

# Compte rendu de mission

-

## Troisième itération du simulateur 4 – 6 décembre 2024



*VENDEL François, DELAY Etienne,  
BOMMEL Pierre, SOW Moussa  
Traduction-animation : SOW Dioubeyrou*

tags: ComMod Cormas dundiFer lo Sénégal

## Table des matières

1	Introduction.....	4
2	Contexte de la mission – Résultats des activités passées.....	5
2.1	Phase 1 – Comprendre les situations d’action, dégager les préoccupations et attentes locales.....	5
2.2	Phase 2 – Co-construction du simulateur à base d’agents.....	5
3	Compte rendu de mission chronologique.....	6
3.1	Objectifs du projet et des ateliers.....	7
3.2	Rappel des attentes et de la démarche scientifique.....	7
3.3	Journée du 4 Décembre 2024.....	8
3.3.1	Déroulé de la journée.....	8
3.3.2	Observations et Discussions.....	8
3.3.3	Apprentissages sociaux.....	8
3.3.3.1	Apprentissages cognitifs.....	8
3.3.3.2	Apprentissages normatifs.....	10
3.3.3.3	Apprentissages relationnels.....	11
3.3.4	Propositions d'amélioration du modèle.....	12
3.3.5	Propositions de scénarios.....	13
3.3.6	Points importants de la journée.....	13
3.3.7	Capsules vidéos.....	14
3.3.7.1	Etienne Delay – Chercheur CIRAD – Avant l’atelier.....	14
3.3.7.2	Pierre Bommel – Chercheur CIRAD – Avant l’atelier.....	14
3.3.7.3	Ibrahima Ndongo – Chef de Village – Après l’atelier.....	14
3.4	Journée du 5 Décembre 2024.....	15
3.4.1	Déroulé de la journée.....	15
3.4.2	Apprentissages sociaux.....	16
3.4.2.1	Apprentissages cognitifs.....	16
3.4.2.2	Apprentissages normatifs.....	16
3.4.2.3	Apprentissages relationnels.....	17
3.4.3	Modèle Feux de Brousse.....	17
3.4.4	Points importants de la journée.....	19
3.4.5	Capsule vidéo – Moctar Sow – représentant de chef de village -.....	20
3.5	Journée du 6 Décembre 2024.....	20
3.5.1	Déroulé de la journée.....	20
3.5.2	Scénario analysé et récit associé.....	21
3.5.3	Apprentissages sociaux.....	22
3.5.3.1	Apprentissages cognitifs.....	22
3.5.3.2	Apprentissages relationnels.....	22
3.5.4	Points Importants de la Journée.....	23
4	Discussion.....	23
4.1	Apprentissages relationnels.....	24
4.1.1	Apprentissages cognitifs.....	24
4.1.2	Apprentissages normatifs.....	25
4.1.3	Apprentissages relationnels.....	26
4.2	Versions futures envisagées du modèle et hypothèses associées.....	26
4.2.1	Version 2 : Intégration de la gestion de l’eau.....	26
4.2.2	Version 3 : Intégration des pratiques agricoles, de récolte des PFNL et du reboisement.....	27



4.2.3	Modèle complémentaire : Gestion des feux de brousse.....	27
4.3	Perspectives.....	28
4.3.1	Renforcement de la responsabilisation et de la légitimité des responsables locaux.....	28
4.3.2	Intégration accrue des responsables locaux dans les espaces de concertation.....	28
4.3.3	Amélioration de la communication entre les parties prenantes.....	29
5	Conclusion.....	29

## Index des figures

Figure 1:	Aperçu de DundiModel lors d'une simulation.....	9
Figure 2:	Exemple du NEC 3 pour les bovins (en haut) et les ovins (en bas).....	11
Figure 3:	Discussions sur les stratégies pastorales autour d'une parcelle agricole.....	17
Figure 4:	Discussion entre le modélisateur et un des acteurs locaux sur les formes de pare-feux (lignes jaunes sur l'image du modèle).....	18
Figure 5:	Mise en situation pour définir la charge de travail d'une personne pour la construction d'un pare-feu.....	18
Figure 6:	Environnement PSE d'un ensemble de simulations du modèle DundiModel. L'encadré jaune correspond à la simulation du récit présenté .....	22
Figure 7:	Processus itératif de notre démarche de modélisation d'accompagnement - inspiré de Etienne, 2014.....	24

## 1 Introduction

Dans le prolongement du travail de recherche entrepris par Mlle Anna Ndiaye dans la tâche 3.3.1 du projet CASSECs, nous avons voulu approfondir et à étendre les stratégies de gestion du pastoralisme pour améliorer le bilan carbone sur le territoire sénégalais. La modélisation de transhumance, initialement explorée dans le mémoire de fin d'études de Mlle Ndiaye, a servi d'inspiration conceptuelle à notre démarche. Le travail réalisé ici s'appuie sur cette base pour explorer plus avant les dynamiques de déplacement des troupeaux et leur impact environnemental, notamment en termes de gestion des ressources naturelles.

Les résultats du jeu de plateau, utilisé comme outil d'analyse et de sensibilisation dans le mémoire de Mlle Ndiaye, a été adaptés et complexifiés dans un modèle de simulation. Celui-là modélise les comportements des troupeaux en fonction des ressources disponibles et des variations saisonnières, permettant une compréhension améliorée des interactions entre les pratiques de pâturage et la santé des écosystèmes. Ce travail intègre également une dimension de gestion durable, soulignant comment les pratiques agro-sylvo-pastorales peuvent être explorées au regard de leur viabilité pour renforcer la résilience environnementale et économique des communautés locales.

En reprenant ces éléments clés, ce compte-rendu de mission vise non seulement à documenter l'évolution du processus de co-construction du modèle informatique, mais aussi à proposer des améliorations pragmatiques et durables, en lien avec les objectifs de développement durable du Sénégal. Ce travail interdisciplinaire, qui s'inscrit en continuité avec les recherches antérieures, et permet à F. Vendel (CIRAD – Proj Dundi-Ferlo) d'avancer sur des problématiques de thèse. Nous continuons donc à approfondir notre compréhension de la gestion des territoires pastoraux face aux défis climatiques actuels et d'agir plus efficacement dans cette gestion.

## 2 Contexte de la mission – Résultats des activités passées

### 2.1 Phase 1 – Comprendre les situations d’action, dégager les préoccupations et attentes locales

En mobilisant une approche par les communs (Aubert et al. 2022, 2020) et de la modélisation d’accompagnement (ComMod – *Companion Modeling*), la première partie de la thèse a consisté à comprendre l’évolution passée du territoire, tant au niveau écologique, des pratiques anthropiques que des modes de gestion des ressources naturelles à travers des entretiens semi-directifs et des ateliers participatifs. Identifier les trajectoires historiques a permis de mettre en exergue les préoccupations et les attentes locales dans la gestion des ressources naturelles, des activités anthropiques que nous nous permettons de transférer dans le cadre de la restauration des terres dégradées porté par le projet Dundi Ferlo. Cela concerne les points suivants :

- Une plus grande responsabilisation et légitimité des responsables locaux dans la gestion des pratiques agro-sylvo-pastorales et des mouvements de populations,
- Une meilleure intégration des responsables locaux dans les espaces de concertation concernant la gestion des ressources naturelles, de leurs usages et les initiatives de reforestation,
- Une meilleure communication entre les différentes parties prenantes des activités agro-sylvo-patorales (entre porteurs de projets, collectivités territoriales et communautés locales).

Ces préoccupations, précisées et réactualisées au cours des rencontres, ont amené à la question suivante (*reformulée lors de la seconde itération du modèle à base d’agent, Octobre 2024*):

**« Quels modes de gestion permettent l'accès aux ressources pastorales à tous les usagers tout en favorisant l'accès aux "ayant droit" (les habitants de l'Unité Pastorale) et en préservant la régénération des ressources ligneuses ? »**

### 2.2 Phase 2 – Co-construction du simulateur à base d’agents

Pour répondre à cette question, nous avons conçu une première version de simulateur à base d’agent. Cette version du simulateur a permis aux participants de le critiquer, le modifier et l’amender selon leurs points de vue, intérêts et connaissances lors d’une précédente session de modélisation d’accompagnement.

Ce simulateur à base d’agents s’est construit à partir d’un diagramme de classe qui prend la forme d’un modèle d’interaction entre des agents, un espace et des ressources. Il prend son origine dans un diagramme PARDI qui avait été co-construit au préalable avec les comités de gestion des parcelles de Younoufé et Soussette. Il a été remodelé suite à un ensemble d’entretiens lors de la première phase du projet doctoral. Ce diagramme constitue une référence de travail pendant la phase de co-construction du simulateur.

Cette session constitue la poursuite de co-construction du simulateur à partir de la version reprise lors du dernier atelier, selon les recommandations des acteurs. Elle porte sur les discussions qui ont amené réévaluer les propositions d'amélioration des spécificités environnementales du modèle, à définir les critères de satisfactions pour les agro-pasteurs concernant les objectifs de la préservation des populations ligneuses et de l'élevage.

### 3 Compte rendu de mission chronologique

La session se déroule en 3 périodes d'une journée chacune. Nous suivons progressivement les réarrangements de points de vue, des attentes et de la compréhension réciproque de l'équipe de recherche et de la société civile sur le modèle et l'autre groupe d'acteurs.

#### Participants

Nom / Prénom	Village	Fonction
Dia Djibi	Velingara Diao	Chef de village
Ba Mamadou	Nieloumol	Chef de village
Ndiaye Hamdou	Soussette	Éleveur transhumant
Sow Mbayel	Soussette	Président Comité de Gestion de parcelle
Barry Yaya	Sewelde	Chef de village
Barry Ifra	Mbonaye 1	Chef de village
Sow Pape Demba	Touba Velingara	Délégué Unité Pastorale
Ba Abdoulaye	Soussette	Éleveur transhumant
Diallo Lamine	Wendou Namary	Chef de village
Ba Ousmane	Mbelogne Ourourbe	Chef de village
Diallo Idrissa	Wendou Ilo	Chef de village
Dia Soya	Thiafaly	Représentant chef de village
Ndongo Ibrahima	Touba Vélingara	Chef de village
Ndongo Souleymane	Touba Vélingara	Délégué
Ba Mahmoud	Vélingara Ferlo	Représentant du Maire
Etienne Delay	Dakar	Chercheur CIRAD ESP Dakar
Pierre Bommel	Montpellier (France)	Chercheur CIRAD
Sow Moussa	Soussette	Traducteur animateur
Sow Dioubeyrou	Soussette	Traducteur animateur / Représentant des Eaux et Forêts



### 3.1 Objectifs du projet et des ateliers

Le projet de recherche mené dans le cadre de Dundi Ferlo est de co-construire un modèle de simulation pour explorer des scénarios contrastés de gestion des ressources pastorales et forestières. Le travail de co-construction permet d'hybrider des connaissances expertes et des connaissances vernaculaires. Ce travail revêt un double enjeu :

- explorer avec les acteurs des scénarios d'évolution future qui les intéressent, définir et vérifier avec les acteurs locaux les jeux de paramètres initiaux qui conduisent le système dans un espace de paramètres de l'ordre du non pensé.
- suivre dans le temps les conséquences de cette co-construction.
  - *A court terme*, comment les acteurs et les chercheurs font évoluer leurs vision du processus.
  - *A moyen terme*, quels types de proposition les acteurs veulent pouvoir tester dans le modèle avant de les implémenter dans la vraie vie. On est là dans la situation de futurs alternatifs basés sur les pratiques décrites par les participants.

### 3.2 Rappel des attentes et de la démarche scientifique

#### Attentes des participant :

Les préoccupations des acteurs locaux avaient été définies lors d'une précédente mission :

- Clarifier la responsabilisation et la légitimité des responsables locaux dans la gestion des ressources agro-sylvo-pastorales et des mouvements de populations.
- Améliorer l'intégration des responsables locaux dans les discussions sur la gestion des ressources naturelles et les initiatives de reforestation.
- Renforcer la communication entre les différentes parties prenantes.

#### Démarche scientifique - Modélisation d'accompagnement

La démarche de modélisation d'accompagnement mise en œuvre dans le cadre des projet Dundi Ferlo comme dans le cadre de CASSECs propose de développer un modèle de simulation pour pouvoir se projeter dans des futurs alternatifs. Ces simulations seront les résultats de la co-construction du modèle de simulation dont ses éléments constitutifs et les pratiques sont décrites par les acteurs participant à la démarche. Ces activités renseignées et collectées dans les rapports sont mises ensemble pour produire des « traces » de chaque étape du processus de modélisation. Les différentes version du modèle, des formes sociales et spatiales qui se donnent à voir pour envisager des alternatives seront décrites et renseignées au travers d'un ensemble de moyens : capsules vidéos, ODD du modèle et dépôt GIT (dépôt informatique), accompagnées du présent rapport.

### **3.3 Journée du 4 Décembre 2024**

#### **3.3.1 Déroulé de la journée**

La première journée de l'atelier a eu lieu le 4 Décembre à Vélingara-Ferlo, avec la participation de membres du CIRAD et de divers acteurs locaux, principalement des chefs de village ou leurs représentants.

##### **Rappels des ateliers précédents :**

Rappel des activités précédentes de modélisation d'accompagnement à partir du rapport local et du rapport d'Octobre 2024.

##### **Activités en plénière :**

- Discussion libre sur les enjeux abordés lors des précédents ateliers et les avancées du processus
- Description des dynamiques environnementales intégrées dans le modèle de simulation depuis la dernière itération
- Validation collective des stratégies alimentaire et spatiales des troupeaux, ainsi que des stratégies des chefs de campement (dans le modèle comme agent « foyer ») intégrés dans le modèle de simulation. Révisions, si nécessaires, de ces éléments et de leurs comportements.

#### **3.3.2 Observations et Discussions**

La première journée a été consacrée à la vérification et validation des aspects environnementaux et des comportements dans le modèle de simulation. Les échanges qui ont animé la session ont abordé des considérations plus larges qui ont permis d'explorer ou de revenir sur divers apprentissages sociaux autour des pratiques locales, des connaissances partagées et des questionnements sur les règles et les enjeux locaux. Un moment préliminaire a été dédié à faire un rappel des précédentes activités incluant les ateliers de modélisation. Les discussions qui ont suivi, dont le choix des thématiques est libre en premier lieu, se sont d'abord orientés vers les enjeux de prévention des feux de brousse, d'accueil des transhumants et de responsabilité des éleveurs à gérer collectivement les pratiques et ressources naturelles. Les problématiques liées aux transhumants restent ancrées dans la mémoire collective, notamment sur les dégradations qu'ils occasionnent (Surpâturage, coupe abusive et non durable des arbres) et sur la responsabilité citoyenne locale pour réglementer les pratiques et la mobilité des troupeaux. L'exploration de pratiques de culture, récolte et stockage du fourrage herbacé dans le modèle a été de nouveau mise en avant.

#### **3.3.3 Apprentissages sociaux**

##### **3.3.3.1 Apprentissages cognitifs**

Les apprentissages cognitifs ont principalement porté sur le partage par les modélisateurs des avancées du modèle (Figure 1) . Nous avons notamment abordé l'intégration de nouveaux éléments depuis la dernière itération, qui s'appuient sur les recommandations des acteurs locaux. Chaque élément a ainsi pu être directement révisé par les acteurs présents pour mieux correspondre à leur point de vue.



### • Spécification du tapis herbacé dans le modèle :

Le modèle utilise deux groupes d'espèces d'herbe : les graminées et les légumineuses. Chacun de ces groupes possède des caractéristiques nutritionnelles spécifiques et une évolution saisonnière propre, établies à partir de données environnementales et de travaux de recherche scientifique (Boudet, 1975 ; Guerin, 1987). Les caractéristiques nutritionnelles reposent sur deux éléments :

- L'Unité Fourragère (U.F.), qui équivaut à un apport énergétique (kcal/kg de Matière Sèche, MS).
- La Matière Azotée Digestible (M.A.D.), exprimée en g/kg de MS, considérée essentielle pour la prise de poids du troupeau et sa capacité à produire du lait, en tenant compte de la digestibilité de la ration de fourrage.

Ces deux nutriments ont été évalués pour de nombreuses espèces herbacées et ligneuses présentes en Afrique sub-saharienne (donner des références bibliographiques). Sur la base de la littérature scientifique, nous avons ensuite défini, pour chaque type de sol (Baldioli, Seeno, etc.), la proportion de chaque catégorie d'herbe, ainsi que leurs valeurs nutritionnelles respectives et leur évolution saisonnière. Nous avons également considéré que, pour chaque zone, les proportions des espèces au sein de ces deux catégories peuvent varier de façon aléatoire dans une intervalle donnée, se répercutant sur les variations de qualité perçue d'un pâturage.

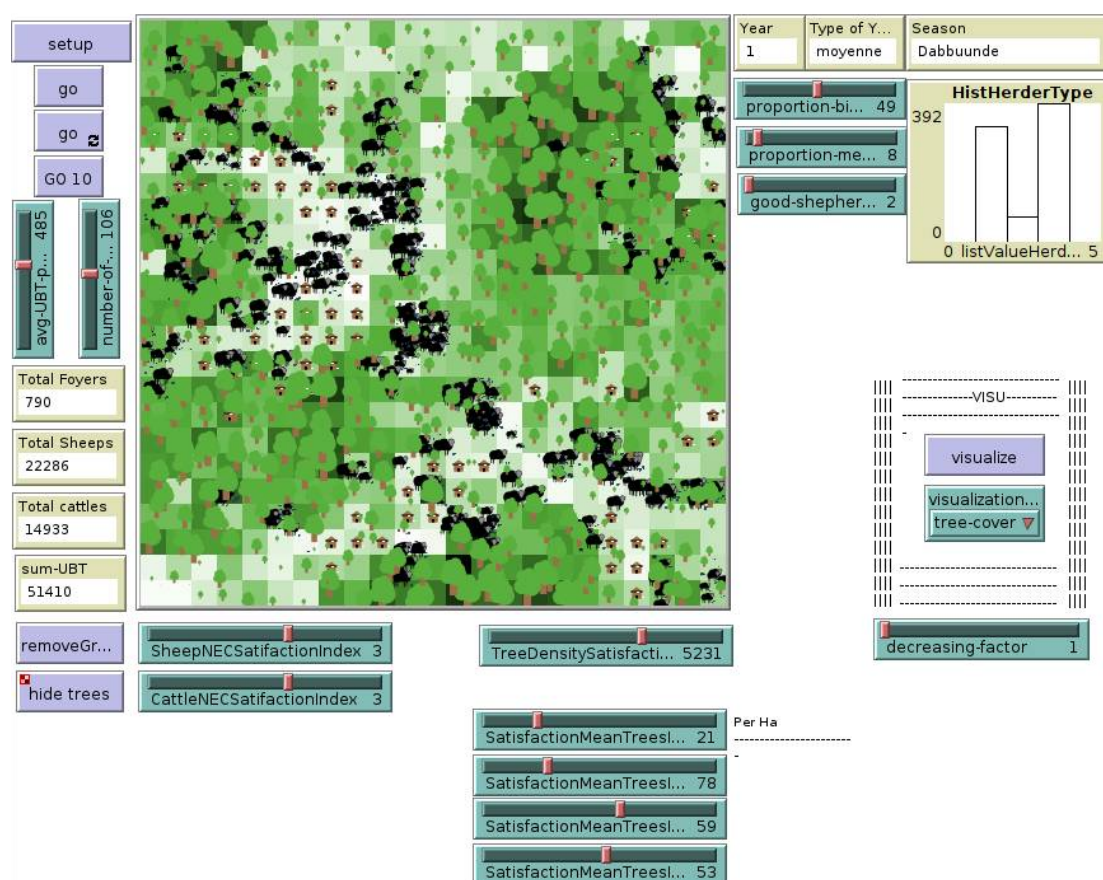


Figure 1: Aperçu de DundiModel lors d'une simulation

- **Intégration de données zootechniques**

Nous avons intégré des données sur l'ingestion du troupeau, ses préférences alimentaires et le gain de poids vif d'un animal. La littérature scientifique propose des « Notes d'État Corporel (NEC) », établies à partir de caractéristiques physiologiques liées au poids vif de l'animal. La consommation est calculée à partir de la quantité maximale de Matière Sèche qu'un troupeau peut ingérer quotidiennement et des taux d'U.F. et de M.A.D. présents dans les portions consommées, .

[<https://beep.ird.fr/collect/eismv/index/assoc/TD98-4.dir/TD98-4.pdf> – Chapitre 2]

- **Révision de la proposition initiale sur l'évolution du stock de matière sèche**

Les simulations portant sur l'intégration dans le modèle du comportement du stock de matière sèche au cours de l'année ont conduit les acteurs à revoir leur proposition initiale. Selon leurs observations, le stock de matière sèche herbacée ne diminuerait pas naturellement au cours de l'année.

### 3.3.3.2 Apprentissages normatifs

- Lors de la présentation du modèle, un débat s'est engagé sur les façons d'anticiper les effets de la saison sèche et les facteurs susceptibles d'en amplifier les conséquences (pression pastorale, termites, feux). Une piste pourrait consister à faucher l'herbe en brousse pour la stocker, voire la cultiver dans des parcelles privées (par famille, par campement ou par village). Ces propositions soulèvent plusieurs questions :
  - L'impact d'une telle méthode sur le fonctionnement global du système.
  - L'accueil réservé aux éleveurs de passage.
  - Les modalités de mise en œuvre de ces pratiques.
  - Les droits d'usage qui en découlent.
  - Le degré de réceptivité des éleveurs de passage à ce type de proposition.
- Débat sur les critères de satisfaction des éleveurs sur l'état corporel de leurs troupeaux (indicateurs). [https://agritrop.cirad.fr/597118/1/Guide\\_NEC\\_Sahel.pdf](https://agritrop.cirad.fr/597118/1/Guide_NEC_Sahel.pdf). Les discussions ont également porté sur les objectifs respectifs des chefs de villages, liés notamment à l'état de leurs troupeaux et à la préservation de l'environnement, mesurée par la densité d'arbres de plus de huit ans par kilomètre carré.
  - Pour les critères de satisfaction des éleveurs, il a été défini que le NEC considéré comme satisfaisant est d'au moins 3, et qu'il devient critique en dessous de 1, quel que soit le type de troupeau (Figure 2).
  - Concernant les densités d'arbres par hectare la satisfaction dépend aussi du type de sol, qui détermine la quantité maximale d'arbres atteignable par unité de surface. Le tableau ci-dessous présente les niveaux de satisfaction pour chaque type de zone (Tableau 1).

Tableau 1: Retour des acteurs locaux sur les densités attendues d'arbres adultes par type de sol

Type de sol	Baldioli	Caangol	Seeno	Sangre
Densité acceptable (nombre d'arbres)	60	80	20	50

à l'hectare)				
--------------	--	--	--	--

Descriptif	Vue arrière	Vue de flanc
<p><b>NOTE 3 : Animal ayant un bon aspect général</b></p> <p><b>Os du bassin et de la hanche :</b> Visibles  <b>Base de la queue :</b> Détroit caudal à peine visible  <b>Pelvis :</b> Plat à convexe  <b>Cuisses :</b> Charnues (sèches)  <b>Vertèbres lombaires :</b> Ligne des apophyses transverses marquées avec angle arrondi  <b>Creux du flanc :</b> Visible  <b>Ligne de dos :</b> Perceptible en arrière du garrot  <b>Côtes :</b> Repérables sur arrière cage thoracique  <b>Epaule :</b> Ligne d'épaule arrondie  <b>Encolure :</b> Pleine, creux du cou rempli</p>		
Descriptif	Vue Arrière	Vue de Flanc
<p><b>NOTE 3 : Animal ayant un bon aspect général</b></p> <p><b>Os du bassin et de la hanche :</b> Visibles  <b>Base de la queue :</b> Vertèbres caudales légèrement visibles  <b>Pelvis :</b> Plat à convexe  <b>Cuisses :</b> Charnues (sèches)  <b>Palpation lombaire :</b> Arc vertébral et apophyses mammaires ne sont plus palpables. Apophyses épineuses ne peuvent plus être pincées entre deux doigts. Apophyses transverses couvertes. Espace entre deux apophyses transverses différentiable sous pression des doigts.  <b>Vertèbres lombaires :</b> Ligne des apophyses transverses marquée avec angle arrondi  <b>Creux du flanc :</b> Visible  <b>Ligne de dos :</b> Perceptible en arrière du garrot  <b>Côtes :</b> Repérables sur l'arrière de la cage thoracique  <b>Epaule :</b> Ligne d'épaule arrondie  <b>Encolure :</b> Pleine, creux du cou rempli</p>		

Figure 2: Exemple de la Note d'État Corporel (NEC) « 3 » pour les bovins (en haut) et les ovins (en bas). Source : **Vall Eric**. 2020. Guide harmonisé de notation de l'Etat Corporel (NEC) pour les animaux de ferme du Sahel : ruminants de grande taille (bovins, camelins) et de petite taille (ovins, caprins) et équidés (asins et équins). Montpellier : CIRAD-ES, 43 p.

### 3.3.3.3 Apprentissages relationnels

Les ateliers nous paraissent comme étant progressivement perçus comme un espace privilégié de dialogue entre les différents acteurs. Nous commençons à observer des échanges plus directs et spontanés. Éleveurs, agriculteurs et autres parties prenantes discutent désormais librement des thématiques abordées, sans passer systématiquement par l'intermédiaire du modélisateur. Les participants considèrent de plus en plus le modèle comme un participant à part entière : ils s'interrogent sur ses composantes internes, sa logique de comportement et sa capacité à répondre aux objectifs collectifs. C'est dans ce contexte que se situent les échanges détaillés ci-après.

- **Prise en compte de la variation de densité d'arbres**

Un chef de village a spontanément demandé si le modèle intègre les différences de densité d'arbres entre les types de sols existant. Cette question a permis une meilleure compréhension de ce qui peut ou non être inclus dans le modèle, renforçant ainsi la compréhension mutuelle entre les acteurs locaux et les modélisateurs.

- **Clarification d'un malentendu entre modélisateurs et acteurs locaux**

Plusieurs simulations réalisées pour vérifier le modèle environnemental ont reproduit une réduction naturelle du tapis herbacé avec un très faible prélèvement pastoral. Un malentendu émerge suite au déroulement des simulations, qui sont interprétées par les acteurs locaux comme des scénarios avec une forte pression pastorale. Le besoin pour les modélisateurs d'une situation de référence pour comprendre la dégradation naturelle du stock de biomasse herbacée dans le modèle a suscité des inquiétudes de la part des acteurs locaux concernant les intentions des modélisateurs à vouloir simuler de tels scénarios. Des clarifications sur les intentions et les objectifs des modélisateurs ont été nécessaires pour que les acteurs puissent mieux comprendre les enjeux du modèle et de dissiper leurs inquiétudes.

### 3.3.4 Propositions d'amélioration du modèle

Les échanges ont permis de dégager plusieurs améliorations pour le modèle de simulation, afin de mieux représenter les dynamiques locales :

- **Dégradation du stock de Matière Sèche herbacée au cours de la saison sèche :** Discussions sur les observations faites sur la dégradation naturelle du stock de biomasse herbacée. Les discussions entre l'équipe de recherche et les acteurs locaux ont amené aux remarques suivantes. Le stock d'herbe ne se réduit pas ou peu au cours de l'année s'il n'y a pas de troupeau présent sur le territoire. La littérature scientifique propose des observations antagonistes aux observations des acteurs locaux (Diatta, 2023 ; Bille, 1977, cité par Guerin, 1987) . Une analyse de sensibilité concernant la vitesse de dégradation naturelle du stock de Matière Sèche au cours de l'année va indiquer si ce paramètre joue un rôle prépondérant ou non dans le fonctionnement global des simulations, ce qui pourra guider des prochaines recherches sur le sujet.

### 3.3.5 Propositions de scénarios

Les discussions ont permis de dégager un scénario potentiel à explorer dans le modèle pour simuler différents contextes et comportements :

- **Scénario de stockage du fourrage :** Simuler des pratiques de culture, récolte et stockage du fourrage à plusieurs échelles spatiales pour anticiper une trop forte présence de troupeaux transhumants et prévenir les sécheresses précoces.

### 3.3.6 Points importants de la journée

La première journée de l'atelier a permis de mettre en avant plusieurs points essentiels :

- **Appropriation du modèle et validation**





Les participants ont revu le fonctionnement du modèle de simulation et validé collectivement les paramètres environnementaux (composition herbacée, populations ligneuses).

- **Confrontation des savoirs**

Des divergences sont apparues entre les données scientifiques (concernant la dégradation du stock de matière sèche) et l'expérience locale des acteurs. Les échanges ont permis de dégager des pistes d'analyse, notamment autour de la sensibilité du paramètre de dégradation de la biomasse herbacée.

- **Nouvelles perspectives pour le modèle**

Une nouvelle hypothèse a été proposée sur la culture et le stockage du fourrage, pour mieux gérer l'accès aux ressources pastorales et satisfaire à la fois les objectifs des éleveurs (état corporel des troupeaux) et de l'environnement (densité d'arbres).

- **Spécification des indicateurs**

Les discussions ont conduit à définir clairement les critères permettant d'évaluer l'atteinte des objectifs individuels de chacun des groupes d'acteurs:

- **Note d'État Corporel (NEC)** : seuil minimal fixé à 3, seuil critique en dessous de 1.
- **Densité d'arbres** : niveaux de satisfaction dépendant du type de sol (Baldioli, Seeno, etc.), avec une densité cible à atteindre ou à ne pas dépasser.

- **Clarification des objectifs et levée d'incompréhensions**

La présentation de simulations « sans troupeau » a suscité des inquiétudes chez les acteurs locaux. Les chercheurs ont expliqué que l'objectif était de comprendre le comportement de la végétation en l'absence de pression pastorale, afin d'avoir un état de référence du modèle environnemental pour mieux mesurer l'impact réel des troupeaux. Cette clarification a permis de lever les malentendus et de renforcer la compréhension mutuelle autour du processus de modélisation.

- **Perspectives de travail**

- **Test du scénario de stockage du fourrage** : Étudier l'impact de cette pratique sur la disponibilité des ressources, en particulier lors des sécheresses précoces ou en période de forte présence de transhumants.
- **Amélioration du modèle** : Réalisation d'analyses de sensibilité sur la vitesse de dégradation naturelle de la matière sèche et intégration plus fine des observations locales pour mieux représenter la dynamique de la végétation.

### 3.3.7 Capsules vidéos

#### 3.3.7.1 Etienne Delay – Chercheur CIRAD – Avant l'atelier

L'objectif de la journée c'est de discuter d'indicateurs de satisfaction qui soient un peu contradictoires les uns avec les autres. Pour le moment, dans le modèle on a des arbres qui poussent,

on a des troupeaux qui passent et qui vont manger les feuilles ou les fruits des arbres quand il n'y a plus d'herbe. Donc l'enjeu c'est de définir avec eux ces indicateurs de satisfaction et de pouvoir voir si on peut, dans le même système, contenter plusieurs points de vue, notamment ici le point de vue de l'environnement et le point de vue du pastoraliste avec derrière une réflexion sur ces indicateurs : qu'est-ce qu'ils peuvent bien être. Pendant les derniers ateliers François avait discuté des conditions corporelles des animaux et donc ils ont été intégrés dans le modèle. Maintenant on se demande qu'est-ce qui est satisfaisant d'un point de vue des conditions corporelles de l'animal, mouton et vache parce qu'on a les deux dans le modèle, et puis discuter aussi, s'il y a des gens des eaux et forêts dans l'atelier, quelles sont les conditions environnementales satisfaisantes et notamment en termes de densité d'arbre par type de milieu selon leur point de vue. Ensuite on pourra confronter les deux pour voir s'il y a des points de convergence qu'on peut trouver par la modélisation.

### 3.3.7.2 Pierre Bommel – Chercheur CIRAD – Avant l'atelier

Mon dernier atelier c'est en avril 2024. C'était un modèle très simple et déjà lors de cet atelier on avait été confronté à des problèmes de surinterprétation des résultats par les gens avec lesquels on travaillait. Depuis le modèle s'est extrêmement complexifié avec beaucoup plus d'éléments à prendre en considération : les feuilles, les fruits, les arbres. Et moi ce qui m'intéresse c'est de savoir : comment vont-ils réagir justement à cette nouvelle complication du modèle ? Est-ce que justement est-ce que ça va plutôt les faire atterrir, réduire cette surinterprétation ou la rendre de plus en plus puissante ? C'est ça qui m'intéresse.

### 3.3.7.3 Ibrahima Ndongo – Chef de Village – Après l'atelier

On salue tout le monde et le travail qu'on a fait comme on a l'habitude de le faire. On a appris différentes domaines concernant la répartition des arbres et de l'agriculture. Chacun de nous connaît ces pratiques si on parle d'agriculture, et les arbres sont importants dans la vie humaine. Nous serons ravis de rappeler ces domaines. L'homme et les arbres sont les premiers à apparaître sur terre et l'être humain dépend des arbres et de l'agriculture pour vivre. Les arbres nous procurent de l'ombre et nous utilisons la paille et les branches pour faire des cases. Nous avons parlé aussi de « Seeno », « Baldiol », « Sangré » et « Caangol ». Dans le « Seeno », nous avons dit que c'est la préférence de l'agriculteur et le « Baldiol » c'est la préférence du pasteur. Le « Baldiol » étant un endroit humide avec beaucoup d'arbres c'est un endroit favorable pour le berger pour faire de pâturage. Les éleveurs préfèrent les montagnes aussi pour être à l'abri des feux de brousse car cette zone la fréquence des feux est moyenne. Et ils remontent en « Dabuundé » dans le « Caangol » pendant la période de fraîcheur, c'est le moment propice pour eux : il y a beaucoup d'arbres et leur troupeaux pourront nourrir des feuilles et les branches. Nous avons parlé de l'agriculture. Sa préférence c'est les endroits humides ou il y a moins d'arbres car pour cultiver de grandes espaces chaque hectare doit avoir au maximum cinq arbres. Pour l'agriculture on préfère une zone vaste où la fréquence des grands arbres est moyenne pour avoir une grande superficie (i.e. à cultiver).

Nous avons aussi parlé de Caangol où les éleveurs passent pendant la saison sèche pour creuser des petits puits pour que leur troupeaux puissent avoir de l'eau car à cette période les mares sont vides. Nous vous remercions de tout ce que vous avez fait dans cet atelier c'est d'une grande importance car ça nous aidera à connaître nos domaines d'activités et sa reflète notre vie quotidienne. C'est





ainsi que nous prions que tout ce qu'on a fait ici soit bénéfique et la connaissance que nous acquérons n'est pas petite. Car la connaissance n'est jamais petite et le but de notre atelier était l'objet de partage de connaissances et d'échanges très riches en points de vue. Ça nous a permis de débattre sur plusieurs points très importants et de savoir ce qu'on ne savait pas avant. C'est une satisfaction pour nous et nous vous remercions que vous nous aidez.....je vous remercie.

### 3.4 Journée du 5 Décembre 2024

#### 3.4.1 Déroulé de la journée

La seconde journée de l'atelier, le 5 Décembre 2024, s'est ouverte par un rappel des discussions et travaux effectués la veille, avec une révision des modèles et des dynamiques présentées. La journée s'est concentrée sur la validation des stratégies pastorales dans le modèle présenté la veille et la présentation d'un nouveau modèle à base d'agent se concentrant sur les feux de brousse et les pratiques de lutte.

##### **Rappel de la veille :**

- Diffusion des capsules vidéos des ateliers précédents
- Précision et validation des caractéristiques environnementales
- Définition d'indicateurs (et de leurs valeurs) propres à chaque groupe d'acteurs

##### **Discussion en plénière :**

Validation des stratégies pastorales et assignation des responsabilités aux bergers ou au chef de campement

Présentation du modèle à base d'agents sur la gestion des feux de brousse, suggestions d'utilisation et d'amélioration.

#### 3.4.2 Apprentissages sociaux

La seconde journée a été consacrée à la vérification et à la validation des stratégies pastorales ainsi que de la gestion des arbres intégrées au modèle. Les apprentissages sociaux revêtent ici un caractère particulier, car la plupart d'entre eux ont émergé entre les différents groupes de parties prenantes en dehors des modélisateurs, qui eux ont fourni un cadre normatif pour renforcer le dialogue.

##### 3.4.2.1 Apprentissages cognitifs

Le partage de connaissances entre agriculteurs et éleveurs a porté sur les stratégies pastorales en lien avec l'agriculture. La discussion initiale portait sur la fréquence élevée des déplacements de campement chez les éleveurs transhumants. Selon l'observation d'un agriculteur, ces derniers changent de campement dès qu'ils trouvent un meilleur pâturage, même si ce dernier se situe à moins d'une journée de marche de leur emplacement actuel.

En réponse, un éleveur souligne qu'un transhumant est très mobile et préfère déplacer son campement plutôt que de faire de longs trajets quotidiens pour accéder à un meilleur pâturage. Une fois le sujet clos, d'autres questions ont émergé : les transhumants reviennent-ils au même endroit chaque année ? Et si l'éleveur constate une baisse de l'état de santé de ses vaches, va-t-il forcément se déplacer ?

Un éleveur explique que si un lieu se révèle satisfaisant une année, on a tendance à y revenir l'année suivante. Discuté collectivement lors de la session précédente, les modélisateurs rappellent qu'ils ont intégré dans le modèle que la répartition des pâturages de bonne qualité varie de manière aléatoire d'une année à l'autre. Les acteurs locaux ne remettent pas en cause cette logique, mais soulignent qu'ils basent également leurs choix sur leur mémoire des lieux fréquentés. Même si la qualité du pâturage est moins bonne que l'année précédente, ils préfèrent souvent y retourner, dans l'espoir que la situation reste semblable à celle de l'an passé.

### 3.4.2.2 Apprentissages normatifs

L'équipe d'animation a proposé un modèle papier afin que les agriculteurs, agro-pasteurs et éleveurs transhumants puissent échanger plus explicitement sur leurs stratégies respectives et sur les enjeux de dialogue entre les différents groupes d'acteurs. L'objectif de ce modèle intermédiaire n'est pas de prédire des résultats, mais de fournir un support facilitant la discussion. Les éleveurs s'en sont rapidement emparés pour, d'une part, partager des connaissances sur les stratégies propres à chaque groupe d'acteurs et, d'autre part, convenir de règles collectives, notamment concernant l'accès des transhumants aux champs des agriculteurs (Figure 3).



Figure 3: Discussions sur les stratégies pastorales autour d'une parcelle agricole

### 3.4.2.3 Apprentissages relationnels

Les apprentissages mis en évidence précédemment se sont manifestés lors d'une discussion initiée spontanément par un agriculteur à l'attention d'autres participants afin de mieux comprendre les subtilités des stratégies pastorales mobiles, avant même que ne débute l'étape de validation de celles-ci par l'équipe des modélisateurs. Cet échange témoigne du fait que l'atelier est de plus en plus considéré comme un espace propice au dialogue et à l'interconnaissance entre acteurs.

Soutenu par le recours à un modèle papier, ce moment d'échange a permis aux participants de confronter leurs différents points de vue, en tenant compte de leurs pratiques respectives. Il a

également abouti à la construction d'accords sur les éventuelles synergies entre agriculture et élevage, notamment sous forme de contrats tacites accueillant les troupeaux dans les champs. Cette dynamique vient compléter l'obligation légale faite à tous les agriculteurs d'ouvrir leurs champs à la divagation du bétail après les récoltes.

### 3.4.3 Modèle Feux de Brousse

L'après midi a été consacré à la présentation d'un modèle à base d'agent construit par Moussa Sow – Stagiaire pour le CIRAD, en licence d'informatique à l'Université de Bambey. - Une première version du modèle a été construite sur la base du modèle à base d'agent disponible dans la librairie NetLogo « Fire Simple Extension » dont plusieurs spécificités ont été ajoutées :

- Une habitation est désormais implémentée aléatoirement dans l'espace du modèle, avec un agent troupeau et un agent berger.
- Le départ de feu, qui se déclenche dans le modèle initial sur une des limites de l'espace du modèle, se déclenche désormais depuis l'habitation.
- La diffusion du feu se fait selon quatre directions et non plus uniquement de gauche à droite.
- L'innovation majeure consiste en la possibilité de construire manuellement des pare-feux dans le modèle, de façon à pouvoir dialoguer avec les acteurs locaux et leur laisser la possibilité d'interagir directement avec le modèle.



Figure 4: Discussion entre le modélisateur et un des acteurs locaux sur les formes de pare-feux (lignes jaunes sur l'image du modèle)

Ce modèle a été présenté aux acteurs locaux et a suscité beaucoup d'attention lors de sa présentation, suivi de nombreuses remarques, interrogations et suggestions d'amélioration. Les remarques ont d'abord porté sur les formes de pare-feu optimales pour limiter les feux de brousse.

La proposition principale a consisté à construire des pare feux « en croix » afin de limiter la dispersion du feu (Figure 4). Plusieurs discussions et interventions ont débattu de la faisabilité de cette forme de pare-feu, de la période de l'année adaptée pour les installer et des moyens nécessaires pour les construire. Cette dernière préoccupation a fait émerger l'interrogation suivante : à qui incombe la responsabilité de la construction des pare-feux et la charge de travail nécessaire pour construire des pare-feux ?

Cette question a été sujette à débat. Quand certains acteurs revendiquent que la responsabilité et la fourniture de moyens incombe aux services des Eaux et Forêts, d'autres avancent qu'il est tout à fait possible de mettre en place des initiatives citoyennes coordonnées à l'échelle des villages. La question des moyens humains et matériels au sein des villages pour construire ces pare-feux a été évoquée, ce à quoi les modélisateurs ont proposé d'intégrer ces paramètres dans le modèle, à

condition de savoir combien une personne équipée de moyens matériels est capable de construire en une journée. Ce sujet a suscité des débats et des interrogations sur la dimension qu'un individu est capable de construire. Le groupe s'est donc retrouvé à l'extérieur pour évaluer physiquement la dimension du travail d'une personne pour une journée, à échelle réelle (Figure 5).



*Figure 5: Mise en situation pour définir la charge de travail d'une personne pour la construction d'un pare-feu*

D'autres améliorations ont été également demandées, comme une correspondance de l'espace du modèle avec l'espace réel, mais aussi une variation dans la vitesse du feu et sa capacité de propagation selon les différents types de sol. Ces points feront l'objet de révision du modèle qui sera amélioré en conséquence et proposé à nouveau aux acteurs locaux pour convenir de mesures à prendre dans l'élaboration de pare-feux.

### 3.4.4 Points importants de la journée

- **Validation des stratégies pastorales**

Les discussions ont repris et approfondi la manière dont les transhumants décident de se déplacer et la place de la « mémoire » dans la sélection des pâturages d'une année sur l'autre.

- **Approfondissement des apprentissages (cognitifs, normatifs, relationnels)**

- **Apprentissages cognitifs :**

- Partage de connaissances entre agriculteurs et éleveurs sur la gestion et la qualité des pâturages.
- Échanges sur les facteurs incitant un éleveur à changer de campement (qualité de l'herbe, état de santé des animaux, etc.).

- **Apprentissages normatifs :**

- Mise en place d'un « modèle papier » pour faciliter le dialogue entre agriculteurs, agro-pasteurs et transhumants.
- Émergence de règles collectives relatives à l'accès des transhumants aux champs (permission de l'agriculteur pour faire paître ses bêtes).

- **Apprentissages relationnels :**

- L'atelier se confirme comme un espace de dialogue entre éleveurs et agriculteurs, permettant une meilleure compréhension mutuelle.
- Discussion sur la création de contrats tacites pour accueillir les troupeaux dans les champs après les récoltes.

- **Présentation d'un nouveau modèle à base d'agents : la gestion des feux de brousse**



- Modèle développé par Moussa Sow (stagiaire CIRAD), basé sur l'adaptation du modèle « Fire Simple Extension » de la librairie NetLogo: habitation aléatoirement placée, départ de feu depuis l'habitation, diffusion du feu dans les quatre directions, possibilité de construire des pare-feux.
- Discussion sur l'efficacité et la forme optimale des pare-feux (pare-feux « en croix » évoqués).
- **Responsabilités et moyens de lutte contre les feux de brousse**
  - Débat sur la répartition des responsabilités (services des Eaux et Forêts, initiatives villageoises, etc.).
  - Estimation concrète du travail nécessaire à la construction de pare-feux (test à l'extérieur pour évaluer la distance qu'une personne peut défricher en une journée).
  - Proposition d'intégrer dans le modèle des paramètres liés aux moyens humains, matériels et financiers disponibles.

### 3.4.5 Capsule vidéo – Moctar Sow – représentant de chef de village -

Bonjour tout le monde, on était un peu en retard mais on va essayer de récapituler tout ce qu'on a fait de la journée.

Nous avons parlé de la proportion des animaux comme nous l'avons vu dans les images présentée (i.e. dans les simulations) où les vaches sont en baisse de poids et en bonne état de santé. Nous avons abordé comment le pasteur reconnaît les endroits favorables à ses troupeaux.

Premièrement s'il voit que les troupeaux changent de morphologie, d'autres parlent regardant les déchets des animaux on peut déduire que l'endroit n'est pas bon pour la santé de ces animaux. On note aussi la situation n'est pas favorable si les animaux se regroupent dans le « Diofndé » (enclos). C'est dans cette perspective que d'autres aussi ont souligné que la reconnaissance d'un bon milieu se manifeste pas la dispersion des animaux pendant la nuit. Nous avons échangé sur le fait que si le pasteur veut pâturer autour des champs et faire manger l'herbe dans les champs de l'agriculteur, il doit demander la permission de l'agriculteur pour qu'il puisse accéder au fourrage dans son champs. D'autre part nous avons parlé si le transhumants habite à côté des champs et ce dernier trouve de l'herbe de bonne qualité.

Même s'il y a assez de forage et de puits mais qu'il voit que la proportion de ses vaches ou de ses moutons commence à baisser de taille, il se dit que le milieu n'est pas favorable et il transhumera à la recherche des meilleures conditions de vie. Ça fait partie de la reconnaissance des bons endroits pour le pasteur.

D'autre part nous avons abordé la création des pare-feux en remontant dans l'histoire de la pratique ancienne. Certains ont démontré comment ils créaient des pare-feux à leur époque.

Comme l'explique mon confrère, on a préconisé des solutions et des pratiques pour faire des pare-feux qui permettront d'arrêter la progression du feu en créant des pare-feux en forme de croix ce qui freinera et arrêtera la vitesse du vent, car de chaque côté le feu ne pourra pas progresser.

Et pour cela chaque village prendra ses responsabilités et cotisera pour l'établissement des pare-feux dans les villages environnants et que chaque village créera ses propres pare-feux. En parlant de pare-feux nous avons donné une approche approximative que chaque personne pourrait faire au cas où on voulait créer les pare-feux.

C'est dans ce sens que nous avons discuté sur plusieurs points ce qui nous a poussé à sortir de la salle pour monter aux participants comment faire le métrage pour savoir la longueur que chaque personne doit faire si on voulait établir ces par feux.

On est revenu sur le nombre de personnes pouvant créer un par feux, les moyens financiers et le matériel nécessaire et il on prie l'exemple des gens de THIATGAL.

Pour la réalisation nous avons parlé des moyen financier pour établir des pare-feux et que chaque village concernés donnera cinq mille et l'argent leur permettra de gérer la restauration, l'eau et le carburant des tracteurs et voitures avec lesquelles ils travailleront.

C'est en quelque sorte le récapitulatif de la journée. je vous remercie.

## 3.5 Journée du 6 Décembre 2024

### 3.5.1 Déroulé de la journée

La dernière journée de l'atelier a consisté à analyser un ensemble de scénarios simulés à travers le modèle à base d'agents. Ces scénarios sont basés sur les indicateurs proposés lors du premier jour de l'atelier et qui constituent les objectifs respectifs à chacun des groupes d'acteurs. Les paramètres d'entrée dont les valeurs varient pour chaque simulation, correspondent à certaines des hypothèses émises lors des précédents ateliers. La journée s'est achevée sur un débat à propos des apports de la démarche, des potentialités futures qu'elle propose et des prochaines activités.

#### Discussion en groupe :

- Explicitation des valeurs de paramètres d'entrée et des résultats en sortie d'une simulation
- Analyse et récit d'un des scénarios simulés – Fabrique de l'imaginaire

#### Discussion en plénière :

- Partage des récits construits sur la base des simulations analysées
- Débat sur les perspectives dans le monde réel et pour les prochaines initiatives de modélisation d'accompagnement

### 3.5.2 Scénario analysé et récit associé

La dernière journée de l'atelier correspond à la fin d'une série d'itérations du processus de modélisation d'accompagnement. Elle représente la phase de validation et d'analyse des scénarios simulés à partir des paramètres d'entrée choisis et construits collectivement, dont les indicateurs permettent d'évaluer si les paramètres proposés (les hypothèses) permettent d'atteindre les objectifs fixés par le collectif (les indicateurs).

Nous avons mobilisé des résultats de simulation pour travailler avec les participants, par groupe de 7, sur des narratifs du futur. En partant d'un point simulé dans 10 ans, ceux-ci ont proposé une "histoire" qui leur paraissait crédible pour expliquer ce point. Voici une des histoires :

« Amoul xartan, xalis na beugue beugue (pas de concertation, argent je t'aime ?) »



L'Unité Pastorale est plongée dans l'individualisme. Les habitants n'ont jamais entretenu les arènes de discussion et le collectif. Chacun est plus attiré par le profit et la réussite individuelle. Les fonctionnaires veulent devenir éleveurs, et les éleveurs veulent devenir de plus gros éleveurs. Cela a conduit le nombre de têtes de bétail à véritablement exploser dans la zone. Les animaux sont en mauvaise santé, parce que les éleveurs, soucieux d'économiser, refusent d'avoir recours au service vétérinaire. Ils pratiquent l'automédication, ce qui entraîne des problèmes de santé publique.

Les parents oublient d'enseigner à leurs enfants la relation à la nature, la manière de prendre soin des arbres, parce qu'ils l'ont perdu de vue, trop attiré par le profit.

Les éleveurs qui se sont enrichis n'ont jamais réinvesti dans la communauté, pour créer des activités annexes génératrices de revenu pour les générations futures. Aucun n'a vendu une partie du bétail pour construire de petites usines. Cela exacerbe le cercle vicieux de recherche de profit dans l'élevage et a conduit à une explosion des inégalités qui mettent en tension la communauté.

Les arbres sont devenus très rares et les habitants de l'Unité Pastorale ont fini par partager le sentiment des agents des eaux et forêts quant à la nécessité de sauver et protéger les arbres. Mais trop tard!

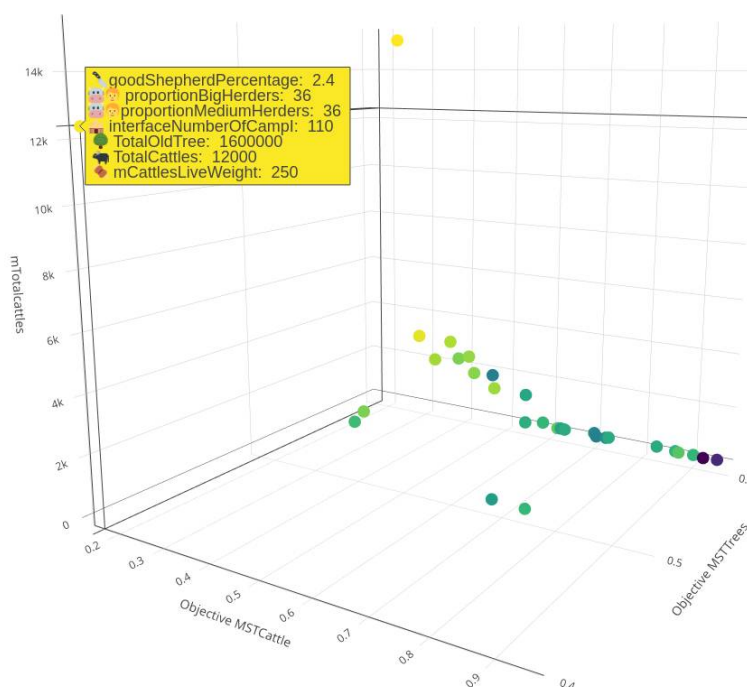


Figure 6: Environnement PSE d'un ensemble de simulations du modèle DundModel. L'encadré jaune correspond à la simulation du récit présenté .

### 3.5.3 Apprentissages sociaux

À la suite de la présentation de ces scénarios et des échanges qui en ont découlé, plusieurs formes d'apprentissages sociaux ont émergé. Ils témoignent de la manière dont la démarche de modélisation d'accompagnement, en offrant un cadre de réflexion et de dialogue, a permis aux différents groupes d'acteurs d'envisager ensemble les enjeux de leur territoire et d'explorer collectivement des pistes d'action.

#### 3.5.3.1 Apprentissages cognitifs

- Les acteurs locaux, grâce à la présentation des résultats des simulations et à l'exercice de projection (« fabrique des imaginaires »), s'approprient progressivement le potentiel des simulations et la portée de ces résultats dans leur propre vision de l'avenir.
- D'après les simulations, le principal facteur pour atteindre ou approcher un niveau de satisfaction optimal pour chaque groupe d'acteurs semble être la densité de troupeaux dans la zone. Toutefois, certaines variations observées dans les résultats ne dépendent pas uniquement de cette densité. Bien que modestes, elles pourraient indiquer l'influence d'autres paramètres. Une analyse plus approfondie reste donc nécessaire pour évaluer la part respective de chaque facteur dans la variation des résultats.

### 3.5.3.2 Apprentissages relationnels

- Durant la séance plénière qui a suivi l'analyse des résultats, et en réaction à la vidéo de clôture réalisée par l'un des participants, un chef de village est intervenu. Cet échange illustre la prise de conscience progressive, par les acteurs locaux, de l'objectif de la modélisation d'accompagnement et de la place qu'y occupe chacun:

*« Tu n'as pas compris la raison pour laquelle les chercheurs sont venus travailler avec nous. Ils ne sont pas là pour financer des formations ou construire des infrastructures, mais pour nous aider à mieux réfléchir ensemble. »*

- Une remarque, parmi d'autres aussi semblables prononcées en fin d'atelier, traduit l'idée qu'un cadre favorable à l'échange, où chaque groupe d'acteurs trouve sa place, permet de saisir l'intérêt d'un processus de modélisation d'accompagnement pour co-construire des solutions adaptées au contexte local. Les participants ont également souligné l'importance de réunir toutes les parties prenantes concernées par une problématique commune afin de parvenir à des solutions réellement partagées.

*« Merci, grâce à tes activités, j'ai compris que l'avenir se construit par le dialogue et l'entretien de bonnes relations sociales. »*

### 3.5.4 Points Importants de la Journée

**Présentation de scénarios simulés** : les paramètres d'entrée, basés sur des hypothèses antérieures, ont été testés pour évaluer la capacité du modèle à atteindre les objectifs de chaque groupe d'acteurs.

- **Discussion en groupe** : clarification des valeurs de paramètres et analyse détaillée des résultats, menant à l'élaboration de récits prospectifs (« fabrique de l'imaginaire »). Mise en scène d'un futur individualiste et d'une explosion du cheptel, illustrant les conséquences négatives d'un manque de concertation à partir de la construction du récit inspiré d'un des résultats de simulation.
- **Validation et analyse finales** : clôture d'un cycle de modélisation d'accompagnement, mettant en évidence la pertinence ou non des hypothèses initiales.
- **Facteur clé : densité de troupeaux** : la saturation en bétail apparaît comme le paramètre le plus influent dans l'atteinte des objectifs de chaque groupe.
- **Apprentissages cognitifs** : les acteurs s'approprient peu à peu le sens des simulations et se projettent dans des futurs plausibles à partir des résultats.
- **Apprentissages relationnels** : prise de conscience de la finalité de la modélisation d'accompagnement (penser et agir ensemble), soulignant l'importance du dialogue et de l'implication de toutes les parties prenantes.

### 3.5.5 Capsule vidéo – traduction – Dia, Chef de village

On a commencé par Bismillah et on termine par alhamdoulila. On a vu, d'après la présentation du modèle, l'évolution des arbres et la proportion des animaux. Et on a vu aussi nos satisfactions de l'évolution des arbres au cours des six mois par les eaux et forêts. On a vu aussi des images montrant l'évolution de la proportion des vaches si elles sont maigres ou en pleine forme. Et de quelle manière le berger reconnaît les bons endroits pour ses troupeaux. Aussi nous avons vu à travers le modèle quelles sont les caractéristiques d'un bon berger et celles d'un mauvais berger. La différence entre ces deux est la capacité de reconnaître les endroits favorables aux troupeaux. C'est dans ce sens aussi qu'on a échangé sur les manières de protéger l'environnement où nous vivons et de l'accueil des transhumants dans leur installation au niveau des zones de pâturage pour qu'il n'y ait pas de querelles. Et aussi, nous avons fait deux groupes pour le travail à présenter. Le premier groupe a présenté en wolof parlait de la nécessité de partager et sur l'esprit de groupe, que les personnes doivent communiquer et échanger des idées pour trouver une solution. Et que la discussion est la clef de toutes choses. Pour le groupe ayant présenté en puular, les participants ont proposé l'idée de diminuer les troupeaux, par exemple que les éleveurs doivent procéder à une diminution de leur cheptels pour pouvoir construire des maisons ou des boutiques et faire d'autres activités. Dans ce cas, ils doivent diminuer les vaches pour plus de précaution. Ils pensent qu'avec un grand troupeaux l'éleveur ne pourrait pas prendre en charge tous ces troupeaux en cas de crise. Il faudrait aussi diminuer le nombre élevé de moutons pour faire un élevage moderne, ou de construire des magasins d'aliment pour bétail. Enfin, tout ce qui bien c'est de la part de Dieu, car l'humain n'est pas parfait. Je vous remercie.

## 4 Discussion

Le projet présenté dans le document vise à suivre la co-construction d'un modèle de simulation pour explorer des scénarios de gestion des ressources pastorales et forestières. L'approche choisie est celle de la modélisation d'accompagnement, où des connaissances expertes et vernaculaires sont hybridées pour co-construire un modèle adaptatif et inclusif. Les objectifs sont multiples : permettre aux acteurs locaux de tester des stratégies avant leur mise en œuvre, favoriser une meilleure compréhension collective (chercheurs et chaque groupe des parties prenantes) des dynamiques du système, et encourager une participation active des communautés dans la gestion des ressources. Nous sommes, à cette étape, à la fin d'un cycle de modélisation d'une durée de 2 ans, entre le premier atelier de modélisation conceptuelle jusqu'à l'exploration de futures envisageables à travers les simulations du modèle à base d'agents co-construit. Cette étape est charnière dans le processus de modélisation d'accompagnement car les possibilités de continuité du processus sont nombreuses. Le modèle peut ainsi garder sa structure afin de répondre à d'autres hypothèses et auxquelles il est en capacité de répondre ou il peut être amendé pour répondre à d'autres hypothèses plus spécifiques, invitant ainsi à la création d'une nouvelle version du modèle. Grâce aux empreintes laissées à chaque itération, la construction du modèle peut être poursuivie par le même groupe ou être approprié par un autre collectif afin de l'adapter à son contexte ou à ses préoccupations propres tout en considérant la manière dont le modèle a pris la forme qu'il a désormais.

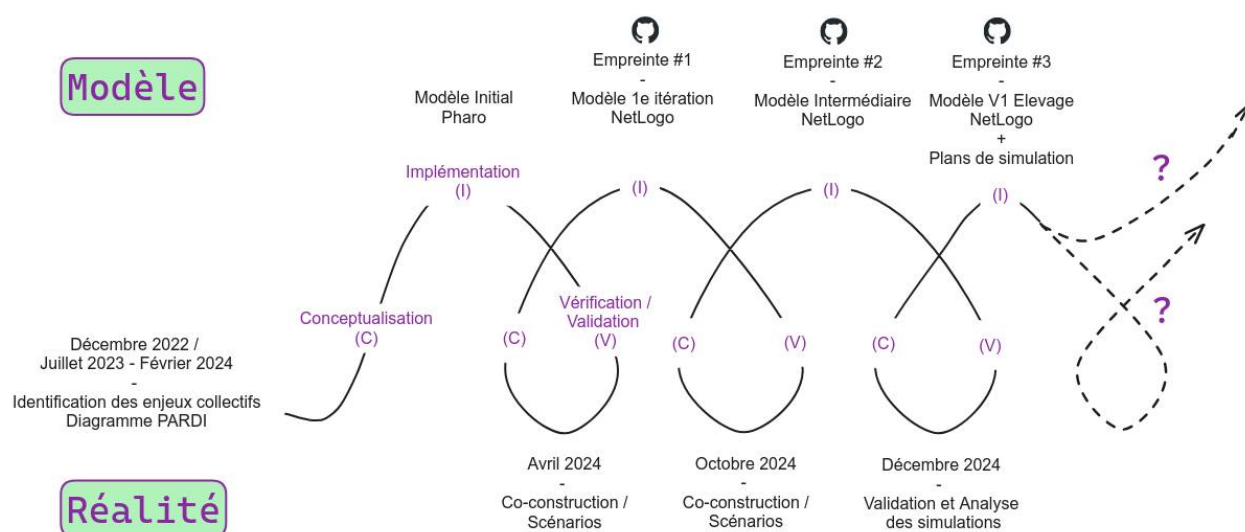


Figure 7: Processus itératif de notre démarche de modélisation d'accompagnement - inspiré de Etienne, 2014

### 4.1 Apprentissages relationnels

Le processus de modélisation d'accompagnement a permis de structurer et d'approfondir plusieurs formes d'apprentissages sociaux au fil des trois itérations, renforçant ainsi la compréhension et la prise de décision des acteurs locaux.

#### 4.1.1 Apprentissages cognitifs

La compréhension initiale du modèle par les acteurs locaux a été marquée par une forte incompréhension et une surinterprétation des mécanismes simulés. De nombreux participants attribuaient au modèle des capacités prédictives qu'il ne possédait pas et l'interprétaient comme une représentation normative de la gestion locale. Cette confusion a révélé la nécessité d'un accompagnement renforcé pour clarifier les limites et les objectifs du simulateur. Au fil des discussions, les principaux paramètres du modèle (dynamique de la végétation, comportement des troupeaux) ont été progressivement explicités, permettant une confrontation plus constructive des perceptions locales aux premiers résultats de simulation. L'affinement des représentations a permis de clarifier plusieurs éléments fondamentaux du modèle. La notion de qualité de l'herbe a été précisée avec l'introduction d'indicateurs différenciant la biomasse herbacée selon ses valeurs nutritives et ses taux de régénération. Cette intégration a été essentielle pour corriger certaines incompréhensions persistantes parmi les participants (modélisateurs et acteurs locaux). Une attention particulière a été portée aux interactions entre consommation du bétail, la régénération de l'herbe et la dynamique des pâturages, révélant des écarts entre perceptions locales et résultats simulés. La prise en compte des arbres a également ouvert de nouvelles pistes pour la gestion des pratiques pastorales, leurs impacts sur les ressources ligneuses et leur régénération. Une meilleure compréhension des portées du modèle a permis aux participants d'affiner leur lecture des résultats des simulations en distinguant les tendances générales des effets spécifiques des choix de gestion.

D'autres comportements ont été intégrés, jugés comme nécessaires pour une représentation fidèle des stratégies pastorales, tels que la mémoire de l'espace vécu et l'observation de l'état corporel des troupeaux par le chef de famille afin de prendre des décisions.

#### **4.1.2 Apprentissages normatifs**

La première phase a révélé une forte incompréhension initiale du modèle par les acteurs locaux. Nombre d'entre eux percevaient le simulateur comme un outil prescriptif plutôt que comme un cadre exploratoire permettant d'analyser différentes stratégies et hypothèses. Cette confusion a conduit à des attentes excessives et parfois irréalistes quant aux résultats de la simulation. De plus, des conflits latents ont émergé autour de l'accès aux pâturages et des tensions entre transhumants et agro-pasteurs, ces derniers reprochant aux troupeaux en transit de nuire à la régénération des pâturages, des cultures et des populations ligneuses. Ces échanges ont mis en lumière la nécessité d'intégrer des règles d'usage adaptées et collectivement acceptées. Dès la première itération, une échelle intermédiaire a été introduite dans le modèle pour améliorer sa capacité à structurer les discussions, mieux représenter les dynamiques spatiales et sociales et ainsi permettre aux acteurs de contribuer à la construction du modèle selon une échelle qui leur correspond. Cette adaptation s'est adaptée au cours des itérations en reprenant un format papier afin que les acteurs locaux puissent d'une part contribuer physiquement à l'ajout d'éléments dans le modèle, mais aussi à dialoguer entre eux et partager des connaissances liées aux pratiques respectives de chaque groupe d'acteurs. Les acteurs ont ainsi pu se projeter plus facilement dans les simulations et reconnaître les dynamiques qu'ils observaient sur le terrain. Par ailleurs, la possibilité de discuter des règles de gestion à l'échelle de l'UP ou du village a contribué à clarifier les enjeux de gouvernance collective et à initier des échanges plus constructifs sur les scénarios à tester. Cette évolution structurelle du modèle a donc constitué un tournant clé en améliorant non seulement la précision de la simulation,

dans son rôle de médiation dans les discussions entre éleveurs, agro-pasteurs et responsables locaux mais aussi dans la proposition d'hypothèses et solutions localement partagées à évaluer au travers du modèle.

### 4.1.3 Apprentissages relationnels

La mécompréhension du modèle initial et la surinterprétation liée aux résultats des simulations ont engendré des tensions entre les parties prenantes, notamment entre les agro-pasteurs locaux et les éleveurs transhumants. Les premiers estimaient que les zones de pâturage étaient surexploitées sans coordination dont les éleveurs transhumants étaient responsables, tandis que les seconds mettaient en avant la nécessité d'un accès flexible aux ressources pastorales. Ces divergences ont conduit à un dialogue conflictuel au départ, où les attentes en matière de gestion collective se heurtaient à des pratiques ancrées dans des logiques individuelles. La reconnaissance des enjeux communs lors de la seconde itération a permis une première convergence des points de vue. Grâce à la nouvelle structuration du modèle, les participants ont mieux réussi à dialoguer sur les pratiques de chacun des groupes, mais aussi à comprendre les exigences d'un processus de modélisation, qui a amené vers une volonté collective de faire consensus pour chacune des décisions prises au cœur des ateliers. La co-construction du modèle a révélé l'importance des mécanismes de concertation intercommunautaires, notamment pour gérer la pression pastorale dans certaines zones surexploitées. Ce cadre structurant a aidé à clarifier les interactions entre les chefs de village et les représentants des éleveurs transhumants, facilitant les discussions sur les régulations locales. La troisième itération est témoin d'un virement radical dans les relations inter-acteurs. L'espace de discussion est devenu autonome et structuré, les acteurs locaux prenant plus d'initiatives dans les échanges. Le modèle a commencé à être perçu comme un acteur à part entière, structurant les échanges entre les participants. Ceux-ci ont commencé à poser des questions sur les choix de modélisation, à identifier les limites du modèle et à proposer des ajustements pour mieux correspondre aux réalités locales. L'atelier est ainsi devenu un espace de dialogue privilégié, où les éleveurs et agriculteurs ont confronté leurs visions sans forcément passer par le modélisateur. L'interaction directe avec le modèle a permis une discussion plus libre, aboutissant à l'établissement de contrats tacites sur l'utilisation des champs après récolte, ainsi qu'à la reconnaissance de la nécessité d'une gouvernance partagée pour gérer les ressources.

## 4.2 Versions futures envisagées du modèle et hypothèses associées

### 4.2.1 Version 2 : Intégration de la gestion de l'eau

Cette seconde version visera à intégrer les infrastructures d'accès à l'eau, les modes d'accès et la communication entre infrastructures en regardant leur impact sur la gestion sylvo-pastorale. À ce stade, le modèle actuel ne prend pas en compte les forages, puits et mares temporaires, éléments centraux dans les décisions de déplacement des troupeaux et la pression exercée sur les pâturages.

**Scénarios et hypothèses associés :**



- **Impact de la disponibilité en eau sur la mobilité des troupeaux**  
Exploration des stratégies d'adaptation des éleveurs en fonction de la distribution des points d'eau et de leur saisonnalité.
- **Effets des infrastructures hydrauliques sur la répartition des campements**  
Évaluation des risques de concentration des troupeaux autour des forages et des possibles conflits d'accès.
- **Gestion collective des infrastructures d'eau**  
Expérimentation de différentes formes de gouvernance locale pour réguler l'accès aux points d'eau et assurer leur maintenance.
- **Évaluation des effets des initiatives de reboisement**  
Modélisation des effets des mises en défens pour le reboisement et des règles d'accès aux infrastructures de reboisement et d'accès à l'eau sur la disponibilité des ressources pastorales et la mobilité des troupeaux.

Ces améliorations permettront de tester des stratégies pour une répartition plus équilibrée des ressources en eau et en pâturage, et d'évaluer les implications de nouveaux modes de gestion des infrastructures hydrauliques sur l'organisation de l'espace pastoral.

#### 4.2.2 Version 3 : Intégration des pratiques agricoles, de récolte des PFNL et du reboisement

Une troisième version du modèle inclura les interactions entre pratiques agricoles et pastorales, la gestion des produits forestiers non ligneux (PFNL) et les initiatives de reboisement. Ce développement s'inscrit dans une volonté de mieux comprendre les compromis entre élevage, agriculture, exploitation des ressources ligneuses et partage de l'espace foncier.

##### Scénarios et hypothèses associés :

- **Interaction entre pratiques agricoles, pastorales et nouvelles pratiques de gestion de l'espace**  
Étude de l'effet des périodes de culture, de récolte et de formes de sécuisation de l'espace sur la mobilité des troupeaux et l'occupation de l'espace.
- **Impact de la récolte des PFNL sur la régénération des arbres et les revenus locaux**  
Simulation de scénarios où la collecte de fruits, de gomme arabique ou d'autres ressources ligneuses influence la dynamique forestière et les stratégies économiques des foyers.
- **Évaluation des modalités des initiatives de reboisement et leurs effets**  
Modélisation des modalités des initiatives de reboisement sur la disponibilité des ressources pastorales et la résilience des populations ligneuses.

Cette version permettra ainsi d'intégrer des dimensions agro-sylvo-pastorales plus complètes, nécessaires pour mieux anticiper les défis liés à la pression foncière et à la gestion durable des ressources naturelles.

#### 4.2.3 Modèle complémentaire : Gestion des feux de brousse



Parallèlement à ces développements, un modèle spécifique aux feux de brousse est en construction. Il répond à un besoin crucial identifié lors des ateliers : mieux comprendre les mécanismes de protection des feux de brousse et leur interaction avec la gestion des pâturages et des forêts.

#### Scénarios et hypothèses associés :

- **Effet des pare-feux et des brûlages précoces**  
Test de l'efficacité de différentes stratégies de prévention sur la fréquence et l'intensité des incendies.
- **Gouvernance des pratiques de gestion du feu**  
Exploration des modalités de prise de décision collective pour encadrer la mise en place de mesures de protection anti-feu dans la gestion des ressources.

L'intégration de ces dimensions dans un modèle spécifique permettra d'évaluer les pratiques de prévention et de gestion des feux, en tenant compte des initiatives récemment proposées lors des ateliers.

## 4.3 Perspectives

Les perspectives ouvertes par cette démarche de modélisation d'accompagnement montrent qu'elle ne se limite pas à la simulation de scénarios. Le modèle joue un rôle actif dans l'émergence d'une gouvernance locale plus adaptative et inclusive. Son appropriation progressive par les acteurs locaux souligne son potentiel à devenir un levier dans la gestion concertée des ressources agro-sylvo-pastorales. En poursuivant ce travail, la modélisation d'accompagnement pourrait ainsi s'inscrire durablement dans les pratiques de gestion collective et contribuer à renforcer la résilience des systèmes agro-sylvo-pastoraux face aux multiples pressions, qu'elles soient endogènes comme exogènes.

### 4.3.1 Renforcement de la responsabilisation et de la légitimité des responsables locaux

L'expérience de modélisation participative a mis en lumière le besoin d'une gouvernance locale structurée pour la gestion des ressources agro-sylvo-pastorales. Le modèle a permis aux acteurs locaux d'identifier et de formaliser des responsabilités dans la prise de décisions collectives.

Les chefs de village ont pu expérimenter, à travers les simulations, l'impact de certaines décisions locales sur la durabilité des ressources. L'outil leur offre une capacité de projection à moyen et long terme, renforçant leur rôle de médiateurs et gestionnaires des territoires.

**Les actions futures qui peuvent être attendues suite à ce premier cycle seraient plurielles :** Formaliser des règles locales d'accès aux ressources par la mise en place de chartes de gestion collective dont le socle serait commun à l'ensemble de l'UP avec des spécificités pour chaque structure de gouvernance locale. Développer des outils de suivi basés sur le modèle pour aider à la prise de décision. Former des responsables locaux à la modélisation et l'utilisation des simulations comme outil d'aide à la décisions.

### 4.3.2 Intégration accrue des responsables locaux dans les espaces de concertation

La modélisation d'accompagnement a joué un rôle structurant dans la reconnaissance des décideurs locaux dans les espaces de concertation. En facilitant les discussions entre éleveurs transhumants, agro-pasteurs locaux et responsables forestiers, elle a permis l'émergence d'un cadre plus inclusif de dialogue.

Le processus de modélisation a révélé l'importance de la concertation pour résoudre les conflits d'usage des ressources naturelles, notamment autour des tensions entre éleveurs transhumants et agro-pasteurs locaux. Elles ont aussi permis aux autorités locales d'appréhender les conséquences à long terme de certaines décisions, justifiant ainsi leur participation active aux réunions de gestion des ressources pastorales.

**Les actions qui peuvent être envisagées pour accompagner cette avancée pourraient être :** De renforcer les capacités de responsables locaux (Unités Pastorales, communes) à mener des concertations efficaces autour d'un processus de modélisation d'accompagnement. D'intégrer les services forestiers plus durablement dans les futurs ateliers de modélisation. D'utiliser la



modélisation pour animer des forums de discussion intercommunautaires au-delà de l'Unité Pastorale.

### 4.3.3 Amélioration de la communication entre les parties prenantes

Les différentes itérations du processus de modélisation ont progressivement permis une meilleure compréhension mutuelle entre les parties prenantes. L'atelier est devenu un espace où éleveurs, agriculteurs, responsables locaux et chercheurs peuvent discuter sur une base commune, facilitée par le langage du modèle.

La confrontation des différentes visions a conduit à l'adoption de certains principes de gestion collective, comme la création de systèmes de régulation de l'accès à certaines ressources (eau, terres agricoles pour les résidus de culture). L'intégration de mécanismes de partage d'information (par exemple sur la qualité des pâturages) est apparue comme une priorité.

**Les actions pour renforcer la communication et la transparence dans les prises de décision collectives peuvent se manifester en :**

- Organisant des ateliers participatifs pour traduire les résultats des simulations en recommandations pratiques.
- Facilitant la création de plateformes locales de concertation intégrant à la fois éleveurs transhumants, agro-pasteurs, services forestiers et acteurs institutionnels.

## 5 Conclusion

L'itération 3 du processus de modélisation d'accompagnement marque une étape clé dans l'évolution du modèle et de son appropriation par les acteurs locaux. Après plusieurs cycles de construction, de simulation et de discussion, cette dernière session a permis d'approfondir la compréhension collective des dynamiques pastorales et environnementales tout en consolidant les liens entre les participants.

L'un des apports majeurs de cette itération réside dans la structuration et l'élargissement des apprentissages sociaux. Alors qu'au départ, les résultats du modèle étaient souvent surinterprétés ou mal compris, les discussions ont progressivement permis aux acteurs de mieux cerner ses limites et potentialités. En particulier, la mise en débat des résultats de simulation et la confrontation des perceptions locales avec les dynamiques modélisées ont conduit à une meilleure appropriation de l'outil et de son rôle dans l'exploration des futurs possibles.

Le modèle s'est également enrichi en intégrant de nouvelles problématiques soulevées par les acteurs, notamment la gestion des feux de brousse, l'impact des infrastructures d'accès à l'eau sur les dynamiques de transhumance et l'interaction entre pastoralisme et pratiques agricoles. Ces évolutions ont contribué à faire du modèle un cadre de dialogue privilégié, favorisant la mise en commun des savoirs et la construction de scénarios plus réalistes.



Cette dernière itération a également mis en évidence la nécessité de prolonger le travail engagé à travers deux axes principaux : l'amélioration du modèle actuel pour mieux représenter certaines dynamiques complexes (gestion collective de l'eau, pratiques agricoles et reboisement) et l'utilisation des simulations comme support à la concertation locale et à l'aide à la décision. Dans cette optique, les prochaines versions du modèle (V2 et V3) devront intégrer ces nouvelles dimensions afin de permettre une exploration plus fine des compromis entre accès aux ressources, régulation collective et résilience des écosystèmes.

Enfin, la démarche de modélisation d'accompagnement a démontré son potentiel en tant qu'outil de structuration des discussions et de renforcement des capacités locales. L'implication active des participants dans la construction du modèle et l'analyse des simulations témoigne d'une dynamique collective en émergence, ouvrant la voie à une gouvernance plus concertée des ressources agro-sylvo-pastorales. En poursuivant cet effort, la modélisation pourra non seulement servir d'outil prospectif, mais aussi contribuer concrètement à la mise en place de pratiques de gestion collective adaptées aux réalités du terrain.

## 6 Elements de bibliographie

Boudet, G. (1975). *Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères*.

Diatta, O., Salgado, P., Diatta, S., Ndiaye, O., Ngom, D., Bastianelli, D., Assouma, M. H., Ickowicz, A., & Taugourdeau, S. (2023). Dynamique à court terme de la masse sur pied et de la digestibilité de fourrages herbacés sous pâture ou mis en défens dans le Sahel sénégalais. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 76, 1-7. <https://doi.org/10.19182/remvt.37271>

Guerin, H. (1987). *ALIMENTATION DES RUMINANTS DOMESTIQUES SUR PATURAGES NATURELS SAHELIENS ET SAHELO-SOUDANIENS : ETUDE METHODOLOGIQUE DANS LA REGION DU FERLO AU SENEGAL* [Agronomie - zootechnie]. ENSA Montpellier.