proportion de femelles dans le troupeau on améliore de beaucoup le taux de croit des premières années après la crise. Les premiers temps après une sécheresse grave étant risqués pour le troupeau diminué, ces cheptels à forte proportion de femelles peuvent se remettre plus vite.

Ainsi quand la part de femelles dans un troupeau est importante le taux de multiplication est plus élevé ce qui permet de soutenir la reconstitution du troupeau. Ceci étant un des éléments permettant à ces troupeaux de se reconstituer rapidement.

Il faut aussi noter que lorsque la part de femelles après la crise peut être gardée à au moins 70% le temps de reconstitution sera plus rapide qu'un abaissement de 25% de la mortalité globale. Cela si on ne garde que 50% de femelles et même 60% après la sécheresse.

Globalement, la part de femelle conditionne le nombre de produits naissant chaque année et mathématiquement un troupeau de 1000 têtes ayant 80% de femelles se reconstituera plus vite qu'un autre de 1000 têtes n'ayant que 50% de femelles après une sécheresse grave ayant tué 50% du total des têtes.

En améliorant les taux naturels de 10% on gagne très peu en absolu de points de taux de croissance ou de potentiel exploitable (donc d'animaux). Mais ces valeurs étant faibles au départ une amélioration d'à peine quelques points à un très gros impact sur le temps de reconstitution qui varie énormément d'un scénario à l'autre.

#### 4.4. CONCLUSION

---

Les paramètres démographiques qui ont été recueillis sur les troupeaux ont permis d'apprendre que les cheptels de l'échantillon possèdent un mauvais taux de mortalité mais un bon taux de mise-bas. La structure sexe-âge est centrée sur les jeunes reproductrices (4-6ans).

Le diagnostic qui a été effectué ci-dessus sur les paramètres démographiques est intéressant pour plusieurs raisons. Tout d'abord il permet de rajeunir les données sur ces paramètres dans une zone où les précédentes études remontent à plusieurs années. Ces données permettent d'avoir une idée, bien que très imparfaite, des dynamiques des troupeaux du Ferlo sénégalais. Concernant la simulation sur la dynamique de résilience cette étude à permis de créer des scénarios de reconstitution de cheptel à partir de données récoltées spécialement pour sur le terrain. Les différents scénarios envisagés ont fait ressortir l'importance des taux de mortalité et de proportion de femelles dans le troupeau.

L'intérêt de telles méthodes est de connaître les dynamiques de troupeaux après une crise par rapport à des données initiales. On peut ainsi lever en partie l'inconnue qui existe quand au devenir de cheptels après une sécheresse.

Malheureusement l'utilisation de données terrains est la source de plusieurs limites. La première de ces questions se pose quant à l'adéquation entre les taux naturels trouvés (surtout la mortalité) et la structure sexe-âge des troupeaux. Le taux de mortalité retrouvé est élevé pour ce type d'élevage, et un tel taux à long terme entrainerait la décroissance de l'effectif des troupeaux. Il faudrait alors savoir si le taux relevé cette année est bien un taux moyen (sur les 10-15 dernières années) ou s'il s'agit d'une année particulière.

Il en est de même pour la structure sexe-âge ou des erreurs ont pu être commises. L'incertitude principale concernant les femelles âgées de plus de 10ans dont la répartition

semble chaotique. Une autre question se pose sur la classe d'âge 1-2ans. Comme on peut le voir sur différents graphiques cette classe est sous représentée. Cela peut avoir plusieurs sources : des envois d'animaux jeunes en confiage et un retour vers 3-4ans ; une mortalité juvénile élevée 2 ans avant l'enquête ; un biais d'enquête où il y a pu avoir confusion entre les animaux de plus de 1an et ceux de plus de 2ans.

Pour en revenir à la simulation, en l'état actuel avec les données de mortalité et de reproduction collectées sur le terrain le diagnostic n'est pas bon. Même en appliquant une sauvegarde des femelles avec une diminution de 90% de leur exploitation on obtient un taux de croit faible pour la zone. La valeur du potentiel exploitable est fortement soutenu d'une part par le taux de mise-bas bon et d'autre part par le pourcentage élevé de femelles dans les troupeaux.

Pour améliorer le temps de reconstitution, et donc réduire les impacts des sécheresses sur leur troupeau les éleveurs peuvent travailler sur deux axes. D'une part lutter contre la forte mortalité des animaux (surtout les jeunes) mais surtout sur la préservation de leur haute part de femelles en cas de crise, quitte à sacrifier des mâles.

En effet comme montré précédemment si les éleveurs arrivent à maintenir après crise une proportion d'au moins 70% de femelles dans leur troupeau (contre 78% avant sécheresse) ils en tirent autant de bénéfice sur le temps de reconstitution que s'ils avaient baissés la mortalité de leurs animaux de 25% mais en n'ayant plus que 50 à 60% de femelles.

Il faut réfléchir dans ce cas sur les méthodes permettant aux éleveurs de sauvegarder leurs femelles lors d'une crise et de comparer leurs couts/efficacité par rapport à des campagnes luttant contre la mortalité.

On ne parle pas du taux du taux de mise-bas pour deux raisons. D'une part celui-ci est déjà à un bon niveau est il sera difficile de l'améliorer sans y mettre d'importants moyens (complémentation, IA,...) en termes techniques et économiques. De plus l'augmentation de ce taux à laquelle on peut s'attendre n'est pas assez élevé par rapport à ce que peut donner l'abaissement du taux de mortalité ou la sauvegarde des femelles reproductrices.

Pour améliorer le travail réalisé dans cette étude il aurait fallu pouvoir enquêter un nombre plus important d'éleveurs pour obtenir des paramètres démographiques plus fiables. De plus un grand échantillon aurait permis de trouver plus d'hétérogénéités dans les éleveurs. On aurait ainsi pu créer différents groupes pour lesquels il y aurait eu comparaison des dynamiques démographiques puis des mécanismes de reconstitution de cheptel sous divers scénarios.

Des analyses complémentaires peuvent être menées lors de travaux suivant en comparant par exemple divers scénarios de reconstitution de cheptel pour des types d'éleveurs différenciés selon les valeurs des taux naturels de leur troupeau. Ceci pourrait se faire dans un échantillon hétérogène.

L'étude qui a été faite ne s'intéresse pas à l'étude des paramètres démographiques au niveau de l'unité « campement-troupeau ». Une telle étude pourrait être menée afin de pouvoir identifier certaines caractéristiques de cette unité qui auraient un impact notable sur les valeurs des paramètres démographiques.

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Ali A., Lebel T., Amani A., 2007. **Revisiting the standardized precipitation index applied to rainfall variability analysis in the Sahel**. AMMA (African Monsoon Multidisciplinary Analyses), 2<sup>nd</sup> International Conference, Karlsruhe, 26-30 nov. 2007, Abstracts (Genau I., van den Akker E. & Redelsperger J. -L. eds), pp. 243-244.
- Alive, 2006. **Pastoral livelihoods between aid dependence and self-reliant drought management**, Alive LEAD keynote Session 1 ALIVE-LEAD.
- Ancey V., Monas G. 2005. **Le pastoralisme au Sénégal, entre politique « moderne » et gestion des risques par les pasteurs**. Tiers-Monde. Tome 46 n°184. pp. 761-783.
- Awadallah M.H. 1992. **Quelques données relatives à l'anatomie, à la zootechnie, à la production et à la biochimie du zébu Gobra**. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, E.I.S.M.V. Thèse, 103p
- Ba A., Lesnoff M., Pocard-Chapuis R., Moulin C.H., 2011 **Demographic dynamics and off-take of cattle herds in southern Mali**. Tropical Animal Health and Production. Volume 43:1101-1109
- Bâ C., 1986 - **Les Peul du Sénégal. Étude géographique**. Dakar : NEA.
- Bernadet P. 1986. **Elevage et agriculture dans les savanes du Nord**, *in Politique africaine. Côte-d'Ivoire, la société au quotidien*, n° 24 :29-40
- Bonfiglioli A.M. 1990. **Pastoralisme, agro-pastoralisme et retour : itinéraires sahéliens**. Cah. Sci. Hum. 26 : 255-266
- Bonnet B., Marty A., Demante M.J., 2005. **Hydraulique et sécurisation des systèmes pastoraux au Sahel ; appui à la gestion locale**. Démarches et méthodes, IRAM. 28p.
- Brooks N. 2006. **Changement climatique, sécheresse et pastoralisme au sahel**. Note de discussion pour l'Initiative Mondiale sur le Pastoralisme Durable.
- CILSS, Comité permanent inter-états de lutte contre la sécheresse dans le Sahel. 2001. **Le contexte de la vulnérabilité structurelle par système dans les pays du Sahel**.
- Cissé M., 1992. Situation actuelle de la production laitière au Sénégal. LNERV/BP 2057, Dakar
- Coulibaly D., 2007. **Elevage et Pastoralisme au Sahel: Potentialités, Contraintes & Perspectives**. Présentation CILSS.
- Dehoux J.-P. et Hounsou-Ve G. 1993. **Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au nord-est du Bénin**. *Revue mondiale de zootechnie*. N°74-75

- Dicko M.S., Djiteye M.A., Sangare M. 2006. **Les systèmes de productions animales au Sahel**. Revue Sécheresse. 17 :83-97
- FAO, 2001. **Pastoralism in the New Millennium. Animal Production and Health Paper No. 150**, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- Guibert B., 2008. **Restrictions et reconstructions successives d'un espace vital (pastoral, social et politique) des Peulhs du Ferlo sénégalais durant la deuxième moitié du XXe siècle**. Capitalisation du projet PAPP
- Hulme, M., Doherty, R., Ngaro, T., New, M. and Lister, D. 2001. **African climate change: 1900-2100**. Climate Research 17, 145-168.
- Janin P., 2007. **Marginalité, vulnérabilité et pratiques de survie en période de soudure alimentaire**. Colloque « Dynamique de pauvretés et vulnérabilités ».18p
- Le Masson A., 1980. **Situation de l'élevage bovin dans la sous-préfecture de l'Oudalan Gorom-Gorom**. Rapport d'activité 1977-1979. C.I.D.R. n°228, 171p
- Lesnoff M., Lancelot R., Moulin C.-H., 2007. **Calcul des taux démographiques dans les cheptels domestiques tropicaux – Approche en temps discret**. CIRAD (Centre International de recherche Agronomique pour le développement), Ilri (International Livestock Research Institut). Edition Quæ. 74p.
- Lesnoff, M., 2009. **Manuel de formation pour la mise en œuvre du questionnaire d'enquête démographique 12MO**. CIRAD (Centre de Coopération Internationale de Recherche Agronomique pour le Développement). <http://livtools.cirad.fr>
- Lesnoff, M., 2009-2010. **DYNMOD: A spreadsheet interface for demographic projections of tropical livestock populations, User's manual**. CIRAD (French Agricultural Research Centre for International Development). <http://livtools.cirad.fr>.
- Lesnoff, M., Messad, S. Juanes X. 2010. **12MO: A cross-sectional retrospective method for estimating livestock demographic parameters in tropical small-holder farming systems**. CIRAD (French Agricultural Research Centre for International Development). <http://livtools.cirad>.
- Lesnoff M., 2011. **Sensitivity analysis of the recovering dynamics of a Sahelian cattle population after a drought**. Article en cours de rédaction.
- Marshall, K., Ejlersen, M., Poole, J. 2010. **Sustainable Management of Globally Significant Endemic Ruminant Livestock in West Africa (PROBGEBE): Estimate of Livestock Demographic Parameters in The Gambia**. ILRI project report. ILRI, Nairobi.
- Messad S., Saley M., 2008. **Appui au projet PASEP, analyse des données de l'enquête démographique du cheptel de ruminants domestiques de la région de Tahoua (République du Niger)**. Rapport de mission.

- N'diaye P., 1980. « **Végétation et faune** », ATLAS DU SENEGAL, ED. JEUNE AFRIQUE, p. 18-19.
- Njoya A., Bouchel D., Ngo Tama A.C., Moussa C., Martrenchar A., Letenneur L. 1997. **Systèmes d'élevage et productivité des bovins en milieu paysan au Nord-Cameroun**. *World Animal Review*. N°89
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2004. **Perspectives à moyen terme pour les produits agricole. Projections vers l'an 2010**. Rome.
- Perret C., Jost S., 2008. **Climat, changements climatiques et pratiques agro-pastorales en zone sahélienne**. Les défis du changement climatique et des bioénergies.
- Pouillon F. 1988. **Cens et puissance, ou Pourquoi les pasteurs nomades ne peuvent pas compter leur bétail**. In: Cahiers d'études africaines. Vol. 28 N°110 :177-205.
- Pradère, J.P., 2007. **Performances et contraintes de l'élevage au Mali. Version provisoire**. Projet P3A, Mali, 73p.
- Réseau de Prévention des Crises Alimentaires, 2010. **L'élevage au Sahel et en Afrique de l'Ouest**. 26<sup>ème</sup> réunion annuelle, Accra.
- Roberty G., 1953. **La végétation du Ferlo**. Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire. Tome XIV, n°3
- RPCA, 14-16 décembre 2010. 26<sup>ème</sup> réunion annuelle du Réseau de Prévention des Crises Alimentaires (RPCA) Accra (Ghana)
- Santoir C. 1978. **Les sociétés pastorales du Sénégal face à la sécheresse 1972 –1973**. Centre ORSTOM Dakar
- Sarr F. 2008. **Pastoralismes et aléas climatiques. Aléas climatiques et élevage au Sénégal**. Huitièmes Rencontres Internationales de Pastoralisme Organisées par la Fédération des Alpages de l'Isère.
- Sarr M.A., 2009a, **Evolution récente du climat et de la végétation au Sénégal (cas du Ferlo)**, thèse de doctorat, Université Jean Moulin Lyon 3, LCRE UMR 5600 CNRS, 410 p.
- Sarr M.A., 2009b. **Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images Landsat**. CYBERGEO : EUROPEAN JOURNAL OF GEOGRAPHY, Environnement, Nature, Land scape, Article 472
- Sokona Y., Touré A., 2009. **L'adaptation en zone sahélienne : état des lieux, perspectives et contraintes**. LIAISON ÉNERGIE-FRANCOPHONIE No 85
- Sy O., 2010. **Mobilité pastorale dans la Basse vallée du Ferlo dans le contexte de la remise en eau**. Les Cahiers d'Outre-mer. n°249 :31-46

Tacher G. 1975. **Notes sur le démographie bovine au Sahel.** Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.  
28(4) :547-569





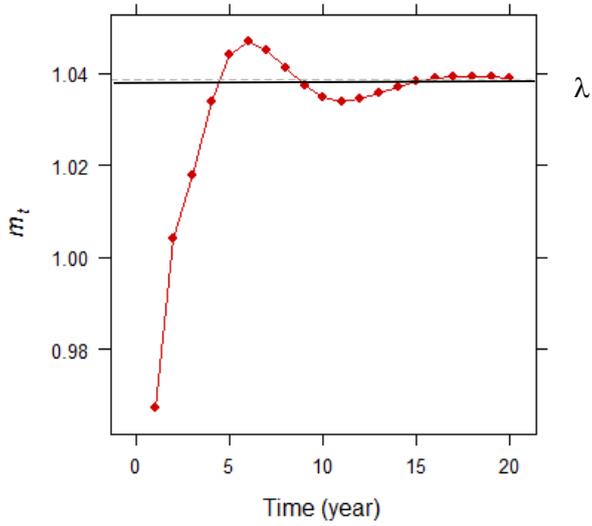
QUESTIONNAIRE CAMPMENT					
1. DATE DE L'ENQUETE : [ ] [ ] [2][0][1][1]					
(jour)		(mois)		(année)	
2. NUMFARM : [ ] [ ]			3. CODECAMPMENT : [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]		
<b>Identification du campement</b>					
4. NOM DU CAMPMENT					
5. FORAGE DE RATTACHEMENT					
6. NOM DE LA PERSONNE RESSOURCE <sup>1</sup>					
6.b LIEU DIT					
6.b COORDONEES GPS			Long:	Lat:	
<b>Section 1: Informations sur les ménages et habitants du campement</b>					
7. NOMBRE D'HABITANTS DANS LE CAMPMENT			[ ] [ ]		
8 INDiquer : NOMBRE D'HOMMES [ ] [ ] NOMBRE DE FEMMES [ ] [ ]					
NOMBRE D'ENFANTS [ ] [ ]					
<b>Section 2: Activités agricoles</b>					
9. PRATIQUE DE L'AGRICULTURE (1:oui 2:non) [ ]					
<b>Section 3: Pratiques d'alimentation du troupeau</b>					
10 EMBOUCHE COMMERCIALE (1:oui 2:non) [ ]					
11 a. COMPLEMENTATION HORS EMBOUCHE (1:oui 2:non) [ ]					
SI COMPLEMENTATION					
b. ANIMAUX COMPLEMENTES (1: tout le troupeau 2: partie du troupeau)					[ ]
c. SI PARTIE DU TROUPEAU, QUELS ANIMAUX?					
> Femelles en lactation			[ ]		
> Animaux de trait			[ ]		
> Autres			[ ]		
PAGE [ ]/[ ]					

* Personne ayant une connaissance longue dans la gestion du troupeau					
<b>Section 4: Activités de transhumance (rappel: uniquement bovins)</b>					
12. PRATIQUE DE LA TRANSHUMANCE (1: Oui 2: Non) <input type="checkbox"/>					
SI OUI : (1: partie du troupeau 2:tout le troupeau) <input type="checkbox"/>					
13. DESTINATION FINALE DE LA TRANSHUMANCE					
14. PERIODE DE L'ANNEE DE DEPART ET RETOUR DE TRANSHUMANCE					
INDIQUER : MOIS (1: Mois de départ en transhumance 2: Mois de retour de transhumance)					
<input type="checkbox"/>	Janvier	<input type="checkbox"/>	Mai	<input type="checkbox"/>	Septembre
<input type="checkbox"/>	Février	<input type="checkbox"/>	Juin	<input type="checkbox"/>	Octobre
<input type="checkbox"/>	Mars	<input type="checkbox"/>	Juillet	<input type="checkbox"/>	Novembre
<input type="checkbox"/>	Avril	<input type="checkbox"/>	Aout	<input type="checkbox"/>	Décembre
15. RAISON DE LA TRANSHUMANCE					
Manque de pâturage				<input type="checkbox"/>	
Manque d'eau pour le bétail				<input type="checkbox"/>	
Raisons familiales				<input type="checkbox"/>	
Eviter un conflit avec les agriculteurs voisins				<input type="checkbox"/>	
Autre				<input type="checkbox"/>	
<b>Section 5: Pratiques sanitaires pour le troupeau</b>					
16. SI VOUS VOYEZ DES ANIMAUX MALADES DANS LE TROUPEAUX					
a. Vaccinez-vous? (1:oui 2:non) <input type="checkbox"/>					
SI VACCINATION (1:tout le troupeau 2/partie du troupeau) <input type="checkbox"/>					
QUI VACCINE?(1:vous-même 2: un vétérinaire) <input type="checkbox"/>					
17. a. DEPARASITAGE INTERNE(vermifuge) (1:oui 2:non) <input type="checkbox"/>					
SI DEPARASITAGE					
b. ANIMAUX DEPARASITES (1: tout le monde 2: partie du troupeau) <input type="checkbox"/>					
c. Si partie du troupeau, proportion (1: moitié ou plus 2:moins de la moitié) <input type="checkbox"/>					
18. a. DEPARASITAGE EXTERNE (1:oui 2:non) <input type="checkbox"/>					
SI DEPARASITAGE					
b. ANIMAUX DEPARASITES (1: tout le monde 2: partie du troupeau) <input type="checkbox"/>					
c. Si partie du troupeau, proportion (1: moitié ou plus 2:moins de la moitié) <input type="checkbox"/>					
PAGE <input type="checkbox"/> / <input type="checkbox"/>					

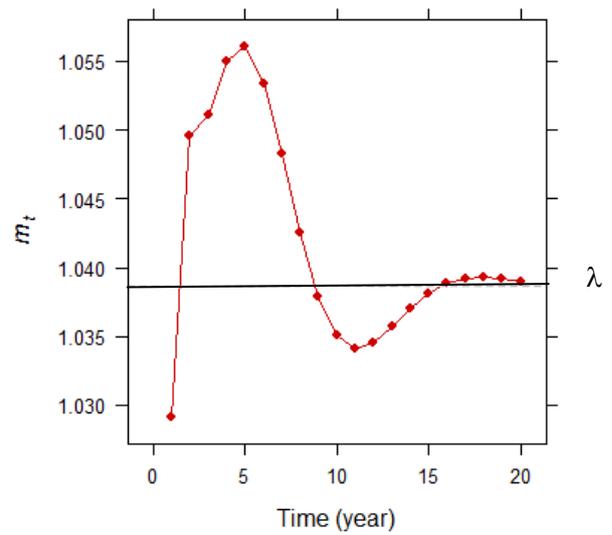
## Annexe 2

Comparaison des taux de multiplication ( $m_t$ ) des régimes transitoires pour le cas témoin suivant différentes valeurs de la proportion de femelles (strf)

Régime transitoire strf=0,50 pour cas témoin

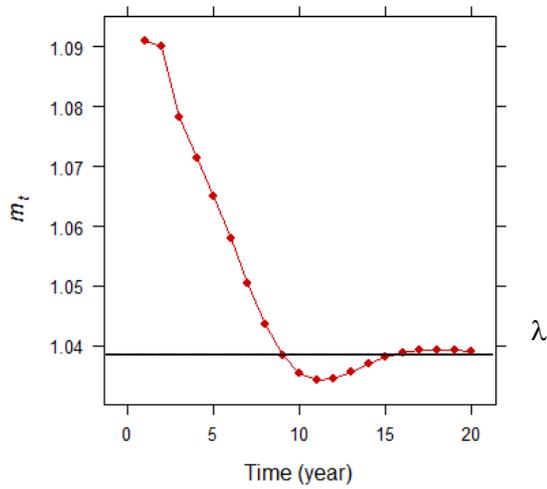


Régime transitoire strf = 0,60 pour cas témoin



Taux de multiplication (croit en régime transitoire) =  $m_t$       Taux de croit à long terme =  $\lambda$

Régime transitoire strf=0,70 pour cas témoin



Régime transitoire strf = 0,80 pour cas témoin

