

MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DE L'ELEVAGE ET DE L'ENVIRONNEMENT

INSTITUT D'ECONOMIE RURALE (IER)

CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE
AGRONOMIQUE DE NIONO

REGION DE SEGOU

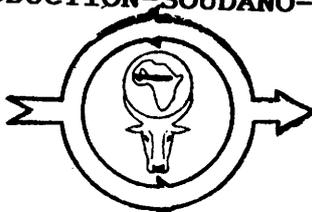
REPUBLIQUE DU MALI

Un Peuple-Un But-Une Foi

COMITE TECHNIQUE REGIONAL DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

1ère Session 17-19 Mars 1992

PROGRAMMES DE RECHERCHE
DU
PROJET PRODUCTION-SOUDANO-SAHELIENNE



PSS

MARS 1992

SOMMAIRE

- I. IDENTIFICATION DU PROJET
- II. INTRODUCTION
- III. PROGRAMME DE RECHERCHE EQUIPE PRODUCTION FOURRAGERE
 - 3.1. Justification
 - 3.2. Méthodologie
 - 3.2.1. Domaines de recherche
 - 3.2.2. Essais agronomiques
 - 3.3. Collaboration
- IV. PROGRAMME DE RECHERCHE EQUIPE EXPLOITATION FOURRAGERE
 - 4.1. Justification
 - 4.2. Methodologie
 - 4.2.1. Domaines de recherche
 - 4.2.2. Essais
 - 4.3. Collaboration
- V. PROGRAMME DE RECHERCHE EQUIPE MODELISATION DES SYSTEMES
 - 5.1. Justification et objectifs
 - 5.2. Approche
 - 5.3. Methodologie
 - 5.3.1. Les différentes phases de l'étude par pays
 - 5.4. Etude de cas
 - 5.5. Calendrier d'exécution
 - 5.6. Collaboration

I. IDENTIFICATION DU PROJET

Titre succinct : Projet Production Soudano-Sahélienne (PSS)

Titre complet : Exploitation optimale des éléments nutritifs en élevage en zone Soudano-Sahélienne

Buts du Projet : 1. Apporter une contribution au développement de systèmes de production durables dans la zone Soudano-Sahélienne des pays de l'Afrique sub-saharienne
2. Elargir les connaissances agro-écologiques, en développant et en utilisant des méthodologies pour intégrer ces connaissances avec les aspects socio-économiques
3. Renforcer la capacité de recherche locale

Secteur : Agro-pastorale

Responsable du projet au Mali: Institut d'Economie Rurale (IER)

Responsables du projet aux Pays Bas : Centre de Recherches Agrobiologiques (CABO)
Institut pour la Fertilité du Sol (IB)
Département d'Aménagement de la Nature, Université Agronomique Wageningen (DAN/LUW)

Date de démarrage: Avril 1991

Durée : 4 années

Localisation : Station de Recherche Zootechnique(SRZ), Niono

Ressources humaines (suivant budget 1992)

PERSONNEL MALIEN

Chercheurs IER:
2 agro-économistes
1 nutritionniste
1 Ecologue
1 gestionnaire-comptable
1 assistant-comptable
7 Etudiants IER/ISFRA
4 Techniciens supérieurs en agriculture
1 Technicien supérieur en élevage
2 Techniciens supérieurs en forestierie
3 secrétaires
1 assistant d'ordinateur
2 plantons, 8 gardiens, 2 bergers
41 manoeuvres: 16 permanents, 25 temporaires

PERSONNEL NEERLANDAIS

4 Chercheurs:
1 agro-économiste
1 nutritionniste
2 agronomes

COMPOSITION DES EQUIPES DU PROJET PSS

EQUIPE PRODUCTION FOURRAGÈRE:

Rob	GROOT	Agronome
Abdrahmane	DIALLO	Ecologue
Moussa	KONATÉ	Assistant de recherche

EQUIPE EXPLOITATION FOURRAGERE:

Yacouba	COULIBALY	Nutritionniste
Gerard	KAASSCHIETER	Nutritionniste
Kary	SOGOBA	Assistant de recherche

EQUIPE MODÉLISATION DES SYSTEMES

Evert Yan	BAKKER	Agro-économiste
Keffing	SISSOKO	Agro-économiste
Mohamed S.M.	TOURÉ	Agro-économiste
Wim	QUAK	Agronome

II. INTRODUCTION GENERALE

Dans la région soudano-sahélienne, les systèmes actuels de production imposent une surexploitation des terres, ce qui entraîne une dégradation des ressources naturelles compromettant encore d'avantage l'approvisionnement en denrées alimentaires. Malgré tous les efforts réalisés dans le cadre des programmes de développement rural pour introduire les modifications technologiques nécessaires dans les systèmes de production la dégradation s'accélère et la production reste insuffisante pour satisfaire les besoins humains. Une raison importante à l'origine de cette situation est l'absence de données quantitatives sur les processus assurant la stabilité du système Sol-Plante-Animal ainsi que sur la contribution que des innovations peuvent apporter à l'amélioration de cette stabilité. L'objectif scientifique du projet PSS est d'apporter une contribution au développement des systèmes de production agricoles durables dans les pays sahéliens, en élargissant les connaissances agro-écologiques, en développant et en utilisant des méthodologies pour l'intégration de ces connaissances avec les aspects socio-économiques.

Les résultats du projet PSS (Production Primaire au Sahel, Penning de Vries & Djitéye, 1982) et certaines études menées par le CABO (Bremen, Ketelaars, Traoré, 1990, un remède contre le manque de terre ?) ont montré que la contrainte majeure en zone soudano-sahélienne est la pauvreté des sols et des pâturages en éléments nutritifs, notamment le déficit d'azote et du phosphore. C'est ainsi que la carence de fourrage d'une qualité acceptable est le problème clef de l'élevage dans la zone Soudano-Sahélienne.

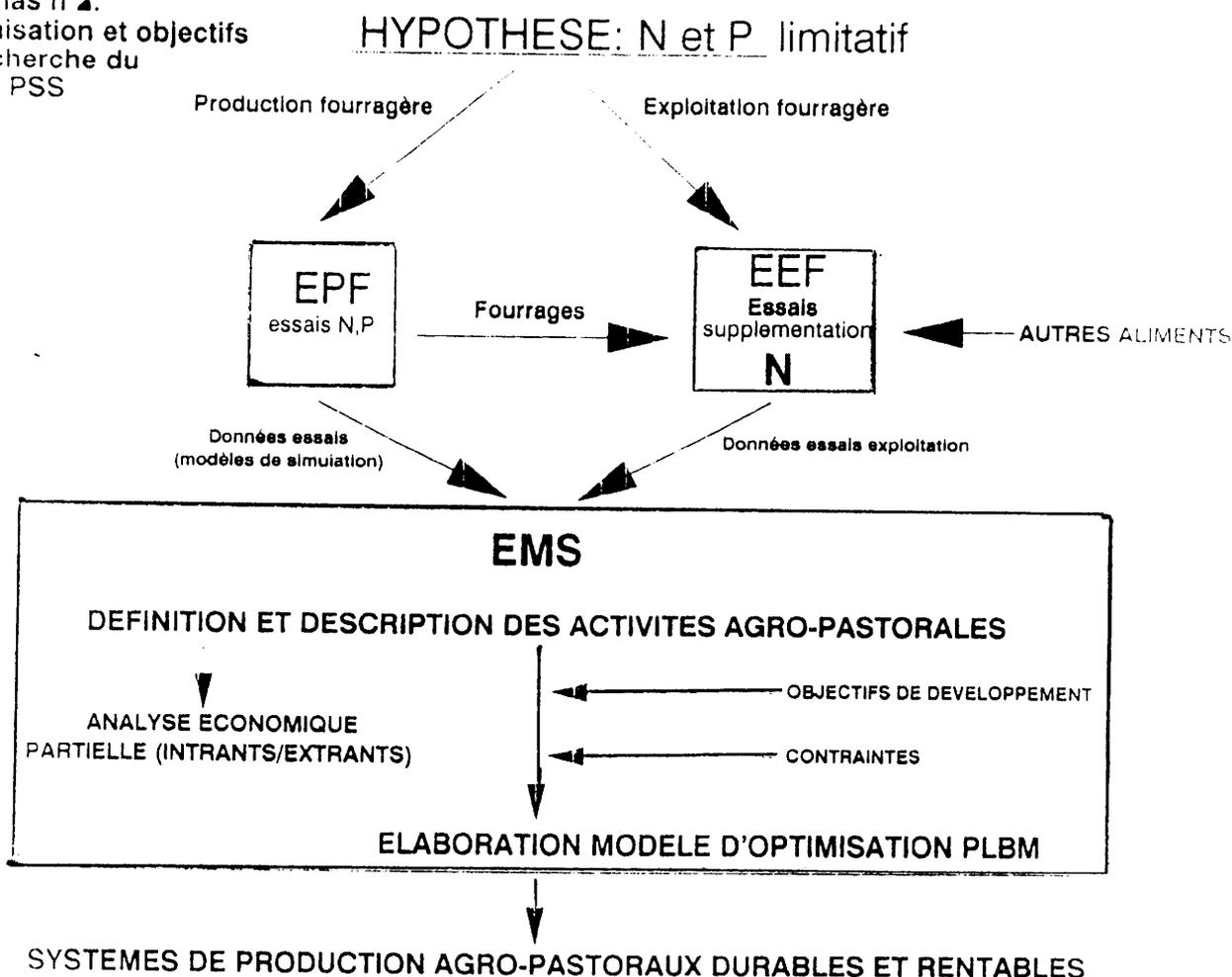
Dans ces conditions la solution indiquée (Pieri, 1989) est d'une part d'augmenter la production fourragère sur les exploitations en utilisant des parcelles uniquement pour les monocultures de fourrage. et d'autre part d'intensifier nécessairement certaines cultures pour assurer à la fois une plus forte production à l'unité de surface de résidus de récolte.

Cette intensification de la production doit donc se faire avec des innovations agro-technologiques qui doivent être orientées vers une utilisation aussi efficace que possible d'azote et de phosphore afin de préserver, dans toute la mesure du possible, l'équilibre et la stabilité de l'agro-écosystème, afin d'éviter les échecs comme la dégradation des terres agricoles dans la zone cotonnière due à l'intensification de la production.

Avant de réaliser les innovations en utilisant les engrais azotés et phosphatés, une meilleure compréhension des processus qui sont responsables de la disponibilité et de l'exploitation de l'azote et du phosphore dans le système Sol-Plante-Animal dans la zone d'étude du Projet PSS est nécessaire. Dans ce cadre l'Équipe Production Fourragère (EPF) s'occupera de l'approfondissement des connaissances de la production végétale et des connaissances sur la

disponibilité en éléments nutritifs par rapport à la matière organique dans le sol et l'application des engrais chimiques et organiques. L'Équipe Exploitation Fourragère (EEF) étudiera les possibilités de valorisation de ce fourrage pour la supplémentation des ruminants. L'Équipe Modélisation des Systèmes (EMS) est chargée d'identifier et de comparer les différentes options techniques permettant de rentabiliser l'utilisation des intrants extérieurs (azotés et phosphatés), afin d'atteindre la rentabilité économique et la durabilité des systèmes de production agro-pastoraux (schémas ci-dessous).

schémas n°1:
Organisation et objectifs
de recherche du
Projet PSS



III. PROGRAMME DE RECHERCHE EQUIPE PRODUCTION FOURRAGERE (EPF)

3.1. Justification

Dans le cadre de l'étude de l'optimisation de l'emploi de l'azote et du phosphore dans les productions fourragères (pâturages et cultures fourragères), les propriétés spécifiques du sol et des plantes susceptibles de jouer un rôle important pour une meilleure exploitation des ressources naturelles et des intrants externes (engrais azotés et phosphatés) seront examinées. Le bilan de l'azote et du phosphore dans le système Sol-Plante est assez complexe, et il est nécessaire de se limiter à l'étude des éléments les plus prometteurs pour augmenter l'efficacité de l'utilisation de phosphore et de l'azote dans ce système.

Les propriétés spécifiques des végétaux susceptibles de jouer un rôle important pour une meilleure rentabilisation des entrants externes seront étudiés:

- la capacité fixatrice de l'azote (la symbiose entre *Rhizobium* et les légumineuses),
- la pérennité (graminées vivaces),
- les propriétés déterminant l'influence positive des ligneux sur la formation de la strate herbacée dans les environnements immédiats des arbres,
- L'une des propriétés importantes du sol conditionnant aussi le développement des systèmes de production durables qui est la disponibilité en éléments nutritifs par rapport à celle de la matière organique.

3.2. Methodologie

3.2.1. Domaines de recherche

La recherche analytique nécessaire pour pouvoir décrire et quantifier les processus responsables de la disponibilité en éléments nutritifs et de l'utilisation de ces éléments par la végétation sera effectuée en partant d'un certain nombre d'hypothèses selon lesquels:

- 1) Les Légumineuses ont surtout besoin du phosphore pour accroître leur production.
- 2) Dans le cas où il n'est pas rentable de fertiliser les pâturages, il est possible d'optimiser la production primaire en utilisant des graminées vivaces sur la base des repousses pendant la saison sèche.
- 3) Les différences entre les productions culturales et les teneurs en éléments nutritifs dans le sol, mesurées dans des endroits proches ou éloignés d'un arbre, sont un signe d'une augmentation absolue de la production primaire, due à la présence des

ligneux, plutôt que d'une inégalité créée par les ligneux.

- 4) La disponibilité en éléments nutritifs est liée à la teneur en matière organique dans le sol, à la disponibilité en eau en termes de teneur en eau et à la profondeur et durée de l'humectation.

La recherche de l'Equipe Production Fourragère (EPF) sera effectuée par des essais agronomiques, des analyses au laboratoire et par des études de modèles de simulation.

3.2.2. Essais agronomiques

But:

Des essais agronomiques seront menés au niveau champ sur différents sites pour faire une étude approfondie du bilan de l'azote et du phosphore. En ce qui concerne les essais agronomiques avec application de différentes doses de phosphore et/ou d'azote, on étudiera les processus qui influencent:

- la disponibilité de l'azote et/ou du phosphore en rapport avec les caractéristiques physiques et chimiques du sol et en rapport avec le bilan hydrique,
- la production aérienne végétale (et, si nécessaire, la production racinaire),
- l'absorption de l'azote et du phosphore par la végétation d'un part en rapport avec la disponibilité de azote et du phosphore dans le sol et d'autre part en rapport avec la disponibilité en eau.

Sites:

Les essais sont conduits dans trois zones agro-climatologiques différentes (zone Soudanienne, pluviométrie comprise entre 900-1200 mm; zone Sahélienne, pluviométrie comprise entre 300-500 mm et la zone Soudano-Sahélienne, pluviométrie comprise entre 500-900 mm). Dans chacune de ces zones d'étude les essais sont installés sur trois types de sol (argile, limon, sable).

Espèces utilisés:

Les espèces choisies pour les essais sont les suivantes:

- légumineuse annuelle: *Vigna unguiculata* (nièbe)
- légumineuse semi-annuelle: *Stylosanthes Hamata*
- légumineuse vivace: *Cajanus cajan* (pois d'Angole),
- graminées annuelles: *Shoenefeldia gracilis* et *Pennisetum pedicellatum*,
- graminée vivace: *Andropogon gayanus*,
- ligneux (arbres): deux espèces avec des caractéristiques différentes seront choisies sur la base des analyses de sol.

Resultats:

Les résultats des essais seront analysés selon une approche globale et selon une approche détaillée, basée sur l'analyse

statistique des observations dynamiques du sol et sur la production végétale pendant la période de croissance. Les données seront utilisées pour le développement et la vérification des modèles de simulation.

3.2.3. Analyses au laboratoire

Elles concernent l'étude de différentes techniques d'analyse chimiques et l'étude de la décomposition de la matière organique en collaboration avec la SRCVO.

3.2.4. Modèles de simulation

Ils seront développés à partir des données des essais agronomiques, des analyses au laboratoire et la documentation. Il sera possible de développer aussi des modèles de simulation pour décrire la dynamique et la disponibilité de l'eau, de l'azote et du phosphore dans le sol pendant la période de croissance, sur la base des caractéristiques physiques et chimiques du sol et sur la base des données météorologiques.

Si une comparaison entre les résultats des calculs faits par le modèle pour certains sites et les observations faites dans ces sites (si possible des sites dans différentes zones agroclimatologiques) montrent que les simulations sont réalistes, on peut utiliser ce modèle comme instrument pour estimer les rendements d'application de l'azote et du phosphore sur les différentes cultures fourragères dans différentes zones agroclimatiques.

Sur la base des essais agronomiques, les modèles de simulation seront développés et appliqués pour évaluer la production des monocultures de fourrage et des ligneux dans différentes zones agro-écologiques de la région, à la fois dans la situation actuelle avec un niveau d'intrants assez bas, et dans des situations améliorées, avec des niveaux d'intrants élevés.

Avec les données des essais agronomiques et des analyses de matière organique au laboratoire les possibilités existent pour l'adaptation de ces modèles pour les conditions Soudano-Sahéliennes, et ils peuvent servir pour la prédiction des effets de la fertilisation sur la disponibilité et la qualité du fourrage et pour la prédiction de la durabilité des systèmes de production.

3.3. COLLABORATION

- SRCVO
- EAU - SOL - PLANTE
- SRA - CINZANA
- SRZ - SOTUBA
- SRZ - NIONO
- ISFRA
- Centre de Recherches Agrobiologiques (CABO)
- Institut pour la Fertilité du Sol (IB)
- Département d'Aménagement de la Nature, Université Agronomique Wageningen (DAN/LUW)

IV. PROGRAMME DE RECHERCHE EQUIPE EXPLOITATION FOURRAGERE (EEF)

"Rentabilisation de la supplémentation fourragère pour l'augmentation de la productivité des ruminants dans les pays sahéliens"

4.1. Justification

La faible qualité des ressources fourragères disponibles pendant la période sèche dans les pays sahéliens est la cause la plus importante de la productivité basse des ruminants. Les ressources fourragères disponibles sont principalement des herbacées de faible qualité comme le foin des pâturages naturels et les pailles des céréales. Bien qu'il existe des possibilités pour améliorer la qualité des ressources fourragères, comme par exemple l'amélioration des pâturages naturels ou le traitement de la paille à l'urée, celles-ci restent limitées.

L'utilisation des suppléments fourragers offre probablement une perspective meilleure, c'est à dire la complémentation d'une ration basse dans le but d'améliorer la qualité totale de la ration.

La recherche du Projet PSS est orientée de manière générale sur la rentabilisation des intrants N et P dans la production primaire et secondaire, sans que la disponibilité de ces éléments nutritifs dans le sol soit affectée pour autant. L'optimisation de l'utilisation de P sur la production de biomasse de légumineuses est une grande priorité pour la recherche de l'Equipe Production Fourragère. En tenant compte du fait que chez l'animal, le déficit en P est constaté seulement en hivernage, la recherche de l'Equipe Exploitation Fourragère s'orientera principalement sur l'utilisation optimale de l'azote par la supplémentation directe ou indirecte des fourrages grossiers de faible qualité.

4.2. Methodologie

4.2.1. Domaines de recherche

En nutrition animale, généralement l'effet favorable de la supplémentation sur la productivité des animaux est due à l'influence positive qu'elle exerce sur l'ingestion d'énergie digestible, mesurée, d'une manière générale, comme l'ingestion de la matière organique digestible (MOID).

Les avis concernant l'effet de la supplémentation sur l'augmentation de MOID sont partagés. Mais dans tous les cas il s'agit d'un effet favorable sur l'appétit et la capacité d'ingestion des animaux.

Une question importante de recherche est, quel effet a le supplément sur l'ingestion fourragère de la ration de base ? Dans la pratique cet effet se situe entre négatif, zéro et positif. Dans le premier cas il s'agit d'une substitution de la ration de base par le supplément. Ce phénomène est bien connu dans les pays

tropicaux comme dans les pays tempérés. Une interaction positive signifie que le supplément a une influence favorable sur l'efficacité de l'utilisation d'énergie de la ration de base. La connaissance de pareilles interactions est indispensable pour l'optimisation de la composition et de l'utilisation de certains suppléments et par conséquent de la production animale.

Sur la base des connaissances nouvelles, concernant la régulation de l'ingestion fourragère¹, il est possible d'estimer l'interaction entre le supplément et la ration de base sur l'ingestion de la matière organique. Et par conséquent, de prédire, en terme général, le niveau de l'interaction. Cette possibilité est à peine utilisée jusqu'ici. C'est pourquoi, il n'est pas étonnant que dans les pays tropicaux on effectue des investigations comparables et empiriques sur des rations fourragères au moyen de la supplémentation. Une répétition de ces investigations par l'Equipe Exploitation Fourragère (EEF) du PSS est inévitable jusqu'à un certain point, étant donné que c'est la seule façon d'obtenir des connaissances sur la situation locale. Cependant, l'efficacité de ces investigations peut être améliorée en élaborant une stratégie de recherche orientée sur l'action des suppléments, laquelle repose sur l'augmentation de l'ingestion de la matière organique digestible.

Plusieurs auteurs indiquent le phénomène de sélection par l'animal comme un paramètre très important agissant sur l'ingestion volontaire de fourrages tropicaux. Cette faculté de sélection (tige, feuille, etc.) influence fortement la capacité d'ingestion des animaux et la digestibilité totale de la ration². En tenant compte de ce phénomène, il serait souhaitable de mesurer l'ingestion de la matière organique digestible en fonction des différents niveaux de la quantité distribuée de la ration de base pour les fourrages grossiers bien différents.

C'est dans ce cadre que l'Equipe Exploitation Fourragère du projet PSS oriente son programme de recherche sur les différents domaines suivants:

1. l'explication des différences entre l'efficacité des différentes combinaisons de la ration de base et des suppléments (types et quantités de fourrages);
2. l'estimation des effets de l'utilisation de suppléments (à long terme) sur la production animale (lait, viande, reproduction, etc) partant de la connaissance de la valeur fourragère de la ration de base et des suppléments;

¹ Ketelaars, J.J.M.H. and Tolkamp B.J. (1991). Toward a new theory of feed intake regulation in ruminants. Doctoral thesis, Agricultural University Wageningen, the Netherlands.

² Zemmeling G. (1980). Effect of selective consumption on voluntary intake and digestibility of tropical forages. Doctoral thesis, Wageningen, the Netherlands

Pour la recherche en nutrition animale cela signifie qu'il faut diviser la relation entre l'utilisation des suppléments et la production animale dans un rapport entre:

- 1) **l'utilisation des suppléments et l'ingestion de matière organique digestible (MOID) en fonction:**
 - a) des différents niveaux de la quantité distribuée de la ration de base;
 - b) du choix alimentaire et l'ingestion de fourrage des ruminants au pâturage.
- 2) **un rapport entre MOID et la production animale.**

Une division pareille en faite, a les mêmes avantages que l'analyse des essais de fumure avec l'aide d'une relation entre la quantité de fumure apporté et la quantité absorbé ainsi que la relation entre la quantité absorbé et la production de biomasse.

Pour pouvoir se prononcer sur le rapport entre MOID et la production animale, il faut connaître la distribution de la MOD entre le besoin d'entretien et les besoins de production (lait, viande, reproduction).

Par ailleurs celle-ci conduira au développement des modèles de régulation de l'ingestion fourragère pour pouvoir prédire l'effet de l'utilisation des suppléments sur la production animale (ruminants).

Sur la base des considérations ci-dessus énumérées l'Equipe Exploitation Fourragère a formulé pour la période 1992-1995 les thèmes de recherche suivants:

- thème 1. Détermination de la valeur alimentaire des fourrages*
- thème 2. L'ingestion de la matière organique digestible (MOD);*
- thème 3. La relation entre l'ingestion cumulée de la MOD et des paramètres individuels de la production animale (lait, viande, reproduction).*
- thème 4. L'influence de la supplémentation sur le choix alimentaire et l'ingestion de fourrage des ruminants au pâturage (optimal foraging strategies).*
- thème 5. La détermination des besoins d'entretiens exprimés en MOD (bovins, ovins, caprins);*
- thème 6. La recherche d'un modèle d'exploitation de Stylosanthes hamata en culture pure et pâturage amélioré.*

4.2.2. Essais

Sur la base des domaines de recherche ci-dessus énumérés l'Equipe Exploitation Fourragère a programmé pour l'année 1992 les essais suivants:

- 1/ Caractériser les fourrages à travers la détermination de la digestibilité in-vitro et son rapport avec les autres propriétés des fourrages.
- 2/ Déterminer l'ingestion de matière organique digestible in-vivo (par des jeunes zébus), à partir des combinaisons fourrages/grossiers/suppléments, en rapport avec la quantité de fourrage grossier offerte. Les variables clés à étudier sont la digestibilité du menu, son taux d'azote et son hétérogénéité (possibilité de sélectionner des parties de plantes individuellement.
Ration de base: paille de mil, paille de riz, foin de bourgou
Suppléments: niébé, tourteaux de coton, l'urée
- 3/ Déterminer les besoins d'entretien du zébu, en rapport avec leur fonction de production.
- 4/ Déterminer l'influence de la qualité fourragère à long terme sur l'ingestion de la matière organique digestible et les paramètres zootechniques (génisses).
Ration de base: paille de riz
Supplément: tourteaux de coton
- 5/ Etudier la possibilité de faire utiliser stylo (*Stylosanthes hamata*) comme supplément fourrager des pâturages naturels, sous la forme d'une banque fourragère, à exploiter en faisant paître le bétail (des ovins). Les variables à étudier sont la période, l'intensité et la fréquence du pâturage.

4.3. Collaboration

- SRZ-Niono
- SRZ-Sotuba
- ISFRA
- Département d'aménagement de la nature, Université agronomique de Wageningen (DAN/LUW),

V. PROGRAMME DE RECHERCHE EQUIPE MODELISATION DES SYSTEMES (EMS)

5.1. Justification et objectifs

Les principales contraintes (pauvreté des sols et des pâturages en éléments nutritifs N et P, et surexploitation des ressources) identifiées dans la région soudano-sahélienne par les études du projet Production Primaire au Sahel (Projet PPS), amènent à dire que:

- 1) L'utilisation des intrants extérieurs (N,P) est une nécessité pour augmenter la productivité des activités agro-pastorales, afin de limiter la surexploitation des ressources,
- 2) Et que l'efficacité de cette intensification sera encore plus grande dans le cadre de l'intégration de l'élevage et de l'agriculture.

L'usage des intrants azotés et phosphatés permet une exploitation durable des ressources; cependant le problème qui demeure jusqu'à ce jour est la rentabilisation de cette utilisation des intrants extérieurs dans les activités agro-pastorales. Les objectifs de recherche de l'Equipe Modélisation des Systèmes (EMS) sont donc:

- 1) d'identifier (avec l'aide des investigations menées par les deux autres équipes) les options (ou innovations) techniques permettant de rentabiliser l'utilisation directe ou indirecte des intrants azotés et phosphatés, en termes de rapports de prix intrants/extrants,
- 2) Puisque cette rentabilisation ne dépend pas uniquement des rapports intrants/extrants, l'équipe doit aussi identifier les conditions ou mesures socio-économiques que l'on doit nécessairement créer (décideurs au niveau national ou international) pour permettre cette rentabilisation.

5.2. APPROCHE

Pour atteindre les objectifs mentionnés ci-dessus, l'approche de l'équipe modélisation des systèmes se base largement sur l'approche suivie dans le "projet Mopti", officiellement appelé "Elaboration d'un plan d'utilisation des terres pour la 5e Région du Mali (Région de Mopti) et Cercle de Niafunké" (Cissé & Gosseye, 1990; van Duivenbooden & Gosseye, 1990; Veeneklaas, 1990; Veeneklaas et al., 1990).

Cette approche se caractérise par l'utilisation de la méthode d'analyse des systèmes de production et les modèles de simulation à l'aide desquels on établira un modèle de programmation linéaire à buts multiples (PLBM).

L'élaboration de ce modèle PLBM prendra en compte:

- les ressources disponibles,
- les activités agro-pastorales (existantes, et susceptibles d'être développées),
- ainsi que les contraintes et objectifs de développement.

Cet instrument est utilisé pour:

- 1) Indiquer, au niveau des différentes activités agro-pastorales, les choix à effectuer concernant les options techniques permettant de rentabiliser l'utilisation des intrants azotés et phosphatés,
- 2) et de définir en fonction des conditions économiques, quelques scénarios de développement (ou combinaisons optimales d'activités) au niveau régional ou national, permettant une utilisation optimale des intrants extérieurs en élevage afin que ce dernier puisse jouer son rôle moteur du développement rural.

5.3. METHODOLOGIE

La région d'étude correspond à la zone soudano-sahélienne des six pays sahéliens (MALI, SÉNÉGAL, MAURITANIE, NIGER, TCHAD, BURKINA-FASO). Cette région est comprise entre les isohyètes 300 mm (au Nord) et 900 mm (au sud).

Cette région est très grande et si sur un plan agro-écologique, il est possible de la considérer comme un tout, ce type de considération est difficile sur un plan socio-économique, compte tenu de la spécificité de chaque pays notamment en ce qui concerne les prix des intrants et extrants et les objectifs économiques à atteindre.

C'est à cause de ce dernier aspect que l'équipe a décidé d'établir des modèles particuliers selon la spécificité de la sous-région soudano-sahélienne de chaque pays considéré dans l'étude.

5.3.1. Les différentes phases de l'étude par pays

- la description des ressources (collecte des données),
- la définition et la description individuelle des activités agro-pastorales,
- l'analyse économique partielle de ces activités,
- l'élaboration du modèle PLBM au niveau régional,

a. Description des ressources:

Il s'agit de collecter les données concernant:

- les éléments descriptifs de la région d'étude,
- les ressources en sols, et zones agro-écologiques,

- les ressources animales,
- les zones pluviométriques,
- les ressources humaines (population et main-d'œuvre),
- les ressources en eau (crue et inondation),
- les ressources ligneuses.

La méthodologie utilisée pour la collecte de données est la rencontre de spécialistes et la recherche documentaire au niveau des structures régionales, nationales et internationales de recherche-développement.

b. Définition et description individuelle des principales activités agro-pastorales

- La Définition des activités:

Une activité de culture est définie comme étant une combinaison spécifique d'une espèce cultivée sur un type de sol avec une technique de production donnée.

Une activité d'élevage est définie comme une combinaison spécifique d'une technique de production espèce animale.

Une activité de sylviculture est une combinaison d'une ou des espèces d'arbres cultivés sur un type de sol avec une technique de production donnée.

- La description des activités:

Cette description consiste à établir les rapports intrants/extrants pour chaque activité prise individuellement.

Le principe de cette description est que:

les activités de culture et d'élevage sont considérées comme étant des "objectifs à atteindre", c'est-à-dire que la production (extrant) par hectare ou par animal est tout d'abord définie; les besoins et moyens (intrants) à mettre en oeuvre pour la réalisation de cette production sont ensuite dérivés.

1er cas) Pour une activité de culture donnée:

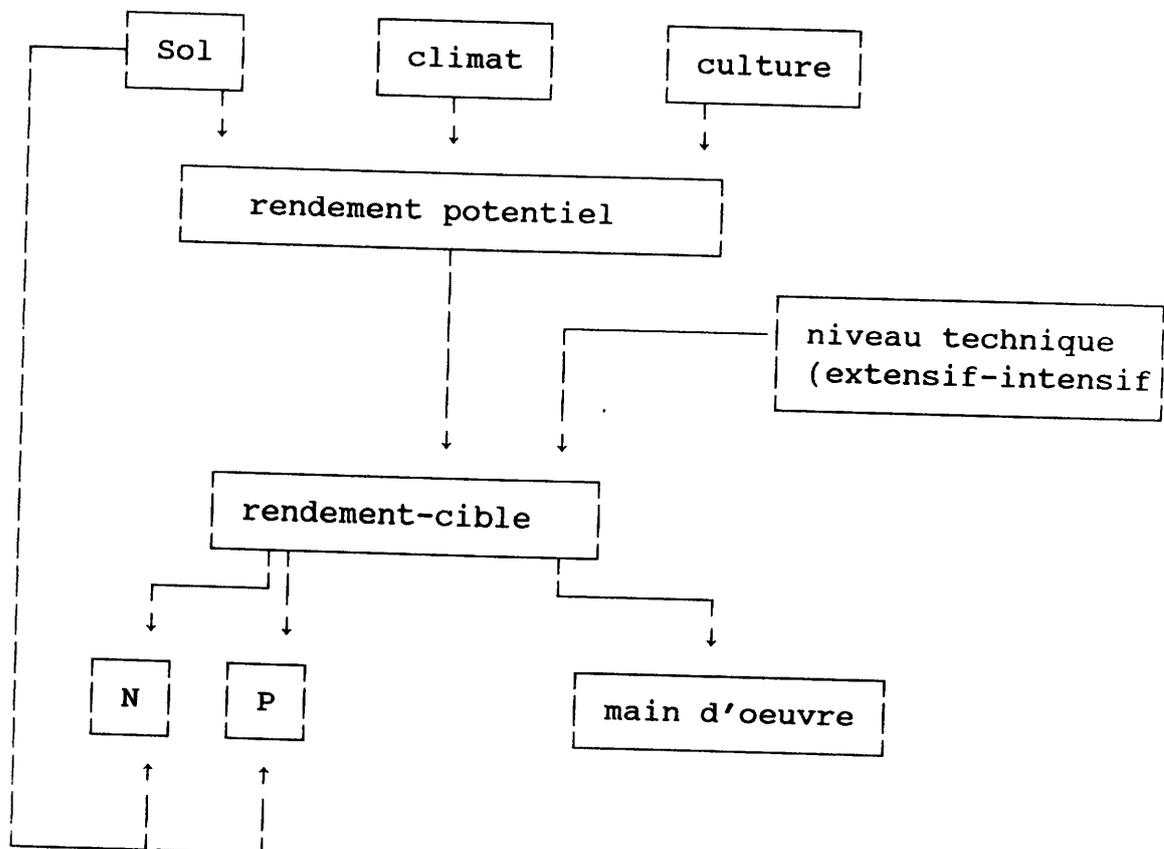
Il faut définir pour chaque production considérée individuellement le rendement (potentiel théorique); c'est-à-dire le niveau de rendement maximum que l'on peut atteindre pour cette production dans les conditions agro-écologiques (sol, climat..) optimales. Ces rendements seront déterminés en utilisant les modèles de simulation élaborés par l'équipe production fourragère (EPF).

A partir de ce rendement maximum (ou potentiel théorique), des niveaux de rendements cibles seront déterminés pour cette culture pour différents niveaux d'intensification (extensif, intermédiaires et intensif).

Les rendements cibles ainsi définis pour chaque niveau d'intensification, permettront de calculer les niveaux d'intrants (N, P, traction, main-d'oeuvre,..) nécessaires pour les atteindre.

Cette approche est schématisé comme suit:

Schémas no.2: Approche d'analyse de systèmes et de modèles de simulation.



2ème cas: Pour une activité d'élevage donnée:

L'objectif de production à atteindre (rendement cible) dépend fondamentalement de la qualité, de la quantité et du type de rationnement des aliments disponibles.

Le principe retenu pour la description des activités d'élevage est

- 1) définir le niveau de production (rendement)cible à atteindre pour un extrant donné (lait, viande, traction...) selon chaque niveau d'intensification considérée (Extensif, Intermédiaires, Intensif);

2) définir ensuite le menu nécessaire pour atteindre ce rendement cible, soit en termes de combinaisons d'aliments, soit en termes d'éléments nutritifs (protéines, énergie, fibres).
La durabilité des activités sera prise en compte dans cette phase de définition et de description.

c. Analyse économique partielle des activités définies

Il s'agit de faire l'estimation des indicateurs économiques (coût, bénéfice, rentabilité...) pour les différentes activités, et de les comparer.

d. Elaboration du modèle régional

Les différentes étapes sont: la définition et la formulation du problème économique-mathématique, la construction du corps du modèle, la construction du modèle économique mathématique numérique et les analyses numériques.

C'est seulement pour le premier pays que le modèle doit être construit et élaboré complètement, le corps du modèle sera ainsi déjà prêt pour les autres pays; et sera adapté et corrigé avec les variables socio-économiques de chaque pays.

Le Mali a été retenu comme premier pays car l'équipe du projet y est stationnée, les premières expérimentations des deux autres équipes y sont menées, et le programme de recherche du projet est déjà pris en compte dans la planification générale de la recherche agronomique.

5.4. ETUDE DE CAS

Les études pour les six pays seront, par nécessité, assez générales et elles ne permettront pas de tenir compte de certains détails. C'est pour cette raison qu'une étude de cas sera réalisée, pour analyser et finaliser les différents aspects de l'applicabilité du modèle PLBM au niveau paysan. Elle sera menée en utilisant le modèle pour traiter les données spécifiques d'une zone particulière située dans la région d'étude. Cette zone doit correspondre à la zone d'intervention d'un projet ou autre service de recherche-développement, qui sera disposé à collaborer pour fournir les données nécessaires.

5.5. CALENDRIER D'EXECUTION

Le programme de recherche 1992 sera limité à la région soudano-sahlienne du Mali où l'on procédera à l'exécution des différentes phases décrites dans l'étude par pays. Les autres années (1993-1994) seront consacrés à l'adaptation du modèle aux autres pays (en tenant compte des variables socio-économiques) et à l'étude de cas.

5.6. COLLABORATION

- DRSPR (SIKASSO, BAMAKO)
- ICRISAT
- CIPEA,
- ESPR-MOPTI,
- CABO-DLO,