

UN MODELE ILLUSTRÉ DE SYSTEME D'INVESTIGATION POUR L'ETUDE PLURIDISCIPLINAIRE DES SYSTEMES D'ELEVAGE EN MILIEU TRADITIONNEL AFRICAIN

par E. LANDAIS* et O. FAUGERE**

RESUME

Les auteurs développent, à partir de l'exemple du dispositif de recherche mis en place pour les besoins du programme "Pathologie et Productivité des petits ruminants au Sénégal", un modèle de "Système d'investigation" modulaire et évolutif adapté à l'étude des systèmes d'élevage. Ce modèle répond au souci de mettre en œuvre une approche pluridisciplinaire intégrée, dans une perspective de diagnostic et de développement. Il comprend un ensemble de modules d'investigation spécialisée articulés autour d'un module central constitué par un programme de suivi démographique des populations animales concernées.

Cette proposition s'appuie sur la connaissance précise de l'état et de la dynamique du peuplement animal, des performances zootechniques et sanitaires des animaux, et sur le développement des techniques informatiques

Divers exemples illustrent l'intérêt de la démarche adoptée. La généralité du modèle proposé, ses contraintes de mise en œuvre, son coût et sa reproductibilité font l'objet de la discussion.

MOTS-CLES

Méthode - Modèle - Informatique - Système d'élevage - Population animale - Zootechnie Sénégal.

"Ayant écarté l'illusion d'un compromis factice entre des modes d'enquête hétérogènes, il s'agit de promouvoir des systèmes d'investigation dans lesquels chaque mode d'approche, chaque type d'investigation garde sa spécificité, mais valide l'autre". G.WINTER, 1983.

INTRODUCTION

Cette communication, principalement méthodologique, s'inscrit dans une réflexion plus générale consacrée aux moyens susceptibles d'améliorer l'efficacité de la recherche scientifique - et plus particulièrement de la recherche zootechnique et vétérinaire - pour le développement de l'élevage en pays tropicaux (IEMVT/ISRA, 1986 ; LANDAIS et coll., 1987). Le parti scientifique adopté se réclame explicitement de l'approche systémique. Il consiste à tenter d'articuler les contributions des diverses disciplines concernées (des sciences de l'animal aux sciences humaines) autour d'un objet commun : le fonctionnement des systèmes d'élevage (1).

Si les chercheurs en sciences humaines ont, depuis toujours, travaillé en "milieu réel", l'idée de sortir du cadre bien maîtrisé des stations expérimentales pour entreprendre des recherches zootechniques approfondies en milieu d'élevage traditionnel africain est relativement récente, et a fait beaucoup de chemin depuis une quinzaine d'années. Les premiers réseaux de contrôle des performances zootechniques, mis en œuvre à peu près simultanément par l'IEMVT-CIRAD et par le CIPEA (2) ont aujourd'hui débouché sur des méthodes éprouvées, et la multiplication actuelle de ce type de recherches démontre amplement qu'une étape essentielle est en voie d'être franchie. La constitution de référentiels zootechniques de plus en plus détaillés progresse rapidement, dans de nombreux pays.

* INRA/SAD, CNRA, route de Saint-Cyr, 78000 Versailles, France

** ISRA Laboratoire National de l'élevage et de Recherches Vétérinaires, BP 2057, Dakar-Hann, Sénégal.

1. Nous adoptons la définition suivante (LANDAIS, 1988) : "Un système d'élevage est un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques pour en tirer des productions variées (lait, viande, cuirs et peaux, travail, fumure...)"

2. Centre International Pour l'Élevage en Afrique (Addis-Abeba).

De nombreuses questions restent néanmoins posées. En particulier, il apparaît clairement que l'évaluation précise des performances zootechniques ne débouche pas, en elle-même, sur des propositions pertinentes et opératoires pour le développement. Les résultats obtenus ne sont interprétables et utilisables que dans le cadre plus global de l'étude pluridisciplinaire des systèmes d'élevage, étude qui a elle-même beaucoup progressé au plan conceptuel et méthodologique au cours des dernières années.

Le problème d'avenir consiste donc à imaginer les systèmes d'investigation élargie qui pourront demain intégrer les acquis méthodologiques des réseaux de contrôle des performances animales et ceux des autres types d'investigation, et permettre la valorisation mutuelle de leurs résultats dans une perspective de développement.

Dans cette optique, cette réflexion volontairement prospective propose un modèle original de système d'investigation modulaire et évolutif, construit autour d'un noyau central constitué par un programme de suivi démographique fournissant une image précise et fidèle de la structure et de la dynamique des populations animales concernées, et donc des flux d'animaux qui traversent les systèmes d'élevage étudiés. Le poids accordé, dans ce modèle, aux volets démographique et zootechnique ne procède pas d'une quelconque volonté d'hégémonie disciplinaire, mais de la conviction éprouvée selon laquelle le nécessaire élargissement du champ des recherches ne doit en aucun cas se traduire par le relâchement ou l'abandon de la dimension zootechnique, qui restera nécessairement au cœur de toute action de développement de l'élevage, et de toute méthode de suivi-évaluation de ces actions. Le rôle fédérateur de la connaissance démographique n'est pas sans rappeler celui que voudraient lui voir jouer bien des spécialistes - dont A. SAUVY - dans les études concernant les sociétés humaines.

Le modèle proposé s'inspire directement de l'expérience du programme de recherche "Pathologie et productivité des petits ruminants" (PPR) qui est réalisé conjointement par l'EMVT/CIRAD et l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) depuis 1983 (FAUGÈRE et FAUGÈRE, 1986). Son intérêt sera illustré par une sélection des résultats obtenus par les chercheurs de ce programme.

CONSTRUCTION DU MODELE

L'étude fine du fonctionnement d'un système d'élevage met en jeu des collaborations pluridisciplinaires. Mais tous les chercheurs intéressés n'ont pas toujours besoin de disposer d'une connaissance très précise de l'état et de l'évolution des peuplements d'animaux domestiques concernés (3). Par la force des choses, la plupart d'entre eux sont même tout à fait habitués à s'en passer. Néanmoins, cette connaissance est indispensable pour les zootechniciens, et l'expérience montre qu'elle s'avère extrêmement profitable à tous, parce qu'elle fournit à chacun des éléments nouveaux et précieux pour étayer ses raisonnements, approfondir et renouveler sa problématique, valider ses résultats. Surtout, cette connaissance partagée focalise et cimente la construction pluridisciplinaire, en créant le lieu de confrontation et d'échange des acquis multiformes d'investigations très variées (4). En ce sens, elle apparaît indispensable à l'émergence de véritables systèmes d'investigation, cohérents et fonctionnels, sur les systèmes d'élevage.

Il ne s'agit pas là d'une vision théorique et abstraite, mais au contraire d'une conviction très empirique, qui s'est progressivement forgée sur le terrain. Dans le Nord de la Côte-d'Ivoire d'abord, à l'occasion des multiples échanges qui s'établirent progressivement, entre 1975 et 1982 autour des fichiers constitués par le Centre de Recherches Zootechniques de Bouaké pour les besoins du suivi mis en place dans de nombreux troupeaux sédentaires et semi-transhumants (POIVEY et coll. 1981 ; PETIT, 1980 ; LANDAIS, 1983). Au Sénégal, ensuite, où les divers sites d'implantation du programme PPR s'affirment aujourd'hui comme des lieux privilégiés d'études pluridisciplinaires, véritables pôles d'attraction pour des chercheurs d'origine variée.

Pour comprendre les raisons de cette attraction, il est nécessaire d'avoir à l'esprit les principes de base des programmes de suivi démographique autour desquels se sont développées ces recherches.

1) Principes et produits attendus d'un programme de suivi démographique

Soit une population animale domestique quelconque P. La structure et la dynamique de cette population sont régies par les processus suivants :

- des individus naissent ou immigrent, entrant ainsi dans la population
- des individus meurent ou sont exploités, sortant ainsi de la population.

3. Le terme de "peuplement animal domestique" désigne l'ensemble des espèces domestiques qui peuplent un espace déterminé. Il s'oppose à celui de population, qui est réservé à des ensembles d'individus de même espèce. L'analyse démographique s'intéresse exclusivement aux populations, mais l'étude des systèmes d'élevage doit intégrer les résultats relatifs aux diverses espèces en présence pour analyser globalement le fonctionnement des peuplements animaux (LANDAIS et coll., 1987).

4. Il convient de noter à cet égard que l'analyse démographique fournit la clé du passage de l'animal au troupeau, et du troupeau à la population. Par là, elle contribue puissamment à rapprocher les points de vue de chercheurs dont les unités d'observation et d'analyse se situent à des niveaux d'organisation différents du peuplement animal.

L'enregistrement des événements I, N, M et E, qui peuvent être considérés comme aléatoires pour l'observateur, permet de connaître à tout moment l'effectif de la population P et sur des périodes définies par l'observateur, les flux d'entrées et de sorties, et l'évolution consécutive de l'effectif (croît).

Moyennant l'enregistrement supplémentaire de l'âge et du sexe des individus concernés par ces flux, il est théoriquement possible de préciser la structure de la population P par classes d'âge et de sexe (pyramide des âges), et la nature des flux observés. Cette connaissance est d'un intérêt évident pour l'analyse démographique (qui s'intéresse spécifiquement à la dynamique des populations) (LANDAIS et SISSOKHO, 1986). En réalité, l'expérience a montré que dans les conditions qui prévalent couramment en milieu d'élevage traditionnel dans les pays en développement, il était pratiquement impossible de connaître l'âge des animaux avec la précision exigée par ces analyses. Les méthodes d'estimation de l'âge reposant sur les enquêtes auprès des éleveurs et sur l'observation des signes physiques de l'âge (examen de la dentition et du cornage), bien qu'elles puissent être d'une certaine utilité pour les zootechniciens, fournissent en effet des résultats imprécis qui ne peuvent être utilisés pour des analyses approfondies. Il y avait incontestablement là une limite forte au développement d'études zootechniques fines à l'extérieur des stations expérimentales.

2) Le suivi individuel

Pour surmonter cet obstacle, il était nécessaire d'adopter la méthode du suivi individuel des animaux, reposant sur l'identification pérenne de chaque individu et l'enregistrement séparé des informations le concernant. Cette méthode est utilisée depuis très longtemps dans les stations expérimentales. Elle secrète une information très riche, mais très lourde à gérer, et pour cette raison resta longtemps réservée à des troupeaux d'effectif limité, dont la gestion technique était bien maîtrisée. De nouvelles perspectives s'ouvrirent avec l'avènement de l'informatique, et le développement dans les pays industrialisés de méthodes de suivi individuel en ferme à grande échelle, qui furent mises au point principalement pour les besoins de l'amélioration génétique.

Dans ce contexte, les dates de naissance étant enregistrées, l'âge de tout individu né dans la population depuis la mise en place du suivi est connu sans erreur à tout moment. Comme dans la majorité des cas la plupart des animaux présents sont effectivement nés dans la population, la structure de celle-ci est connue avec une précision qui augmente avec l'ancienneté du suivi, puis se stabilise à un niveau généralement élevé.

Restait à adapter ces méthodes au contexte très particulier, et a priori défavorable, des systèmes d'élevage traditionnel africains. C'est à quoi s'est attaché l'IEMVT/CIRAD depuis 1975, avec l'appui initial de chercheurs du département de génétique animale de l'INRA. Ces efforts ont débouché sur la mise au point d'une méthode associant des techniques adaptées de saisie de l'information sur le terrain, de gestion informatisée de cette information (incluant diverses procédures de validation préalable) et de traitements des données. Cette méthode est aujourd'hui opérationnelle et éprouvée (5). La récente publication d'un manuel détaillé la met à la portée des utilisateurs (FAUGÈRE et coll., 1989 d).

De nouvelles perspectives s'ouvrent ainsi aux zootechniciens, pour la constitution de référentiels techniques solides et détaillés, et l'analyse des facteurs de variation des performances animales. Le suivi individuel permet de mettre en relation les informations recueillies au cours du temps sur le même animal, et donc de pratiquer des analyses longitudinales (6), qui représentent une méthode de choix pour l'analyse zootechnique et plus encore pour l'analyse démographique.

3) Perspectives pluridisciplinaires

Au-delà des objectifs disciplinaires qui ont initialement motivé la mise au point de la méthode, le suivi individuel s'avère un élément central pour un dispositif de recherche pluridisciplinaire sur les systèmes d'élevage traditionnels, pour deux raisons principales :

1 - La première tient au nouveau statut épistémologique qui est accordé aux performances animales dans la démarche systématique : les performances zootechniques et sanitaires sont aujourd'hui considérées comme des **indicateurs irremplaçables** du fonctionnement global des systèmes d'élevage. Résultant à la fois des relations biologiques qui s'établissent entre l'animal et son milieu et des pratiques d'élevage mises en oeuvre par les éleveurs, elles fournissent en effet des indications précieuses sur ces relations biologiques d'une part, sur l'efficacité des techniques utilisées d'autre part. L'état et la dynamique des populations animales, qui résultent de l'ensemble des performances de reproduction et de viabilité des animaux (elles-mêmes sous l'influence des pratiques de conduite) et des pratiques d'exploitation (prélèvements d'animaux), représentent en particulier des indicateurs synthétiques très performants, intéressant aussi bien les recherches zootechniques et vétérinaires que les études centrées sur les fonctions socio-économiques du cheptel, la productivité de l'élevage ou ses contraintes de gestion.

2 - La seconde raison tient à l'amélioration considérable qui est introduite par le suivi individuel au niveau de la gestion de l'information. On se trouve en effet dans la situation idéale de disposer d'un fichier dit d'Etat-civil qui reflète fidèlement et en temps réel (7) l'image démographique de la population, et constitue un outil extrêmement puissant pour connecter l'ensemble des informations disponibles sur tout individu ou tout groupe d'individus de cette population, quelles que soient la nature et l'origine de cette information. La

5. Ainsi, au Sénégal, environ 8 000 ovins, 6 000 caprins et 3 000 bovins répartis dans plusieurs centaines de troupeaux et sur 7 sites différents, étaient suivis en 1988 à l'aide de la méthode mise au point dans le cadre du programme PPR.

6. L'analyse longitudinale repose sur la reconstitution de l'histoire des individus appartenant à une même cohorte, c'est-à-dire qui ont vécu durant la même période le même événement-origine, la naissance ou la première mise-bas par exemple.

7. Le délai moyen entre la survenue d'un événement démographique sur le terrain et sa prise en compte dans le fichier informatique est d'environ un mois dans le programme PPR. Les contrôles d'inventaires réguliers, qui consistent à confronter l'image de chaque troupeau, telle qu'elle est fournie par l'ordinateur, à leur composition réelle, représentent une méthode de validation essentielle de l'information secrétée par le suivi démographique. Ces contrôles ne sont possibles que grâce à la fréquence des passages dans les troupeaux, et à la rapidité des processus de vérification, de transfert et de saisie de l'information. Ici encore, la puissance de l'outil informatique est irremplaçable.

construction de banques de données pluridisciplinaires structurées autour de ces fichiers d'Etat-civil, devient ainsi envisageable. Les bases de données actuellement disponibles permettent d'organiser ces interconnexions au plan fonctionnel. Ce système de gestion informatique débouche effectivement, comme le prévoyait WINTER (op. cit.) sur une validation de l'information recueillie, et par là sur une amélioration très sensible de sa qualité, et sur un accroissement considérable de sa valorisation. Il permet en outre de guider le recueil de l'information nouvelle, en sélectionnant les situations où l'information est la plus efficace.

Le développement de telles bases de données, qui constituent en quelque sorte le versant informatique des systèmes d'investigation évoqués plus haut, représente une conséquence logique de l'adoption d'une démarche systémique. Ce processus n'en est qu'à ses débuts, et compte tenu de la rapidité des progrès enregistrés en informatique, les bases de données actuelles ne font que préfigurer les systèmes extrêmement puissants qui seront disponibles demain. La constitution de ces bases de données représente néanmoins d'ores et déjà une véritable révolution méthodologique dans le domaine de la recherche sur les systèmes d'élevage tropicaux, et il apparaît prioritaire d'explorer leurs possibilités. Cette réflexion est directement à l'origine du modèle de système d'investigation qui est proposé ci-dessous.

4) Vers des systèmes d'investigation modulaires et évolutifs

Le suivi démographique ne constitue pas, à lui seul, un outil d'investigation satisfaisant pour l'étude du fonctionnement d'un système d'élevage. D'abord, parce qu'il ne fournit qu'une information partielle sur les performances réalisées par les animaux, ensuite parce qu'il ne fournit aucun élément explicatif sur le niveau atteint par ces performances dans tel ou tel système d'élevage. Or, le contrat tacite de la recherche, vis-à-vis des exigences du développement, ne se limite pas à fournir des évaluations quantitatives, si précises soient-elles, mais consiste à émettre des jugements motivés sur les niveaux atteints par ces performances et sur les marges d'amélioration envisageables (fonction de diagnostic) ; à proposer des innovations expérimentées, propres à améliorer les performances obtenues, et adaptées aux situations étudiées ; à mettre au point des méthodes d'évaluation in situ et en vraie grandeur des effets et des conséquences de ces innovations.

De tels objectifs ne peuvent être efficacement poursuivis que dans le cadre de recherches pluridisciplinaires, intégrant à la fois des investigations biologiques relativement "pointues" (en pathologie vétérinaire et en alimentation animale par exemple) et des recherches en sciences humaines, sociologie et économie en particulier. Sachant qu'il faut nécessairement respecter l'autonomie méthodologique des diverses disciplines mobilisées, les systèmes d'investigation envisagés doivent donc associer différents "modules" d'investigation spécialisée, dont le nombre et la nature peuvent varier selon les situations étudiées, la problématique adoptée et l'état d'avancement des recherches.

Ainsi se dessine la silhouette d'un modèle modulaire de système d'investigation sur les systèmes d'élevage comprenant un nombre variable de modules spécialisés de nature variable, articulés autour d'un pivot fixe, constitué par le programme de suivi démographique.

Ce schéma théorique va être précisé à travers l'exemple du programme "Pathologie et productivité des petits ruminants au Sénégal", qui en constitue la première application concrète.

I — LE SYSTEME D'INVESTIGATION DU PROGRAMME "PATHOLOGIE ET PRODUCTIVITE DES PETITS RUMINANTS AU SENEGAL"

1. Caractéristiques générales de fonctionnement

des unités
d'observation
hiérarchisées

Ce système, baptisé "Panurge", a été présenté en détail par ailleurs, et nous ne reviendrons pas sur ses règles de fonctionnement (FAUGÈRE et coll., 1989). Notre propos consiste en quelque sorte à le réinterpréter pour en fournir ici une vision différente, en termes de système d'investigation, conformément aux développements qui précèdent.

l'animal

Quelques précisions préalables sont nécessaires :

- le système, mis au point initialement pour les ovins et caprins, a été adapté également aux troupeaux bovins ;
- les unités d'observation élémentaires sont choisies en fonction des pratiques d'agrégation des éleveurs, c'est-à-dire de la manière dont ils constituent les troupeaux (8). Pour les petits ruminants, qui sont parqués la nuit dans les concessions, il s'agit des troupeaux de concession. Pour les bovins, il s'agit des troupeaux villageois collectifs, qui représentent à la fois les unités de parcage nocturne et les unités de conduite au pâturage. Tous les flux d'entrées et de sorties sont saisis aux frontières de ces unités élémentaires d'observation. Il est donc nécessaire, pour agréger les données en vue d'analyses portant sur des niveaux supérieurs d'organisation du peuplement animal (populations villageoises ou micro-régionales), de corriger les données de base des flux

le troupeau

8. Ces pratiques sont sommairement identifiées dans le cadre d'enquêtes préliminaires, menées sur chaque site avant l'implantation du suivi pour définir les modalités d'organisation du travail et le plan d'échantillonnage.

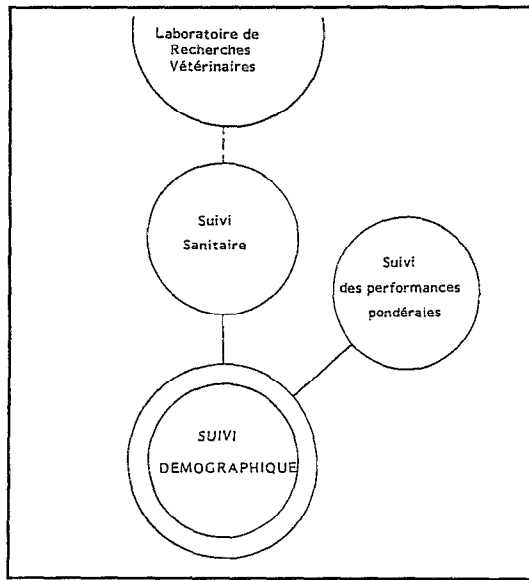
le village
la région

des visites fréquentes
dans les troupeaux

internes aux frontières de ces unités englobantes (échanges d'animaux entre exploitations), ce qui rend nécessaire la saisie d'informations supplémentaires sur la destination des animaux sortant des unités élémentaires. Par voie de conséquence, le suivi démographique inclut l'identification et la localisation de l'unité de base à laquelle appartient tout animal suivi : nom du village et nom du responsable déclaré de l'animal, chef de concession pour les petits ruminants et responsable du troupeau pour les bovins.

• L'intervalle entre les visites est fixé à quinze jours pour les petits ruminants et à un mois pour les bovins, rythmes jugés suffisants pour dater avec précision l'ensemble des événements survenus dans l'intervalle.

2. Architecture



L'architecture initiale du système "Panurge" répondait à un objectif précis : l'étude des interrelations entre la pathologie et la productivité des petits ruminants dans des milieux d'élevage contrastés (de la zone sahélienne à la zone soudano-guinéenne). Le suivi démographique constituant le noyau du système était donc complété par deux modules d'investigation permanente spécialisée ;

- un module zootechnique de contrôle des performances pondérales des animaux (contrôle de la croissance des jeunes et de l'évolution pondérale des adultes au moyen de protocoles de pesée) ;

- un module de suivi sanitaire (suivi individuel des cas de maladie, et suivi de l'évolution des foyers de maladie dans les troupeaux), lui-même articulé avec les recherches menées au Laboratoire National de l'Elevage et de Recherches Vétérinaires de Dakar-Hann, où sont traités les prélèvements biologiques.

3. Investigations complémentaires

a) Enquêtes intégrées au suivi

En pratique, il fut décidé d'emblée de mettre à profit le suivi pour recueillir de manière systématique et permanente un certain nombre d'informations complémentaires jugées essentielles pour l'analyse du fonctionnement des systèmes d'élevage.

des informations
régulières sur les flux
d'animaux

et leur contrôle social

Ces informations concernent principalement :

- les caractéristiques des animaux faisant l'objet des flux d'entrées et de sortie dans les troupeaux suivis, leur origine ou leur destination, les raisons et les circonstances de ces événements, (y compris les causes de mortalité, assorties le cas échéant du diagnostic de la maladie), les prix d'achat et de vente, etc.
- l'appropriation des animaux, le statut socio-familial des propriétaires, leurs relations avec le responsable déclaré du troupeau (pour les bovins).

Le recueil de ces informations, quoiqu'intégré dans les fiches utilisées sur le terrain pour les besoins du suivi démographique (fig. 1) est considéré, du point de vue que nous adoptons ici, comme constitutif de deux nouveaux modules permanents d'investigation spécialisée.

Après une période de capitalisation de l'information de quelques années (9), d'autres enquêtes ont été intégrées au suivi :

9. La chronologie de l'installation des différentes enquêtes n'est pas indifférente. Pour des raisons pratiques, la première année a été entièrement consacrée, sur chacun des sites, à la préparation, au lancement et au "rodage" du suivi. Si l'on souhaite appuyer les enquêtes complémentaires sur le suivi, en profitant au maximum de ses résultats, il est nécessaire de disposer d'un recul d'au moins deux années. En pratique, compte tenu de la qualité souvent douteuse des résultats obtenus dans les premiers mois du suivi, et des délais nécessaires pour le traitement des données, l'antériorité nécessaire semble être en moyenne de trois années, c'est-à-dire que les enquêtes complémentaires atteindront leur pleine efficacité si elles sont entreprises trois ans au moins après le début du suivi.

**sur les pratiques
d'alimentation**

- enquête sur les pratiques de complémentation alimentaire, et relevé de la nature et de la quantité des aliments distribués aux animaux au cours de la quinzaine écoulée depuis le précédent contrôle. Cette enquête est actuellement menée sur un des sites du programme (Louga-NDiagne), en collaboration avec le programme "Alimentation du Bétail Tropical" (IEMVT/ISRA).

de traites

- enquête sur les pratiques de traite et relevé des quantités de lait recueillies à l'échelle du troupeau.
- enquête sur les pneumopathies, syndrome pathologique majeur dans les systèmes d'élevages étudiés : relevé de la fréquence des cas cliniques par examen systématique de tous les animaux.

b) Enquêtes périodiques ou ponctuelles

Afin d'enrichir les grilles d'interprétation des résultats obtenus, ou d'approfondir certaines investigations, d'autres enquêtes ont également été entreprises. Elles s'appuient sur le dispositif mis en place, mais sont réalisées à l'occasion de visites spécialement programmées. Selon l'objectif poursuivi, la nature et la dynamique des phénomènes étudiés, il s'agit d'enquêtes périodiques ou d'enquêtes ponctuelles.

**de logement et de
conduite au pâturage**

- enquête sur les pratiques de logement et de conduite au pâturage, menée avec une périodicité semestrielle, jugée suffisante pour saisir des évolutions moins rapides que celles qui affectent par exemple les pratiques de complémentation alimentaire.

sur la santé

- enquête sur l'infestation parasitaire interne, dont la dynamique est évaluée par l'évolution du nombre des oeufs par gramme de fèces, à partir de prélèvements bimestriels.

- étude de la dynamique de la réponse sérologique aux agents pneumotropes, entre la naissance et un an, à partir de prises de sang bimestrielles sur une cohorte de 800 animaux nés entre octobre 1987 et octobre 1988. La cinétique des anticorps sera ultérieurement mise en relation avec l'apparition de symptômes cliniques, l'évolution des performances de croissance et de la mortalité dans le même échantillon, cette analyse mettant donc en jeu différents modules d'investigation.

**et la valorisation du
cheptel**

- enquête sur les pratiques d'exploitation et de valorisation du cheptel, destinée à améliorer l'interprétation des analyses réalisées à partir des fichiers informatiques sur les flux d'entrées et de sorties d'animaux dans les troupeaux. Cette enquête ponctuelle, réalisée selon les sites en 1988 ou 1989 devra probablement être répétée tous les deux ans, voire chaque année.

c) Expérimentations

La voie expérimentale représente un mode d'investigation privilégié, que le dispositif du programme permet de mettre en oeuvre à grande échelle. Elle est utilisée à la fois pour améliorer les connaissances relatives au fonctionnement des systèmes d'élevage considérés (diagnostic), et pour évaluer en vraie grandeur et en conditions réelles les effets des innovations techniques envisagées par les chercheurs.

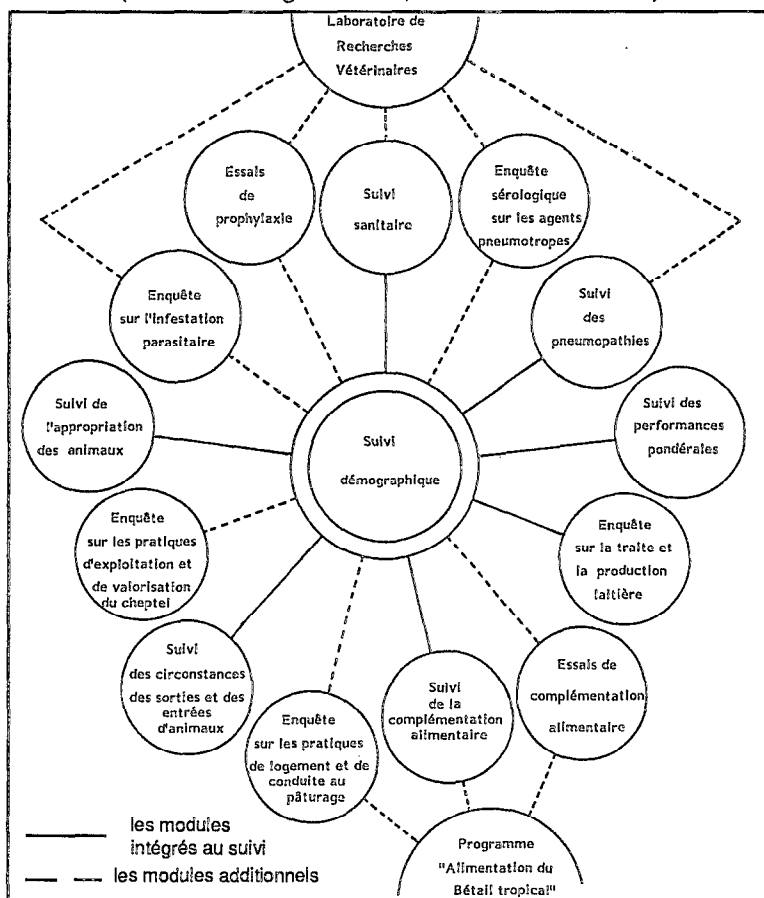
Nous en citerons deux exemples :

- dans le domaine sanitaire, des essais ont été conduits sur tous les sites du programme en vue d'évaluer l'impact de plans de vermifugation et de vaccination (pasteurellose et peste des petits ruminants). Ces essais permettent de mesurer l'effet des traitements expérimentaux sur les performances technico-économiques des troupeaux et, sous certaines conditions, d'estimer les pertes entraînées par les affections correspondantes.
- dans le domaine de l'alimentation, différents schémas de complémentation énergétique, azotée et minérale sont testés en saison sèche, sur différentes catégories d'animaux. L'objectif consiste à la fois à mesurer les effets technico-économiques induits par les traitements expérimentaux, à évaluer la faisabilité de ce type d'interventions et à suivre leur insertion dans les systèmes de production en place.

4. Architecture d'ensemble

La figure 2 représente l'ensemble de l'architecture du système d'investigation, (début 1990 cette précision s'imposant en raison du caractère évolutif du système).

Fig. 2 — Organigramme 1990
(les modules intégrés au suivi, les modules additionnels)



Nous n'avons volontairement pas figuré sur ce schéma de relation directe entre les divers modules périphériques. Les relations entre modules sont pourtant extrêmement nombreuses, et ce sont elles qui font l'intérêt du modèle adopté, mais elles sont fondamentalement régies par le fichier d'Etat-civil, pièce centrale du suivi démographique, ce qui justifie la représentation fonctionnelle qui a été adoptée.

Les enquêtes qui ne sont pas directement intégrées au système "Panurge" utilisent des méthodes qui leur sont propres, et sont pratiquées en marge des activités régulières liées au suivi. Leurs résultats, qui sont souvent d'ordre qualitatif, ne sont encore que partiellement introduits dans la base de données. La complémentarité entre le suivi et ces enquêtes complémentaires est néanmoins très forte :

- d'une part, l'organisation de ces enquêtes, l'échantillonnage, l'interprétation de leurs résultats, etc., s'appuient en permanence sur les fichiers informatiques et sur le dispositif de terrain. Des va-et-vient systématiques entre les enquêtes de terrain et la banque de données accroissent considérablement la puissance et la fiabilité de ces enquêtes. Ils sont en particulier à la base de la méthodologie retenue pour les enquêtes sur les pratiques d'élevage (FAUGERE et coll., 1990 a et b).

- d'autre part, ces investigations complémentaires jouent un rôle important dans le traitement de l'information contenue dans la banque de données, en identifiant les hypothèses à tester et en guidant l'agrégation des données. Les enquêtes sur les pratiques d'élevage fournissent des clés d'interprétation essentielles, concernant d'une part la variabilité des performances techniques et économiques enregistrées (évaluation des effets et conséquences des pratiques d'élevage), d'autre part les objectifs poursuivis par les éleveurs et les stratégies qu'ils mettent en oeuvre pour y parvenir (analyse des déterminants des pratiques d'élevage).

En ce qui concerne les modules d'expérimentation, l'identification des traitements auxquels sont soumis les animaux est directement intégrée dans la base de données, et les performances des animaux d'expérience sont suivies de la même manière que celles des autres animaux.

II — RESULTATS

Les exemples présentés ci-dessous sont extraits des résultats acquis par les chercheurs du programme PPR à partir du système d'investigation qui vient d'être présenté. Ils ont été sélectionnés dans l'objectif d'illustrer le fonctionnement de ce système, et en particulier de montrer son apport à la construction d'une interdisciplinarité active autour de l'étude approfondie des systèmes d'élevage africains. Quelques résultats permettront d'illustrer en outre le potentiel expérimental du dispositif.

1. Résultats du suivi et des enquêtes

a) Connaissance démographique des populations animales

Après quelques années de suivi, et grâce à la rapidité des cycles physiologiques des petits ruminants, la structure et la dynamique des populations ovine et caprine sont connues avec une bonne précision sur chacun des sites du programme.

des fluctuations
saisonnnières très
importantes

et une tendance à
l'accroissement du
cheptel

Les résultats obtenus mettent d'abord en évidence l'importance des fluctuations saisonnières qui affectent les populations étudiées, en raison de la saisonnalité marquée des naissances d'une part, des sorties d'animaux d'autre part. Ainsi, dans la région de Louga, les variations saisonnières atteignent environ 20 % des effectifs maxima de femelles et jusqu'à 50 % pour les bœliers et 65 % pour les boucs (Fig. 3), les maxima se situant en fin de saison sèche (après la période des mises-bas, soit en avril et juin selon les années), les minima en octobre-novembre, après la période de soudure et après la fête (mobile) de la Tabaski qui intervient, les années considérées, entre le 06-09 (1984) et le 06-08 (1987).

Au-delà de ces fluctuations cycliques se dégage une tendance modérée d'augmentation du cheptel ovin et caprin, correspondant à une stratégie de reconstitution du troupeau, après plusieurs années très sèches (dont 1984).

Ces résultats constituent une référence obligée pour tout calcul de performances techniques ou économiques concernant ces populations. Les fluctuations enregistrées sont d'une telle importance qu'elles peuvent en effet entraîner des biais considérables, selon la date retenue pour estimer l'effectif de référence utilisé dans les calculs. Cette simple constatation suffit à valider l'hypothèse avancée plus haut à propos de la nécessité de bien contrôler l'état et l'évolution des populations animales concernées, dès lors que l'on se propose de réaliser des estimations quantitatives. Elle explique du même coup les difficultés rencontrées dans les méthodes d'évaluation de la productivité reposant sur des enquêtes ponctuelles, ou même sur des enquêtes annuelles répétées à intervalles réguliers.

Ces fluctuations se retrouvent au niveau de la pyramide des âges, qui résume la structure démographique de la population à un instant donné : les pyramides correspondant à des périodes différentes de l'année sont significativement différentes (fig. 4).

Fig. 3 — Evolution des effectifs des petits ruminants dans la région de Louga, selon l'ethnie des éleveurs (Source : Faugère et coll., 1990 a.)

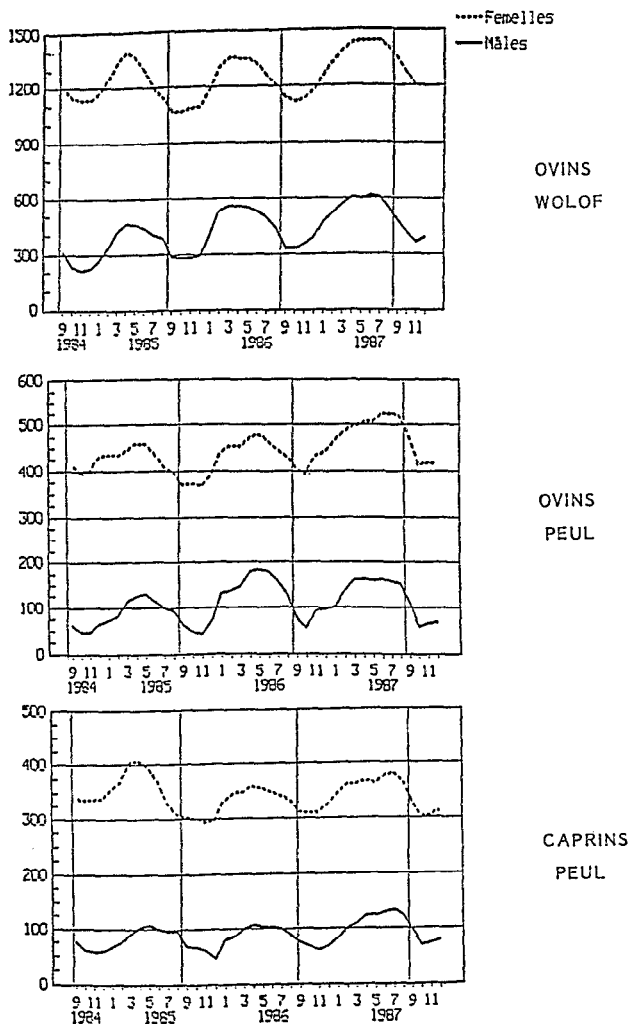
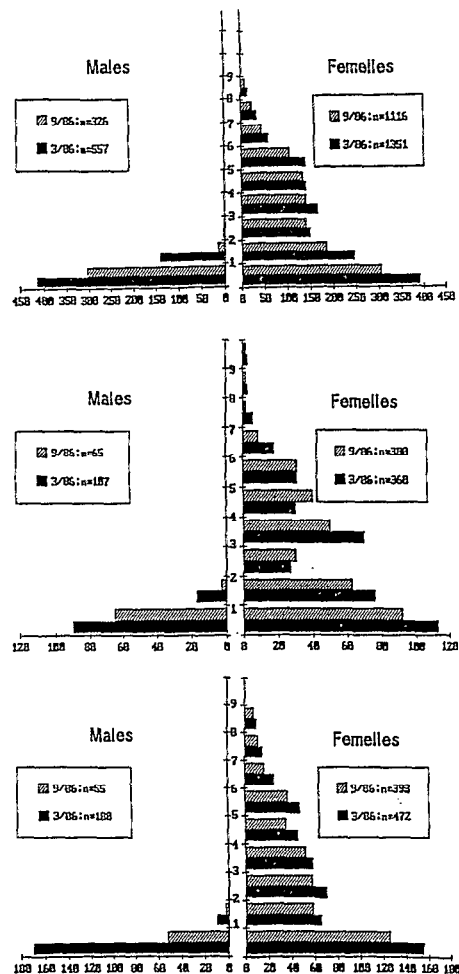


Fig. 4 — Structure démographique moyenne au 31 mars et au 30 septembre 1986, des populations ovine et caprine dans la région de Louga (Source : Faugère et coll., 1990 a.)



D'une manière générale, quel que soit le paramètre démographique considéré, la saisonnalité des phénomènes apparaît comme une dimension essentielle du fonctionnement des systèmes d'élevage étudiés.

b) Résultats zootechniques

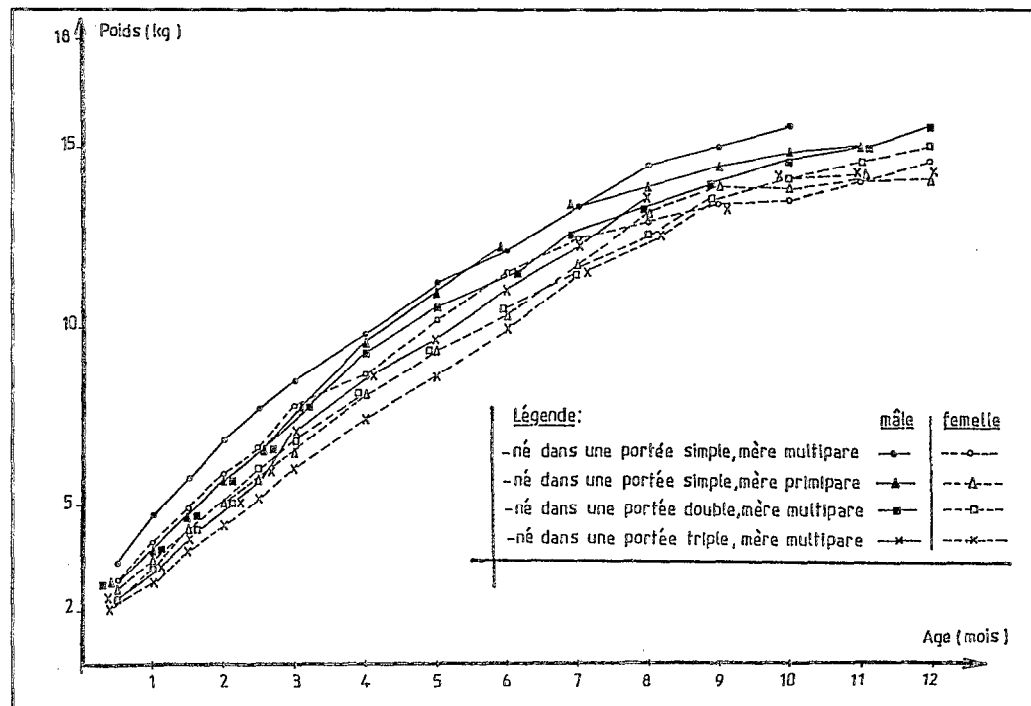
de nombreux résultats originaux

Nous ne nous attarderons pas sur les très nombreux résultats déjà obtenus sur les performances zootechniques et leurs principaux facteurs de variation (FAUGÈRE et coll., 1988 et 1989c). Le référentiel accumulé est sans équivalent en Afrique intertropicale, bien que les possibilités de la banque de données soient encore loin d'avoir été toutes exploitées. A vrai dire, l'originalité de ces résultats provient cependant avant tout du terrain nouveau sur lequel ils ont été obtenus : certains réseaux de contrôle des performances individuelles existant dans les pays développés fournissent des résultats de même nature.

consignés dans des référentiels détaillés

L'intérêt du système mis en place provient de la valorisation des données de terrain. Ainsi, le résultat d'une pesée est immédiatement affecté, par l'intermédiaire du fichier d'Etat-civil, à un animal dont le sexe, l'âge, la reproduction, etc. sont connus. Ce résultat sera d'abord validé par comparaison aux poids mesurés antérieurement sur le même animal et aux performances réalisées dans les mêmes conditions par des animaux comparables, puis normalisé sous forme d'un poids à âge-type, obtenu par interpolation linéaire, et enfin intégré au référentiel, qui est structuré notamment par type génétique, sexe, mode de naissance (simple, double ou triple) et rang de mise-bas (figure 5).

Fig. 5 — Croissance pondérale 0-1 an des caprins en élevage traditionnel dans la région de Kolda (Sénégal). Effets du sexe, du mode de naissance et du rang de mise-bas (Courbes établies à partir de 8191 poids à âge-type mesurés entre janvier 1984 et décembre 1987) source : Faugère et coll., 1988



minimisation du coût de l'information

Le fichier d'état-civil permet en outre de minimiser le coût de la saisie de l'information. Par exemple les protocoles de pesée peuvent être organisés a priori, par interrogation de la banque de données et émission périodique de listes indiquant l'identité des animaux qui doivent être pesés à un instant donné (ce point est essentiel dans le cas des suivis de troupeaux bovins, car la pesée des gros animaux en milieu traditionnel est une opération difficile et coûteuse). L'information recueillie est ainsi à la fois quantitativement réduite et qualitativement plus utile que dans les protocoles systématiques et a fortiori que dans les protocoles réalisés par sondage dans des populations inconnues.

La banque de données permet également de mettre en relation les différentes performances enregistrées (viabilité, reproduction, croissance), et d'étudier ainsi les régulations physiologiques mises en oeuvre par les animaux dans les systèmes considérés.

c) Relations entre données zootechniques et données sanitaires

L'originalité du système d'investigation mis en place est ici tout à fait remarquable, puisqu'il est exceptionnel qu'un suivi zootechnique et un suivi sanitaire de précision équivalente soient couplés, fût-ce dans les pays industrialisés.

étude des relations
entre la santé et la
démographie

Ceci dit, le suivi sanitaire soulève des difficultés spécifiques de conception et de réalisation car les événements auxquels il s'intéresse sont beaucoup plus difficiles à déceler et à caractériser que les événements démographiques. L'appréciation de l'état de maladie, voire la simple constatation de signes ou de symptômes cliniques, reposent en grande partie sur des critères plus ou moins subjectifs. Elles nécessitent en outre fréquemment des investigations qui dépassent la simple observation : prélèvements divers (prise de sang, prélèvement de fèces ou de matières pathologiques diverses), autopsies, etc. La méthode suppose un travail en profondeur au niveau de la formation des observateurs. Quoiqu'il en soit, le suivi régulier qui a été institué fournit un panorama détaillé de la situation sanitaire des troupeaux suivis, et de son évolution. Il débouche sur la constitution de référentiels détaillés, concernant par exemple les taux d'incidence, de prévalence et de létalité liés aux différents syndromes observés, qui sont calculés en tenant compte des fluctuations saisonnières et interannuelles de cette population, et des interférences entre les sorties d'animaux et la mortalité. Par ailleurs, la connexion des fichiers sanitaires et démographiques permet d'étudier finement les variations saisonnières et interannuelles de l'incidence de la pathologie à partir des quotients de mortalité.

La mise en relation des performances zootechniques, de la pathologie et de la mortalité permet d'autre part d'évaluer en termes physiques les pertes dues aux différentes affections.

et renouveau des
recherches en
épidémiologie

La connexion des différents fichiers ouvre à l'épidémiologiste des perspectives nouvelles. C'est ainsi qu'a été lancé, en collaboration avec les chercheurs du laboratoire de l'élevage et de recherches vétérinaires de Dakar-Hann (ISRA), un important programme centré sur l'étude de la cinétique des anti-corps sériques chez les animaux de moins d'un an, en vue de préciser l'étiologie du complexe "pneumopathie enzootique", identifié comme le principal facteur de la mortalité des jeunes. Des prises de sang effectuées à intervalles réguliers de deux mois sur plusieurs centaines d'agneaux et de chevreaux, à partir de leur naissance, ont permis de constituer une sérothèque dont l'analyse (en cours) doit permettre de préciser les circonstances de l'inversion des réactions antigéniques (et plus particulièrement les facteurs liés à l'âge et à la saison) concernant les principaux agents incriminés dans ce complexe (virus, bactéries et mycoplasmes). La mise en relation de ces données avec les données cliniques et les performances zootechniques réalisées par les animaux devrait permettre de préciser la hiérarchie des effets pathogènes des différents agents, et également d'évaluer les pertes entraînées par la pathologie pulmonaire des jeunes animaux. Des stratégies d'intervention sanitaire pourront alors être proposées et expérimentées sur le terrain.

pour définir de
nouvelles stratégies
d'intervention
sanitaire

Au total, les perspectives de recherche et les habitudes de travail du vétérinaire épidémiologiste sont progressivement bouleversées par l'insertion dans un dispositif semblable, dans une mesure telle qu'il est difficile d'en évaluer toutes les conséquences à l'heure actuelle (10).

d) Analyse des flux d'entrées et de sorties d'animaux dans les troupeaux

• Etude physique des flux

la gestion des
troupeaux et les
emplois de la
production

L'enregistrement des flux d'animaux entrant et sortant des troupeaux, et des circonstances qui entourent ces événements, fournit des informations précieuses sur la gestion et l'exploitation du cheptel, et constitue une base de départ solide pour les enquêtes complémentaires qui s'intéressent aux fonctions socio-économiques de l'élevage. La synthèse des données disponibles (fig. 6) concernant l'emploi de la production dans la région de Kolda, selon l'espèce et le sexe des animaux, l'année et la saison, illustre bien l'intérêt de ce type de résultats.

10. Il convient de préciser que la méthode, par nature sédentaire, n'est pas adaptée à l'étude épidémiologique des grandes épizooties et des pertes qu'elles entraînent dans les troupeaux atteints.

Fig. 6 — Exploitation des animaux : les emplois de la production des troupeaux ovins et caprins dans la région de Kolda
Source : Faugère et Coll.1990 b

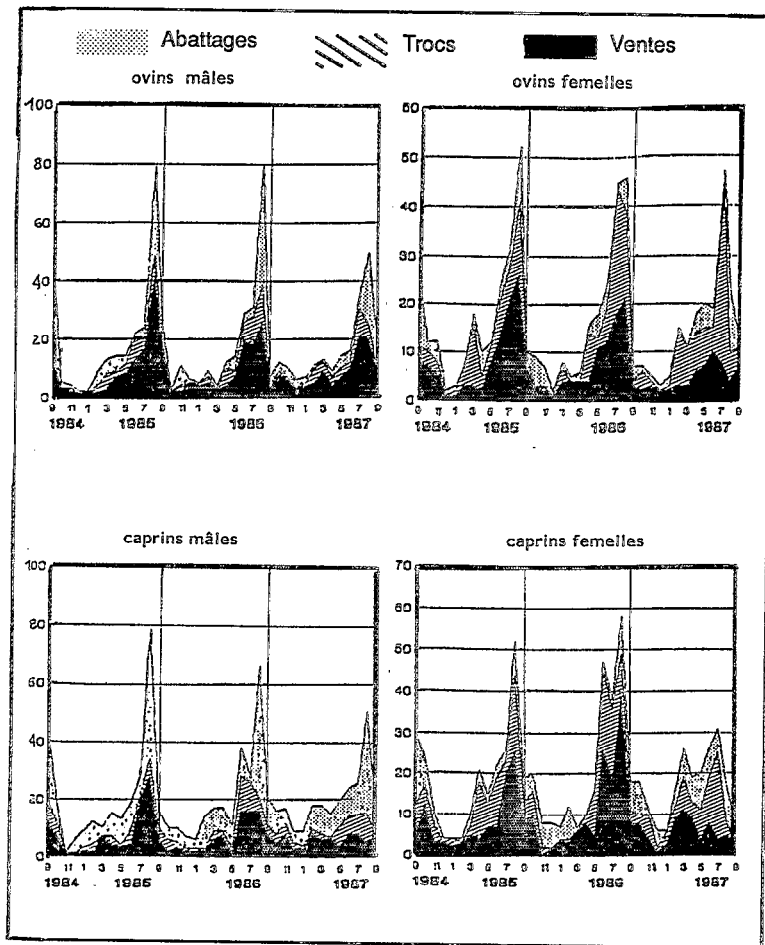


Fig. 7 — Evolution mensuelle des prix de vente au producteur dans la région de Louga (moyennes glissantes sur 3 mois) Source : Faugère et Coll. 1990 a

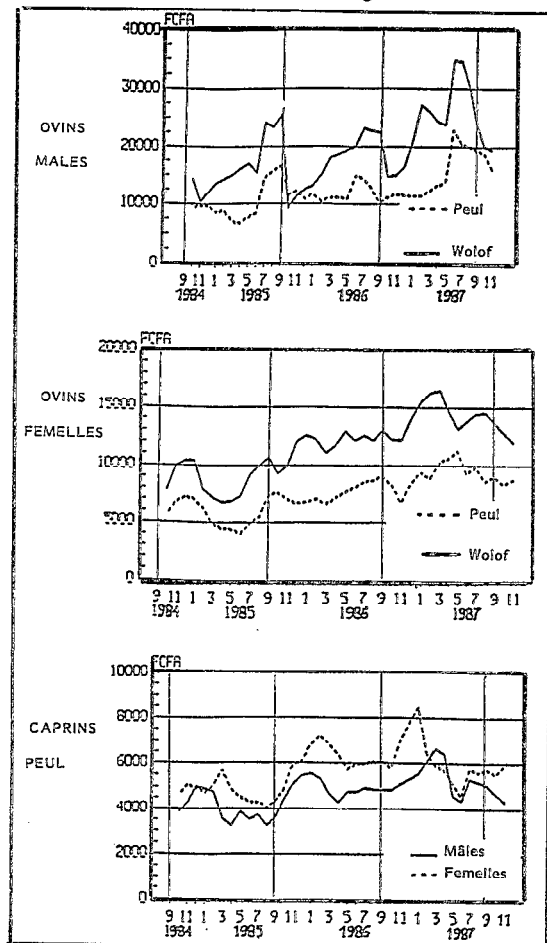


Fig. 8 — Prix de vente moyens en fonction de l'espèce, du sexe et de l'âge des animaux vendus dans les systèmes d'élevage Wolof et Peul dans la région de Louga (1984-1987)
Source : Faugère et Coll. 1990 a.

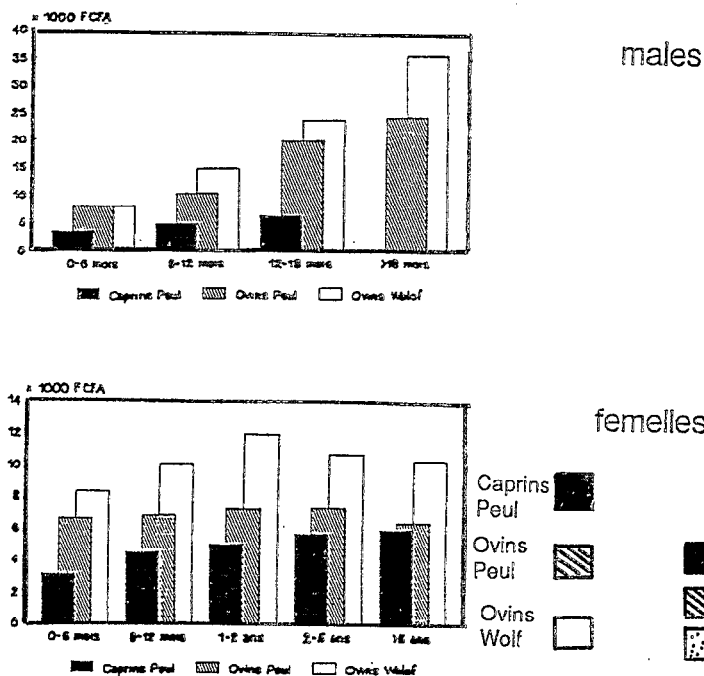
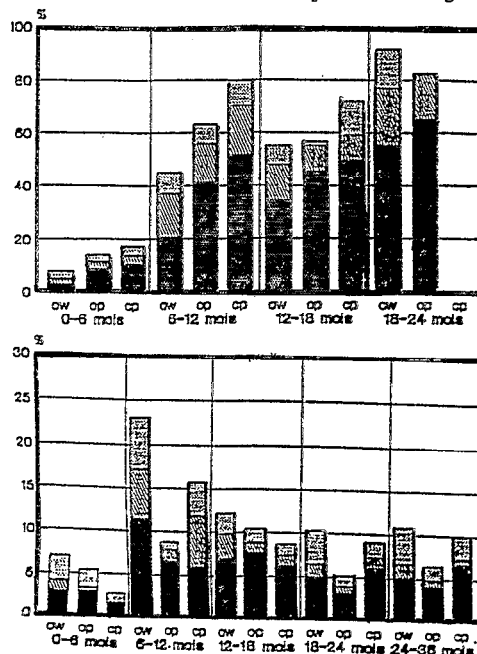


Fig. 9 — Quotients d'exploitation moyens des petits ruminants dans les systèmes d'élevage Peul et Wolof de la région de Louga (1984-1987) (Un quotient d'exploitation de 40 % entre 6 et 12 mois, par exemple, signifie que 40 % des animaux ayant atteint l'âge de 6 mois sont exploités avant l'âge de



• *Evaluations économiques*

des référentiels
fiables

L'exploitation des rubriques des fiches de sortie et d'entrée qui précisent les prix des animaux, dont les caractéristiques sont connues par ailleurs, permet de constituer des référentiels économiques détaillés, et d'analyser les facteurs de variation des prix au producteur.

Les prix de vente (fig. 7) obtenus par les éleveurs de la région de Louga pour leurs petits ruminants varient en fonction de l'ethnie de l'éleveur (qui renvoie à des systèmes d'élevage bien différents) de l'année, de la saison, de l'espèce et du sexe des animaux vendus.

La mise en relation de ces informations brutes avec celles qui sont contenues dans les fichiers zootechniques permet de préciser les variations des prix de vente obtenus en fonction de l'âge (fig. 8), du poids, du type génétique des animaux, etc. Ces informations sont également à rapprocher des évaluations relatives à l'importance des prélèvements réalisés par les éleveurs dans chaque classe d'âge et de sexe (fig. 9).

permettent de mieux
connaître les
stratégies
économiques des
éleveurs

On parvient en définitive à un panorama détaillé de la nature de la production, de ses emplois et de sa valeur. Cette connaissance est extrêmement utile pour analyser les objectifs et les stratégies de production des éleveurs, identifier les profils de carrière animale qui y répondent le mieux, et raisonner les interventions techniques propres à favoriser ces types de profils.

et apprécier les
marges de progrès

La connaissance détaillée des prix d'achat et de vente des animaux et de leurs produits permet par ailleurs d'évaluer en termes monétaires la productivité des troupeaux, d'étudier le poids économique relatif des diverses performances qui la conditionnent et débouche sur l'analyse économique des méthodes d'intervention envisageables. Par exemple, l'estimation des pertes économiques entraînées par les maladies du bétail et leur hiérarchisation, puis l'évaluation des effets de diverses stratégies d'intervention préventives ou curatives doivent déboucher sur des propositions motivées en matière de politique sanitaire.

e) Enquêtes sur les pratiques et stratégies d'éleveurs

le suivi des troupeaux
et les enquêtes sur la
pratique d'élevage

L'étude des pratiques d'élevage s'appuie à la fois sur l'observation directe et sur des enquêtes semi-directives, collectives ou individuelles, structurées par des questionnaires ouverts. Elles mobilisent l'ensemble de l'information disponible dans la banque de données, ainsi que diverses informations recueillies à d'autres sources, concernant notamment les caractéristiques climatiques et agricoles des périodes étudiées.

Le suivi démographique et zootechnique fournit, nous l'avons vu, une image détaillée et quantifiée de l'état et de l'évolution du peuplement animal. Les enquêtes menées auprès des éleveurs recueillent une information essentiellement qualitative qui permettent de donner du sens à cette image, et de l'interpréter dans des termes pertinents pour le développement, c'est-à-dire dans les termes des objectifs poursuivis par les éleveurs.

Ces enquêtes, qui font largement appel aux concepts et aux méthodes des sciences humaines, tiennent une place essentielle dans le dispositif de recherche, car elles débouchent sur une connaissance synthétique et finalisée des systèmes d'élevage concernés, et sur des propositions d'amélioration réellement adaptées au contexte.

L'expérience montre que ces enquêtes sont grandement facilitées par les informations très détaillées continues dans la banque de données qui permettent d'enrichir la problématique mais aussi de confirmer ou d'infirmer, pas à pas, les déclarations des éleveurs, grâce à des va-et-vient permanents entre le terrain et les fichiers.

débouchent sur des
conclusions
directement
opératoires

A titre d'exemple, les graphiques de la figure 10 ont permis de détecter et de caractériser la stratégie évasive adoptée par les éleveurs Peul de la région de Louga, face à certaines épidémies, puis d'évaluer avec eux cette stratégie, qui limite les pertes à l'échelle des troupeaux considérés, mais amplifie, par le biais des ventes, l'impact de la pathologie sur la démographie des troupeaux, et surtout risque de contribuer à l'extension géographique de l'épidémie.

Il est intéressant, pour l'épidémiologiste, de prendre en compte de telles pratiques, qui entraînent sinon des biais systématiques dans l'évaluation des taux d'incidence et de mortalité, et perturbent l'observation de l'évolution des foyers de maladie.

Les graphiques de la figure 6 fournissent quant à eux une image intéressante des stratégies d'exploitation des petits ruminants, qui, en dehors de la Tabaski, fournissent aux ménages un complément de ressources essentiel en période de soudure. Ceci précise d'emblée la problématique des enquêtes sur le rôle socio-économique de cet élevage.

Fig. 10 — Fréquence mensuelle des décès et des ventes de caprins dans les troupeaux Peul de la région de Louga
Source : Faugère et coll., 1990 a.

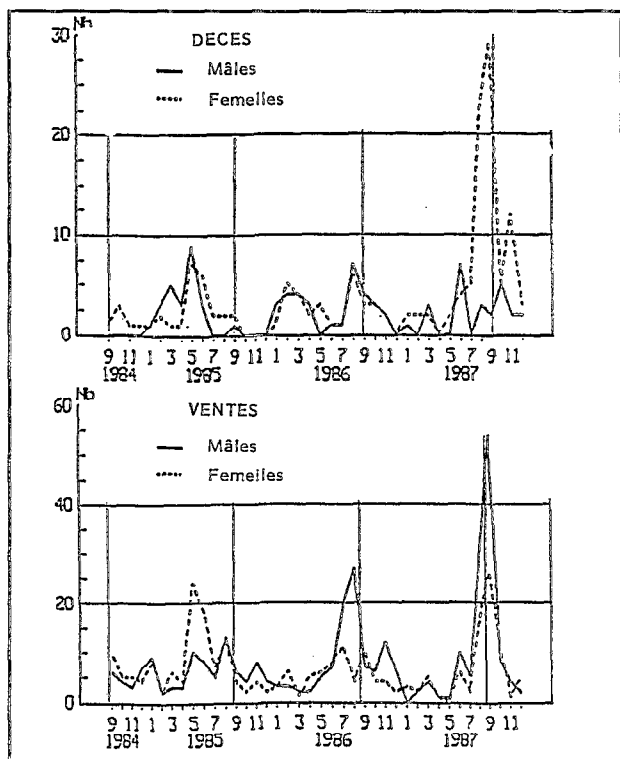
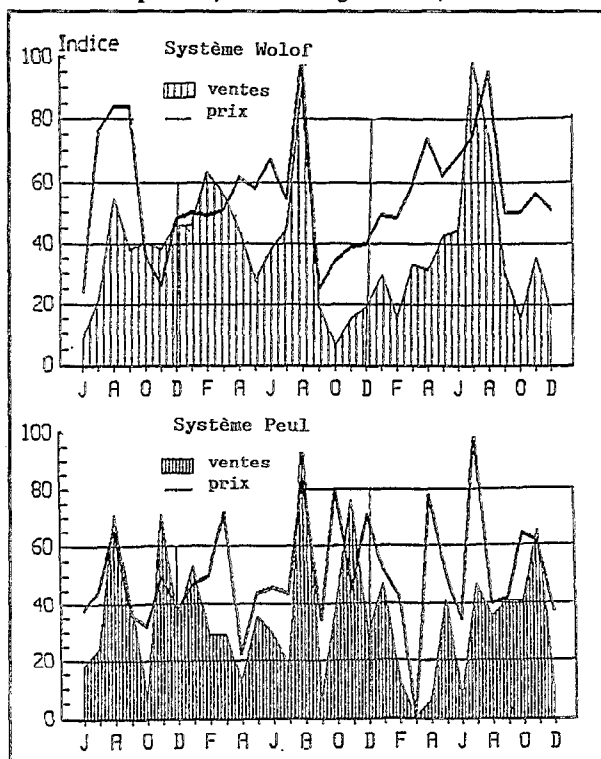


Fig. 11 — Evolution comparée de l'indice des prix de vente et de l'indice des effectifs d'animaux vendus dans la région de Louga : ovins mâles (base 100 : maximum observé sur la période) Source : Faugère et coll., 1990 a.



des stratégies diversifiées répondant à des modèles culturels différents

La figure 11 illustre de même deux stratégies commerciales bien différentes, mises en œuvre par les éleveurs Wolof et Peul qui cohabitent dans la région de Louga. Le rapprochement de la courbe des prix de vente des ovins mâles et des effectifs d'animaux vendus mois par mois met clairement en évidence la stratégie spéculative développée par les Wolof, qui, au prix d'une rétention des mâles commercialisables durant les mois qui précèdent, parviennent à commercialiser beaucoup de bœuf au moment de la Tabaski, en profitant de l'envolée des prix. Cette stratégie, qui s'exprime très clairement en 1986, a cependant été complètement exclue en 1984, et partiellement compromise en 1985, les éleveurs ayant été contraints de commercialiser une grande part de leurs animaux disponibles en saison sèche, pour faire face à une situation vivrière très tendue, en raison de la sécheresse.

Les éleveurs Peul, qui détiennent beaucoup plus d'animaux prennent leurs décisions de vente pour d'autres raisons. Les nombreuses ventes de début de saison sèche, lorsque les animaux sont encore en bon état, sont destinées d'une part à ajuster le chargement animal aux disponibilités fourragères, que les éleveurs savent évaluer précocement, d'autre part et surtout à acheter du mil dès la récolte, lorsque les prix en sont au plus bas (11). Au total, il n'existe pas de corrélation marquée entre les prix de vente et les effectifs commercialisés. De ce fait, la valorisation de la production est nettement supérieure dans le système Wolof. L'analyse approfondie de ce phénomène relativise néanmoins les conclusions que l'on serait tenté d'en tirer à première vue : les objectifs poursuivis, et les fonctions assignées à l'élevage s'avèrent en effet très différents dans les deux systèmes d'élevage, et la valorisation n'est pas, tant s'en faut, l'unique critère à prendre en compte dans le diagnostic.

11. Les Wolof achètent majoritairement, pour combler un déficit céréalier d'ailleurs moins accusé que chez les Peul, du riz d'importation, dont le prix, fixé par le gouvernement, est stable. Ils ne font pas de stock, et vendent des animaux au fur et à mesure de leurs besoins.

2. Capacité expérimentale du dispositif

les innovations
peuvent être évaluées
en milieu réel

La fonction de diagnostic repose parfois, au moins en partie, sur une démarche expérimentale. Elle doit toujours déboucher, par ailleurs, sur l'identification de marges d'amélioration et sur des propositions d'innovations susceptibles d'entraîner ces améliorations. Mais on sait bien aujourd'hui que toute innovation doit être testée en situation réelle avant d'être vulgarisée, afin de vérifier à la fois son efficacité et son adaptation aux systèmes où l'on se propose de l'introduire. Il est donc essentiel, pour une recherche tournée vers le développement, de disposer d'une capacité expérimentale en milieu traditionnel (ceci ne remettant aucunement en cause l'intérêt des stations expérimentales, quand bien même leurs fonctions mériteraient, dans de nombreux cas, d'être redéfinies).

Un système d'investigation comme celui que nous venons de décrire recèle un excellent potentiel expérimental, puisqu'il permet à la fois de bâtir rigoureusement des protocoles d'expérimentation variés, grâce aux informations continues dans la banque de données (échantillonnage raisonné), d'observer finement les résultats obtenus, et de les interpréter dans de bonnes conditions, en mobilisant l'information nécessaire.

Cette capacité expérimentale a été largement mise à profit dans le cadre du programme PPR. Les thèmes expérimentaux ont concerné principalement, à ce jour, le domaine sanitaire : différents vaccins et produits anthelminthiques ont notamment été testés à grande échelle, selon divers protocoles d'administration (fig. 12). Dans des troupeaux largement infestés de parasites intestinaux, l'administration systématique d'un anthelminthique à large spectre contribue efficacement à améliorer l'état général des animaux, entraînant un ensemble d'effets non spécifiques sur diverses composantes de la productivité, pour aboutir à des résultats très intéressants.

Fig. 12 — Composants de la productivité du cheptel ovin dans la région de Kolda, et améliorations obtenues lors d'une expérience de déparasitage interne

Composantes de la productivité	Lot témoin	Lot expérimental	Ecart (%) et seuil de signification
Age de la première mise-bas (j)	464	420	- 9,5 (p<0,01)
Intervalle entre mises-bas (j) : a	248	230	- 7,3 (p<0,05)
Taux d'avortement (p. 1000 gestations) : b. 10 ³	29,5	24,1	- 18,3 (p<0,05)
Taux de prolificité (%) : c	117,4	121,5	+ 3,5 (n.s.)
Taux de mortinatalité (p. 1000 agneaux nés) : d.10 ³	12,5	12,5	0 -
Productivité numérique à la mise-bas (%) : e (1-b) x c x (1-d)	112,5	117,1	+ 4,1 (n.s.)
Quotient de mortalité des agneaux 0-3 mois (%) : f.10 ²	12,6	8,1	- 35,7 (p<0,01)
Taux de productivité numérique à 3 mois (%) : g = ex (1-f)	98,3	107,6	+ 9,5 (p<0,05)
Poids moyen des agneaux à 3 mois (kg) : h	9,6	10,8	+ 12,5 (p<0,01)
Productivité pondérale à 3 mois (kg/gestation) : i = hxgx10 ²	9,4	11,6	+ 23 -
Indice de productivité pondérale annuelle (kg/brebis/an) :			
$j = \frac{i \times 365}{a}$	13,9	18,4	+ 32,4 -

adaptées aux besoins
des éleveurs

Au-delà de cette évaluation technique, le dispositif permet d'évaluer la faisabilité concrète de l'innovation expérimentée et d'en adapter les modalités pratiques, avec l'aide des éleveurs. Enfin, le référentiel disponible permet de calculer les bénéfices économiques retirés de l'opération : les résultats (fig. 13) d'une telle démarche, appliquée à un traitement antibiotique destiné à lutter contre diverses affections respiratoires des petits ruminants dans la région du Sine-Saloum.

Les thèmes expérimentaux jugés prioritaires par le programme PPR pourraient évidemment être diversifiés. Dans chaque domaine d'investigation pourraient être développés des modules expérimentaux utilisant des méthodes spécifiques. Dans tous les cas l'ensemble du dispositif est mis à contribution pour déceler les effets et conséquences des innovations expérimentées, et fournir les éléments nécessaires à leur évaluation.

Un système d'investigation de ce type constitue donc une infrastructure de recherche polyvalente, dotée d'une capacité expérimentale diversifiée, ce qui renforce sa vocation à devenir un lieu privilégié d'échanges pluridisciplinaires.

Fig. 13 — Comparaison des taux de rémunération des fonds engagés dans deux stratégies thérapeutiques utilisant une oxytétracycline à longue action dans divers syndromes respiratoires des petits ruminants de la région du Siné-Saloum (FCFA).

Espèce	Affection	Stratégie*	Charges	Gains en produit brut	Variation de marge	Taux de rémunération (p. 100)
Caprins	Syndrome pestique	0	0	0	0	—
		1	753	6 720	5 967	792
		2	2 104	1 200	- 904	- 42
	Affection respiratoire <i>sensu stricto</i>	0	0	0	0	—
		1	417	1 500	1 083	260
		2	605	1 860	1 255	207
Ovins	Affection respiratoire <i>sensu stricto</i>	0	0	0	0	—
		1	526	8 160	7 634	1 451
		2	1 374	8 280	6 906	502

Stratégie 0 = pas d'intervention thérapeutique.
Stratégie 1 = intervention thérapeutique précoce.
Stratégie 2 = intervention thérapeutique tardive.

III — DISCUSSION

Au-delà du cas particulier du programme PPR, qui est à l'origine de la conception du modèle de système d'investigation proposé, et qui nous a permis d'illustrer concrètement son intérêt, ce modèle revêt, au moins dans son principe, une généralité qui nous semble incontestable.

une meilleure communication entre des domaines disciplinaires différents

L'organisation de la pluridisciplinarité est reconnue comme une exigence indissociable de la reconnaissance de la complexité, et du choix d'une approche systémique. Ceci s'applique en particulier aux recherches sur l'élevage. Mais cette affirmation de la nécessité de la pluridisciplinarité n'a de valeur heuristique qu'à la condition de se traduire concrètement au niveau des questions de recherche et des méthodes utilisées. Le problème central réside à cet égard dans la communication entre des sphères d'information d'origine et de nature différentes. Plus que dans la rareté du travail en commun sur des chantiers communs, c'est là que s'est, en effet, toujours située la principale limitante à l'émergence d'une complémentarité réelle entre les très nombreuses études qui ont été consacrées à ce jour à l'élevage africain par les chercheurs en sciences humaines d'un côté, par les zootechniciens et les vétérinaires de l'autre.

grâce à l'emploi de techniques efficaces de gestion et de traitement de l'information

Les nouvelles perspectives offertes par le développement des techniques informatiques doivent être explorées dans cette optique. Une base de données telle que "Panurge" améliore considérablement, nous espérons en avoir convaincu le lecteur, les communications entre des domaines disciplinaires généralement très cloisonnés : ceci est très clair pour ce qui concerne les relations entre les principales disciplines techniques concernées, zootechnie et pathologie vétérinaire, mais les ouvertures vers les sciences humaines, sociologie et économie, sont également très prometteuses. Même si l'information socio-économique n'est encore que partiellement intégrée à la banque de données, les relations fonctionnelles sont déjà évidentes. Et l'on sait aujourd'hui que l'intégration de ce type d'information, même si elle soulève souvent des difficultés de formalisation, ne se heurte à aucun obstacle méthodologique de fond. C'est dire que l'on peut fonder de grands espoirs, en matière de modélisation systémique, sur le développement des bases de données, d'autant que les performances des logiciels mis sur le marché progressent très rapidement. Un système d'investigation modulaire, construit autour d'un noyau relationnel, présente une architecture particulièrement simple et propice à ce projet informatique : c'est, pour l'avenir, un atout important.

Quant au choix d'un programme de suivi de la démographie animale pour noyau central du système d'investigation, nous nous en sommes expliqués dans la première partie de ce texte. D'autres choix sont peut-être possibles, mais celui-ci s'est jusqu'à présent, et compte tenu de la problématique du

programme de recherches, avéré pertinent et opératoire, notamment pour l'organisation de la base de données. Il procure par ailleurs un réel confort dans l'emploi du progiciel "Panurge", ce qui constitue un autre gage non négligeable de sa pertinence.

Contraintes de mise en œuvre

Ces contraintes sont de quatre ordres : nécessité de contrôler des effectifs animaux importants ; exigence d'une implantation de longue durée ; lourdeur des opérations de terrain ; coût élevé.

La mise en œuvre d'un suivi démographique de ce type ne se justifie pas pour des populations d'effectif inférieur à environ un millier d'animaux. La méthode utilisée sur le terrain et les techniques de gestion de l'information permettent de gérer en vitesse de croisière et sans difficulté des peuplements nettement plus importants.

des effectifs animaux importants

En pratique, il nous semble nécessaire de suivre 1000 à 2000 têtes par espèce et par système d'élevage sur chaque site étudié. (Rappelons que le système n'est pas adapté, à l'heure actuelle, à l'élevage transhumant).

une durée longue

Les expériences ivoirienne et sénégalaise ont montré que de tels systèmes ne commencent à produire des résultats intéressants qu'après deux à trois années de fonctionnement, et atteignent leur plein rendement au bout de cinq années. Un certain recul est en outre indispensable pour pouvoir intégrer les effets interannuels, qui entraînent des fluctuations démographiques de longue durée. D'une certaine façon, l'importance des effectifs et la durée compensent la variabilité élevée des conditions du milieu, au sens large.

L'assurance d'une durée de cinq années nous semble donc un minimum absolu pour une telle entreprise. Mais bien des arguments militent en faveur du maintien des implantations de recherche au-delà de ce terme, puisque l'enrichissement progressif de la banque de données améliore en permanence l'intérêt du dispositif pour des investigations nouvelles ainsi que sa capacité expérimentale. Dans le cas du programme PPR, qui a débuté en 1983, une mission internationale d'évaluation vient de recommander une prolongation "d'au moins cinq années", et un renforcement sensible des collaborations interdisciplinaires (THIONGANE et col., 1989).

une main-d'œuvre qualifiée pour un suivi exigeant

Le suivi démographique exige des visites extrêmement régulières dans les troupeaux suivis (deux fois par mois pour les petits ruminants, une fois par mois pour les bovins), l'identification de tous les animaux et des contrôles d'inventaire minutieux. Dans ces conditions, un observateur spécialisé à plein temps est en mesure de suivre entre 500 et 1000 têtes, selon la structure et la densité du peuplement animal, et selon le poids des protocoles additionnels. Le programme PPR mobilise à l'heure actuelle 12 observateurs (dont 10 sur le terrain) et trois chercheurs (un zootechnicien, un épidémiologiste, un informaticien-statisticien).

un coût important mais justifié

Ce type de recherche coûte donc cher, et cet argument est fréquemment évoqué. Pourtant, son coût réel n'a jamais été évalué. Notre expérience montre que le fonctionnement du système revient à environ 2000 FCFA par animal suivi et par an, dans les conditions sénégalaises (12), ce qui ne semble pas exorbitant. Au surplus, les gestionnaires de la recherche savent bien qu'il n'est pas aisé d'évaluer les résultats obtenus en regard des coûts, et de mener des comparaisons rigoureuses entre des types d'investigation différents, qui secrètent des résultats de nature différente. La seule certitude, c'est que l'entretien de tels dispositifs en milieu réel est financièrement beaucoup moins lourd, ramené à l'unité-chercheur, que celui des stations expérimentales vis-à-vis desquelles il représente, en termes financiers, une alternative et une concurrence de plus en plus pressante (13).

12. Cette évaluation n'inclut pas les coûts chercheurs, ni les investissements initiaux (véhicules, matériel informatique, etc.), dont la durée de vie est évaluée à environ cinq années. Elle inclut en revanche le salaire des observateurs, les assurances, les carburants, les frais de déplacement, le petit matériel et les produits utilisés. Elle ne concerne que le dispositif de base du suivi, non compris les enquêtes complémentaires et les expérimentations, qui sont souvent financées sur convention.

13. Cette situation de concurrence n'est pas exempte de risques réels pour l'équilibre d'ensemble des dispositifs de recherche, au sein desquels les domaines expérimentaux conservent des fonctions scientifiques importantes.

Reproductibilité

Un système d'investigation de ce type peut-il être reproduit et mis en oeuvre sur des terrains variés ? Même si la publication du Manuel d'Utilisation (FAUGERE et coll., 1989a) a marqué une étape importante à cet égard, il reste beaucoup à faire, notamment pour améliorer la portabilité de l'outil de recherche et pour en tirer un outil de suivi-évaluation adapté aux besoins des organismes de développement. Cette amélioration doit être envisagée comme un processus continu et négocié avec les utilisateurs, l'objectif n'étant pas tant de parvenir à un produit fini que de progresser vers des méthodes de plus en plus performantes et adaptées.

Le système "Panurge" fonctionne depuis plusieurs années sur différents sites sénégalais, en dehors des trois implantations du programme PPR. Quatre de ces sites sont contrôlés par l'ISRA (Département des recherches zootechniques et vétérinaires et Département de recherches sur les systèmes de production), et un cinquième par un projet de développement ovin, implanté dans la région du Sine-Saloum (projet PRODELOV). Ces expériences ont constitué et constituent encore un banc d'essai très intéressant pour la portabilité de la méthode, et permettent de travailler à son amélioration. Dès à présent, l'EMVT a décidé de l'implanter en Côte-d'Ivoire et au Burkina-Faso, avec des finalités différentes.

CONCLUSION

Le modèle de système d'investigation que nous venons de présenter ouvre à notre avis des perspectives nouvelles pour l'instauration des collaborations interdisciplinaires dont la nécessité est aujourd'hui unanimement reconnue. Tous les problèmes qui s'y rattachent n'en sont pas pour autant surmontés. Il convient en particulier de ne pas se voiler la face devant les difficultés qui résultent du fait que chaque discipline est amenée à adopter des niveaux d'observation et d'analyse qui lui sont propres (échelles de temps et d'espace, en particulier). Mais ce problème important doit lui-même être reconsidéré à la lumière de la situation créée par la mise en place du système d'investigation. Les difficultés qu'il entraîne sont en effet relativisées :

- par le choix d'un travail qui s'inscrit dans la durée (cinq ans minimum) : les pas de temps adoptés dans la grande majorité des études s'y inscrivent aisément, et les confrontations deviennent envisageables.

- par la structure même de la base de données, qui permet d'agrégier automatiquement les informations relatives aux animaux selon des critères variés, et de reconstituer ainsi les populations animales pertinentes vis-à-vis d'une problématique particulière. L'adoption d'une méthode de suivi individuel constitue à cet égard un atout majeur, puisque son objet élémentaire (l'animal-individu) est plus fin que ceux de toutes les disciplines concernées : les interrogations de la banque de données procèdent donc toujours par agrégation. Les exemples que nous avons présentés montrent ainsi qu'il est possible de préciser les caractéristiques et les performances du cheptel selon des critères aussi différents que le type génétique des animaux, le village ou la région, l'ethnie de l'éleveur ou l'appartenance de l'animal à un lot expérimental donné. La structure de la base de données permet de multiplier et de combiner à volonté ces critères de tri.

Au-delà des critères cités ci-dessus, qui sont déjà intégrés à la banque de données, n'importe quel critère supplémentaire introduit par n'importe quelle discipline, peut être utilisé de la même façon. Citons par exemple les critères de positivité vis-à-vis des divers tests sérologiques qui proviennent des résultats des analyses de laboratoire, ou ceux qui sont relatifs au statut social des propriétaires des animaux.

Des solutions pragmatiques, inspirées et appuyées d'une part sur la technique du suivi individuel des animaux, d'autre part sur les techniques nouvelles de gestion de l'information, peuvent ainsi contribuer à contourner des difficultés méthodologiques réputées jusque là quasi-insurmontables, et classiquement rattachées à des problèmes théoriques de fond. Ce processus paraît de nature à modifier en profondeur le paysage de notre domaine de recherche, et, nous pouvons en témoigner, jusqu'aux pratiques quotidiennes des chercheurs qui se consacrent à l'étude des systèmes d'élevage tropicaux.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les responsables de l'IEMVT et de l'ISRA pour l'appui constant qu'ils ont accordé, depuis son lancement, au programme PPR, dont l'expérience est directement à l'origine de la réflexion qui est présentée ici.

Nous remercions en outre Messieurs C.H. Moulin, P. Couty, C. Perrot et P. Merlin, dont les observations nous ont permis d'améliorer ce texte.

BIBLIOGRAPHIE

COUTY P., WINTER G., 1983. Qualitatif et quantitatif. Deux modes d'investigation complémentaires. Réflexions à partir des recherches de l'ORSTOM en milieu rural africain. Paris : Amira, document n° 43, 78 p.

FAUGERE O., DOCKES A.C., PERROT C., FAUGERE B., 1990 a. Les éleveurs de petits ruminants dans la communauté rurale de Ndiagne (région de Louga, Sénégal). *Pratiques de conduite et stratégies économiques*. in : *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* (soumis pour publication).

FAUGERE O., DOCKES A.C., PERROT C., FAUGERE B., 1990 b. Les éleveurs de petits ruminants dans la région de Kolda (Haute-Casamance, Sénégal). *Pratiques de conduite et stratégies économiques*. in : *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* (soumis pour publication).

FAUGERE O., FAUGERE B., 1986. Suivi de troupeaux et contrôle de performances individuelles des petits ruminants en milieu traditionnel africain. in : *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.* 39 (1) : 29-40.

FAUGERE O., FAUGERE B., LANDAIS E., 1989a. Panurge. Manuel de suivi individuel dans les systèmes d'élevage traditionnel ovin, caprin et bovin. Dakar : ISRA/IEMVT, 3 tomes : 134, 199 et 260 p.

FAUGERE O., FAUGERE B., MERLIN P., DOCKES A.C., PERROT C., 1988. L'élevage traditionnel des petits ruminants dans la zone de Kolda (Haute Casamance). *Référentiel technico-économique*, Dakar : ISRA/LNERV, document n° 018/viro, 187 p.

FAUGERE O., FAUGERE B., MERLIN P., DOCKES A.C., PERROT C., 1989b. L'élevage traditionnel des petits ruminants dans la zone de Louga. *Référentiel technico-économique*. Dakar : ISRA/LNERV, document n° 026/viro, 140 p.

FAUGERE O., LEFORBAN Y., NERCY C., NDIAYE M., 1987. Essai de traitement des affections respiratoires des petits ruminants de Sine-Saloum (Sénégal) à l'aide d'une oxytétracycline à longue action. in : *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 40 (1) : 21-32.

IEMVT/ISRA, 1986. Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. Actes de l'atelier de Mbour, 2-8 février 1986 *Maisons-Alfort : IEMVT, (Etudes et synthèses n° 20)*, 733 p.

LANDAIS E., 1983. Analyse des systèmes d'élevage bovin sédentaire du Nord de la Côte-d'Ivoire. *Maisons-Alfort : IEMVT, Etudes et Synthèses n° 9*, 759 p.

LANDAIS E., LHOSTE P., MILLEVILLE P., 1987. Points de vue sur la zootechnie et les systèmes d'élevage tropicaux. in : *Cahiers ORSTOM, Série Sciences humaines*, 23 (3-4) : 421-437.

LANDAIS E., SISSOKHO M., 1986. Bases méthodologiques du contrôle des performances animales pour l'analyse zootechnique et démographique : collecte des données et choix des variables. in : *IEMVT/ISRA, Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale* : 433-496.

POIVEY J.P., SEITZ J.L., LANDAIS E., 1981. Finalités et aspects méthodologiques d'un système informatisé de suivi individuel des animaux dans les élevages bovins villageois du Nord de la Côte-d'Ivoire. in : *Rev. El. Med. Vet. Pays Trop.*, 34 (2) : 199-210.

PETIT F. 1980. Amélioration de l'élevage zébu dans le Nord de la Côte-d'Ivoire. *Bouaké : CRZ/IDESSA, document n° 08/Zoot*, 63 p.

THIONGANE P.I. et coll., 1989. Evaluation du programme pathologie et productivité des petits ruminants. *Rapport de mission*. Dakar : CIRAD/ISRA, mult. 16 p. + annexes.

An illustrated model of the system of investigation for the multidisciplinary study of traditional animal husbandry systems in Africa. — E. LANDAIS, O. FAUGERE.

On the basis of the example of the research design set up for the programme on "Pathology and Productivity of Small Ruminants in Senegal", the authors developed a modular and evolutive model for an "investigation system" adapted to the study of livestock rearing systems. This model answers the wish to adopt an integrated multidisciplinary approach for diagnostic and development purposes. It includes a set of specialized investigation modules articulated around a central module, consisting of a programme to monitor the demography of the animal populations concerned.

This proposition rests on the precise knowledge of the state and dynamics of the animal population on the zootechnical and health performances of the animals and on the development of computer techniques.

Several examples illustrate the relevance of the approach considered. The generality of the proposed model, the constraints to its implementation, its costs and reproducibility are discussed.

Key words: method, model, data processing, animal husbandry system, animal population, zootechny, Senegal.

Modelo ilustrado de un sistema de investigación para el estudio pluridisciplinario de los sistemas de ganadería en el medio tradicional africano. — E. LANDAIS y O. FAUGERE

A partir del ejemplo del dispositivo de investigación creado para satisfacer las necesidades del programa "Patología y productividad de los pequeños rumiantes del Senegal", los autores desarrollan un "Sistema de investigación" modelo, compuesto y evolutivo, adaptado al estudio de los sistemas de ganadería. Este modelo surge a raíz de la preocupación de implementar un enfoque pluridisciplinario integrado, en una perspectiva de diagnóstico y de desarrollo. Comprende un conjunto de módulos de investigación especializada articulados en torno a un módulo central a su vez constituido por un programa de control demográfico continuo de las poblaciones de los animales concernidos.

Esta proposición se basa en el perfecto conocimiento de la situación y de la dinámica del poblamiento animal, en las capacidades zootécnicas y sanitarias de los animales y en el desarrollo de las técnicas de la informática.

Varios ejemplos ilustran en lo que estriba el interés de la postura adoptada. La generalidad del modelo propuesto, las dificultades para ponerlo en práctica, su costo y su reproductibilidad son objeto de discusión.

Palabras Clave: Método - Modelo - Informática - Sistema de ganadería - Población animal - Zootecnia - Senegal