

DK 478692

BATH 597

CIRAD-EMVT  
Campus International de Baillarguet  
B.P. 5035  
34032 MONTPELLIER Cedex 1

Ecole Nationale Vétérinaire  
D'Alfort  
7, avenue du Général de Gaulle  
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique  
Paris-Grignon  
16, rue Claude Bernard  
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle  
57, rue Cuvier  
75005 PARIS

---

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES  
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

---

**MEMOIRE DE STAGE**

**CONTRIBUTION A LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME  
D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR L'ANALYSE  
DU RISQUE "PESTE BOVINE" EN CENTRAFRIQUE**

*par*

*Alexandre FEDIAEVSKY*

Année universitaire 1999-2000

**CIRAD-Dist**  
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE  
Baillarguet



CIRAD

\*000008561\*

**DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES  
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES**

---

**CONTRIBUTION A LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME  
D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE POUR L'ANALYSE  
DU RISQUE "PESTE BOVINE" EN CENTRAFRIQUE**

*par*

*Alexandre FEDIAEVSKY*

**Lieu de stage :** Bangui, République Centrafricaine (RCA)

**Organisme d'accueil :** ANDE-Bangui

**Période de stage :** 13 juin-12 septembre 2000

**Rapport présenté oralement le :** 18 octobre 2000

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier le Dr R. Ngaye Yankoïssset, directeur par intérim de l'ANDE et maître de stage pour son accueil au sein de l'ANDE et la mission de terrain qu'il m'a permis d'effectuer.

Je remercie le Dr Guillaume Kondolas, coordinateur du PACE en RCA et le Dr Yann Michaux, conseiller technique du PACE, pour leur accueil, leur aide à collecter les informations ainsi que pour l'intérêt qu'ils ont manifesté dans ce travail.

Je remercie le Dr Hendrixx qui est à l'origine de ce stage pour sa confiance, ses précieux conseils et toutes les informations qu'il a pu me communiquer.

Je remercie tout le personnel de l'ANDE et de la FNEC pour leur accueil et la sympathie qu'ils m'ont témoigné.

Je remercie également toutes les personnes en Centrafrique qui ont bien voulu prendre le temps de répondre à mes questions et auprès desquelles j'ai trouvé un accueil chaleureux.

Je remercie toutes celles et tous ceux qui ont manifesté de l'intérêt pour ce travail et qui ont contribué à sa réalisation.

Enfin je remercie mes parents et mes amis pour leur soutien permanent.

## RESUME

La République Centrafricaine est située près de l'un des derniers creusets infectieux de Peste Bovine en Afrique. Entre l'arrêt du programme PARC et le début du programme PACE la gestion du risque de réintroduction et de diffusion de la peste doit faire l'objet d'une attention soutenue et un Système d'Information Géographique (SIG) doit permettre d'améliorer la gestion du risque. La mise en place d'un tel système nécessite la récolte et le traitement de nombreuses informations suivant une démarche logique. L'environnement géographique et administratif du pays doit être recréé, les données épidémiologiques doivent être saisies et les inventaires des moyens humains et matériels doivent être constitués. La réunion et l'informatisation de l'ensemble de ces données prend du temps et se heurte à certaines contraintes inhérentes à la Centrafrique. Bien que le SIG commencé n'ait pas pu être complètement fini, celui-ci est déjà fonctionnel pour un certain nombre de tâches et avec son achèvement on peut espérer qu'il sera un outil efficace pour analyser les risques de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine, pour gérer le Plan d'Intervention d'Urgence en cas de réintroduction et pour exploiter les résultats des différentes activités de lutte et de surveillance déjà en place en Centrafrique et qui seront amenées à se développer avec le programme PACE.

### **Mots clés :**

SIG, RCA, Peste Bovine, PARC, PACE, épidémiosurveillance, analyse de risque, plan d'intervention d'urgence.

## LISTE DES ABREVIATIONS

ACCB : Association des Commerçants Centrafricains de Bétail  
ACDA : Agence Centrafricaine de Développement Agricole  
ACOBECA : Association des Commerçants de Bétail Centrafricains  
ADR : Auxillaires du Réseau  
ANBC : Association Nationale des Bouchers Centrafricains  
ANDE : Agence Nationale de Développement de l'Elevage  
BVD/MD : Maladie des Muqueuses  
CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement  
CREF : Cellule Rurale Education et Formation  
DAM : Département Animation Mutualiste  
DRC : Direction Régionale Centre  
DRE : Direction Régionale Est  
DRO : Direction Régionale Ouest  
ELISA : Enzym Linked ImmunoabSorbent Assay  
FAO : Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture  
FelGIP : Fédération locale de GIP  
FIDE : Fonds Interprofessionnel de Developpement de l'Elevage  
FNEC : Fédération Nationale des Eleveurs Centrafricains  
GIP : Groupement d'Intérêt Pastoral  
GPS : Global Positioning System  
GTZ : Coopération Technique Allemande  
IBR : Rhinotrachéite Infectieuse Bovine  
ICRA : Institut de Recherche Centrafricain  
IEMVT : Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux  
IGN : Institut Géographique National  
OIE : Office International des Epizooties  
PACE : Programme Africain de Contrôle des Epizooties  
PARC : Pan African Rinderpest Campaign  
PB : Peste Bovine  
PDRN : Projet de Développement Région Nord  
PDSV : Projet de Développement des Savanes Vivrières  
PDZCV : Projet de Développement des Zones Cynégétiques Villageoises  
PIU : Plan d'Intervention d'Urgence  
PPCB : PleuroPneumonie Contagieuse Bovine  
PRASAC : Programme Régional Africain Savane Afrique Centrale  
RCA : République Centrafricaine  
RDC : République Démocratique du Congo SIG : Système d'Information Géographique  
SISAC : Système d'Information en Santé Animale Centrafricain  
SQL : Search Query Language  
UTM : Universal Transverse Mercator  
WGS : World Geodetic System  
WWF : World Wild Fund  
Zagrop : Zone d'intérêt Agro-Pastorale

# TABLE DES MATIERES

<b>Introduction.....</b>	<b>8</b>
<b>Premiere partie .....</b>	<b>9</b>
<b>Présentation du milieu et problématique .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Présentation générale de la République Centrafricaine.....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Milieu administratif.....	10
1.1.2. Climat et végétation .....	10
1.1.3. Hydrologie.....	12
1.1.4. L'enclavement.....	13
1.1.5. Population et besoin alimentaire .....	13
1.1.6. L'élevage bovin en RCA.....	14
1.1.7. Environnement pathogène.....	15
<b>1.2. Les institutions de l'élevage et de la faune sauvage.....</b>	<b>16</b>
1.2.1. L'ANDE .....	16
1.2.2. La FNEC.....	18
1.2.3. Les autres institutions en relation avec l'élevage ou la faune sauvage..	19
<b>1.3. L'analyse et la gestion du risque Peste Bovine en RCA.....</b>	<b>21</b>
1.3.1. Problématique de l'analyse et de la gestion du risque .....	21
1.3.2. Rappel du contexte épidémiologique .....	22
1.3.3. Eléments de la gestion du risque.....	25
1.3.4. La gestion du risque Peste Bovine par le projet PARC-RCA.....	25
<b>Deuxième partie .....</b>	<b>31</b>
<b>Mise en place du Système d'Information Géographique : méthodologie et application .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1. Les systèmes d'information géographique (SIG) .....</b>	<b>32</b>
2.1.1. Définition.....	32
2.1.2. Modèles de bases de données géographiques .....	32
2.1.3. Notions de géodésie .....	33
2.1.4. Echelle .....	34
2.1.5. Qualité des informations géographiques.....	35
2.1.6. Les fonctions permises par un SIG .....	36
2.1.7. Mise en place d'un SIG.....	38

2.1.8. Compétences des utilisateurs de SIG .....	39
<b>2.2. Mise en Place d'un SIG pour l'analyse du risque PB en RCA .....</b>	<b>40</b>
2.2.1. Conception du SIG .....	40
2.2.2. Réalisation de la base de données. ....	43
<b>2.3. Etat et achèvement de la base de données .....</b>	<b>51</b>
2.3.1. Environnement géographique du SIG .....	51
2.3.2. Gestion du plan d'intervention d'urgence.....	51
2.3.3. Analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine	51
2.3.4. Exploitation des résultats de vaccination et du réseau d'épidémiosurveillance .....	51
<b>Troisième partie .....</b>	<b>53</b>
<b>Utilisation du SIG, perspectives d'avenir et limites .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Utilisation du SIG .....</b>	<b>54</b>
3.1.1. Gestion du plan d'intervention d'urgence.....	54
3.1.2. Analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine	58
3.1.3. Exploitation des résultats des campagnes de vaccination et du réseau d'épidémiosurveillance.....	60
<b>3.2. Perspectives d'avenir.....</b>	<b>64</b>
3.2.1. Pour la gestion du plan d'urgence.....	64
3.2.2. Pour l'organisation des actions de sensibilisation et de lutte.....	64
3.2.3. Pour le fonctionnement du réseau.....	65
<b>3.3. Limites du SIG .....</b>	<b>66</b>
3.3.1. Limites des applications possibles .....	66
3.3.2. Limites techniques.....	68
<b>conclusion .....</b>	<b>70</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>71</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>74</b>
<b>Annexe 1 : Organigramme de l'ANDE</b>	
<b>Annexe 2 : Fiche d'enquête troupeau</b>	
<b>Annexe 3 : Fiche danalyse individuelle</b>	

**Annexe 4 : Fiche de rapport mensuel**

**Annexe 5 : Liste des postes de l'ande**

**Annexe 6 : Liste des postes du réseau**

**Annexe 7 : Convention de collaboration entre l'ICRA et l'ANDE**

**Annexe 8 : Thèmes traités dans le SIG**

**Annexe 9 : Liste des tables créées durant le stage**

**Table des illustrations**

# INTRODUCTION

La Peste Bovine est une maladie contagieuse qui a sévi durant ce siècle en Afrique subsaharienne occasionnant des dégâts terribles et mobilisant des projets de lutte considérables. La dernière épidémie remonte aux années 1980 et depuis le Programme PARC (Pan African Rinderpest Campaign) a réussi à juguler presque complètement la maladie. Cependant, des foyers persistent et continuent de constituer une menace pour l'élevage bovin. Les pays qui ont réussi à se débarrasser de la maladie doivent maintenir leurs efforts pour être capables de détecter et d'éliminer toute réapparition de la maladie. L'analyse de risque avec ses composantes de définition, d'analyse et de gestion du risque est une démarche formalisée qui permet de s'organiser face à l'éventualité de réintroduction de Peste Bovine.

La République Centrafricaine (RCA), où l'élevage constitue un enjeu important de l'économie, se situe dans une zone stratégique en raison de sa proximité avec le dernier foyer. Le risque a été évalué récemment au cours d'une mission d'expert à l'issue de laquelle l'intérêt de développer un système d'information géographique (SIG) sur les outils de gestion du risque a été mis en évidence. Les premiers pas du développement de cet outil ont fait l'objet d'un stage d'une durée de trois mois.

Après avoir replacé le contexte de l'élevage et de l'analyse du risque « Peste Bovine » en RCA, ce mémoire expose la méthodologie de la mise en place d'un SIG et son application pratique.

Enfin les utilisations possibles et à venir du SIG, ainsi que ses limites, seront abordées dans une troisième partie.

## **PREMIERE PARTIE**

### **PRESENTATION DU MILIEU ET PROBLEMATIQUE**

Cette partie généraliste, après avoir présenté la République Centrafricaine (RCA), dresse un tableau de la situation de l'élevage en RCA et des institutions qui le soutiennent. Enfin la problématique de la gestion du risque « Peste Bovine » est abordée pour permettre de comprendre les enjeux de la mise en place d'un Système d'Information Géographique.

## **1.1. Présentation générale de la République Centrafricaine**

### **1.1.1. Milieu administratif**

La République Centrafricaine est une ancienne colonie française ayant obtenu son indépendance en 1960. Les langues parlées sont le français et le songho, langue vernaculaire commune à toutes les ethnies, plus des dialectes ethniques.

Comme son nom l'indique elle occupe une place centrale dans le continent africain. Ces voisins sont le Soudan à l'Est, le Tchad au Nord, le Cameroun à l'Ouest, le Congo et la République Démocratique du Congo au Sud. Le tracé des frontières fixé par les anciens colonisateurs ne comprend qu'une frontière naturelle entre le sud du pays et l'ex-Zaïre : le fleuve Oubangui (figure 1).



FIGURE 1 : SITUATION DE LA RCA DANS LE CONTINENT AFRICAIN ET DECOUPAGE DES PREFECTURES

La capitale politique et économique, Bangui, se trouve au bord du fleuve, près de la frontière avec la République Démocratique du Congo.

Le pays, d'une superficie de 620 000 km<sup>2</sup>, est divisé en 16 préfetures et en 57 sous-préfetures.

### **1.1.2. Climat et végétation**

On s'accorde à reconnaître trois types de climats en Centrafrique :

Un climat tropical humide (de type congo-guinéen) sur la partie sud du pays, où la pluviométrie est supérieure à 100mm pendant plus de 8 mois ;

Un climat tropical semi-humide (de type soudano-guinéen) avec 6 à 7 mois de précipitations supérieures à 100 mm ;

Un climat tropical sec de type soudano-sahélien avec une courte saison des pluies d'environ 4 mois et une longue saison sèche.

Au découpage climatique correspond un zonage de la végétation comme le montre la figure 2.

Le sud, plus humide, est occupé par de la forêt dense humide et des savanes forestières.

Correspondant à la zone de climat tropical semi-humide, on trouve de la forêt dense sèche et des savanes arbustives

Enfin la zone plus sèche de type soudano-sahélienne est occupée par de la savane arbustive et de la steppe épineuse.

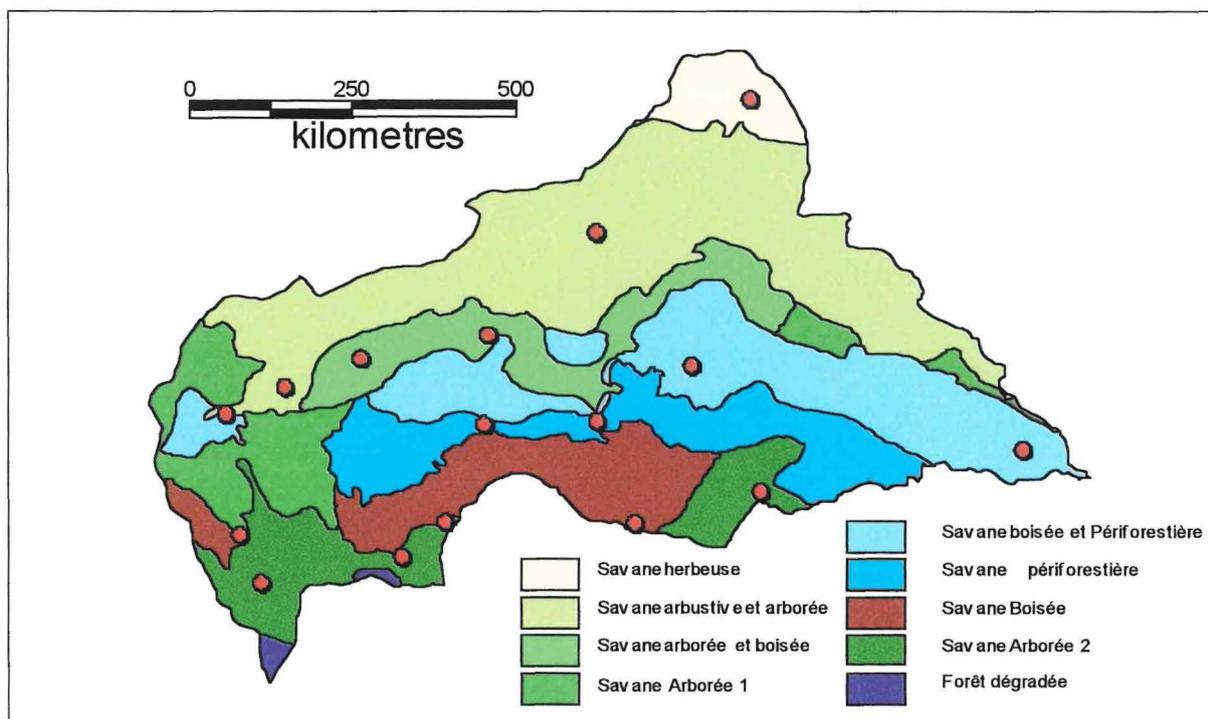


FIGURE 2 : PROFIL VEGETAL DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE D'APRES LE PRASAC

La diversité du profil végétal de la Centrafrique lui confère de nombreuses ressources naturelles. L'exploitation des forêts denses produit des essences de bois tropicaux recherchées, les zones de savanes humides se prêtent à l'exploitation agricole et aux monocultures (café, coton, cacao) tout en laissant une surface de parcours pastoraux proche de 50 % du territoire national (Decoudras, 1984 ; Livre blanc de l'élevage centrafricain, 1990).

L'estimation de la charge annuelle possible pour l'ensemble du territoire, basée sur le calcul de la productivité primaire et de la productivité disponible pour les bovins, atteignait 12 millions de bovins en 1990 pour une population effective d'environ 2 millions de bovins.

Cette charge possible ne tient pas compte des problèmes de gestion pastorale et de dégradations, nombreux en Centrafrique. Cependant on peut considérer que les possibilités de développement de l'élevage bovin ne sont pas pour l'instant limitées par la disponibilité alimentaire.

### 1.1.3. Hydrologie

La RCA est un pays traversé par un grand nombre de cours d'eau (figure 3) dont le débit est entièrement conditionné par les pluies (régime simple) et peu de temps après le début de la saison des pluies, la montée des eaux commence. Les débits peuvent être importants (nombreuses chutes et torrents) et les crues se propagent en hauteur ce qui peut bloquer l'accès à certaines routes.

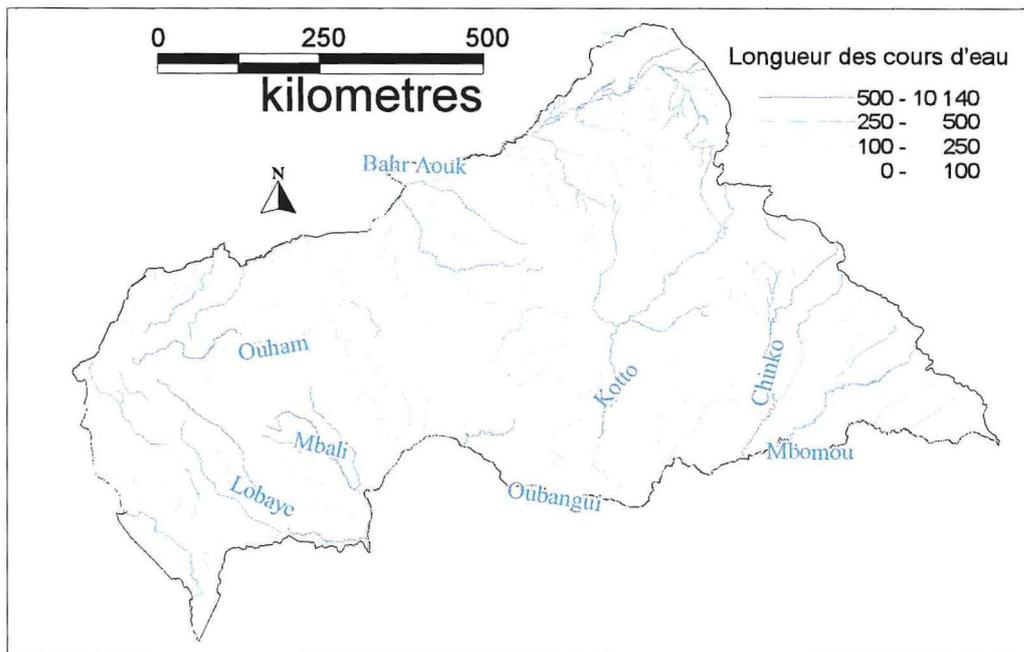


FIGURE 3 : RESEAU HYDROLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

L'évaporation et l'infiltration de l'eau dans les sols conditionnent la disponibilité en eau et bien que le réseau hydrologique soit important, les problèmes d'eau peuvent se manifester au bout de trois mois de sécheresse (Livre blanc de l'élevage, 1990).

Si celle-ci est rarement un facteur limitant dans les régions Centre et Ouest, en revanche les régions Nord et Est souffrent d'avantage de sécheresse. L'aménagement de retenues pastorales contribue à l'abreuvement du bétail, en particulier lorsque les mares naturelles ne suffisent plus.

#### 1.1.4. L'enclavement

La RCA fait partie des nombreux pays africains enclavés. Privée de tout accès à la mer, elle est tributaire pour son approvisionnement par voie maritime de la bonne volonté des pays voisins. Les voies d'accès des produits sont limitées. La principale voie navigable, l'Oubangui, n'est praticable que jusqu'à Bangui et ce pendant une période limitée de l'année. En l'absence de voies ferrées, les routes constituent la principale voie de convoyage des marchandises mais l'entretien du réseau routier est coûteux et encore soumis au risque de brigandage.

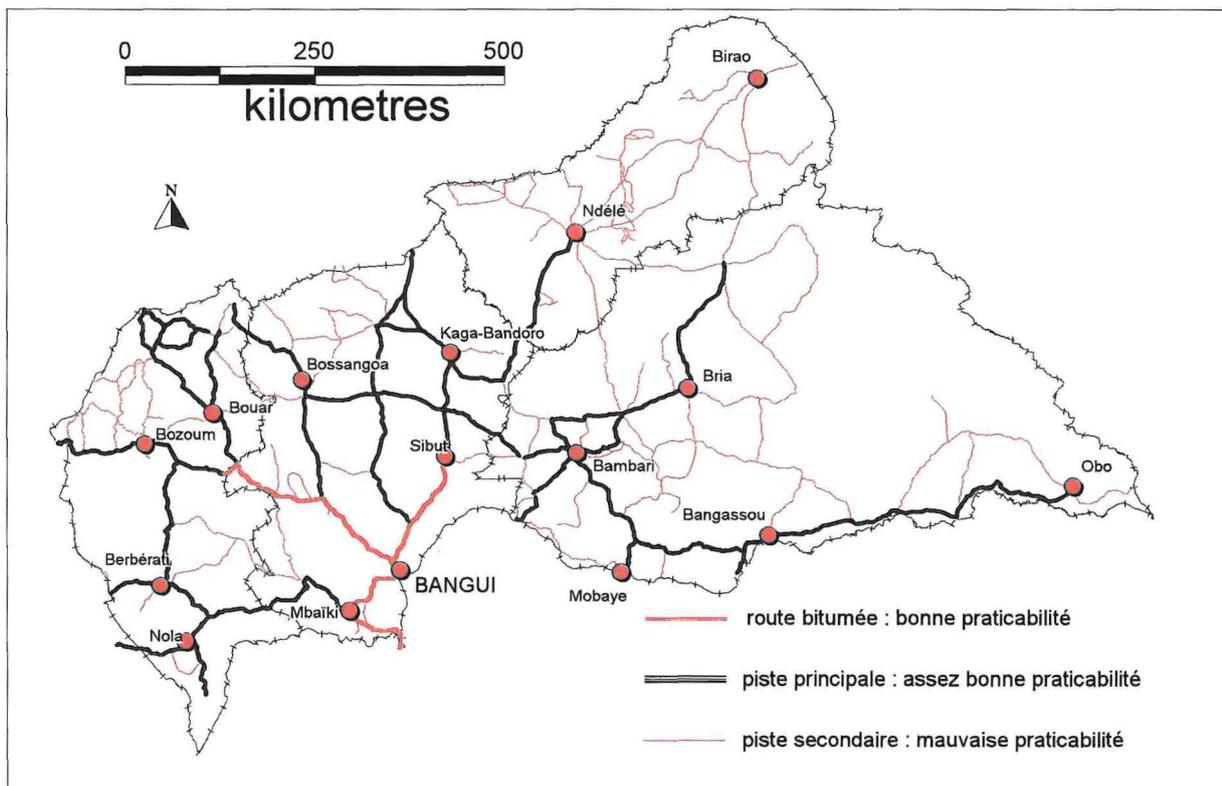


FIGURE 4 : RESEAU ROUTIER CENTRAFRICAIN

L'enclavement de la Centrafrique est également interne (Ramm, 1984). Les routes reliant la capitale, Bangui, aux régions Nord et Est sont rares et incertaines (figure 4). De plus, en saison des pluies, l'isolement des régions les plus lointaines est encore accentué par l'impraticabilité des pistes. La communication au sein du pays est donc difficile.

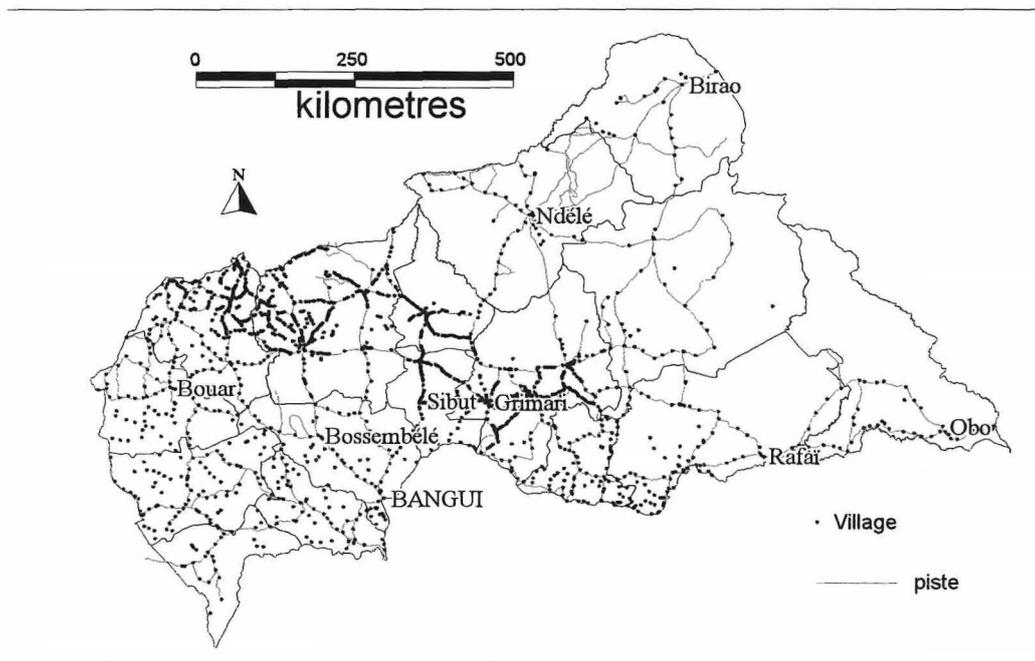
#### 1.1.5. Population et besoin alimentaire

Les données du recensement financé en 1999 par l'UNICEF seront bientôt disponibles. En 1988, la population centrafricaine était estimée à 2.5 millions d'individus avec un taux de croissance proche de 4,5 %. La population se concentre à l'ouest et au sud du pays. Les

régions Est et Nord sont les moins peuplées. Récemment, l'arrivée de réfugiés soudanais et de réfugiés en provenance de la République Démocratique du Congo tendent à accroître le peuplement de l'est du pays.

La répartition des villages, le long des axes routiers reflète la répartition globale de la population (figure 5).

FIGURE 5 : REPARTITION DES VILLAGES CENTRAFRICAINS



Les besoins alimentaires annuels de la population centrafricaine sont globalement couverts. La consommation en viande par habitant était estimée en 1990 à 16,9 kg toutes viandes confondues dont 83 % pour la viande bovine (Livre blanc, 1990). La consommation est plus importante en ville qu'en milieu rural d'où l'importance d'organiser le convoyage des bovins vers les centres de débouchés urbains.

La demande croissante en protéines animales, explicable pour une part par l'accroissement de la population, peut de moins en moins être couverte par les produits de la chasse et de la pêche. Le développement de l'élevage constitue donc un enjeu prioritaire.

#### **1.1.6. L'élevage bovin en RCA**

Les premiers éleveurs transhumants Mbororo arrivèrent du Cameroun à l'ouest de la RCA dans le courant des années 1920. Depuis, l'affluence d'éleveurs d'ethnies variées en provenance du Cameroun, du Tchad et du Soudan n'a pas cessé. On estime actuellement que le nombre de familles d'éleveurs en système transhumant dépasse les 15 000. Leur répartition se calque sur celle de la population globale de la Centrafrique comme le montre la figure 6.

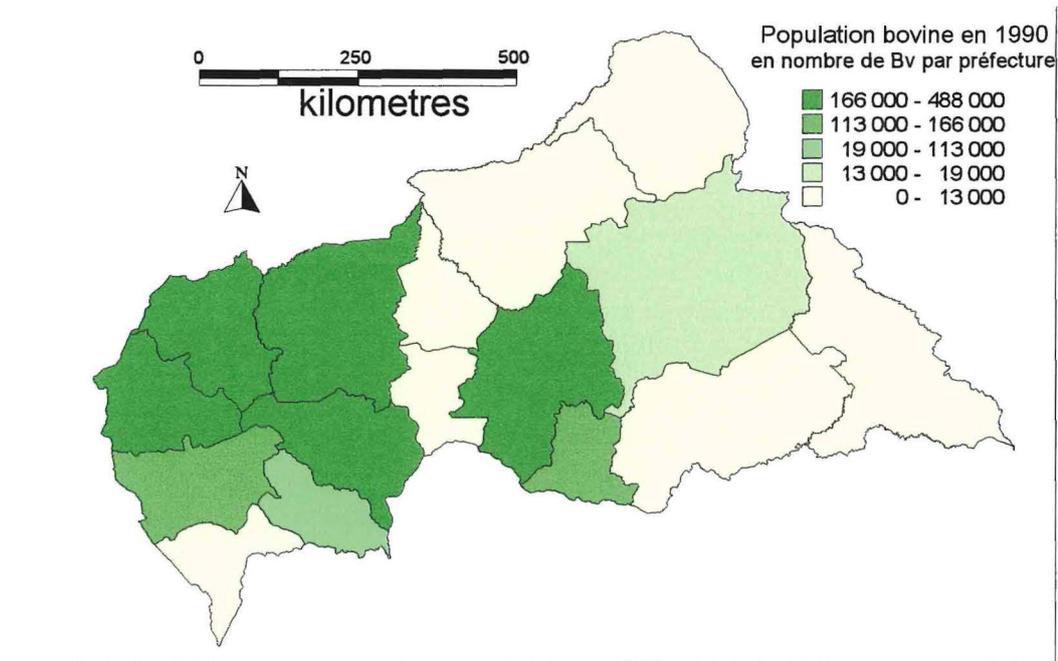


FIGURE 6 : REPARTITION DE LA POPULATION BOVINE EN 1990

Les troupeaux Mbororo ont un effectif moyen de 125 zébus par famille, mais ce chiffre élevé cache une répartition très inégale entre les familles avec des éleveurs pauvres majoritaires et de très grands éleveurs avec plus de 200 bovins par famille.

Les  $\frac{3}{4}$  des éleveurs fonctionnent sur un mode de transhumance de saison sèche (novembre à mai) sur des distances de 10 à 200 km.

Une faible proportion d'éleveurs fonctionne sur un mode nomade et pose des problèmes d'intégration avec le reste de la population qui les accuse de commettre des pillages et de ne pas respecter les règles de transhumance.

Les tentatives de développement d'un élevage de races trypanotolérantes (Baoulé ou N'dama) qui permettent de s'affranchir d'une des principales contraintes de l'élevage en RCA n'ont pas donné les résultats attendus bien que ces races aient fait la preuve de leur efficacité.

Enfin la sédentarisation de certaines familles d'éleveurs et l'acquisition de bovins par des familles traditionnellement agricoles sont des processus qui tendent à se généraliser et qui génèrent parfois des conflits d'occupation des sols.

La diversité de l'élevage centrafricain impose un effort d'adaptation de la part des services de l'élevage qui doivent cibler leurs actions sur les préoccupations et les contraintes de ces différents groupes socio-ethniques.

### **1.1.7. Environnement pathogène**

L'environnement pathogène est la principale contrainte de l'élevage Centrafricain.

La Peste Bovine continue de représenter une menace pour l'élevage, tout comme la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB).

Les maladies parasitaires sont extrêmement nombreuses et suscitent chaque année de grandes dépenses en produits vétérinaires. Les parasitoses les plus répandues sont les trypanosomoses. Les infestations par les tiques, vectrices de babésiose, sont extrêmement nombreuses et presque toutes les formes de parasitisme intestinal sont présentes.

La fièvre aphteuse, la rhinotrachéite infectieuse bovine (IBR), la maladie des muqueuses, la fièvre de la vallée du Rift sont maintenant étudiées et le statut de l'élevage bovin centrafricain sera bientôt déterminé pour ces maladies.

La tuberculose, la brucellose, le charbon bactérien, le tétanos, la rage sont également très présents et constituent une pression permanente pour les éleveurs.

L'étude et la lutte contre ces maladies constituent un enjeu majeur autour duquel doivent se regrouper les institutions de l'élevage, les pathologistes et les éleveurs. Dans un premier temps, les efforts de lutte sont épaulés par des projets à financement extérieurs puis la privatisation des services vétérinaires doit leur conférer une plus grande autonomie.

## **1.2. Les institutions de l'élevage et de la faune sauvage**

La scène du secteur de l'élevage est dominée par deux institutions (Livre blanc, 1990) : l'Agence Nationale de Développement de l'Élevage (ANDE) et la Fédération Nationale des Eleveurs Centrafricains (FNEC).

### **1.2.1. L'ANDE**

L'ANDE a été créée en 1989 sur les bases du précédent projet d'élevage le Projet National de développement de l'élevage (PNDE).

La structure de l'ANDE lui permet de prendre en compte un large panel de problèmes de l'élevage. La démarche de fonctionnement est inspirée de la logique du raisonnement zootechnique et distingue trois niveaux :

- la vache : améliorer son état sanitaire ;
- le pâturage : améliorer l'alimentation ;
- l'éleveur : le conseiller et assurer sa formation.

Cette structure se reflète dans l'organigramme de l'ANDE (cf annexe 1).

La direction générale est basée à Bangui et supervise l'ensemble des opérations. Elle est dotée d'organes de suivi, d'évaluation et de contrôle (Livre blanc, 1990) qui produisent chaque année des rapports d'activité et constituent des sources d'informations importantes.

La coordination du PACE (Projet Africain de Contrôle des Epizooties) s'apprête à remplacer la coordination du PARC (Pan African Rinderpest Campaign). Son fonctionnement et les actions entreprises seront détaillées dans un paragraphe spécifique.

La direction de la santé animale, basée à Bangui gère les campagnes de prophylaxie, le service de diagnostic principalement via les laboratoires basés à Bangui et la santé publique. Elle fonctionne en étroite collaboration avec la coordination du PACE.

La direction de la production animale s'occupe des questions relatives à la zootechnie et à l'agropastoralisme.

Les directions régionales sont au nombre de trois depuis que la région Nord a été rattachée à la région Centre pour devenir une supervision. Elles sont dotées des trois services correspondant aux trois niveaux d'étude cités précédemment : santé animale, production animale et vulgarisation.

Les secteurs vétérinaires sont directement dépendant des directions régionales et subordonnent un nombre variable de postes.

Au total, on dénombre 32 secteurs vétérinaires et 118 postes vétérinaires (cf annexe 2) dont la répartition est donnée sur la figure 7.

La délimitation des secteurs vétérinaires correspond à des limites de sous-préfecture. Un secteur vétérinaire peut correspondre à plusieurs sous-préfectures. La question de la délimitation des postes sera envisagée dans la deuxième partie.

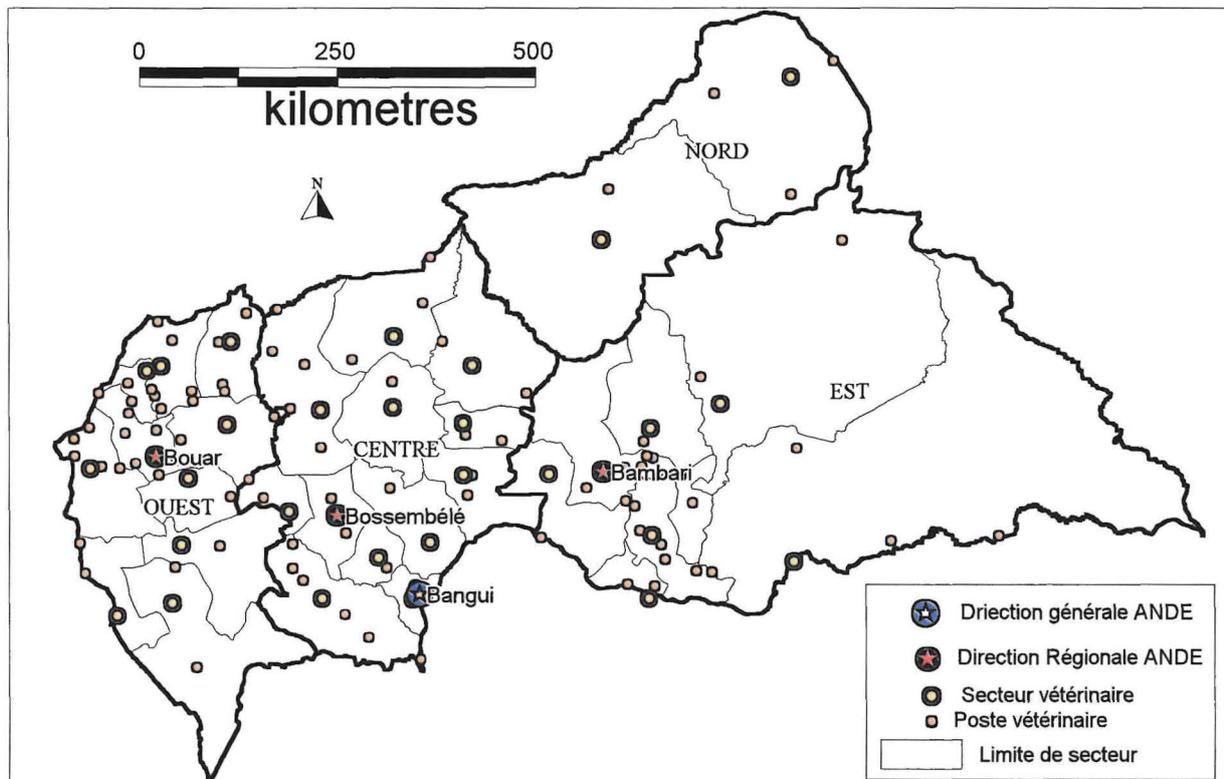


FIGURE 7: REPARTITION DES POSTES ET DES SECTEURS VETERINAIRES DE L'ANDE

En tant qu'institution, l'ANDE regroupe de nombreuses activités et fonctionne en relation étroite avec l'autre grande institution de l'élevage centrafricain, la FNEC.

### 1.2.2. La FNEC

La FNEC gère depuis 15 ans l'approvisionnement et la distribution des intrants vétérinaires et assiste l'organisation des éleveurs en Groupements d'Interêt Pastoraux (GIP).

Elle est actuellement dirigée par Mr Bi Amadou Ismaïla assisté par le Dr J.M. Centres, conseiller technique. Elle s'organise en une direction générale, un service administratif et financier, un service du personnel et un département d'animation mutualiste (DAM).

Le DAM désigne des agents mutualistes au nombre de 28 qui sont implantés sur le terrain et munis de moyens de locomotion. Les animateurs s'occupent de créer les GIP et de les assister.

Les GIP au nombre de 270 regroupent 6 400 éleveurs représentés par un président qui est souvent l'*ardo* (chef traditionnel) du groupe d'éleveurs.

Les GIP s'étalent largement sur toute la Centrafrique. La figure 8 montre la répartition de ceux qui ont pu être localisés (cf 2<sup>ème</sup> partie).

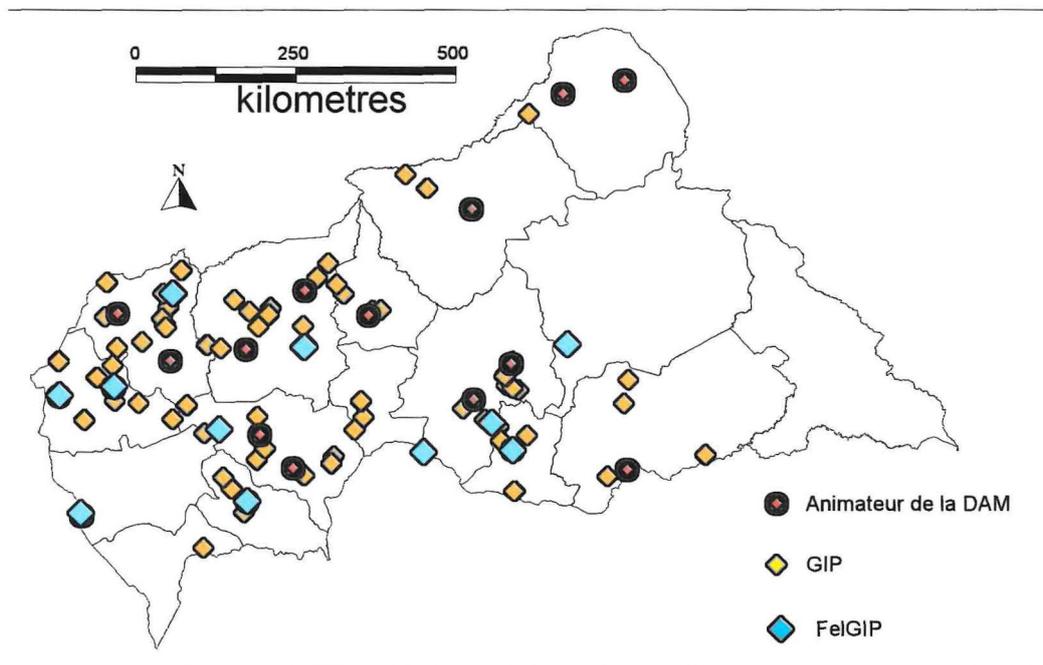


FIGURE 8 : DISTRIBUTION DES ANIMATEURS, DES GIP ET DES FELGIP DE LA FNEC

La distribution des intrants vétérinaires se fait au niveau des GIP et les animateurs guident l'utilisation des médicaments par les éleveurs.

L'approvisionnement des GIP se fait au niveau des FelGIP (Fédération locale de GIP).

Les GIP ont la possibilité d'adhérer à une Zone d'Activité Pastorale (Zagrop) qui sous la responsabilité du département de production animale de l'ANDE propose un plan de gestion du système pastoral.

### 1.2.3. Les autres institutions en relation avec l'élevage ou la faune sauvage

#### 1.2.3.1. Les institutions en rapport avec l'élevage

Le Fonds Interprofessionnel de l'Élevage (FIDE) centralise et gère les recettes provenant des cotisations que paient les éleveurs pour adhérer aux GIP, s'approvisionner en intrants et régler les certificats sanitaires. Cette institution financière et socioprofessionnelle dépêche des percepteurs au niveau des marchés.

De nombreux projets ou associations sont investis dans le développement rural en RCA. Celui-ci vise la formation, l'éducation des populations rurales et la promotion de techniques agraires comme la traction animale.

Les Cellules Rurales d'Éducation et de Formation (CREF) font régulièrement appel à l'ANDE et à la FNEC pour diffuser l'information sur le dressage des bovins et la bonne utilisation des produits vétérinaires. La répartition des CREF, donnée par la figure 9 est cependant assez limitée.

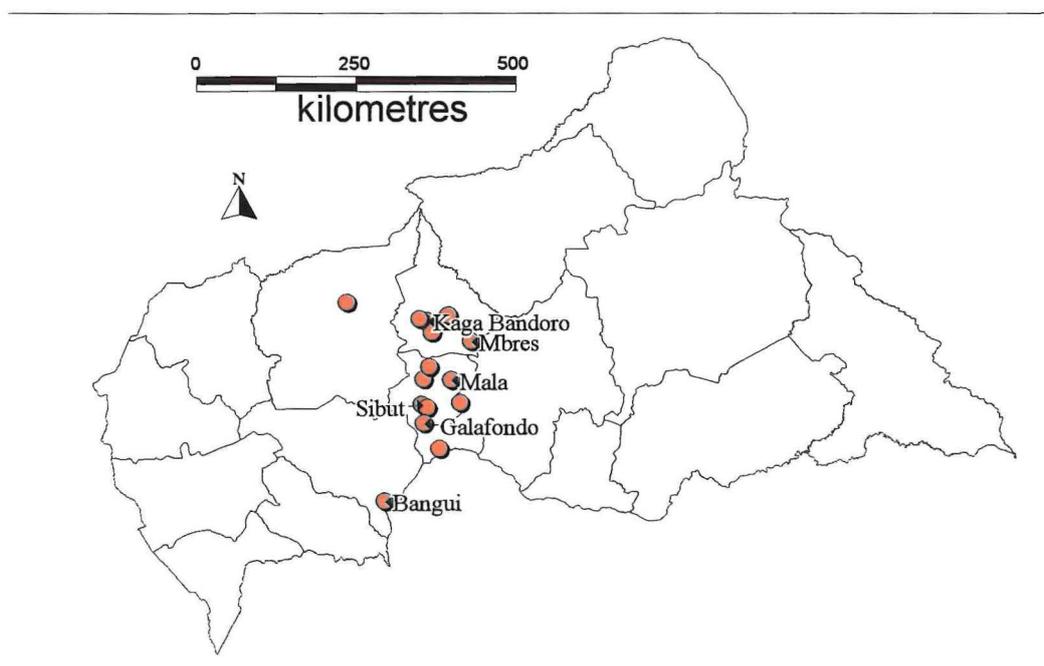


FIGURE 9 : REPARTITION DES CREF

D'autres institutions comme l'Agence Centrafricaine de Développement Agricole (ACDA), le Projet de Développement de la Savane Vivrière (PDSV) sont en cours de mutation mais restent des partenaires potentiels de l'élevage.

Le Programme Régional Africain Savane Afrique Centrale (PRASAC) est un projet d'étude régional à cheval sur le Cameroun, la RCA et le Tchad c'est-à-dire une zone de production agricole vivrière, d'élevage et un important bassin de production cotonnière (figure 10). Comme on le voit, le territoire du PRASAC n'étudie complètement aucun des trois pays.

Ce programme se propose d'observer, de caractériser et de suivre les principaux traits de cette diversité et de ces évolutions afin de comprendre les processus en jeu, diagnostiquer les contraintes au développement régional et réaliser des scénarios d'évolution. Pour y parvenir le

PRASAC a mis en place un observatoire du développement qui s'appuie sur le laboratoire régional de géomatique de Bangui placé sous la tutelle de l'Institut Centrafricain de la Recherche Agronomique (ICRA) (Gounel., 2000).



FIGURE 10 : ZONE D'ETUDE DU PRASAC

Au niveau du circuit commercial, les commerçants disposent de 2 associations : l'Association des Commerçants Centrafricains de Bétail (ACCB) et l'Association des Commerçants de Bétail Centrafricains (ACOBECA). les bouchers peuvent également se regrouper au niveau de l'Association Nationale des Bouchers Centrafricains (ANBC).

#### 1.2.3.2. Les institutions en relation avec la faune sauvage

Le Projet de Développement de la Région Nord (PDRN) est en pleine mutation et s'apprête à devenir le Projet de Développement des Zones Cynégétiques Villageoises. Ce vaste projet s'est occupé de la formation des éleveurs dans région Nord et de la gestion des contacts entre la faune sauvage et les bovins au niveau des zones protégées. Les intrusions illégales d'animaux transhumants se soldent régulièrement par leur abattage. Le PDRN participe également à l'aménagement du territoire (routes, retenues d'eau,...) et à la lutte anti-braconnage.

Les zones cynégétiques sont gérées en parcelles par le ministère des Eaux et Forêts qui attribue des permis de chasse à des sociétés de Safari (figure 11). Les sociétés de Safari gèrent la faune de leurs concessions et proposent des plans de chasse qui sont agréés par le Ministère des Eaux et Forêts.

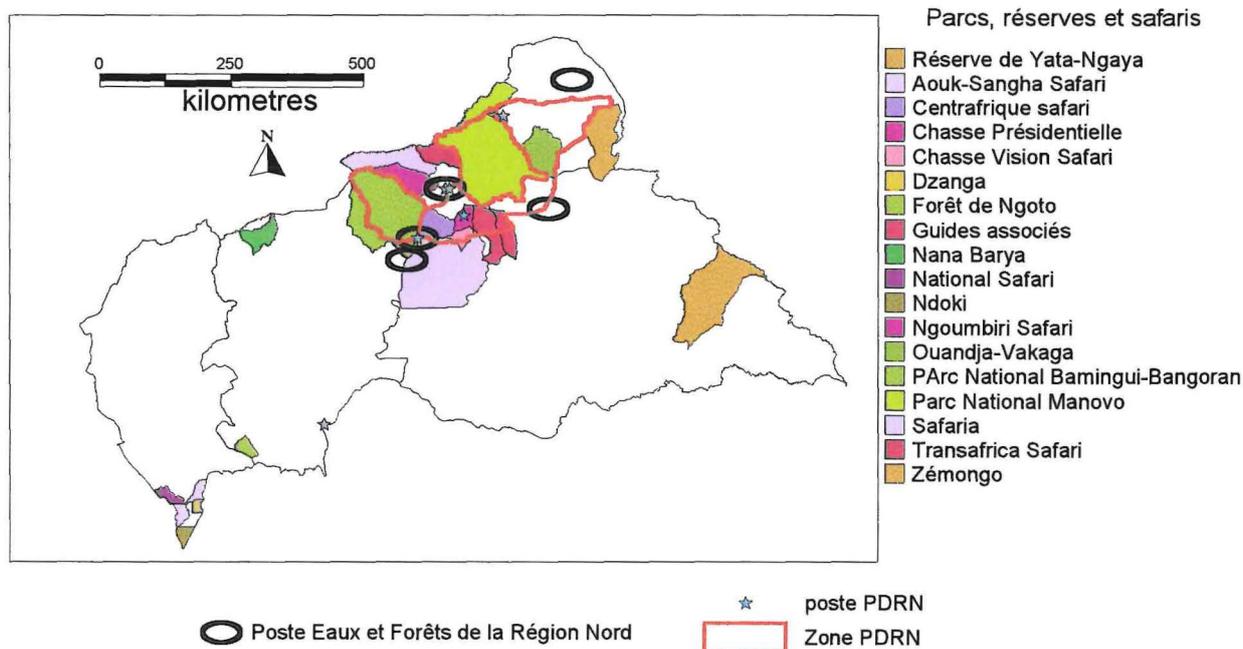


FIGURE 11 : ZONES PROTEGEES, SAFARI ET ZONE PDRN

Le Ministère des Eaux et Forêts possède également un dispositif de terrain réparti en fonction de l'intérêt des zones. Il soutient les actions anti-braconnage du PDRN et exerce un contrôle sur le trafic des animaux et du bois.

Ce panégyrique des institutions et sociétés en contact avec l'élevage bovin et la faune met en évidence la multiplicité des acteurs potentiels et la diversité de relations que doivent entretenir les responsables de santé animale.

### **1.3. L'analyse et la gestion du risque Peste Bovine en RCA**

#### **1.3.1. Problématique de l'analyse et de la gestion du risque**

L'analyse de risque est une démarche intuitive que l'on applique chaque fois que l'on prend une décision. Elle peut être formalisée en une série d'étapes logiques (Geering *et al.*, 1999) :

- Appréciation du risque ;
- Gestion du risque ;
- Communication sur le risque.

Ces étapes sont reprises dans le code zoosanitaire et servent de démarche de travail dans toutes les études portant sur une analyse de risque (figure 12).

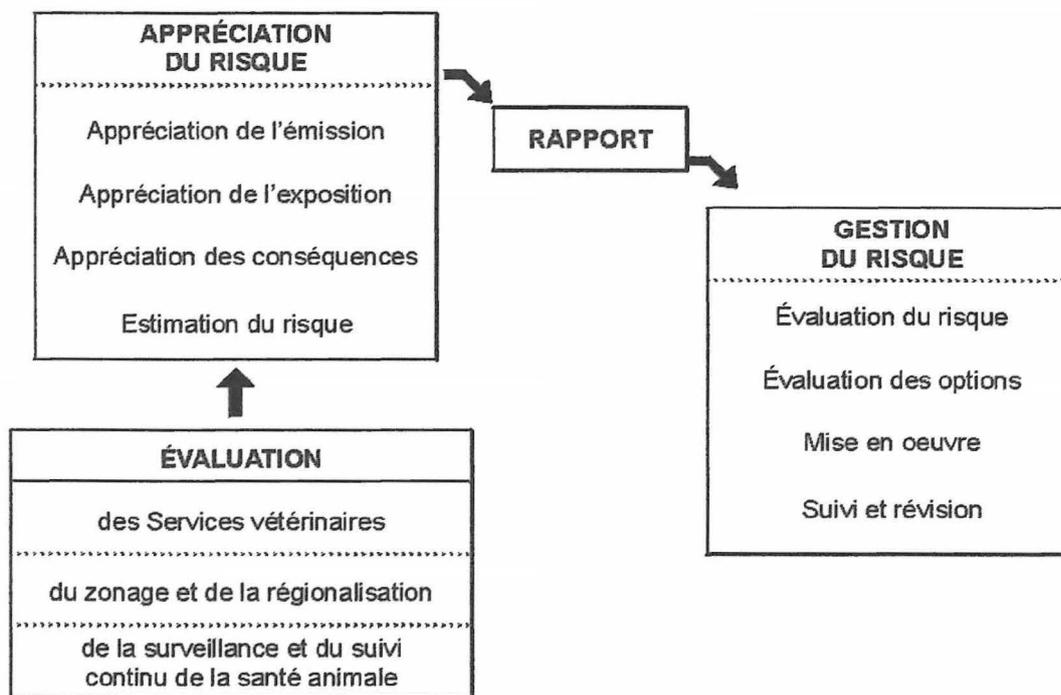


FIGURE 12 : LES ETAPES DE L'ANALYSE DE RISQUE (SOURCE : HENDRIKX, 1999)

En novembre 1999, le Dr Pascal Hendrikx a effectué une mission portant sur l'analyse du risque Peste Bovine en République Centrafricaine. En se basant sur sa démarche et les résultats exposés dans son rapport de mission (Hendrikx, 1999) on peut évoquer les points qui paraissent indispensables pour la compréhension du mémoire.

### **1.3.2. Rappel du contexte épidémiologique**

#### 1.3.2.1. Bref rappel sur la Peste Bovine

La Peste Bovine est une maladie virale aiguë et très contagieuse due à un Morbillivirus et qui affecte principalement les bovins, mais peut se transmettre également à l'ensemble des Artiodactyles. Les petits ruminants sont peu sensibles à la maladie mais peuvent néanmoins être infectés par le virus. Parmi la faune sauvage certains animaux s'avèrent également extrêmement sensibles, ce sont principalement le buffle, l'élan et le phacochère.

Classiquement, on décrit l'existence de deux formes de Peste Bovine en Afrique. L'une est hypervirulente pour la faune sauvage et peut circuler à bas bruit dans le cheptel, l'autre au contraire est virulente pour le cheptel bovin et affecte peu les animaux sauvages. Le lien entre ces différences de pouvoir pathogène et les différentes lignées virales qui circulent en Afrique n'a pas pu être établi clairement.

### 1.3.2.2. Historique de la peste en RCA et situation actuelle dans la sous-région

La Peste Bovine n'est plus réapparue en RCA depuis 1983, date à laquelle l'épidémie avait tué plus de 10 000 bovins. A cette époque, elle avait été introduite au Nord-Ouest par la frontière tchadienne.

Depuis cette date, l'éradication de la Peste Bovine est devenue une priorité et des campagnes de vaccination ont été menées régulièrement. D'abord la campagne de vaccination d'urgence de 1983 a permis de rassembler près de 2 400 000, sans doute pris de panique, puisque par la suite (jusqu'en 1988) des campagnes organisées par les Projet de Développement de la Région Est et Ouest (PDRO et PDRE) ont vu les chiffres de vaccination baisser sans cesse. Les vaccinations de 1988 jusqu'en 1990 furent continuées par le PNDE.

Après un silence de 4 ans, le Projet PARC-RCA reprit les vaccinations en se heurtant au même problème que précédemment et n'a jamais pu atteindre les 90 % d'immunité qui confèrent la protection du cheptel en cas de réintroduction.

A l'heure actuelle, la Peste Bovine a presque été éliminée du continent africain et dans la région d'Afrique centrale. Le dernier foyer déclaré en 1998 se situait dans le sud du Soudan (figure 13) à l'est du Nil. Des rumeurs ont circulé que la peste aurait diffusé à l'ouest du Nil mais aucune preuve n'a été apportée (Hendrikx, 1999). Cependant, l'insécurité qui règne dans cette région conduit à être prudent et l'on ne peut pas encore affirmer que la Peste Bovine ne circule plus au Soudan. Par conséquent en raison de la proximité de ce foyer avec la RCA, la vigilance des autorités sanitaires ne doit pas baisser.

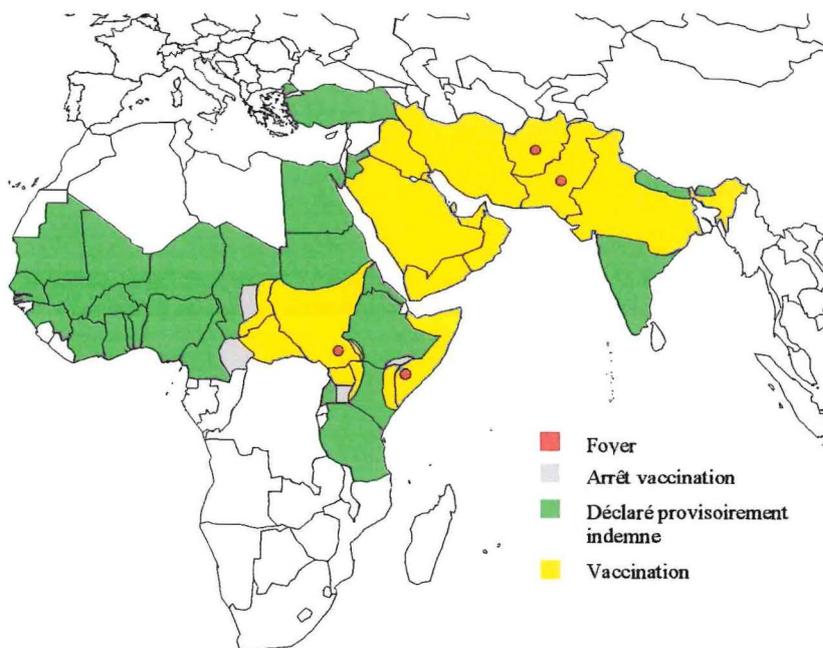


FIGURE 13 : PESTE BOVINE ET PROCEDURE OIE (SOURCE : RAPPORT HENDRIKX, 1999)

Un grand nombre de pays africains (figure 13) ont aujourd'hui arrêté la vaccination contre la Peste Bovine et sont en cours d'accréditation pour l'obtention du statut indemne ou provisoirement indemne de Peste Bovine suivant la procédure OIE (disponible dans le site officiel de l'OIE à l'adresse <http://www.oie.int>). Pour les pays d'Afrique centrale et d'Afrique de l'Est proches des derniers foyers connus, dans lesquels l'arrêt complet de la vaccination n'est pas possible, un zonage est proposé en vue d'accréditer les pays zone par zone. La vaccination est alors autorisée dans un cordon sanitaire et une surveillance épidémiologique intensive doit être maintenue en périphérie du cordon (figure14).

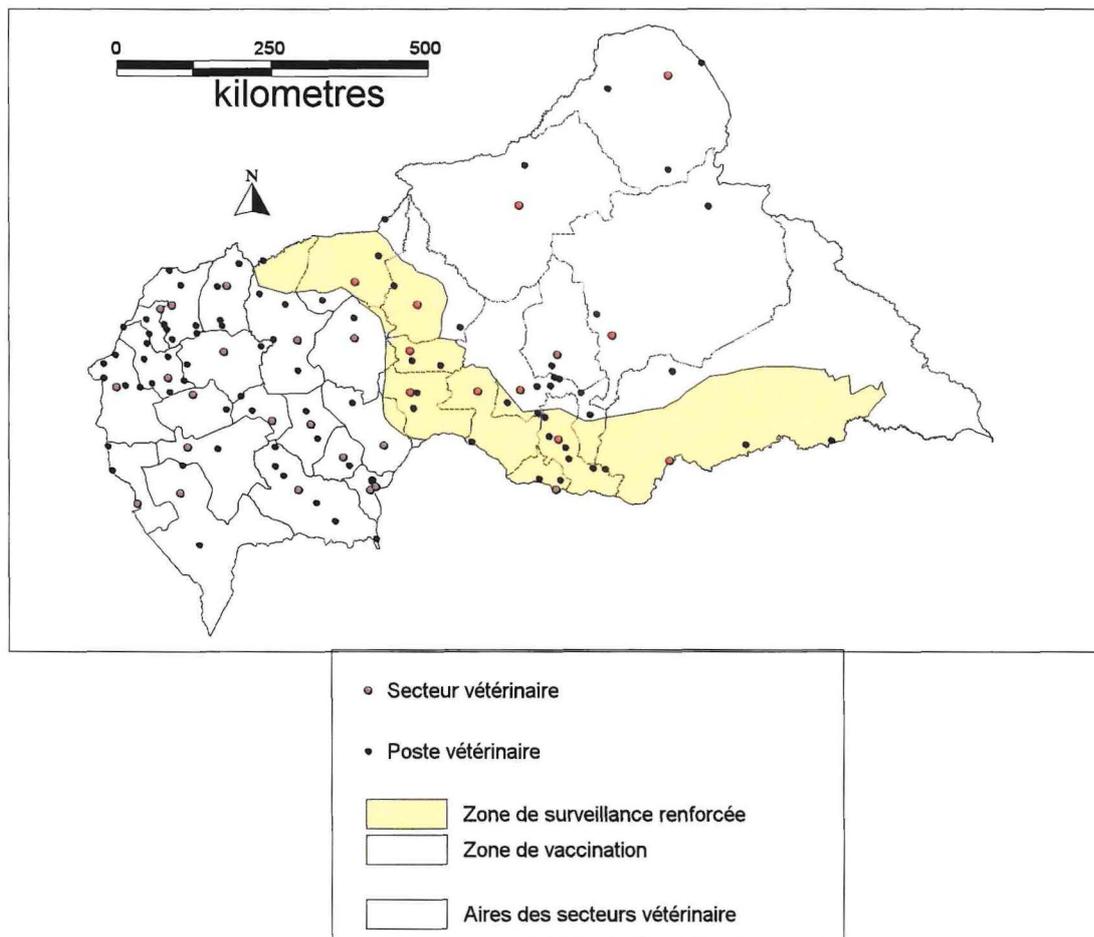


FIGURE 14 : NOUVEAU CORDON SANITAIRE EN RCA

Le bilan de cette situation épidémiologique permet de cerner les éléments à prendre en compte dans l'évaluation du risque (Hendrikx, 1999) :

- Situation actualisée de la Peste Bovine dans la sous-région ;
- Mouvements d'animaux entre la RCA, le Tchad et le Soudan ;
- Evaluation du risque de diffusion de la maladie à l'intérieur du pays ;
- Rôle de la faune sauvage ;
- Conséquences de la réintroduction de la maladie.

Sur la base de ces éléments évalués au cours de la mission citée, les éléments de gestion du risque ont été identifiés.

### **1.3.3. Eléments de la gestion du risque**

Devant l'arrêt massif des vaccinations, la surveillance épidémiologique devient plus que jamais indispensable. Les pays doivent être en mesure de réagir rapidement face à une menace de Peste Bovine pour confirmer toute suspicion et mettre en place un plan d'intervention d'urgence capable de juguler l'avancée de la maladie. Devant le rôle majeur de l'épidémiosurveillance dans les stratégies de lutte contre les maladies contagieuses, on comprend l'importance de doter cette discipline d'outils efficaces et économiques.

Enfin la communication sur le risque doit permettre d'améliorer les campagnes de vaccination et les activités d'épidémiosurveillance et d'aider l'organisation du plan d'intervention d'urgence.

Le dispositif actuel de gestion du risque correspond au projet PARC-RCA abrité depuis 4 ans par l'ANDE. Celui-ci sera bientôt remplacé par le PACE. Néanmoins le stage s'est déroulé pendant la période de transition entre les deux projets et le dispositif du PACE n'était pas encore en place. L'ANDE fonctionnait alors avec un budget très réduit.

### **1.3.4. La gestion du risque Peste Bovine par le projet PARC-RCA**

#### **1.3.4.1. Organisation du PARC-RCA**

Le PARC-RCA comprend deux volets (Maillard, 1999). Le premier volet concerne « le renforcement des services de santé animale et l'installation du cordon sanitaire dans le Nord du pays », le second volet correspond à un « Appui aux associations d'éleveurs et amélioration de la distribution des intrants vétérinaires ». Seul le premier volet concerne directement la gestion du risque Peste Bovine.

La coordination du PARC-RCA ne dispose pas de service propre. Elle se compose d'un coordonateur et d'un conseiller technique. Les actions menées par le PARC se font avec le même dispositif de terrain que celui de l'ANDE.

Cependant pour assurer l'ensemble des opérations, le projet se dote d'équipement : moyens de déplacement, moyens de communication, chaîne du froid, matériel de vaccination et de diagnostic, système informatique. Ces équipements sont, aujourd'hui, pour une grande part amortis. Les actions retenues par le PARC pour la gestion du risque « Peste Bovine » en RCA sont :

- La vaccination obligatoire et de masse ;
- La sérosurveillance et l'épidémiosurveillance ;
- La préparation d'un plan d'intervention d'urgence.

#### **1.3.4.2. Vaccination contre la Peste Bovine**

La vaccination de masse obligatoire est payante. Le prix de la vaccination est fixé à 150 FCFA (1,5 FF) par bovin. Les recettes dégagées par la vaccination servent au fonctionnement

de l'ANDE et à la rétribution des agents vaccinateurs. Le vaccin contient une valence Peste Bovine et une valence PPCB.

Les animaux vaccinés doivent être marqués d'un trèfle à l'oreille pour permettre leur reconnaissance, mais le marquage est mal admis par les éleveurs.

La vaccination s'organise en 2 campagnes annuelles de vaccination.

La première campagne dite de saison des pluies est organisée à l'intérieur du pays et vise tous les bovins. La sensibilisation des éleveurs commence plusieurs mois à l'avance, des parcs à vaccination sont installés dans des endroits stratégiques et les équipes de vaccination disséminées dans les postes vétérinaires reçoivent le matériel nécessaire (vaccins et diluant, glacières, seringues automatiques et pinces à marquer) distribué par les secteurs vétérinaires.

La seconde petite campagne de saison sèche est plus ciblée, elle se déroule aux frontières avec le Tchad et le Soudan et vise à vacciner les animaux provenant de ces deux zones, considérées à risque, et qui pénètrent dans le territoire centrafricain. Ce sont des animaux de commercialisation et des animaux de transhumance.

Par ailleurs, tous les animaux destinés à l'exportation sont vaccinés et reçoivent un laissez-passer sanitaire.

Le programme de vaccination est en cours de révision conformément à la procédure OIE. Prochainement, la vaccination contre la Peste Bovine n'aura lieu que dans le cordon sanitaire

Les résultats de vaccination seront évoqués dans la troisième partie.

#### 1.3.4.3. Sérosurveillance

Afin d'évaluer les résultats des campagnes de vaccination, des campagnes de séromonitoring ont ainsi été organisées en 1988 (échantillonnage très partiel), 1994 et 1999. Le plan d'échantillonnage est adapté de celui proposé par la FAO et prévoit de prélever 40 animaux par troupeau répartis dans 4 classes d'âge (moins d'un an, 1 à 2 ans, 2 à 3 ans et plus de 3 ans). D'autres renseignements concernant l'animal sont prévus et recensés sur les fiches d'analyse individuelles (cf annexe 3).

Les troupeaux prélevés sont tirés au sort en fonction de la répartition du cheptel selon les 4 directions régionales, en tout 7 500 sérums sont prélevés ce qui représente un volume d'analyse considérable.

Les prélèvements de sérum sont aliquotés et conservés dans une sérothèque. L'analyse des prélèvements a lieu au laboratoire d'immunologie de Bangui par ELISA. Outre la recherche des anticorps dirigés contre la Peste Bovine, des analyses visent à déterminer le statut des animaux contre d'autres maladies comme l'IBR, la Maladie des Muqueuses et la fièvre de la vallée du Rift (analyses au laboratoire Pasteur de Bangui).

Lors de la dernière campagne, un questionnaire d'enquête très complet (cf annexe 4) a été adressé aux éleveurs. Lorsqu'ils seront disponibles, les résultats de sérosurveillance pourront être analysés à la lumière de ce questionnaire et des conséquences pratiques sur l'organisation des campagnes de vaccination et sur la typologie des éleveurs pourront en être tirées.

#### 1.3.4.4. Epidémiologie

Un réseau d'épidémiologie, le SISAC a été mis en place en RCA en octobre 1998. Il est déjà fonctionnel depuis plus d'un an. Le bon fonctionnement du réseau est une des conditions nécessaires à l'arrêt de la vaccination. Les conditions de la création du réseau sont détaillées dans le rapport de fin de mission d'Antoine Maillard, le précédent conseiller technique du PARC-RCA (Maillard, 1999).

Le réseau est constitué de 40 agents (cf annexe) répartis dans les postes jugés stratégiques (figure 15).

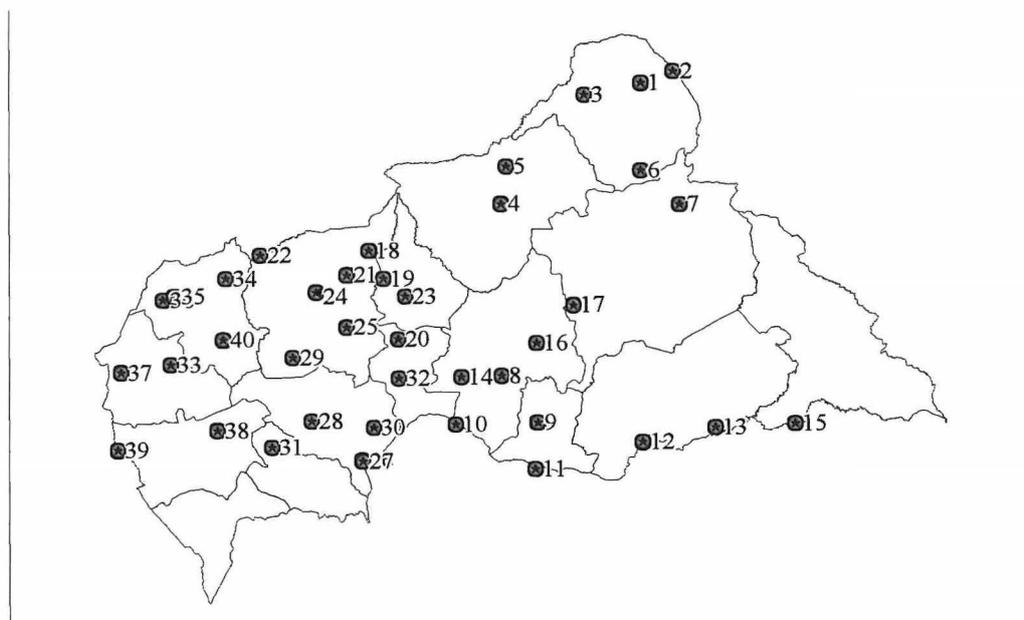


FIGURE 15 : LOCALISATION DES POSTES DU RESEAU

Ces agents ont été formés au cours de plusieurs séminaires et des séminaires de recyclage sont régulièrement organisés. Les agents sont soit des chefs de poste soit des chefs de secteurs, ils exercent donc une double activité.

A l'origine le réseau surveillait la Peste Bovine et la PPCB, puis il fut étendu à l'étude de la trypanosomose, de la babésiose et de la Peste des Petits Ruminants (PPR). L'extension des activités du réseau prendra son essor avec le démarrage du PACE.

Le réseau est actif : les agents du réseau organisent des réunions de sensibilisation auprès des éleveurs qui leur permettent de rester en contact avec les éleveurs et de contrôler l'état sanitaire de leur troupeaux. Des visites ont également lieu sur les marchés à bétail et dans les aires d'abattage.

Les postes proches des frontières du Tchad et du Soudan sont soutenus par des Auxiliaires du Réseau (ADR) qui, au niveau des postes frontières, restent en contact avec les éleveurs et les convoyeurs, incitent à la vaccination du troupeau et signalent aux chefs de secteurs toutes les anomalies. En matière de gestion du risque de réintroduction ils sont les véritables sentinelles du réseau.

Lorsqu'une suspicion est relevée une procédure est prévue pour la récolte et l'envoi des prélèvements à Bangui.

Chaque mois, les agents du réseau remplissent des fiches de rapport (annexe 5) qui sont transmises aux directions régionales et centralisées à Bangui. Les fiches établissent le bilan des réunions et des visites, les activités des ADR le cas échéant, le bilan des suspicions, l'inventaire du petit matériel et une page est laissée pour les commentaires personnels.

La diffusion des informations produites par le réseau est assurée par un bulletin d'informations, le SISAC, dont la diffusion se doit d'être large. L'édition du SISAC est prévue tous les six mois. Le deuxième bulletin est sorti récemment et le troisième est en cours de préparation.

L'épidémiologie de la faune sauvage a déjà commencé avant la mise en place du PACE. Deux campagnes de prélèvements ont eu lieu en 1999 et en 2000, les résultats ne sont pas encore disponibles.

Un ancien agent du réseau a également été placé auprès d'un safari pour réaliser des prélèvements post-mortems. Ce type d'opération ne fournit pas les meilleurs échantillons mais a le bénéfice d'être beaucoup plus facilement applicable et généralisable que les grandes campagnes de prélèvements souvent coûteuses.

#### 1.3.4.5. Préparation d'un plan d'intervention d'urgence (PIU)

Un document a déjà été établi pour la prévision budgétaire du PIU qui prévoit trois niveaux d'alerte possible : locale, régionale et nationale.

Le document technique du PIU n'a pas encore été établi.

Le Plan se décompose en 4 étapes (Geering *et al.*, 1999) activées à partir d'un seuil de déclenchement bien défini :

- Phase d'investigation ;
- Phase d'alerte ;
- Phase opérationnelle ;
- Phase d'arrêt.

Chacune de ces phases mobilise une ou plusieurs équipes, dont la composition est déterminée par avance. Les différentes équipes d'un PIU sont :

- Comité national du plan d'intervention d'urgence. (Chef des services vétérinaires) ;
- Comité consultatif sur les urgences en maladies animales ;
- Equipe experte en Peste Bovine ;
- Equipes locales de contrôle de la maladie.

Les équipes locales doivent être suffisamment nombreuses pour couvrir la zone infectée dans un délai raisonnable.

Un zonage permet de distinguer :

→ une zone infectée sur un périmètre de 10 km en zone d'élevage intensif, 50 km en zone d'élevage extensif qui comprend le ou les foyers et les « zones » (villages, marchés, puits, abattoirs) où un animal sensible est entré en provenance du foyer « primaire » dans les 21 jours avant l'apparition du foyer ;

→ une zone de surveillance dont le périmètre dépend des capacités d'intervention du pays.

Certaines contraintes liées à la transhumance ou au nomadisme sont identifiables :

- ✓ Concertation pour définir les modalités de la vaccination ;
- ✓ Rôle des représentants locaux de l'élevage ;
- ✓ Vaccination en deux campagnes en moins de 6 mois (immuno-stérilisation) avec un vaccin thermostable

Afin de mener à bien le PIU, un certain nombre de « points critiques » peuvent être identifiés :

Formation : Il faut veiller à la formation des équipes par les techniques habituelles de formation de sorte qu'elles soient toujours opérationnelles et organiser des simulations de sorte à tester le plan ainsi que le caractère opérationnel des équipes.

Campagnes de sensibilisation : L'engagement et la communication avec les éleveurs est primordial. Les communications doivent être régulières et rapides pour empêcher les rumeurs. Des informations doivent être destinées aux éleveurs comme aux vétérinaires avec des messages adaptés.

Plan de « soutien » : Il comporte les aspects législatifs, financiers, de communication, matériels, diagnostiques, vaccinaux.

→ Législation : Un cadre législatif doit être prévu pour assurer une campagne rapide et efficace et doivent aborder :

- ✓ La déclaration obligatoire des suspicions de PB ;
- ✓ Les autorités compétentes pour collecter les échantillons ;
- ✓ L'abattage éventuel des animaux contaminés et le paiement des compensations ;
- ✓ Les procédures zoo-sanitaires sur les zones infectées ;
- ✓ Le contrôle des mouvements, la désignation des zones ;
- ✓ Les vaccinations d'urgence.

→ Plan de financement : le pays doit s'assurer d'avoir les ressources financières rapidement mobilisables pour assumer :

- ✓ Coût de personnel ;
- ✓ Equipement et consommables ;
- ✓ Abattage et élimination des cadavres, désinfection ;
- ✓ Compensations pour les éleveurs ;
- ✓ Vaccination d'urgence.

→ Capacités de communication rapide pour permettre les actions suivantes:

- ✓ Avertir les éleveurs ;
- ✓ Surveillance active et passive ;
- ✓ Suivi des maladies ;
- ✓ Système d'information national relié aux systèmes d'information internationaux.

→ Equipement (peut varier suivant le projet technique de contrôle de la maladie) :

- ✓ Equipement de prélèvements et d'autopsie ;
- ✓ Notices à laisser en zones contaminées ;
- ✓ Cartes ;
- ✓ Chaîne du froid ;
- ✓ Véhicules ;
- ✓ Equipement pour rassembler les cadavres dans les aires d'élimination ;
- ✓ Formulaire d'enquête épidémiologique.

→ Diagnostic de laboratoire : le laboratoire national ou régional, doit être équipé et habilité à fournir un diagnostic rapide et fiable et donc disposer des techniques suivantes : IDG ; ELISA b et c et des réactifs ad hoc. La destination des différents prélèvements doit être prévue vers les laboratoires régionaux et nationaux, et les laboratoires mondiaux de référence : Pirbright (UK), CIRAD-EMVT de Montpellier (France), National Veterinary Research Centre, Muguga (Kenya).

→ Plan de vaccination : détermination d'une banque de vaccins nationale ou dans un état voisin, chaîne du froid à 4 °C depuis la fourniture jusqu'à l'utilisation et équipement en seringues automatiques, en aiguilles et en pinces de marquage.

Le PIU est un document complexe à établir de sorte à prendre en compte le maximum de situations possibles. Il doit être adapté au moment de son application si elle a lieu et, dans tous les cas, il doit être révisé régulièrement.

La gestion du risque Peste Bovine tient compte de multiples aspects de l'épidémiologie descriptive mais aussi de communication et d'organisation. A la connaissance des maladies, il faut ajouter des données sur les troupeaux domestiques et sauvages, l'organisation pratique et institutionnelle de l'élevage et les infrastructures du pays, toutes ces informations ayant une composante spatiale. L'ensemble de ces données représente un volume considérable lorsqu'on veut les consulter ou les analyser. Leur regroupement n'est pas toujours évident, non plus que leur mise à jour. Un Système d'Information Géographique peut constituer un outil de gestion du risque pour tout ou partie de ces différents niveaux d'analyse.

## **DEUXIEME PARTIE**

### **MISE EN PLACE DU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE : METHODOLOGIE ET APPLICATION**

## **2.1. Les systèmes d'information géographique (SIG)**

### **2.1.1. Définition**

Il convient à ce stade de définir les SIG. Il existe de très nombreuses définitions des systèmes d'information géographique. Citons-en deux, particulièrement significatives à nos yeux :

- Une définition américaine, émanant du Comité fédéral de coordination inter-agences pour la cartographie numérique (FICCDC, 1988)

« System of computer hardware, software, and procedures designed to support the capture, management, manipulation, analysis, modeling, and display of spatially referenced data for solving complex planning and management problems. »

(Système informatique de matériels, de logiciels et de processus conçus pour permettre la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.)

- Une définition française, due à l'économiste Michel Didier (1990), dans une étude réalisée à la demande du Conseil national de l'information géographique (CNIG) :

« Ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision. »

Ces deux définitions se complètent opportunément, la première insiste sur les différentes fonctions techniques que doit comporter un SIG, l'autre met l'accent sur la finalité du système, du point de vue de l'utilisateur (Denègre, Salgé, 1996). En accord avec la diversité d'application des SIG, différentes méthodes de modélisation géographique peuvent servir de support aux bases de données.

### **2.1.2. Modèles de bases de données géographiques**

Il existe deux modèles de base pour les données géographiques : le mode vectoriel et le mode raster.

Dans le mode raster, l'aire étudiée est quadrillée par une maille de cellules identiques dont la taille dépend de la résolution du système. Chaque cellule se voit attribué un attribut unique correspondant à une valeur calculée ou enregistrée par un méthode de mesure telle que la radiométrie. Dans ce mode il n'y a pas d'objet géographique en tant que tel mais une série de cellules non reliées entre elles.

Le mode raster repose sur un concept simple mais les résultats dépendent de la résolution et la vitesse de traitement des informations peut être très lente (Sanson *et al.*, 1991), il s'emploie plus particulièrement pour l'interprétation d'images satellites (SPOT,...).

Dans le mode vectoriel, l'espace est composé d'objets géographiques correspondant à des constructions géométriques (figure 16). Il existe trois types d'objets qui constituent les primitives graphiques : les points définis par des coordonnées (x, y) qui sont les entités de



Les coordonnées cartésiennes se situent par rapport à un référentiel qui est un repère affine cartésien orthogonal (O,i,j,k) tel que :

O, origine du référentiel est proche du centre de masse de la Terre ;  
l'axe O,k est proche de l'axe de rotation de la Terre ;  
le plan (O,i,j) est proche du plan méridien de Greenwich.

Il existe de nombreux référentiels utilisant ce type de coordonnées (WGS 84, ED50, NTF, NAD83...) mais aucun ne s'avère très commode pour représenter des objets à la surface de la Terre.

Les coordonnées géographiques associent au référentiel un ellipsoïde. La projection d'un point sur la surface de l'ellipsoïde permet de déterminer la longitude selon l'axe Est-Ouest et la latitude. Il existe également de nombreux ellipsoïdes (Clarke 1866, Clarke 1880, GRS80,...) et un point aura des coordonnées différentes suivant l'association du référentiel et de l'ellipsoïde qui le décrit.

Les coordonnées planes sont permises par la projection de l'ellipsoïde sur un plan. Une projection est une fonction mathématique qui permet de représenter le globe terrestre sur une surface plane, conique ou cylindrique, avec une déformation minimale. Bien qu'il existe de nombreux systèmes de projection (Bernard *et al.*, 1997) la représentation n'est jamais parfaite et il persiste toujours des déformations de forme, de direction ou de distance.

Les référentiels sont associés à des ellipsoïdes (par exemple référentiel WGS 84 et ellipsoïde GRS80) mais les deux entités sont souvent regroupées sous le terme de référentiel au sens large.

Il n'existe pas de référentiel géodésique unique et optimal pour l'ensemble de la Terre, pour chaque pays correspond un référentiel géodésique qui minimise l'écart entre l'ellipsoïde et le géoïde.

Cependant avec le développement de la géodésie spatiale, des référentiels géodésiques valables globalement pour l'ensemble de la Terre ont pu être développés, c'est le cas du WGS 84 (World Geodetic System) qui sert de référence lors de la conversion de données d'un système géodésique à un autre (Bernard *et al.*, 1997).

Ex : en Centrafrique avec le référentiel WGS 84 l'ellipsoïde associé est GRS 80 et la projection correspond à la zone UTM 34 hémisphère Nord.

La conversion d'un système à un autre est une fonction intégrée dans les logiciels de SIG et les conversions sont réalisées avec plus ou moins d'exactitude, le logiciel Mapinfo dans sa version 4.0 a été testé pour cette fonction (Bernard *et al.*, 1997) et il apparaît que les changements de système de coordonnées sont bien gérés et que l'intégration de données multisources dans le SIG est possible.

#### **2.1.4. Echelle**

L'échelle est le rapport des longueurs réelles et des longueurs représentées sur la carte.

Les grandes échelles (1 : 10 000) permettent de représenter beaucoup de détails mais sur un territoire limité, on perd la vision d'ensemble qu'offrent les petites échelles (1 : 1 000 000)

mais pour lesquelles les détails ne peuvent être représentés sous peine de pénaliser la lisibilité de la carte (Pacholek, 1994).

La plupart des logiciels de SIG permettent de passer facilement d'une échelle à une autre au moyen de la fonction zoom. Aussi lorsqu'on met en place un SIG, il est important d'avoir une idée des échelles auxquelles on désire travailler, car cela détermine le degré de précision des informations que l'on enregistre. Ainsi, une ville ou une zone cultivée peut-être représenté sous forme d'un point à petite échelle et sous forme d'une surface à grande échelle.

### **2.1.5. Qualité des informations géographiques**

Avec la généralisation des logiciels de cartographie, des SIG, des outils de télédétection et de relevés topographiques, les informations géographiques prennent un volume considérable et les erreurs et incertitudes prolifèrent facilement. Aussi la question de la qualité des informations se pose systématiquement et des standards ont été élaborés afin d'apporter des éléments de réponse à ces exigences (Franck, 1998).

Les informations géographiques de qualité doivent être exhaustives (couverture nécessaire de la zone d'étude pour la réalisation de cartes), actualisées et exactes.

Les problèmes d'inexactitudes et d'erreurs se manifestent surtout lorsque l'on utilise des données de sources variées. En effet, des objets identiques peuvent être enregistrés selon des projections différentes ou selon des projections identiques mais avec des coordonnées légèrement différentes. Ces différences peuvent être dues à la technique de relevé (cartes à différentes échelles ou de plus ou moins bonnes qualités, GPS de qualité variable) ou à l'habileté de l'opérateur (comme pour toute mesure scientifique).

Les problèmes de projection peuvent normalement être résolus à l'aide du logiciel SIG comme nous l'avons vu. Par contre, les erreurs de relevés sont beaucoup plus difficile à repérer et à corriger.

Des erreurs peuvent également survenir lorsqu'existent des différences d'orthographe pour des objets identiques. Ce genre d'erreur peut-être contournée en optant pour une identification numérique des objets.

Pour s'assurer l'exactitude des informations, il faut rechercher les erreurs à l'entrée des informations et lors de la manipulation des couches. Si on rencontre des erreurs, il faut comparer les sources d'informations si elles sont disponibles et conserver les informations provenant des sources les plus fiables et les plus récemment actualisées (il se peut que les données les plus récentes n'aient pas été relevées avec les techniques les plus précises...).

Toutes les erreurs ne méritent pas d'être corrigées, c'est la notion de « fitness for use » (Faiz *et al.*, 1998, Harvey, 1998) selon laquelle il convient d'adapter la précision des données à celle du SIG. Dans le cas de système de surveillance à l'échelle nationale ou même régionale, une erreur de 2 km sur la localisation d'un village ne compromet pas le fonctionnement du SIG, de même qu'un foisonnement d'informations se rapportant à une grande échelle risque d'alourdir inutilement le SIG.

On comprend donc qu'il n'est pas toujours indispensable de disposer des instruments les plus performants pour mettre en place un SIG.

## **2.1.6. Les fonctions permises par un SIG**

### **2.1.6.1. Bases de données géoréférencées**

Toutes les informations pouvant être décrites par une localisation comme un nom de ville, un code postal ou des coordonnées géographiques peuvent être stockées et manipulées par le SIG. Les informations sont représentées, sélectionnées et synthétisées dans un environnement cartographique sous forme d'un objet géographique tel qu'un point, une ligne ou une surface. Les surfaces et les distances des objets sont calculables. De plus, grâce à la topologie, de nombreux traitements spatiaux des données sont possibles (Sanson, 1991).

### **2.1.6.2. Sélection de voisinage**

Cette fonction très simple permet à l'utilisateur de connaître la liste de ce qui se trouve dans une zone ou à une certaine distance d'une zone.

Les sélections se font en mode SQL (Search Query Language) commun à de nombreux gestionnaires de bases de données relationnelles et utilisent des opérateurs conditionnels de quatre types :

- booléens : et, ou, non, ou exclusif
- arithmétiques : -, +, \*, /
- relationnels : =, >, ≥, <, ≤, <>
- géographique : contient, est à l'intérieur de, intersecte avec

Ainsi l'utilisateur peut interroger la base de données pour connaître par exemple le matériel disponible dans un poste donné ou les exploitations avoisinant un foyer infectieux.

### **2.1.6.3. Création de tampons**

Les tampons sont des surfaces définies par l'objet dont ils suivent le contour et le rayon dont ils s'en écartent (figure 16). Ce rayon peut être fixé par l'utilisateur ou dépendre d'une expression complexe.

Ils permettent par exemple de représenter les différentes zones définies autour d'un foyer infectieux (zone infectée, zone surveillée). Tout ce qui se trouve dans la zone tampon pourra être sélectionné.

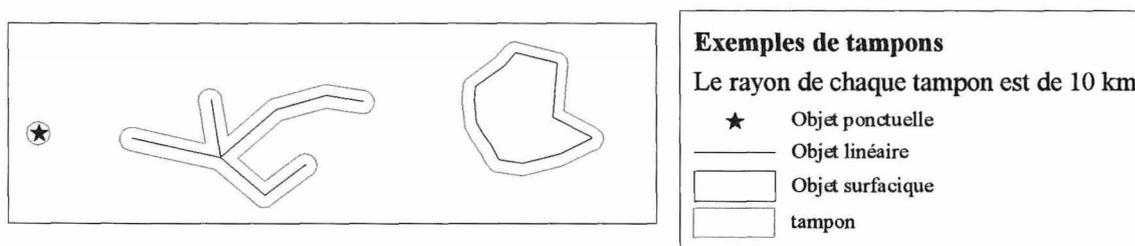


FIGURE 17 : EXEMPLE DE TAMPONS GEOGRAPHIQUES

#### 2.1.6.4. Analyses de recouvrement

Dans les SIG, les objets sont regroupés par type dans des couches thématiques. Les couches fonctionnent comme des calques que l'on superpose sur une carte et les zones de recouvrement d'objets appartenant à des couches différentes sont reconnues par le système et peuvent être analysées.

En superposant, par exemple, les couches correspondant aux routes, aux points d'eau, aux campements d'éleveurs, aux couloirs de transhumance et aux couloirs de commercialisation, et aux aires d'action des postes vétérinaires, on peut déterminer quelles seront les localisations les plus pertinentes pour la construction de parcs à vaccination en fonction de leur accessibilité aux équipes de vaccination d'une part et à la présence des éleveurs d'autre part.

#### 2.1.6.5. Analyse de réseau

Cette fonction, qui n'est pas présente sur tous les SIG, opère des analyses sur des réseaux (comme les routes, les cours d'eau) et permet de calculer des itinéraires, des temps de parcours comme le délai d'intervention d'une équipe d'urgence. En épidémiologie, ceci peut être utilisé pour étudier les risques de dissémination d'une maladie en fonction des déplacements d'animaux ou le délai minimum d'intervention.

#### 2.1.6.7. Modélisation de surfaces tridimensionnelles

Ce module présent sur certains logiciels SIG autorise une modélisation tridimensionnelle de l'espace étudié. Cette fonction permet, en plus de présentations spectaculaires, d'affiner l'analyse des zones dont le relief est très accidenté.

#### 2.1.6.8. Cartographie

Les SIG peuvent être utilisés pour produire rapidement des cartes où n'apparaissent que les éléments disposés par l'utilisateur. Ces éléments peuvent faire l'objet d'analyses thématiques qui attribuent un code visuel aux informations traitées (figure 17).

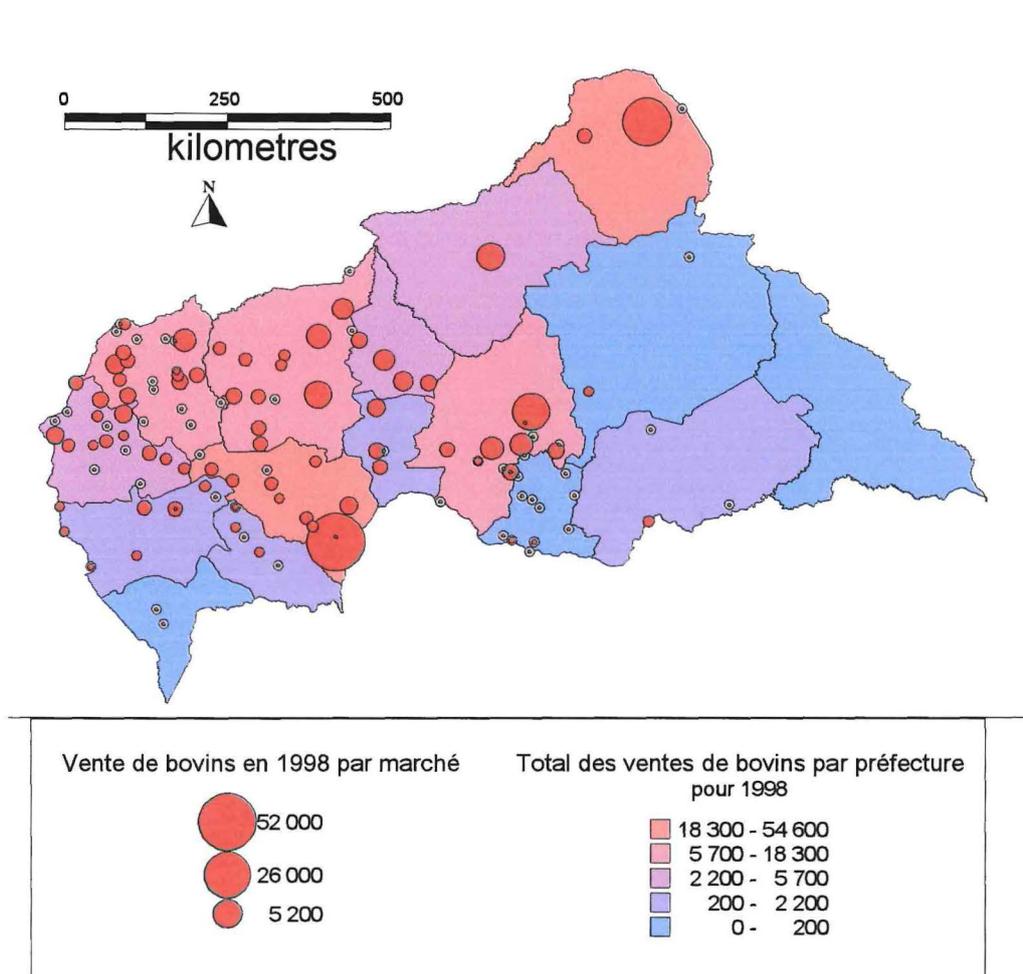


FIGURE 18 : EXEMPLE D'ANALYSES THEMATIQUES SUR DES POINT ET DES SURFACES

La taille des points correspondant aux marchés à bétail est proportionnelle au volume des ventes de 1998. La couleur tend vers le rose avec l'augmentation des ventes par préfectures.

Les fonctions des SIG appliquées à l'épidémiologie permettent donc un ensemble d'analyses et de présentation qui en font un outil performant pour la diffusion des informations et l'aide à la prise de décision (Baldock *et al.*, 1999).

### 2.1.7. Mise en place d'un SIG

Bien que la construction de chaque SIG réponde aux exigences particulières de son contexte et de son cadre d'utilisation, on peut identifier une démarche logique de construction.

#### 2.1.7.1. Conception du SIG

La conception d'un SIG doit prendre en compte les objectifs que l'on désire atteindre grâce au SIG. Ces objectifs doivent être clairement énoncés de sorte à ce que l'on puisse en déduire les informations à compiler dans la base de données et le type de traitement à leur faire subir. Ceci conduit à prévoir l'architecture des bases de données et les moyens matériels et humains à mettre en œuvre.

### 2.1.7.2. Construction de la base de données

La construction de la base de données est d'autant plus facile que l'étape de conception est bien faite. Les informations jugées nécessaires sont recensées et recueillies puis saisies sur les bases de données. On peut distinguer deux types d'informations : les informations purement géographiques (frontières, routes, villes,...) qui constituent l'environnement spatial du SIG, et les informations « relationnelles » (relatives aux postes vétérinaires, aux résultats de campagne de vaccination,...) qui constituent les éléments de réponses aux objectifs fixés. Cette phase est la plus longue et l'informatisation préalable des données à saisir sous d'autres systèmes d'exploitation constitue un gain de temps considérable.

### 2.1.7.3. Exploitation des données géographiques

Les informations enregistrées dans le SIG sont ensuite manipulées et exploitées à l'aide des fonctions précédemment décrites de sorte à produire l'information finale. Les résultats de l'exploitation d'un SIG sont présentables sous de nombreuses formes : cartes en papiers ou consultables à l'écran ou données à exporter vers d'autres logiciels.

### **2.1.8. Compétences des utilisateurs de SIG**

Les compétences d'un vétérinaire utilisateur de SIG peuvent être définies suivant 6 niveaux d'application (Sharma *et al.*, 1999 (1)).

Le premier niveau de compétence permet de faire des cartes simples et de manipuler les couches géographiques, il relève de l'utilisation générale d'un ordinateur et ne requiert aucune compétence spécifique.

Le deuxième niveau correspond à une compréhension plus approfondie de l'ensemble des menus et fonctions du SIG, il permet de faire des requêtes des analyses spatiales plus fines.

Le troisième niveau nécessite un investissement de connaissance des problèmes propres aux SIG de la part de l'utilisateur qui est alors capable de faire des requêtes complexes, de créer des modèles et de commencer à programmer.

Le niveau suivant (4) correspond au développement d'applications SIG, les compétences requises en informatique sont nettement plus pointues (programmation indispensable).

Les niveaux 5 et 6 correspondent à la recherche et au développement de logiciels de SIG, il demande des connaissances pointues en modélisation, en programmation et en géomatique.

## **2.2. Mise en Place d'un SIG pour l'analyse du risque PB en RCA**

### **2.2.1. Conception du SIG**

#### **2.2.1.1. Formulation des objectifs**

A l'issu d'une concertation avec le Dr Kondolas, coordonateur du projet PACE et le Dr Michaux, conseiller technique du projet PACE, basée sur les recommandations du Dr Hendrikx, conseiller en épidémiologie du CIRAD-EMVT, les objectifs du SIG ont été formulés.

Le Système d'information géographique pour le réseau d'épidémiosurveillance de la RCA s'articule autour de trois principaux thèmes en relation avec l'analyse du risque Peste Bovine :

- Gestion du Plan d'intervention d'urgence ;
- Analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine ;
- Suivi et représentation des résultats des campagnes de vaccination et des activités du réseau d'épidémiosurveillance.

##### **2.2.1.1.1. Gestion du plan d'intervention d'urgence**

Les SIG peuvent participer de nombreuses façons à la gestion d'un plan d'intervention d'urgence. Cependant leur utilisation dans ce domaine est encore récente aussi les fonctions proposées ne sont pas exhaustives par rapport à leur champ d'application global mais correspondent aux applications prioritaires identifiées lors de la concertation.

- Dresser un inventaire détaillé des moyens humains et matériels mobilisables en cas d'urgence : moyens de déplacement, moyens de communication, chaîne du froid, matériel de vaccination et de contingentement des animaux, personnel mobilisable.

Cet inventaire concerne l'ANDE et toute structure dotée de tels moyens et qui s'avère susceptible de collaborer au PIU.

- Etre capable de mettre en place un zonage de la région concernée par l'urgence sur la base des monographies décrivant les secteurs et postes vétérinaires : périmètre de la zone d'infection, de la zone de surveillance renforcée avec identification des campements, élevages, passages de bovins, marchés et abattoirs à immobiliser et à surveiller.

##### **2.2.1.1.2 Analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine**

L'analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine doit prendre en compte, étant donné la situation épidémiologique en RCA, le cheptel bovin et la faune sauvage (Hendrikx, 1999).

Concernant les bovins, les mouvements de bétail RCA-Tchad, RCA-Soudan et à l'intérieur de la RCA constituent la composante principale de l'analyse (Hendrikx, 1999), et l'on attend du SIG de pouvoir préciser la nature du mouvement, ainsi que l'origine et la destination des animaux.

→ Déterminer les mouvements de commercialisation des bovins : couloirs de commercialisation officiels et non officiels, marchés et abattoirs ;

→ Déterminer les mouvements de transhumance des bovins : couloirs de transhumance, zone de pâturage, campements.

La faune sauvage ne constituant pas un réservoir pour la maladie mais plutôt une sentinelle (Dabas, 1995), on s'intéresse à l'interface faune/cheptel pour repérer les possibilités de contamination des animaux sauvages par les bovins et on cherche à multiplier les observations sur la faune sauvage.

→ Déterminer la répartition et la densité de la faune sensible

→ Identifier les zones de contacts entre la faune et le bétail

#### 2.2.1.1.3. Interprétation des résultats des campagnes de vaccination et des activités du réseau d'épidémiosurveillance

Une composante importante de l'information en épidémiologie animale est la distribution spatiale des maladies et des efforts de lutte (FAO...), le SIG est l'outil le plus adapté pour interpréter et représenter sous forme de cartes :

→ les données de vaccination et de sérosurveillance de la Peste Bovine ;

→ les résultats des enquêtes de sérosurveillance portant sur les autres maladies prises en compte par le réseau pour le cheptel bovin et la faune sauvage ;

→ les activités de sensibilisation et de recherche active de la Peste Bovine et de la PPCB menées par les agents du réseau ;

→ les indicateurs de fonctionnement du réseau.

#### 2.2.1.2. Architecture de la base de données

Une façon simple de concevoir la base de données est de dissocier les informations appartenant au domaine classique de la cartographie et les informations thématiques qui font l'objet du SIG. Un premier groupe de tables décrit le milieu physique et administratif (frontières, limites des sous-préfectures, des secteurs vétérinaires, des zones protégées et des zones cynégétiques, tracé des routes et des rivières, position des villages). Le second groupe de tables reprend les informations spécifiques du SIG correspondant aux objectifs.

L'avantage d'une telle dichotomie est de pouvoir exploiter facilement les données enregistrées dans les tableurs et les gestionnaires de base de données relationnelles. Les logiciels SIG permettent d'importer ces sources extérieures et d'associer les informations aux objets géographiques du premier groupe de table. L'association (géocodage ou jointure de

table) repose sur l'existence d'un champ commun entre les tables, ce champ peut correspondre à un nom de village ou de zone ou à un identifiant numérique.

Le SIG est donc composé d'un ensemble de tables décrivant la structure du milieu et d'un ensemble de tables d'informations zoosanitaires ou en relation avec le SISAC pouvant être enrichies par l'importation de sources extérieures au SIG.

### 2.2.1.3. Moyens matériels et humains

A l'occasion du stage, un protocole de collaboration a été établi entre l'ICRA et l'ANDE (cf annexe 6). Le projet PRASAC hébergé par l'ICRA a mis en place un SIG sur sa zone d'étude à cheval entre le Tchad, la RCA et le Cameroun (figure 10). La collaboration prévoit de faire bénéficier l'ANDE des compétences de l'ICRA en terme de SIG en échange d'informations sur l'élevage centrafricain qui complètent les données du PRASAC. La collecte du matériel nécessaire au SIG a donc largement bénéficié de cette collaboration.

#### 2.2.1.3.1. Moyens matériels

##### 2.2.1.3.1.1. Matériel informatique

###### Hardware

Le matériel : L'ICRA a mis a disposition un micro-ordinateur PC Compaq® muni d'un processeur Pentium II cadencé à 360 MHz avec une mémoire vive de 32 Mo et équipé d'un lecteur CD-ROM. L'utilisation d'un lecteur personnel ZIP 250 externe apporté à l'occasion du stage a permis le transfert des données.

###### Software

Le SIG a été mis en place sur le logiciel Mapinfo 5.5® disponible au PRASAC. Le logiciel Access 2000® est utilisé à l'ANDE pour la réalisation d'une base de données sur le SISAC.

##### 2.1.3.1.2. Sources de données géographiques

Carte au 1/1500000ème IGN de 1991 de la RCA numérisée au CIRAD (et calée en projection UTM zone 34 Nord /WGS 84).

Jeu de 63 cartes au 1/200000 couvrant toute la RCA et datant de 1961 à 1983 consultables à l'ICRA.

#### 2.2.1.3.2. Moyens humains

Deux utilisateurs du SIG ont été identifiés à l'ANDE. Le Dr Kondolas, coordonateur du projet PACE, déjà formé à l'utilisation de Mapinfo® et le Dr Michaux, conseiller technique du projet PACE qui a développé au format Access 2000® une base de données sur le SISAC.

Ce sont eux qui sont chargés de continuer la mise en place et d'assurer la maintenance du SIG. Leur niveau se situe donc entre 1 et 2 (cf paragraphe 2.1.8.), ce qui est tout à fait suffisant pour l'utilisation du SIG qui est mis en place.

## 2.2.2. Réalisation de la base de données

### 2.2.2.1. Méthodologie générale

La réalisation de la base donnée se décompose en une étape de collecte des informations et en une étape de saisie et manipulation des données.

La collecte des informations comprend le recensement des données informatisées qui sont directement exploitables et des données qui devront être recueillies ultérieurement par l'étude de rapports et les enquêtes directes.

Etant données les difficultés rencontrées pour réunir l'ensemble des données (documents non retrouvés, données contradictoires ou sans explication, personnes difficiles à joindre) la saisie a été faite au fur et à mesure de leur récolte. Cela permet de gagner du temps mais empêche d'avoir une vision d'ensemble par conséquent on s'expose à une redondance de certaines informations d'une table à l'autre et à une présentation moins finalisée de la base de données.

La saisie des données se fait sous les deux logiciels utilisés (Mapinfo 5.5© et Access 2000©). La manipulation des données consiste d'une part à rendre les données plus facilement exploitables pour le SIG et d'autre part à assurer le passage des informations entre les logiciels utilisés. L'existence d'un lien entre la base de données (Labo 2) de l'ANDE en cours d'élaboration sous Access2000© et le SIG permet d'optimiser l'exploitation de ces systèmes d'informations.

Pour cela deux méthodes existent : Le mode ODBC (Open DataBase Connectivity) et le mode direct.

Dans le mode ODBC une relation est créée entre les tables Access© et les tables Mapinfo©. Les tables Access© peuvent devenir géographiques et le positionnement des objets se fait par géocodage. Ce système présente deux inconvénients majeurs :

→seuls les objets ponctuels sont représentables (donc on ne peut pas travailler sur les secteurs) ;

→le géocodage est un procédé qui n'est pas entièrement fiable et qui risque d'induire des erreurs lors de la manipulation des données.

Dans le mode direct, une table Access © peut être ouverte sous Mapinfo© et devenir une table Mapinfo© à part entière. La table contient des objets géographiques dont les attributs peuvent être modifiés sous Access, de la même façon une table créée sous Mapinfo© peut être enregistrée sous un format Access©.

Le mode direct moins limité que le mode ODBC a été adopté après avoir testé les deux modes sous Access 97 et Mapinfo 5.5 à l'ICRA. Une base de travail temporaire (Basevéto) a été créée pour saisir les données au fur et à mesure de leur acquisition. Mais un problème de compatibilité de versions s'est posé lorsque la base de l'ANDE a été transférée sur l'ordinateur de L'ICRA. En effet il s'est avéré que Mapinfo 5.5 est compatible avec Access 97 mais pas avec Access 2000 (contrairement à Mapinfo 6.0).

Néanmoins le problème peut être contourné en plaçant les tables de Labo2 que l'on désire exploiter sous Mapinfo 5.5 vers une autre table (Véto SIG1) au format Access 2000 (table tampon afin de ne pas risquer d'endommager les données de labo2) et en exportant les tables

de VétoSIG1 vers Basevéto au format Access 97 ©. Les tables de VétoSIG1 et de Basevéto sont identiques mais seules les tables de Basevéto peuvent être ouvertes sous Mapinfo, après chaque modification de ces tables il faut penser à ré-exporter les tables de Basevéto vers VétoSIG1 et Labo2 pour pouvoir bénéficier des modifications sous Access 2000. De la même façon après chaque modification d'une table Labo2 ou VétoSIG1 il faut l'exporter vers Basevéto pour que la modification puisse être prise en compte par Mapinfo©.

Ceci alourdi la manipulation du SIG mais ne compromet pas son utilisation pour autant. Une autre conséquence de cette incompatibilité est que la base Basevéto n'est plus provisoire mais doit être conservée.

La création de la base de donnée sera envisagée en fonction de chacun des grands thèmes de la base.

#### 2.2.2.2. La couche de fond du SIG : les données géographiques

##### Collecte des données géographiques

###### Données existantes

Le PRASAC a mis à disposition un grand nombre de tables Mapinfo (en projection longitude/latitude WGS 84) relatives à la zone d'étude du PRASAC mais ces données ne couvrent pas l'ensemble de la Centrafrique.

Le Dr Hendrixx a mis a disposition les données qu'il a collecté lors de sa précédente mission en RCA ainsi que des données téléchargées sur le site Internet :

<http://www.maproom.psu.edu/dcw/>

###### Données complémentaires

Les informations contenues dans les tables précédentes peuvent n'être que partielles ou nécessiter une mise à jour. Les informations complémentaires qui ne figurent sur aucune carte ont été recueillies par enquête auprès des services concernés :

Etat des routes auprès du ministère des travaux publics ;

Tracé des nouvelles sous-préfectures auprès du ministère de l'intérieur ;

Position de certains villages auprès du bureau central des statistiques ;

Zones protégées et zones de chasse auprès du ministère des eaux et forêts

##### Saisie et manipulation des données géographiques

Les objets géographiques appartenant aux couches d'origines différentes et qui concernaient un même thème comme les routes, les rivières et les villages ont été rassemblées dans de nouvelles tables. Les tables contenant les données brutes ont été conservées pour permettre, au besoin, des corrections ultérieures.

Ces différentes données n'avaient pas le même système de projection aussi pour les rendre homogènes une projection commune a été utilisée. Comme le logiciel Mapinfo opère les différents calculs géographiques dans la projection longitude/latitude WGS 84, c'est cette projection qui a été choisie.

Les objets géographiques qui n'existaient pas auparavant ont été ajoutés, soit par digitalisation du fond de carte IGN scannée et dans ce cas la précision de la position géographique est mauvaise (l'erreur peut aller jusqu'à 2 km avec cette technique), soit par création de points à partir des coordonnées géographiques. Celles-ci proviennent de mesures sur les cartes au 1/200000 (précision de l'ordre de quelques centaines de mètres) ou de points GPS (précision de quelques dizaines de mètres) enregistrés lors du dernier recensement national. Mais cela ne concerne qu'une dizaine de villages car les données sont en cours de traitement au bureau central des statistiques.

Les villages, les routes, les rivières provenant des tables peuvent se répéter, aussi un premier travail a consisté à rechercher les répétitions et à les éliminer. Pour les routes et les rivières, une simple requête de recouvrement suffit mais le problème est plus complexe pour les villages.

En effet, la table des villages présente deux types de répétitions : des villages identiques avec des orthographes parfois différentes et des villages homonymes situés dans une même préfecture mais qui sont bien distincts. La recherche de doublons est plus complexe et il faut vérifier à l'écran les 1700 villages enregistrés.

Les coordonnées des villages sont répertoriées dans les champs coordonnées X et Y.

Les routes et les rivières des différentes couches étaient souvent segmentées et ne comportaient aucun attribut. Les différents segments appartenant à un même objet ont été regroupés (un même cours d'eau, un tronçon de route reliant deux postes ou deux villages importants) et les informations (noms, état des routes, longueur des segments) attribuées dans les champs dévolus.

Les tables des régions et des préfectures n'ont pas été modifiées.

Les frontières des nouvelles sous-préfectures ont été tracées grâce à des points relevés sur cartes (Ministère de l'intérieur et bureau des statistiques).

Les tracés des zones de chasse et des réserves ont été faits grâce au rapport issu du ministère des eaux et forêt qui définit précisément leurs frontières (coordonnées des points limites, rivières de délimitation).

Les tables correspondant à la localisation des infrastructures routières (pompe à essence et péages) ont été créées à partir de la digitalisation du fond de carte IGN et des informations recueillies auprès des chefs de secteur.

### 2.2.2.3. Inventaire des moyens disponibles pour le plan d'intervention d'urgence

#### Collecte des données

##### Données existantes

Dans le cadre de l'informatisation du réseau d'épidémiologie, une base de données (Labo 2) a été constituée sur Access 2000®. Cette base prévoit de regrouper les informations nécessaires à la gestion du plan d'intervention d'urgence, notamment les moyens roulants, les moyens de communication et les moyens humains. Cependant au moment du stage seule

l'architecture de la base de données avaient été mise en place et la plupart des tables étaient vierges.

Des cartes thématiques avaient déjà été établies sous Coreldraw® mais le logiciel Mapinfo® ne permet pas leur exploitation directe.

Une liste du personnel sous format Excell® était disponible auprès du service du personnel de l'ANDE, sa mise à jour a commencé pendant le stage.

### Données collectées

La meilleure méthode pour rassembler les informations concernant le matériel, le personnel et les monographies des secteurs et des postes vétérinaires aurait été de se rendre sur le terrain pour en discuter avec les intéressés. Malheureusement lors du stage une sévère pénurie d'essence, conjuguée à l'insécurité de certains axes routiers en saison des pluies, a empêché les déplacements. Une mission de terrain a cependant eu lieu aux alentours du 10 août (c'est à dire tardivement par rapport au déroulement du stage). Cette mission qui accompagnait un déplacement du Dr Raphaël Ngaye Yankoïssset, directeur par intérim de l'ANDE, s'est rendue à Bossembélé (région Centre) et à Bouar (région Ouest) où se tenaient les réunions des chefs de secteur de ces deux régions.

Face à l'impossibilité momentanée d'aller chercher les renseignements sur place, des messages radios ont été lancés aux différentes directions régionales demandant de regrouper et de faire parvenir à la direction centrale de l'ANDE les informations convoitées, celles-ci ne sont pas toutes parvenues avec le même niveau de précision.

Les informations concernant la région Centre ont pu être obtenues précocement grâce aux déplacements sur Bangui du Dr Emmanuel Kandoro, chef de santé animale de la région Centre. Elles ont pu être complétées lors de la mission de terrain, des informations précises sur la région Ouest ont également pu être obtenues à cette occasion.

Un travail de monographie des postes vétérinaires (mentionnant la zone d'action du poste, les villages, les routes, les zones pastorales et les zones cultivées, les mouvements d'animaux et les campements ainsi que les installations particulières (parcs à vaccination, retenues d'eau)) avait déjà été demandé lors du démarrage du réseau pour les postes inclus dans le SISAC mais seulement deux postes avaient fait parvenir leur monographie.

Lors des réunions des chefs de secteur, des consignes détaillées et illustrées à l'aide d'un exemple ont été données afin d'expliquer le travail de monographie attendu, pour en faciliter la réalisation des cartes administratives de la RCA au 1/1500 000 et au 1/200 000 ont été mises à la disposition des chefs de secteur ainsi ceux-ci ont pu saisir les tracés administratifs et hydrologiques correspondant à leur zone. Une seule monographie (secteur de Batangafo) est parvenue avant la fin du stage mais les autres ne tarderont sûrement pas à suivre.

Les moyens disponibles (véhicule, radio, personnel) auprès des autres partenaires de l'élevage et de la faune ont été recueillis par enquête auprès de leur représentant à Bangui, toutes n'étaient pas en mesure de fournir des informations intéressantes pour le PIU. Ont été contacté :

FNEC : Fédération nationale des éleveurs centrafricains ;  
CREF : Cellule Régionale d'Education et de Formation  
ACDA : Agence Centrafricaine de Développement Agricole  
ACOBECA : association des commerçants de bétail centrafricain  
ACCB : Association Centrafricaine des Commerçants en bétail  
FIDE : Fond Interprofessionnel de l'élevage  
GTZ : Coopération technique allemande  
PDZCV : Projet de développement des zones cynégétiques villageoises (ex PDRN : Projet de Développement Rural Nord)  
Service de la faune du Ministère des eaux et forêts  
WWF : World Wild Fund  
Les sociétés de chasse : Safaria, Aouk-Sangha Safari et National safari (les responsables des autres safaris n'ont pas pu être contactés)

### Saisie et manipulation

#### Monographies des postes et environnement du PIU

Les tables permettant la localisation des secteurs et des postes vétérinaires ont été créées en sélectionnant les villages correspondant.

On constate en pratique que des villages identiques peuvent être orthographiés différemment suivant les sources ce qui produit des erreurs lors des requêtes de correspondances. Un système d'identification numérique permettant de contourner le problème au moyen d'un code à 7 chiffres a été mis au point pour l'identification des postes vétérinaires et qui pourrait être étendu à d'autres structures afin d'améliorer la spécificité du système:

Le premier chiffre code pour la structure (1 pour ANDE) ;  
Le second chiffre code pour la région (1 pour le centre, 2 pour l'ouest, 3 pour l'est, 4 pour le nord) ;  
Le troisième et le quatrième chiffre codent pour le secteur vétérinaire (numérotés de 01 à 32) ;  
Le cinquième chiffre code pour le poste au sein du secteur (pas de secteur à plus de 10 poste) ;  
Le sixième et le septième chiffre reprennent le numéro de réseau pour les postes du SISAC (0 si le poste est hors réseau).

Les identifiants numériques ont été saisis et des champs ont été créés pour décrire les postes : région, préfecture, sous-préfecture, secteur vétérinaire, nom de l'agent en place, coordonnées géographiques.

Lors du recensement des postes vétérinaires, des sous postes sont apparus qui ne sont pas officiels et dont la création avait en partie échappé aux responsables de l'ANDE. Ils ont été regroupés dans une table mais tous n'ont pas pu être localisés car ils ne correspondaient ni à des villages enregistrés sur la table, ni à des villages existant sur les cartes au 1/200 000ème.

Les aires des secteurs vétérinaires correspondent à une ou plusieurs sous-préfectures, aussi la table correspondant à ces aires a été créée par simple assemblage à partir de la table des sous-préfectures

Les aires des postes vétérinaires n'ont pas pu être précisées d'avantage que lors de la mission du Dr Hendrikx, des zones tampons de 50 kilomètres ont été créées autour de chaque poste pour figurer leur zone d'action en première approximation.

Les monographies qui ont été rendues par les deux chefs de poste (Yongoro et Markounda) et par le chef de secteur (Batangafo-Kabo) ont été digitalisées en utilisant le fond de carte IGN.

### Moyens humains

Les données concernant la liste du personnel de l'ANDE disponible au format Excell®, elles ont été actualisées en comparant la liste aux informations collectées auprès des chefs de secteur. Après une actualisation partielle de la liste, l'identification des agents des postes et des secteurs a pu se faire par une correspondance de nom de localisation (là encore les différences orthographiques imposent une vigilance accrue).

Les moyens humains de la FNEC sont composés de deux tables, l'une pour les agents d'animation mutualiste (DAM), l'autre pour les groupements d'intérêt pastoraux (GIP). Les informations concernant les GIP (localisation, nombre d'adhérents, président du GIP et animateur affilié) n'étaient pas entièrement disponibles.

Les moyens humains des CREF sont groupés avec leur moyen roulant puisque chaque animateur dispose d'un véhicule.

Les moyens humains des Safaris et des eaux et forêt sont regroupés dans deux tables Mapinfo, les informations les concernant seront largement complétées avec la mise en place du volet faune sauvage du programme PACE.

### Moyens matériels

Les listes de matériel recensées pendant le stage ont été saisies sous Access 2000 et transférées sous Mapinfo comme indiqué au paragraphe 2.2.1.

Six valeurs décrivent l'état du matériel, un code numérique est associé à chaque état :

- 0 : inconnu ;
- 1 : panne ;
- 2 : mauvais ;
- 3 : moyen ;
- 4 : assez bon ;
- 5 : bon ;
- 6 : neuf.

La liste du matériel roulant avec mention de la localisation, de la marque, du kilométrage, de l'état de fonctionnement et de l'attribution a concerné les véhicules 4x4 et de ville, les motocyclettes, les vélomoteurs a été dressée pour l'ANDE, la FNEC, le CREF.

La liste du matériel de vaccination et de prélèvement avec localisation marque quantité et état a été dressée pour les congélateurs, les glacières, les seringues automatiques, les pinces à marquer et les bidons de diluant.

La liste du petit matériel des postes appartenant au SISAC a été dressée sur la base du contenu des rapports mensuels.

Les moyens de communications recensés (essentiellement la radio) sont répartis sur deux tables : l'une indique la localisation et la structure d'appartenance de la radio, l'autre la fréquence, le mode et les heures d'émission de la radio pour chaque structure.

#### 2.2.2.4. Données concernant l'analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine

##### Collecte des informations

###### Données existantes

De nombreuses informations précises et actualisées concernant la localisation des couloirs commerciaux et les mouvements de transhumance ainsi que les ventes de bovins dans les principaux marchés ont été communiquées par le Dr Hendrikx à partir d'enquêtes menées sur le terrain et de cartes réalisées sous Coreldraw® par le précédent conseiller technique du PARC, Antoine Maillard.

###### Données collectées

La densité du cheptel bovin fait appel aux chiffres du recensement de 1990 et se rapporte aux préfectures (Livre Blanc de l'élevage centrafricain, 1990).

Les informations concernant les couloirs de commercialisation ont été enrichies lors de la visite des agents du réseau en poste au PK13, par l'entretien avec Joseph Kolembo, directeur régional Est de l'ANDE et par les entretiens avec les présidents de l'ACOBÉCA et de l'ACCB.

Les informations sur les transhumances ont été complétées à partir de l'unique monographie qui nous est parvenue. Les informations recherchées sont précises (village de passage, rivières traversées à un tel endroit, lieu d'établissement des campements) et seul le travail de monographie et/ou de discussion avec les chefs de secteurs et les chefs de postes permet d'obtenir ce niveau de précision, les réunions en cascade de Bossembélé et Bouar n'ont pas permis ces discussions. A cette fin, il serait souhaitable qu'un entretien d'une heure en particulier avec chaque chef de secteur puisse avoir lieu.

Les informations portant sur la faune sauvage et sur les contacts entre la faune et le bétail ont été recherchées auprès du PDZCV et des sociétés de safari mais sans avoir toujours pu atteindre le niveau de précision recherché (données sur la répartition et la densité de la faune indisponibles).

##### Saisie et manipulation

Le tracé des mouvements d'animaux (couloirs de commercialisation et de transhumance) ont été repris des tables de Pascal Hendrikx et complétées (par digitalisation) grâce aux informations collectées. Des champs décrivant la source de l'information et la nature des mouvements ont été prévus.

Les informations au format Excell® concernant les ventes et les abattages des bovins pour 1996 à 1998 d'après le service de suivi et évaluation de l'ANDE décrivaient des marchés et des abattoirs différents de ceux repérés par Pascal Hendrikx et différents de ceux figurant dans le rapport sur les marchés datant de 1994.

L'ensemble des données a été regroupé dans deux tables Mapinfo© (l'une pour les marchés, l'autre pour les abattoirs). Le positionnement des marchés et abattoirs s'est fait par géocodage (correspondance du nom) à partir des villages. Les différences d'orthographe et l'absence de certains villages a imposé de vérifier la position de chaque point et de s'enquérir auprès du Bureau des Statistiques de la position des marchés et abattoirs manquant. Malgré l'excellente coopération de ce bureau, tous les points n'ont pas pu être trouvés.

#### 2.2.2.5. Informations sur les activités du réseau et les campagnes de vaccination

##### Collecte des données

###### Données existantes

La base de données du SISAC prévoit l'enregistrement des fiches d'analyses et des enquêtes troupeau. A la fin du stage, les données sur les régions Est, Nord et sur une partie du Centre étaient disponibles.

Parmi les informations communiquées par le Dr Hendrikx figurait les résultats par préfecture des campagnes de vaccination de 1990 à 1995 inclus.

###### Données collectées

Les rapports disponibles sur les campagnes de vaccination et la séro-surveillance de la Peste Bovine ont fourni des résultats par secteur.

Les activités du réseau ont été étudiées sur la base des rapports mensuels renvoyés par les agents du réseau.

###### Saisie et manipulation des données

Le dernier rapport mensuel remis par chaque chef de poste du réseau a été saisi dans la table Access correspondante à partir de laquelle des données peuvent être extraites pour mettre en évidence les activités du réseau.

Les résultats des campagnes de vaccination par secteur sont saisis sous Access 2000.

Les résultats des campagnes de séro-monitoring de 1999 déjà partiellement saisis dans Labo2 ne sont pas exploitables directement puisqu'ils sont individuels et se réfèrent au troupeau et non à la localisation du prélèvement. Il faut donc les regrouper d'abord par troupeau puis par poste. Ensuite les résultats peuvent facilement être exprimés par secteur, par préfecture et par régions.

Les résultats des campagnes de séromonitoring des années 1988 et 1994 ont été directement saisis par secteur à partir des rapports correspondant.

## **2.3. Etat et achèvement de la base de données**

Le SIG à la fin du stage est constitué de 96 tables (cf Annexe 8). Certaines de ces tables contiennent des informations redondantes pour les raisons évoquées ultérieurement.

Les grands thèmes définis dans les objectifs ont tous été abordés cependant peu d'entre eux ont pu être achevés, il est vrai que la mise en place d'un SIG est un travail qui doit être entrepris à long terme. Il convient donc de faire un état des lieux de la base de données à la fin du stage, de recenser le travail déjà accompli et d'en dégager les informations manquantes qui doivent venir la compléter.

### **2.3.1. Environnement géographique du SIG**

L'environnement géographique du SIG est assez complet.

Les informations concernant l'état des routes et la position des péages doivent être mises à jour régulièrement, au moins une fois par an.

Les villages qui n'ont pas pu être localisés pourront l'être lorsque les données du dernier recensement national seront disponibles.

### **2.3.2. Gestion du plan d'intervention d'urgence**

Le recensement des moyens matériels et humains ébauché lors du stage doit être complété par les utilisateurs du SIG.

Avec le démarrage du programme PACE, des réunions des chefs de postes et de secteurs auront lieu prochainement. Ces réunions seront l'occasion de centraliser les monographies et de compléter les données manquantes.

Tout nouveau matériel alloué à l'occasion du PACE sera plus facile à enregistrer puisqu'il ne se posera pas le problème de retrouver la liste et l'attribution du matériel.

### **2.3.3. Analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine**

Les informations concernant le trajet des déplacements de bovins (pour la commercialisation et les transhumances) sont assez complètes, les monographies apporteront les dernières précisions.

Une quantification de ces déplacements serait très intéressante mais cette évaluation est difficile à mener. Peut-être que l'exploitation des données contenues dans les laissez-passer sanitaires permettrait d'obtenir une estimation quantitative des flux. La centralisation et le traitement statistique de ces documents peuvent être proposés.

La partie concernant la faune sauvage bénéficiera à l'avenir du volet faune sauvage du projet PACE. La densité de faune devrait être évaluée finement mais les comptages qu'ils soient terrestres ou aériens sont des opérations onéreuses.

La connaissance précise de la répartition des points d'eau pour l'abreuvement du cheptel bovin et de la faune sauvage permettrait de préciser plus finement les zones de contacts entre ces populations.

### **2.3.4. Exploitation des résultats de vaccination et du réseau d'épidémiologie**

La saisie des résultats d'analyse et d'enquête troupeau sur la base Labo2 a commencé cet été. La vitesse de saisie va augmenter avec l'expérience du technicien de laboratoire qui en est chargé et bientôt l'ensemble des résultats disponibles pourra être mis en relation avec le SIG.

Au fur et à mesure que de nouveaux résultats d'analyse (IBR, Fièvre de la vallée du Rift, BVD) parviendront au laboratoire leur saisie et leur exploitation seront faites.

Les tables destinées à recevoir les résultats concernant la faune sauvage pourront être complétées dès réception des résultats des 2 campagnes de séro-surveillance menées en 1999 et en 2000.

La mise en place d'un SIG répond à une série d'étapes suivant une démarche logique. La collecte du « pool » d'informations nécessaires au fonctionnement du SIG est une opération qui demande du temps mais pas forcément des technologies coûteuses. Les informations recueillies au cours du stage ne sont pas exhaustives et devront être complétées par la suite . Cependant de nombreuses fonctions du SIG sont déjà opérationnelles.

**TROISIEME PARTIE**  
**UTILISATION DU SIG, PERSPECTIVES D'AVENIR ET**  
**LIMITES**

## 3.1. Utilisation du SIG

### 3.1.1. Gestion du plan d'intervention d'urgence

Un plan d'intervention d'urgence a déjà été préparé dans le cadre du programme PARC. Ce plan bâtit sur la base des recommandations de la FAO (Geering *et al.*, 1999) prévoyait plusieurs niveaux d'urgence en fonction de l'étendu de l'infection (plan local, régional, national) et s'intéressait principalement à la composante financière du PIU de sorte à faire ressortir un budget prévisionnel.

A son stade de développement, le SIG mis en place permet de localiser le matériel et de pratiquer des zonages.

#### 3.1.1.1. Localisation du matériel

La localisation des moyens matériels peut se faire de différentes façon chacune ayant son application pratique. Afin de clarifier la suite, nous allons adopter une démarche didactique basée sur un exemple de la consultation et de la mise à jour de matériel.

L'utilisateur ouvre les différentes couches qui représentent le milieu (frontière, routes, secteurs et poste) puis les couches thématiques qu'il désire consulter, par exemple les motos et les congélateurs puis il se place sur la fenêtre carte (figure 18).

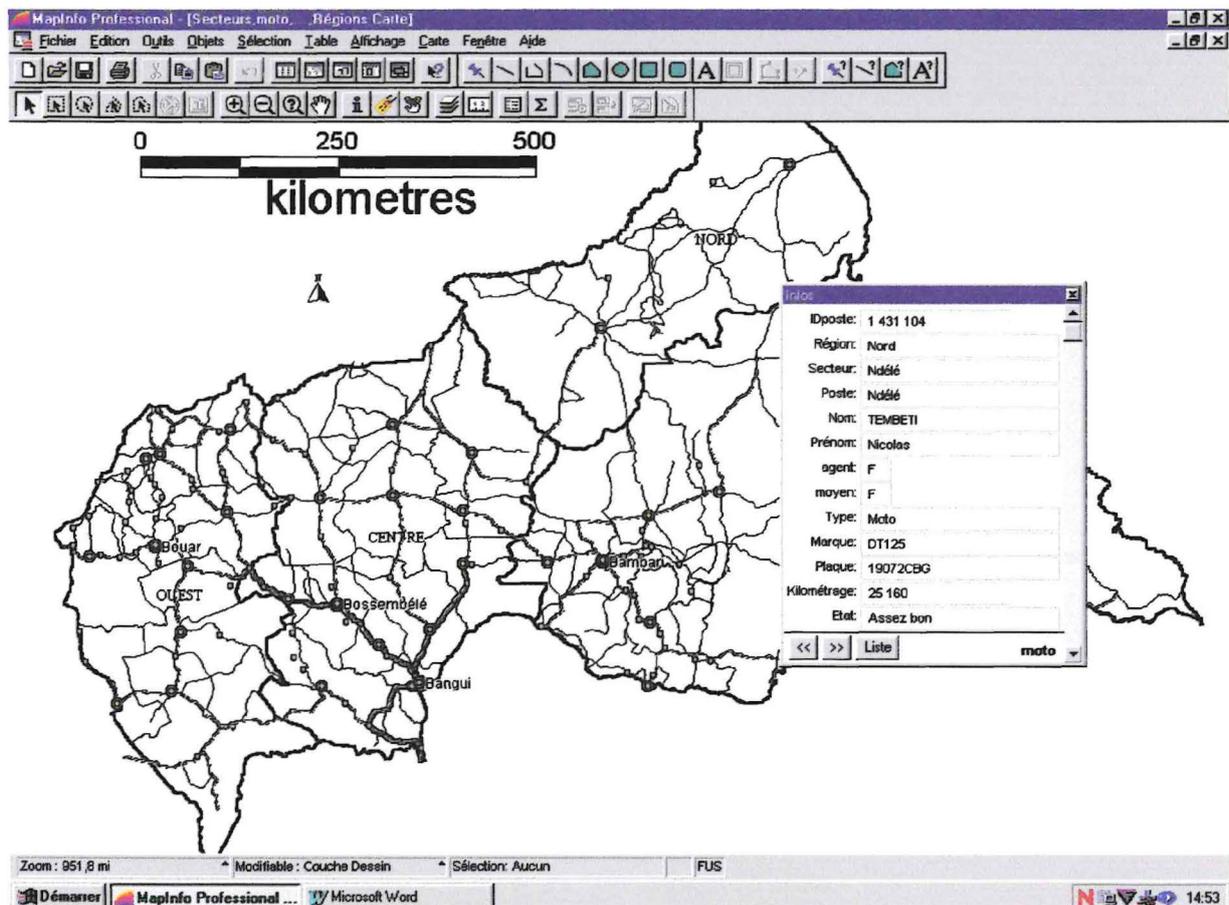


FIGURE 19 : EXEMPLE D'UTILISATION DE L'OUTIL « INFORMATION »

En cliquant avec l’outil « information » sur un point donné, l’utilisateur connaît la liste des éléments des différentes tables représentées à cette endroit puis il peut choisir un élément de la liste, visualiser ses attributs et les mettre à jour.

Une fois que tous les attributs de tous les objets présents sont complétés, il est possible de les consulter simultanément ou de les représenter sous forme d’une carte thématique.

La consultation simultanée permet de répondre à la question : « qu’est ce qui se trouve ici ? », que l’on se pose en cas d’intervention à proximité de l’endroit sélectionné

La consultation par carte thématique permet de répondre à la question : « comment sont répartis tels objets ? », que l’on se pose lorsqu’on s’intéresse à la couverture national d’un thème, par exemple au moment de renouveler le matériel roulant (figure 19).

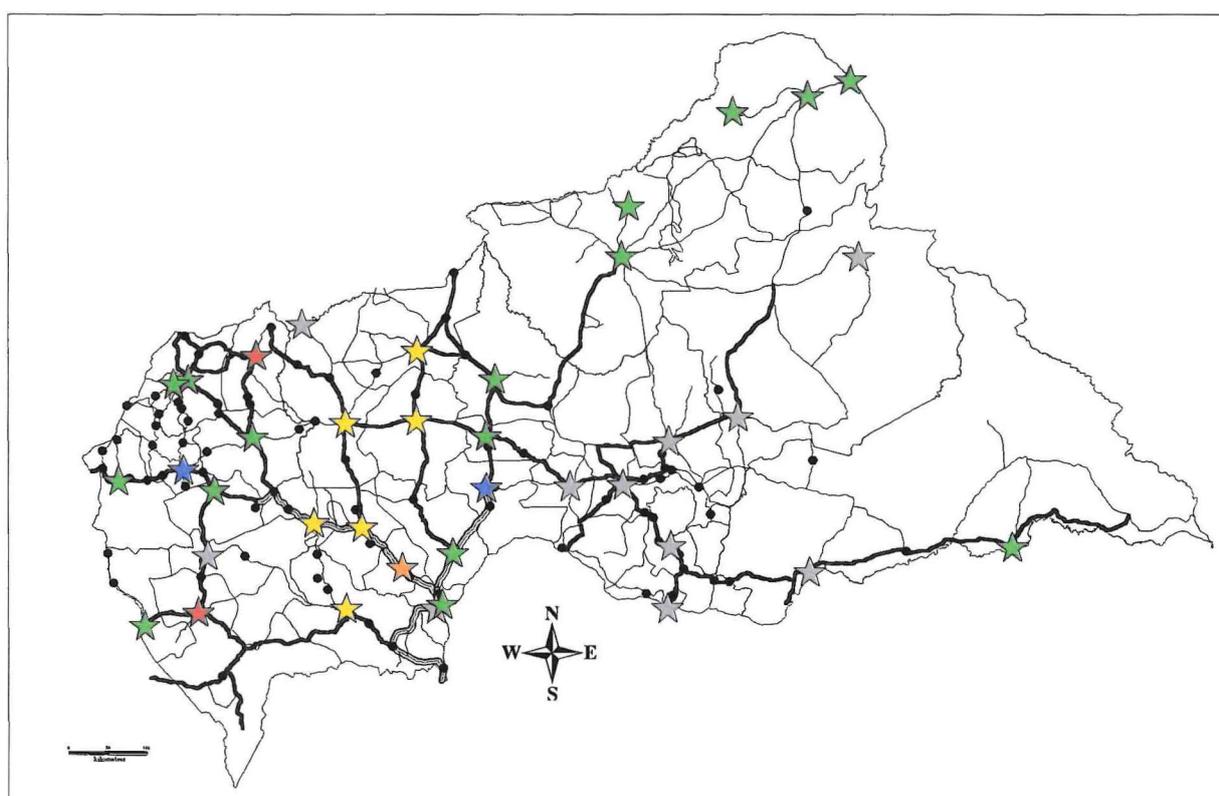


FIGURE 20 : REPARTITION DES MOTOCYCLETTES DU PARC ET ANALYSE DE LEUR ETAT DE FONCTIONNEMENT

On conçoit aisément que ce type de consultation peut être effectué pour toutes les tables du SIG.

### 3.1.1.2. Zonage

Le zonage effectué à l'aide d'un SIG doit permettre (Cameron, 1999 ) de situer :

Le village où la suspicion a été déclarée ainsi que tous les villages et campements qui sont compris dans le rayon de la zone tampon de vaccination ;

La population totale d'animaux dans la zone pour prévoir suffisamment de vaccins. ;

Le personnel responsable de la vaccination dans les villages et campements ;

Les barrières de contrôle sur les axes routiers et les axes de déplacement des animaux mis en place pour surveiller les mouvements d'animaux par rapport à la zone tampon. La localisation, le personnel et le matériel de ces points de contrôle doivent être établis.

La création des zones se fait en utilisant les tampons autour du foyer.

Si l'on dispose de la monographie de la zone infectée (figure 20), celle ci est mise en fond de carte, sinon on peut toujours utiliser la carte IGN scannée.

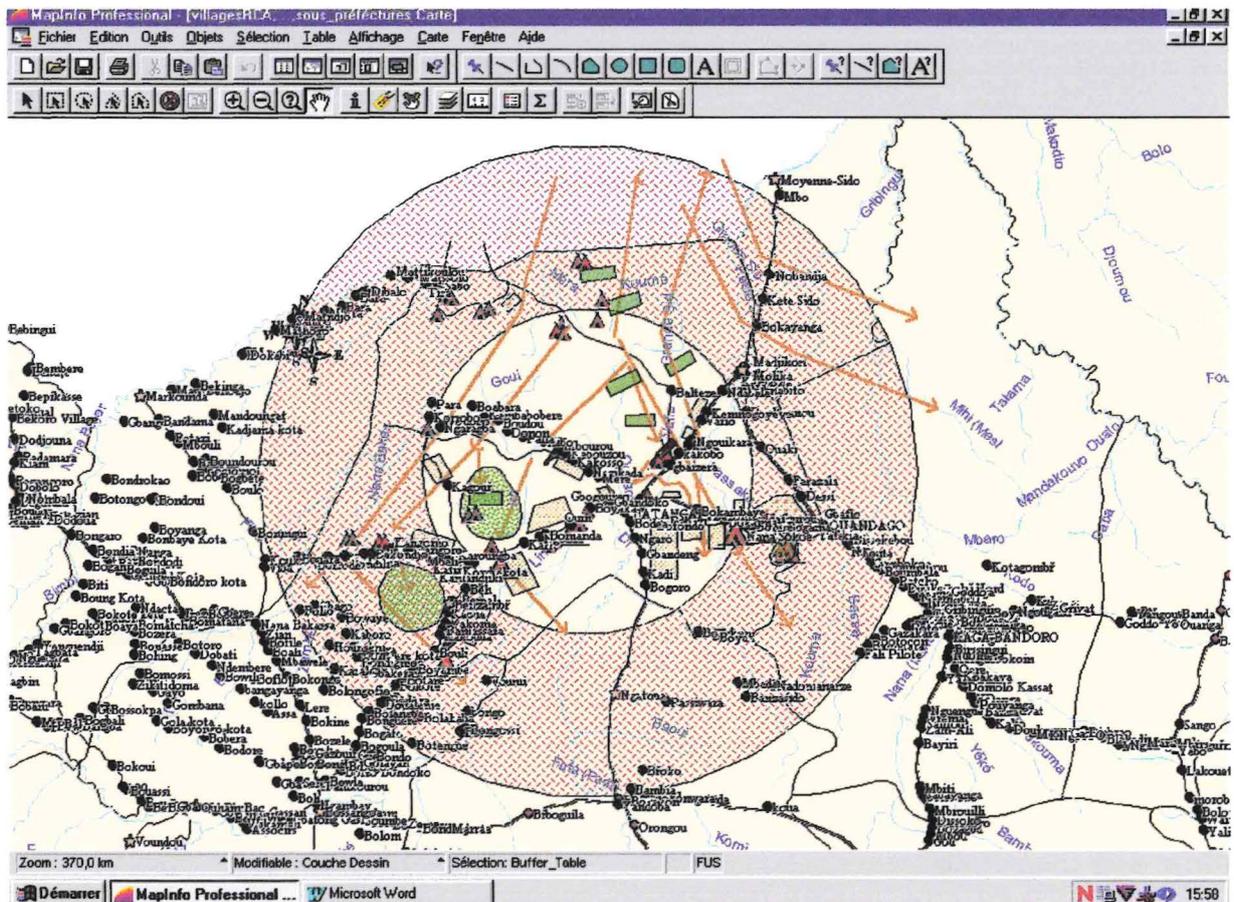


FIGURE 21 : ZONAGE A PARTIR DE LA MONOGRAPHIE DU SECTEUR BATANGAFO-KABO

### 3.1.1.3. Travail à partir du zonage

Le travail sur le zonage peut être très variés et il serait illusoire de vouloir détailler l'ensemble des fonctions permises pour la gestion du PIU.

Par exemple, un calendrier de travail peut être établi pour estimer le temps requis pour vacciner l'ensemble des troupeaux (Cameron *et al.*, 1999). L'utilisation des données sur l'état des routes et les vitesses qu'on peut y pratiquer permet une prévision des temps de parcours.

On comprend qu'en faisant apparaître les différentes couches thématiques en relation avec la mise au point du PIU et en pratiquant de simples analyses de distance et de recouvrement, on doit être en mesure de déterminer le dispositif de terrain à mettre en place et le schémas précis de progression des équipes.

Les équipes de terrain sont munies de cartes au 1/200 000, la sélection des cartes à emporter peut être faite grâce à une table (Carte200000) qui représente la couverture géographique de ces différentes cartes. Une analyse de recouvrement permet de connaître les cartes chevauchant la zone infectée (figure 21).

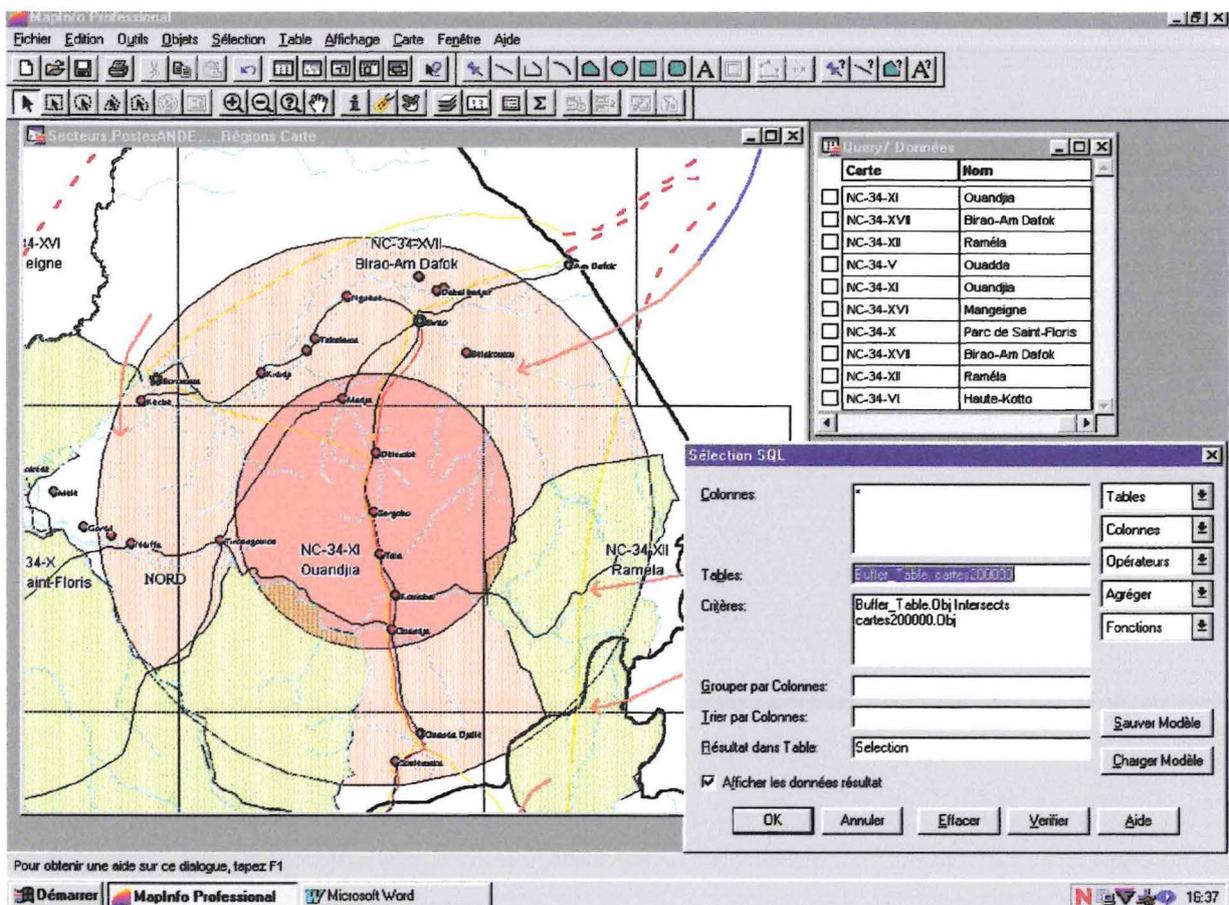


FIGURE 22 : REQUETE SQL SUR UNE ZONE TAMPON POUR CONNAITRE LES CARTES 1/200 000 CORRESPONDANTES

Cette opération permet de gagner considérablement du temps étant donné le manque de maniabilité de cartes au format A0.

### 3.1.2. Analyse du risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine

#### 3.1.2.1. Cas du cheptel bovin

Le SIG est utilisable pour localiser les déplacements et les lieux de concentration de bovins.

On peut distinguer les bovins de commercialisation et les bovins de transhumance.

#### Animaux de commercialisation

Peu de données changent par rapport au rapport de Pascal Hendrikx. Les données que j'ai pu récolter par enquêtes sont venues corroborer ses propres observations et l'étendue de mes investigations n'a pas pu, faute de déplacement, être aussi large.

Les seuls renseignements qui viennent compléter son étude de manière significative concernent les déplacements commerciaux en provenance du Sud-Est (figure 22) qui ont été précisé ainsi que l'inventaire des marchés et des abattoirs.

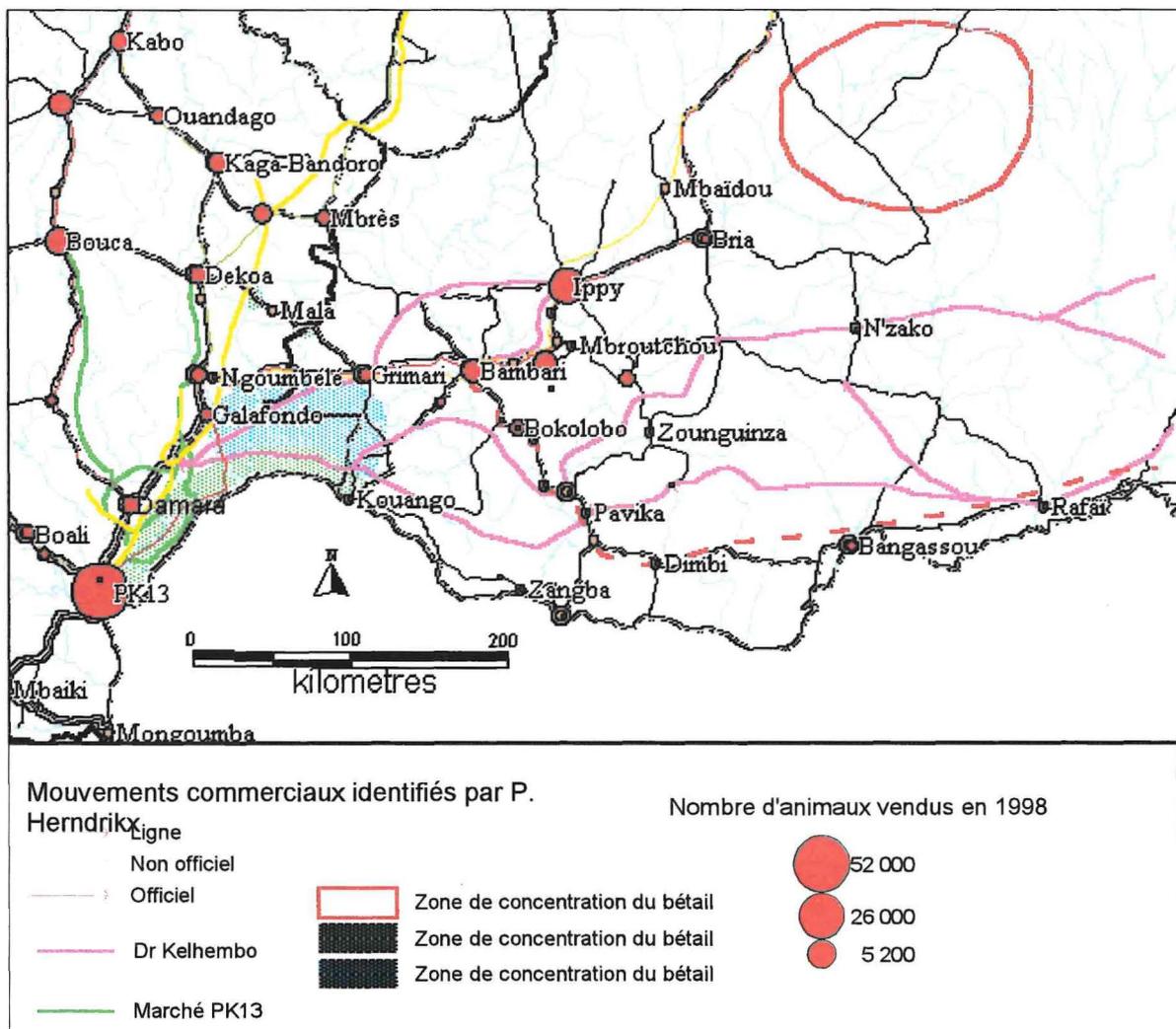


FIGURE 23 : MOUVEMENT COMMERCIAUX A L'EST DU PAYS

L'analyse de ces mouvements met en relief l'importance d'étendre le cordon sanitaire jusqu'au sud du pays de sorte que les animaux en provenance du Soudan, qui transitent souvent de manière illégale, le long des cours d'eau aient plus de chance d'être examinés.

Un fait intéressant qui illustre bien les capacités d'analyse des SIG vient de la comparaison des abattages et des ventes de bovins.

L'idée est de comparer les ventes et les abattages par sous-préfectures, on calcule simplement un indice et l'on fait une analyse thématique pour visualiser les résultats par classes (figure 23).

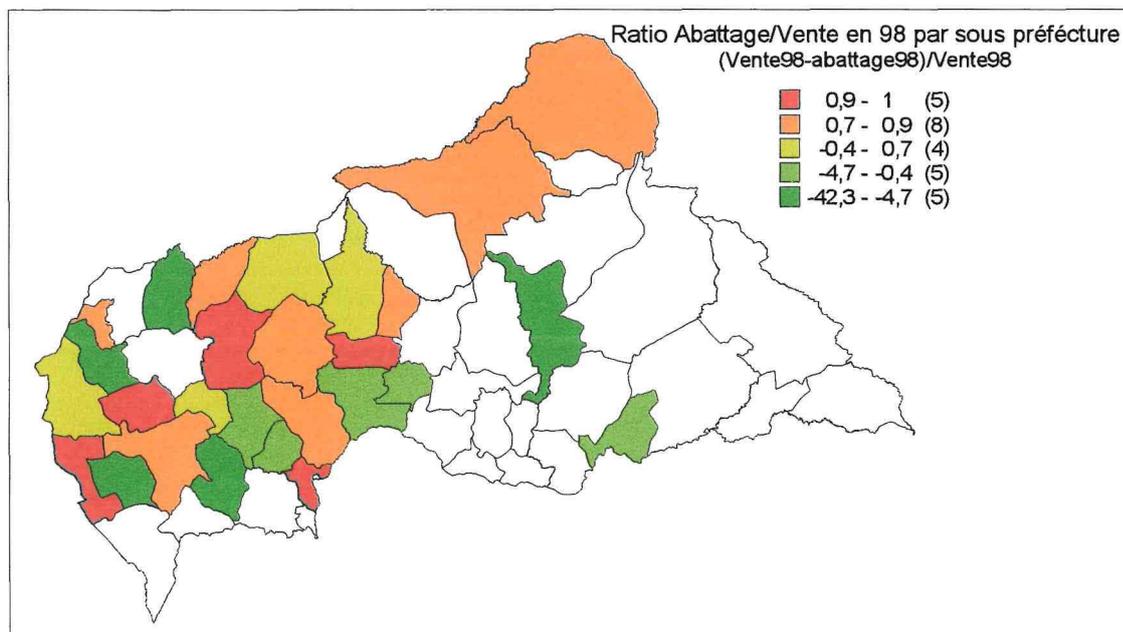


FIGURE 24 : COMPARAISON DES VENTES ET DES ABATTAGES PAR SOUS-PREFECTURE EN 1998

La carte ne tient pas compte des sous-préfectures pour lesquelles une des deux valeurs manque. Il est surprenant de constater que les abattages déclarés sont supérieurs aux ventes déclarées (et le même phénomène s'observe pour les années précédentes). L'interprétation de ce phénomène ne relève du domaine de ce mémoire, mais sa mise en évidence illustre les capacités d'analyse des SIG.

#### Animaux de transhumance

Comme nous l'avons vu précédemment les mouvements de transhumance ne seront complétés par rapport à la mission de Pascal Hendrikx qu'en présence des monographies et des chefs de postes.

Les mouvements d'installation et de transhumance vers les parties Est du pays où se trouvent des salines intéressantes pour le bétail n'ont pas pu être précisé d'avantage. Ces mouvements posent de nombreux problèmes :

- Conflits avec les Services des Eaux et Forêts car ces terrains sont classés en zone protégées ;
- Contrainte sanitaire majeur en raison de la répartition des Glossines ;
- Conflits armés entre les populations et accroissement de l'insécurité dans la zone.

### 3.1.2.2. Cas de la faune sauvage

La répartition exacte de la faune n'est pas disponible, cependant on peut dresser une carte montrant les incursions de bétail dans les zones protégées et les zones de chasse à partir des tracés précédents.

Les aspects faune sauvage sont cependant surtout intéressants pour le rôle de sentinelles que jouent ces animaux à l'égard de la Peste Bovine.

### 3.1.3. Exploitation des résultats des campagnes de vaccination et du réseau dépidémiosurveillance

L'exploitation des résultats chiffrés est encore partielle mais bientôt, nous l'espérons, l'ensemble des résultats sera disponible et exploitable.

#### 3.1.3.1. Campagnes de vaccination

Les résultats de l'ensemble des campagnes de vaccination contre la Peste Bovine menées en RCA ont été enregistrés.

L'utilisation la plus simple du SIG pour l'exploitation de ces données consiste à faire une analyse thématique sur les effectifs vaccinés ou marqués, comme on les a vu précédemment.

Il est également possible de calculer simplement la croissance de vaccination d'une année sur l'autre (figure 24) tout en faisant figurer les résultats de vaccinations pour l'année en cours.

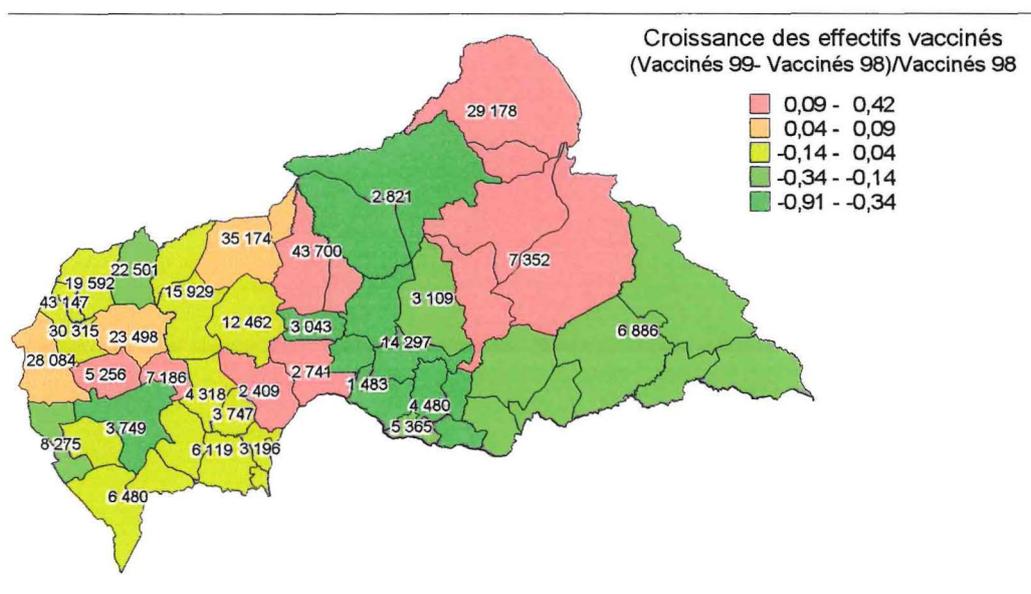


FIGURE 25 : CROISSANCE DES EFFECTIFS VACCINES ENTRE 1998 ET 1999, EFFECTIFS VACCINES EN 1999

On constate une progression dans la région Nord et aux alentours de Bangui et une régression dans l'Est du pays

Ces données doivent être mise en relation avec les modifications des campagnes de vaccination qui peuvent être les efforts de sensibilisation, le choix des parcs à vaccin, le prix de la vaccination.

L'expression des pourcentage de vaccination par secteur ne peut se faire à partir des effectifs estimés en 1990 qu'à condition d'admettre deux hypothèses :

→ la répartition du cheptel est uniforme dans une préfecture et le calcul de la densité permet d'approcher les effectifs par secteurs ;

→ le taux de croissance annuel du cheptel est également uniforme et est égale à 1.8 %

Le fait de ne pas exprimer les pourcentage de vaccination ne pose pas un réel problème en effet le taux d'immunisation est beaucoup plus intéressant à connaître.

#### 3.1.3.2. Séromonitoring

Les activités de séromonitoring sont couplées à la sérosurveillance des autres maladies comme l'IBR ou la Fièvre de la vallée du Rift puisque ce sont les mêmes prélèvements qui servent à l'ensemble des maladies.

Le SIG est un puissant outil de surveillance épidémiologique puisqu'il permet de relier la répartition des maladies aux autres phénomènes géographiques qui l'entourent (Sharma, 1999 (2)).

Les résultats exploitables pour l'instant sont ceux de 1994, une façon de tenir compte de la stratification de l'échantillonnage est de représenter les résultats sous forme de secteur (figure 25).

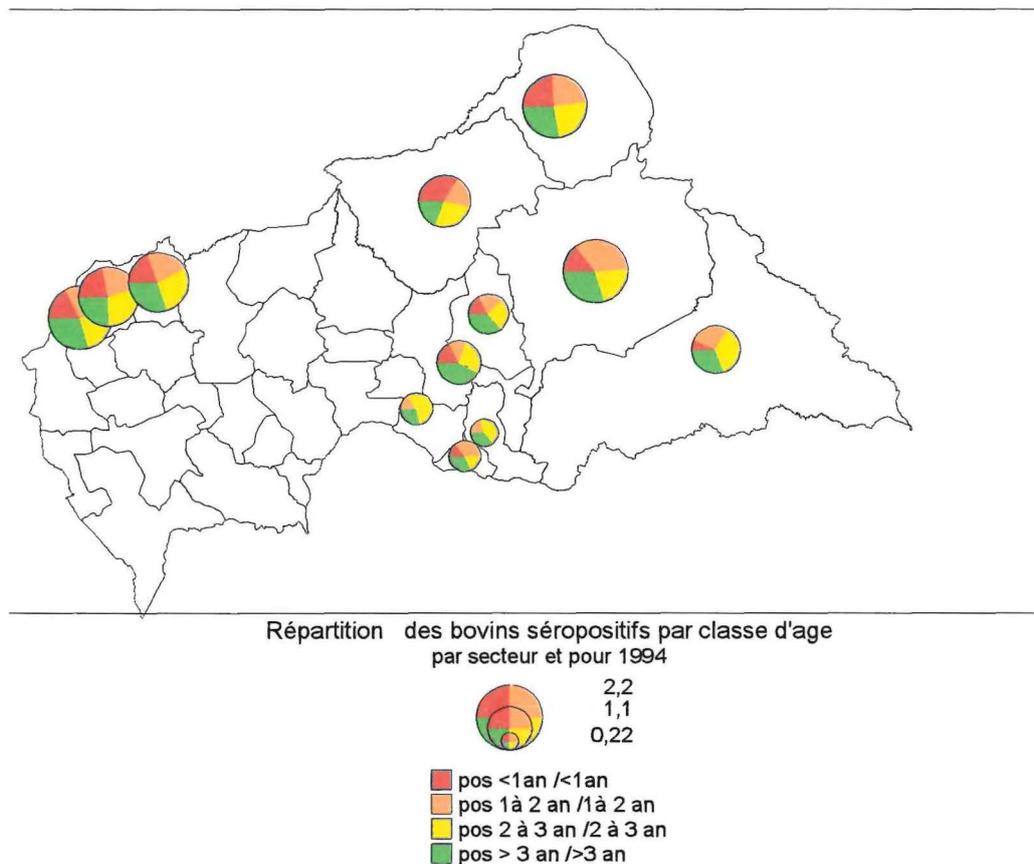


FIGURE 26 : DONNEES DU SEROMONITORING PESTE BOVINE PAR CLASSE D'AGE EN 1994

Seuls les secteurs qui ont été échantillonnés sont représentés. On constate que dans les régions Sud et Est, la part de la vaccination des jeunes est faible. Ce résultat vient corroborer ce que l'on constate pour l'évolution des effectifs vaccinés.

Comme nous l'avons dit, les résultats pour la faune sauvage ne sont pas disponibles.

Le séromonitoring est logiquement complété par les activités du réseau d'épidémiologie.

### 3.1.3.3. Réseau d'épidémiologie

La localisation des agents du réseau d'épidémiologie peut-être mise en relation avec l'ensemble des thèmes précédents. On dégage ainsi par facteur de risque et par point de gestion de risque l'adéquation entre la surveillance et les faits réels.

Mais, en revanche, les activités du réseau d'épidémiologie ne sont pas facilement quantifiables, on peut considérer que le nombre d'éleveurs (figure 26) ou de bovins visités est indicateur d'activité des agents ainsi que les activités de visite et de vaccination des ADR mais cela reste à vérifier.

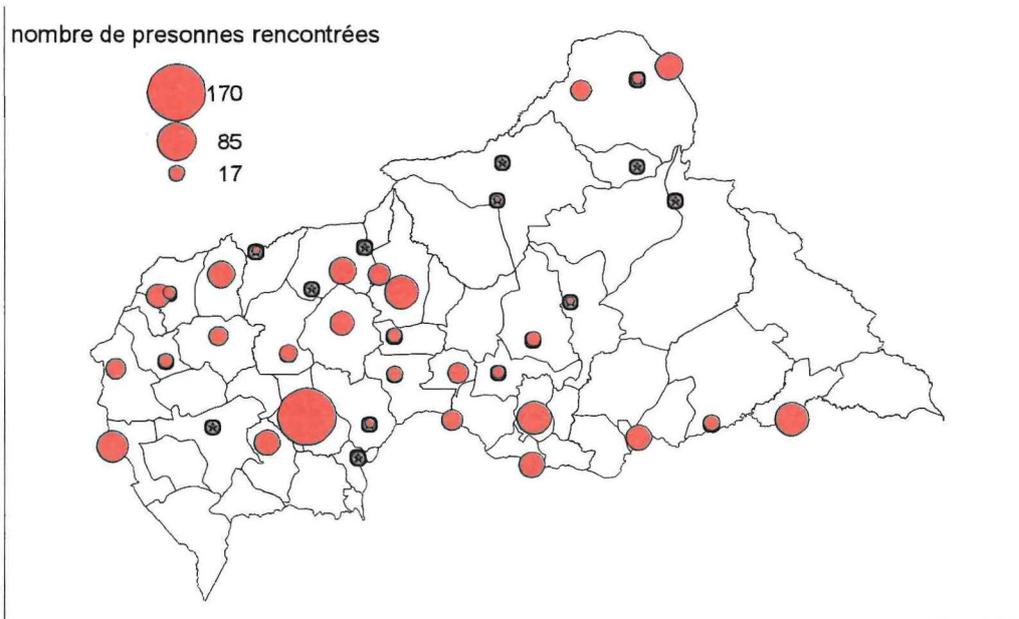


FIGURE 27 : NOMBRE DE PERSONNES RENCONTREES PAR LES AGENTS DU RESEAU

Le nombre de personnes rencontrées permet d'identifier une différence de fonctionnement entre les postes du réseau mais ne préjuge en rien de la qualité de leurs réunions ni de la validité des informations (certains rapport sont identiques d'un mois sur l'autre...).

Le meilleur indicateur de fonctionnement d'un réseau est le nombre de suspicions, mais depuis l'existence du SISAC, une seule suspicion de Peste Bovine a été levée (montrant du moins que le réseau avait pu fonctionner).

Des suspicions de trypanosomose, de babésiose et de fièvre aphteuse sont signalées par les agents mais il n'y a pas de résultats d'analyses associés.

Le retour des rapports mensuel est aussi révélateur de l'activité des agents mais risque d'être injuste si l'on ne tient pas compte de l'enclavement de certains postes ou du fait que les rapports peuvent rester bloqués plus d'un mois dans les directions régionales avant d'être transmis à Bangui.

L'évaluation des activités du réseau sur le SIG fait donc parti des points qui devront être reconsidérés par la suite.

Le SIG est également un excellent outil de communication, point capital du fonctionnement d'un réseau d'épidémiosurveillance.

La réalisation des monographies doit constituer un prétexte de communication entre éleveurs et chefs de poste. Une fois digitalisées à Bangui celles-ci seront renvoyées sous forme imprimée aux chefs de poste et de secteur. Elles seront pour eux un outil de travail et de communication et ils pourront les compléter et les renvoyer à Bangui pour correction (il vaut mieux prévoir plusieurs monographies par chef de poste).

Enfin l'utilisation du SIG en tant qu'outil de communication sera certainement appréciée des lecteurs du bulletin d'information du SISAC dans lequel des cartes thématiques pourront être éditées très simplement.

Les exemples donnés illustrent les possibilités déjà offertes par le SIG, de nombreuses autres fonctions peuvent être mises au point que nous allons envisager.

### **3.2. Perspectives d'avenir**

Les perspectives d'avenir évoqués ici sont le fruit de réflexion personnelles ou de suggestions extérieures. Avec le temps, d'autres fonctions apparaîtront sûrement aux utilisateurs qui enrichiront les connaissances sur l'utilisation des SIG en épidémiologie et pourront faire part de leurs découvertes.

#### **3.2.1. Pour la gestion du plan d'urgence**

##### Gestion du PIU en temps réel

Avec l'acquisition de GPS et de moyens de communication performants, on peut imaginer que le plan d'intervention d'urgence puisse être géré en temps réel. Les équipes enverraient leurs coordonnées géographiques à l'équipe de gestion centrale en leur précisant l'avancée de leur travaux et les phénomènes observés. Au niveau central il serait ainsi possible de suivre l'avancée des équipes et de la maladie. L'analyse effectuée rapidement permettrait de diriger les actions de manière plus spécifique. De même en cas d'échappement de la maladie aux procédures de contrôle, le déploiement de ressources supplémentaires sera facilitée.

##### Prévision du budget du PIU

Une autre application possible du SIG est, comme me l'a suggéré Antoine Maillard, la prévision budgétaire du PIU.

Pour cela il faut construire des coefficients économiques sur le prix des déplacements, des vaccins et de l'ensemble du matériel, du personnel et des éventuels dédommagements.

Lors de la préparation du PIU, grâce au SIG il est possible d'estimer les besoins en ces différents éléments et donc de les multiplier par les coefficients calculés.

On obtient ainsi un budget prévisionnel correspondant à une groupes d'actions coordonnées. Il est alors possible de le comparer à d'autres types d'actions (par exemple : abattage versus vaccination). Le SIG devient alors un véritable outil d'aide à la décision cependant cette application nécessite de mettre au point et de valider les modèles économiques ce que le SIG ne peut pas faire automatiquement.

#### **3.2.2. Pour l'organisation des actions de sensibilisation et de lutte**

Lors de l'organisation des campagnes de vaccination des efforts de sensibilisation sont menés à travers le pays, des parcs à vaccination sont installés.

Le SIG permet le rapprochement des facteurs de réussite et d'échec des campagnes avec les facteurs de présence des éleveurs (campements, trajet de transhumance et de convoyage, points d'eau, pâtures, FelGIP). La répartition des efforts de sensibilisation et d'installation des parcs devient alors plus stratégique.

La connaissance de la répartition des autres maladies pestiformes (PPCB, maladie des muqueuses...) permettra d'affiner le diagnostic et la recherche de la Peste Bovine. Une autre

conséquence est qu'avec le développement du PACE des programmes de lutte pourront être mis en place.

La modélisation économique des campagnes de lutte (étude de type coût/bénéfice) doit prendre en compte l'importance économique de la maladie (tout aspects confondus), son extension géographique, sa ressemblance avec la Peste Bovine et les moyens à mettre en œuvre pour la combattre. Cette modélisation bénéficiera de l'apport du SIG dès que les critères auront été définis (Harrison, 1999). Une fois encore le SIG joue son rôle d'outil d'aide à la décision.

### **3.2.3. Pour le fonctionnement du réseau**

#### Définition de zones à risque

L'analyse des déplacements de bovins et celle des résultats de vaccination, l'analyse des aires non surveillées par les agents conduisent à définir des zones à risque de réintroduction et de diffusion de la Peste Bovine de manière intuitive. L'élaboration de critères géo-épidémiologiques prenant en compte de manière quantitative ces différents éléments doit permettre de comparer ces zones et de préciser un seuil à partir duquel le risque est tel que des mesures de contrôles doivent être prises.

Les mesures de contrôle peuvent être la création de poste du réseau d'épidémiosurveillance par exemple autour du centroïde de la zone à risque.

#### Cordon sanitaire

La délimitation du nouveau cordon sanitaire est connue à grande échelle mais le tracé exact du cordon n'est pas encore arrêté. Le SIG permet en se plaçant à grande échelle de comparer le tracé proposé avec les aires d'actions des postes de surveillance et le trajet des animaux et de repérer les cours d'eau, villages et routes qui constituent la meilleure délimitation du cordon.

#### Communication

Les échanges de données SIG portant sur l'épidémiosurveillance entre pays d'une même région sera possible par Internet si les SIG se développent au niveau régional.

L'approche épidémiologique au niveau régional (et même continental) sera ainsi facilitée, la standardisation des SIG sera alors de rigueur.

#### Evaluation du réseau

L'évaluation du réseau et l'expression des indicateurs d'activité peut être réalisée en prenant en compte certains des « points critiques » du fonctionnement d'un réseau d'épidémiosurveillance définis par Barabara Dufour (Dufour, 1997) :

- Objectifs ;
- Echantillonnage ;

- Sensibilisation des acteurs ;
- Outils utilisés (les prélèvements et analyses de laboratoire) ;
- Recueil et circulation de l'information ;
- Facteurs d'environnement (animaux sauvages ...) ;
- Traitement et interprétation des données ;
- Diffusion de l'information.

L'élaboration de critères d'évaluation et d'indicateurs de fonctionnement du réseau n'est cependant pas aisée, ceux-ci devant de plus être testés avant de servir d'argument pour une prise de décision.

### **3.3. Limites du SIG**

Comme tout outil, le SIG a ses limites. Celles qui concernent les applications non réalistes et les limites techniques, plus contextuelles.

#### **3.3.1. Limites des applications possibles**

##### **3.3.1.1. Absence d'analyse en réseau**

L'absence d'analyse en réseau empêche de faire des modèles dynamiques sur la diffusion de la maladie à partir de son introduction ou le long d'un trajet de bovins. De même on ne peut pas calculer des itinéraires entre des points éloignés et reliés par plusieurs nœuds.

Les analyses permises restent statiques mais le problème peut être contourné en ajoutant un module payant au logiciel.

##### **3.3.1.2. Facilité des erreurs d'interprétation**

Lorsqu'on considère les analyses thématiques avec un regard critique on se rend compte que celles-ci sont peu paramétrables par l'utilisateur. On ne dispose que de trois types de régressions : linéaire, carré et logarithmique.

De plus le logiciel n'expose pas sa méthode de calcul et l'on est en droit de se demander si ce que l'on observe reflète bien la réalité. Il n'y a aucun garde fous par rapport aux interprétations possibles de figures erronées et l'œil peut facilement se laisser tromper par une présentation avantageuse (figure 27).

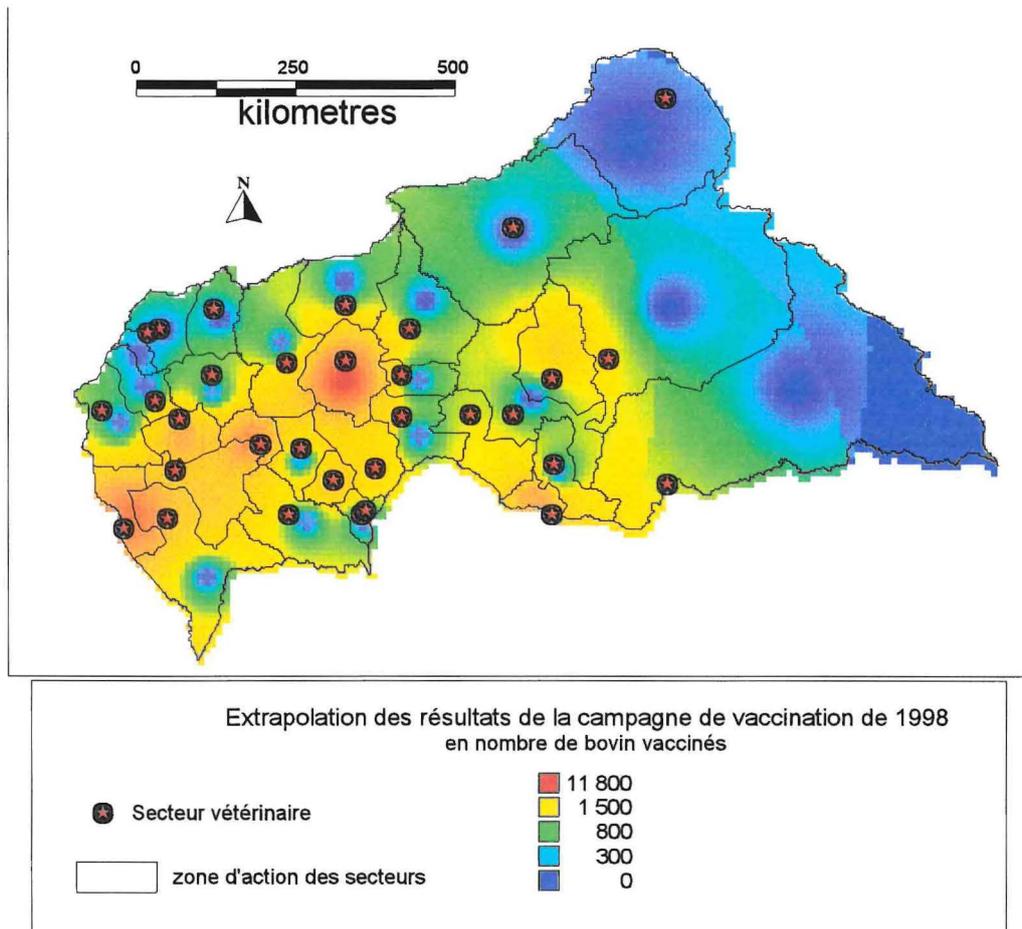


FIGURE 28 : EXTRAPOLATION DES EFFECTIFS VACCINES EN 1998

Cette carte est censée représenter la répartition des effectifs de bovins vaccinés mais on ne sait pas comment l'extrapolation à partir des bovins vaccinés par secteur est faite et même si la carte semble indiquer que les régions frontalières avec le Soudan sont sous vaccinées, il convient de prendre en compte de l'éloignement des secteurs par rapport à la frontière et donc se méfier de toutes interprétation hâtive. De plus le logiciel pratique une extrapolation mais ne fournit pas sa méthode.

### 3.3.1.3. Constructions d'indicateurs

Nous avons évoquée a plusieurs reprises la possibilité de construire un certains nombre d'indicateurs géo-épidémiologiques adaptés à la situation Centrafricaine. Il est évident que la construction de tels indicateurs doit être discutée avec des spécialistes. Le développement de l'outil Internet permet de partager des idées sur des forums de discussion ce qui facilite la mise au point de ces critères.

Le SIG mis en place à l'occasion du stage n'est pas un outil de modélisation. Des utilisations de type prospectives sont réalisables (budget) mais on ne peut pas construire de modèle de diffusion. La plus grande prudence doit être gardée lorsqu'on cherche à extrapoler des résultats. Son champ d'utilisation en fait un outil de surveillance.

### **3.3.2. Limites techniques**

#### **3.3.2.1. Absence de données**

L'absence de données peut conduire à des erreurs d'interprétation ou à des « bugs » logiciels.

Lorsque des données chiffrées ne sont pas disponibles (exemple pas de prélèvement à tel endroit alors que c'était prévu) les calculs peuvent être bloqués et l'on obtient des messages d'erreurs (par exemple « impossible de diviser par zéro » lorsqu'on cherche à exprimer un pourcentage). Il n'est pas toujours possible d'avoir tous les renseignements mais on peut sélectionner ceux pour lesquels les champs ont une valeur définie. Il faut, par contre, essayer de pouvoir distinguer un champ non complété d'un champ dont la valeur est nulle.

#### **3.3.2.2. Précision et validité des données**

L'absence de GPS est une limite sur la précision des données mais pas absolue, comme nous l'avons vu il est possible de trouver d'autres sources d'informations. Bien sûr, si l'on désire travailler à plus petite échelle (village, concession) la précision des données doit augmenter et l'utilisation du GPS devient incontournable.

L'exactitude des données dépend entre autres de leur source est celle ci est très hétérogène, principalement celles concernant la localisation des villages. Le traitement informatique du dernier recensement fournira les coordonnées GPS de tous les villages et campements recensés. Ces données doivent être mises en SIG mais malheureusement sous un autre logiciel et cela invite à reconsidérer le problème des formats de données non compatibles.

#### **3.3.2.3. Limites de compatibilité de format**

De la même façon que le bureau des statistiques et recensement, d'autres institutions centrafricaines s'apprentent à mettre en place des SIG mais souvent sous des formats différents et parfois incompatibles. Mapinfo© possède néanmoins des modules d'échange des données mais il est sûr que la mise en commun de tous les systèmes serait profitable à tous et l'uniformisation des standards en matière de SIG permettrait de diminuer le travail de chacun plutôt que de reprendre le travail à la base à chaque mise en place.

L'impossibilité de se relier directement à la base Access 2000 peut poser problème (principalement une perte de temps considérable) à moins d'équiper le SIG de la version Mapinfo 6.0 © ce qui implique un achat supplémentaire.

#### **3.3.2.4. Contraintes matériels et financières**

Les contraintes financières des SIG ne sont pas très lourdes mise à part le prix du logiciel (environ 12 000 FF). La plupart des services vétérinaires sont déjà munis d'ordinateurs multimédia (environ 6 000 à 10 000 FF suivant l'équipement) qui est du matériel bien amorti. L'achat de GPS (d'environ 600 à 2 000 FF) reste facultatif bien que fortement recommandé.

De nombreux fonds de cartes sont disponibles sur Internet et l'acquisition d'une carte scannée ne pose pas de problème.

Au total la mise en place d'un SIG (hors coût personnel) ne devrait pas excéder 25 000 FF dans l'hypothèse de tout acheter et peut tomber à 12 000 FF dans le cas du simple achat de logiciel (la collaboration entre l'ICRA et l'ANDE a permis d'éviter l'achat du logiciel).

Le temps nécessaire pour compléter et entretenir le SIG est estimé en comptant la saisie des données et leur manipulation. Sur la base de ce qui a été fait on peut compter 3 tables de 100 objets avec une dizaine de champs en deux heures, il reste environ 25 % des données à compléter pour 50 tables soit environ 100h pour un utilisateur peu expérimenté.

Le temps d'entretien de la table ne doit pas excéder les 8 heures par mois.

Ce temps est rattrapé sur celui de la réalisation de cartes manuellement ou sur CorelDraw®, la gestion simplifiée des données et les nouveaux horizons qui s'ouvrent à l'utilisateur si bien que l'investissement principal en matière de SIG reste la volonté de l'utilisateur à utiliser et mettre à jour son système.

Les applications présentées du SIG correspondent bien aux objectifs. Lorsque les bases seront complètes d'autres applications pourront être envisagées, mais il vaut mieux pour l'instant finir d'achever la base de données et apprendre à s'en servir complètement. Ultérieurement, des analyses plus complexes pourront avoir lieu tout en gardant à l'esprit que tout n'est pas possible et qu'il faut savoir rester critique vis à vis du support visuel.

## CONCLUSION

La République Centrafricaine (RCA) est un pays où l'élevage bien que récent est déjà bien développé et est amené à l'être de plus en plus. Devant la menace que constitue pour l'élevage une éventuelle réintroduction de Peste Bovine depuis un foyer avoisinant il faut équiper les services vétérinaires d'outils de surveillance efficaces. L'analyse de risque « Peste Bovine » menée récemment en RCA a jugé qu'un système d'information géographique (SIG) constituerait un outil de gestion du risque adapté.

L'application des SIG en épidémiologie animale est encore récente mais les possibilités offertes par cette technologie semblent très prometteuse. La mise en place d'un SIG a donc été lancée, sans trop de moyens et dans un délai assez court. Cependant le travail accompli (même s'il doit être complété) permet déjà beaucoup de choses. La gestion d'un plan d'intervention d'urgence est possible depuis le zonage du champ d'intervention jusqu'à l'inventaire des moyens disponibles. L'interprétation et la représentation des activités du réseau d'épidémiosurveillance peuvent se faire sous une forme plus conviviale et surtout l'analyse spatiale offre de nouvelles perspectives. Enfin l'analyse de réintroduction et de diffusion de la maladie est facilitée mais n'est pas modélisable de façon simple.

Les SIG appliqués à l'épidémiosurveillance ne sont pas les mêmes que ceux appliqués à l'épidémiologie analytique et prospective. Les champs d'utilisation du SIG mis en place pour l'analyse du risque Peste Bovine pourront cependant être élargis facilement pour prendre en compte les activités du PACE.

L'attribution d'un SIG pour le réseau d'épidémiosurveillance en Centrafrique constitue donc un atout pour l'avenir et nous espérons que cet exemple incitera d'autres pays à suivre cette démarche.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Baldock C., Forman T., Geering W.A., Taylor B. New Technologies in the fight against Transboundary Animal Diseases. FAO-Japan Cooperative Project, FAO-EMPRES, Rome 1999, p. 24-33

Bernard C., Freycon V., Gazull L., Lo Seen D., Trébuchon J.F. Le géoréférencement...ou comment maîtriser l'intégration de données multisources dans un SIG. Montpellier, CIRAD-Forêt, 1997, 50 p.

Cameron A.R. Using GIS as a Decision Support Tool : a Simple Outbreak Response Management System. *In* Understanding animal health in southeast asia, ed ACIAR, canberra, Australia, 1999, p.183-194

Dabas C. Rôle de la faune sauvage dans l'épidémiologie des maladies contagieuses, étude bibliographique à partir de quelques exemples. Thèse pour le doctorat vétérinaire, ENVToulouse, 1995, 120 p.

Decoudras P.M.. Agriculture. *In* Atlas de la république Centrafricaine, Les éditions jeune Afrique, Paris 1984, p. 35-41

Denègre J., Salgé F. Les systèmes d'information géographique. Coll. Que Sais-je ?, ed. Presses Universitaires de France, 1996, p.5-7

Dufour B. Contribution à l'évaluation du fonctionnement des réseaux de surveillance épidémiologique des maladies infectieuses animales. Thèse de doctorat universitaire. Université Paris XII, Créteil, France, 1997, 229 p.

Faiz S., Abbassi K., Boursier P. Applying data mining techniques to generate quality information from geographical database. *In* Data quality in geographic information, éditions Hermes, Paris, 1998, p. 43-54

Franck A. Metamodels for Data Quality Description. *In* Data quality in geographic information, éditions Hermes, Paris, 1998, p. 15-30

Geering W. A., Roeder T.L., Obi T.U. Manual on the preparation of national animal Disease emergency preparedness plans, FAO-EMPRES, Rome 1999, 65 p.

Gounel C. Le Système d'Information sur le Secteur Agricole de la zone des savanes d'Afrique Centrale. Composante 1-Observatoire du développement, PRASAC-ICRA-CIRAD, RCA, Janvier 2000, p.4-5

Harrison S.R., Sharma P. Interfacing GIS with economic models for managing livestock health. *In* Understanding animal health in southeast asia, ed ACIAR, canberra, Australia, 1999, p. 223-238

Harvey F. Quality needs more than standards. *In* Data quality in geographic information, éditions Hermes, Paris, 1998, p. 37-42

Hendrikx P. Analyse du risque Peste Bovine en République Centrafricaine. Rapport de mission de novembre 1999, CIRAD-EMVT, Montpellier, 1999, 40 p.

Livre blanc de l'élevage centrafricain, première partie : Présentation, environnement du secteur, ouvrage collectif, CIRAD-EMVT, Montpellier 1990, 128 p.

Maillard A.. Rapport de fin de mission en RCA : décembre 1997-juillet 1999. PARC, RCA, 60 p.

Pacholek X.. Mise en place d'un système d'information géographique pour orienter les actions des services vétérinaires, exemple du projet d'appui à l'élevage bovin des zones traditionnelles du Mashoonaland Est (Zimbabwe). Mémoire de stage de DESS, Montpellier, CIRAD-EMVT, 97 p.

Ramm F. Un pays enclavé. *In* Atlas de la république Centrafricaine, Les éditions jeune Afrique, Paris 1984, p. 6-7

Sanson R.L., Pfeiffer D.U., Morris R.S. Geographic information systems : their application in animal disease control, *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 1991, 10(1), p. 179-195

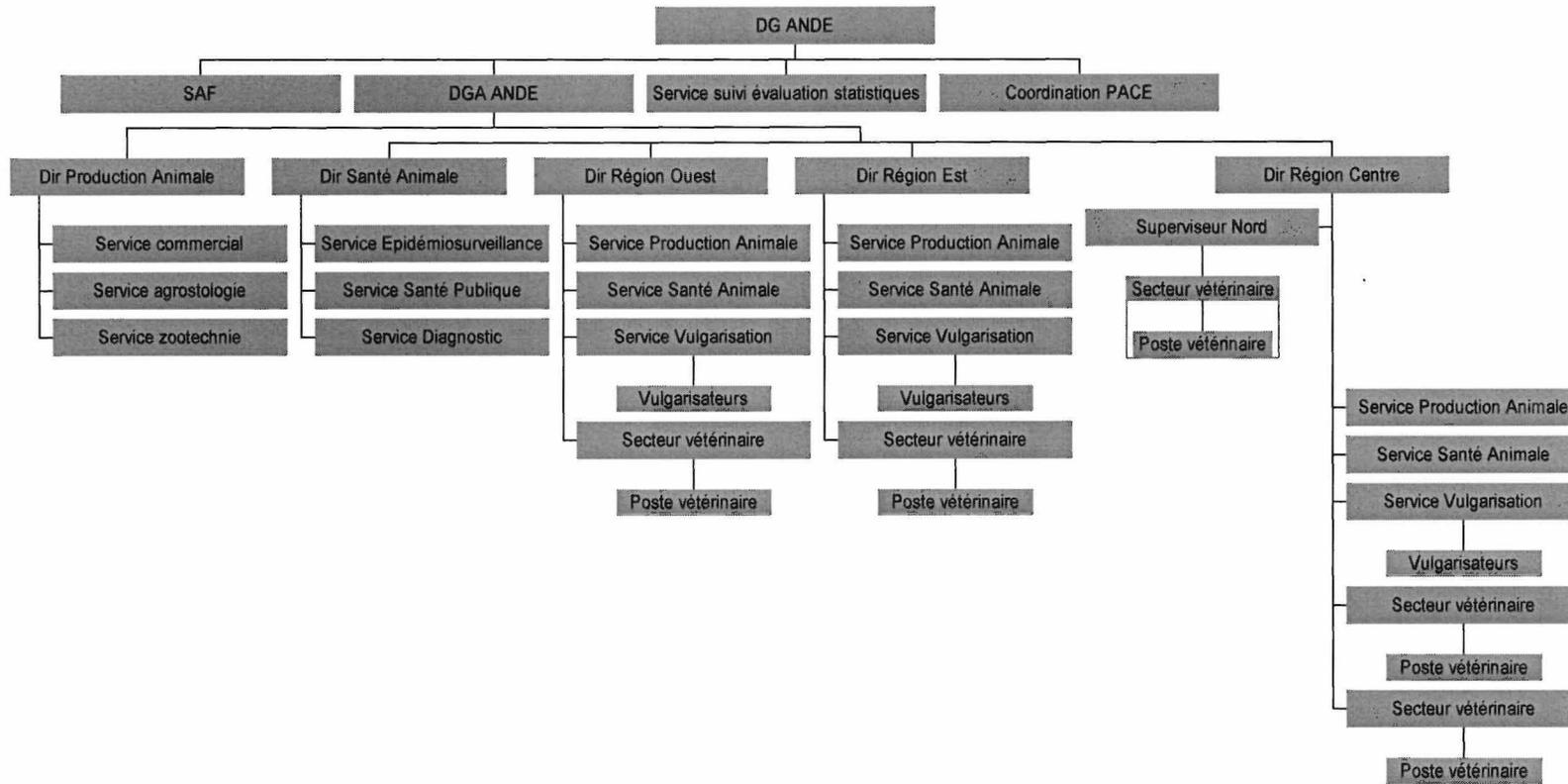
Sharma P. (1). Developing GIS skills for veterinarians in developing countries. *In* Understanding animal health in southeast asia , ed ACIAR, canberra, Australia, 1999, p.195-221

Sharma P. (2) « GIS-Based Animal Health Information Systems. *In* Understanding animal health in southeast asia, ed ACIAR, canberra, Australia, 1999, p. 73-87

## **ANNEXES**

**ANNEXE 1**  
**ORGANIGRAMME DE L'ANDE**

Organigramme de l'ANDE



**ANNEXE 2**  
**FICHE D'ENQUETE TROUPEAU**

**N° du troupeau**      **Préfecture**  
 1 Basse kotto  
**Secteur**  
 Mobaye  
**Poste**  
**Site**  
 boulangba  
**Ethnie**  
 Peulh  
**Nb personnes**      **Nom propriétaire**  
 mahamat oumarou  
**Nbr**  
 5  
**Autres troupeaux**      **Eleveur**      **Agriculteur**      **Commerçant**      **Pêcheur**      **Fonctionnaire**      **Autre activité**  
**Déplace**  
**Durée**      **Distance**      **Lieu de départ**  
 4      20  
**Lieu intermédiaire**      **Lieu d'arrivée**      **Troupeau**      **Nbr total de**      **ovins caprins porcin**  
 127  
**volailles**      **Race des bovins1**      **Race des bovins2**      **Race des bovins3**      **Race des bovins 4**      **Dernière**      **Vaccination antérieure PB**  
 Mbororo      Baoulé  
**Observations**

**Adhérent GIP**      **Adhérent GIAP**      **Carte**  
**Nom de l'enquêteur**  
 gnikoli  
**Date de l'enquête**  
 18/07/99

**N° du troupeau**      **Préfecture**  
 2 Basse kotto  
**Secteur**  
 Mobaye  
**Poste**  
**Site**  
**Ethnie**  
 Peulh  
**Nb personnes**      **Nom propriétaire**  
 4 adamou lamou  
**Nbr**  
 5  
**Autres troupeaux**      **Eleveur**      **Agriculteur**      **Commerçant**      **Pêcheur**      **Fonctionnaire**      **Autre activité**  
**Déplace**  
**Durée**      **Distance**      **Lieu de départ**  
 4      20  
**Lieu intermédiaire**      **Lieu d'arrivée**      **Troupeau**      **Nbr total de**      **ovins caprins porcin**  
 63  
**volailles**      **Race des bovins1**      **Race des bovins2**      **Race des bovins3**      **Race des bovins 4**      **Dernière**      **Vaccination antérieure PB**  
 Mbororo  
**Observations**

**Adhérent GIP**      **Adhérent GIAP**      **Carte**  
**Nom de l'enquêteur**  
 dounia  
**Date de l'enquête**  
 18/07/99

**ANNEXE 3**

**FICHE D'ANALYSE INDIVIDUELLE**

Poste	N° du troupeau	N° ordre	propriétaire	N° éch	Sexe	<1 a	1 à 2	2 à 3	> 3 a	marqué	P bovine	PPCB	BVD	IBR	Autre
	0	1		1	Femelle					N		0	0	0	0
	1			1	Mâle					P		0	0	0	0
		2		2	Femelle					P		0	0	0	0
		3		3	Femelle					P		0	0	0	0
		4		4	Femelle					N		0	0	0	0
		5		5	Femelle					N		0	0	0	0
		6		6	Femelle					P		0	0	0	0
		7		7	Femelle					N		0	0	0	0
		8		8	Femelle					N		0	0	0	0
		9		9	Femelle					P		0	0	0	0
		10		10	Femelle					N		0	0	0	0
		11		11	Femelle					P		0	0	0	0
		12		12	Femelle					N		0	0	0	0
		13		13	Mâle					N		14	0	0	0
		14		14	Femelle					N		0	0	0	0
		15		15	Mâle					N		0	0	0	0
		16		16	Femelle					P		0	0	0	0
		17		17	Femelle					P		0	0	0	0
		18		18	Femelle					N		19	0	0	0
		19		19	Mâle					N		0	0	0	0
		20		20	Femelle					N		0	0	0	0
		21		21	Mâle					P		0	0	0	0
		22		22	Femelle					N		0	0	0	0
		23		23	Mâle					N		0	0	0	0

**ANNEXE 4**

**FICHE DE RAPPORT MENSUEL**

Abattoirs	Localisation	Nb carc. observées	Suspicion ?
	Paoua centre	76	0
	Betoko	13	0

Eleveur							
	1	60	28	0	Marché Paoua	non	non
	2	115	24	0	Betokomia	non	non
	3	44	10	0	Bedere	non	non
	4	19	7	0	Poulao	non	non

Marchés	Localisation	Nb carc. observées	Suspicion ?		
	Paoua centre	45	9	0	
	Bedere	15	8	0	non

Recherche active | Suspensions | Contrôles frontières | Liste matériel | Difficultés

Sensibilisation	Localisation	Nbr personnes	Nb bv observés	Nbr bv examinés
	Paoua	28	60	12
	Marché à bétail	17	24	7

Recherche	Localisation	Nb bv observés	Nbr bv examinés	Suspicion ?	Localité	Rumeurs PB	Rumeurs PPCB
-----------	--------------	----------------	-----------------	-------------	----------	------------	--------------

## Rapport mensuel

## Recherche active

[Nouvelle fiche](#)

[Rechercher fiche](#)

[Imprimer une fiche](#)

[Retour Menu Général](#)

Nom de l'agent: Ganazoui michel

Date rapport: 30-avr-00

Direction Régionale: Ouest

Poste d'observation: 1.2.22.4.34

ggs mesenteriques:   
 rate:   
 autre:   
 Nbr autre:

Nbr analyses terrain IDG:

sérums:   
 sang anticoagulant:   
 écouvillons:   
 ggs préscapulaire:

sérums 2:   
 liquide pleural:   
 buvard:   
 poumon:

Recherche active | Suspensions | Contrôles frontières | Liste matériel | Difficultés

Nombre de suspicions de peste bovine

Nombre de suspicions de PPCB

Nombre de prélèvements

Nombre de prélèvements

Nbr de vaccination d'animaux transhumants

Nbr de vaccination d'animaux de commerce

Nbr de LPS délivrés

Nbr de réunions de sensibilisation à la vaccination

Nbr d'éleveurs touchés

Nbr de recherches actives des goumiers

Nbr de réunions de sensibilisation sur le réseau

Nbr d'éleveurs touchés

Nbr de vaccination d'animaux transhumants

Recherche active | Suspensions | Contrôles frontières | Liste matériel | Difficultés

Nbre de troupeaux rencontrés

Nbre estimé d'animaux rencontrés

Nbr de troupeaux non ou incomplètement vaccinés

Nbr d'animaux estimés non ou incomplètement vaccinés

lamelles:

vacutainer anticoagulant:

adaptateurs:

aiguilles:

écouvillons2:

lame:

grand pot:

fixateur:

couteaux:

coton:

gants:

boîtes en métal:

lames:

pincés:

ciseaux:

Recherche active | Suspensions | Contrôles frontières | Liste matériel | Difficultés

vacutainers secs:

petit pot:

alcool:

bistouris:

Le chef de poste d'observation n°34/Paoua est obligé de faire photocopier le "specimen" de la fiche de rapport mensuel d'activités pour réussir à acheminer les données à la DRO/ANDE.

Recherche active | Suspensions | Contrôles frontières | Liste matériel | Difficultés

Me répétant toujours, le poste d'observation n° 34/Paoua éprouve plus d'une centaine de fiches de rapport mensuel d'activités, du matériel consommable à savoir : coton, alcool, gants et feuilles de frappe, blocs notes petits, moyens et grands formats et autres.

Le secteur de Paoua, car sa position géographique par rapport à la direction régionale ouest/ande sollicite l'affectation d'un congélateur pour une fiable chaîne de froid.

La vaccination des animaux transhumants provenant du Tchad, soit les animaux de commerce pose un sérieux problème au sujet du manque de congélateur.

## **ANNEXE 5**

### **LISTE DES POSTES DE L'ANDE**

# Postes vétérinaires de l'ANDE

Région	préfecture	Secteur	Identifiant	Poste	N° Réseau		
Centre	Kémo	Dekoa	1108100	Mala	0		
			1108220	Dekoa	20		
			1108300	Katakpa	0		
	Lobaye	Sibut		1111100	Ngoumbélé	0	
				1111232	Sibut	32	
				1111300	Galafondo	0	
				1110100	Boboua	0	
				1110200	Boudjoula	0	
		Nana-Grébizi	Boda		1110331	Zalingo	31
					1110400	Boguéra	0
					1110500	Boda	0
					1110600	Mongoumba	0
					1110700	Mbaiki	0
	1109119				Ouandago	19	
	1109223				Kaga-Bandoro	23	
	Ombella-Mpoko	Bangui		1109300	Mbrès	0	
				1101226	PK13 Marché	26	
				1101327	PK13 Abattoir	27	
		Bimbo		1101100	Bégoua	0	
				1101400	Bimbo	0	
		Boali		1103100	Boali	0	
				1103200	Bougoula	0	
		Bossembélé		1105100	Bougoudi	0	
				1105200	Bossembélé	0	
				1105328	Boudouli	28	
		Damara		1107100	Bogangolo	0	
				1107230	Damara	30	
		Yaloké		1112100	Yaloké	0	
				1112200	Békadili	0	
				1102100	Moyenne-Sido	0	
	Ouham	Batangafo		1102221	Batangafo	21	
				1102318	Kabo	18	
1104100				Ouham Bac	0		
Bossangoa			1104200	Nana Bakassa	0		
			1104324	Benzambé	24		
			1104400	Boguila	0		
			1104522	Markounda	22		
Bouca			1104600	Bossangoa	0		
			1104729	Koro Mpoko	29		
			1106425	Bouca	25		
Est	Haute-Kotto	Bria	1106500	Ngatoua	0		
			1326117	Mbaïdou	17		
			1326200	Bria	0		

Région	préfecture	Secteur	Identifiant	Poste	N° Réseau		
Est	Haute-Kotto	Bria	1326307	Sam Ouandja	7		
		Bangassou		1325113	Rafaï	13	
			1325215	Zemio	15		
			1325312	Bangassou	12		
			1325400	N'zako	0		
	Ouaka		Alindao		1323100	Zounguinza	0
					1323200	Pavika	0
					1323300	Dimbi	0
					1323400	Kembé	0
					1323500	Kongbo	0
					1323600	Nzéléfé	0
					1323709	Alindao	9
				1323800	Boy Ketté	0	
		Bambari			1324100	Gotchéfé	0
					1324200	Boyo	0
					1324300	Bokolobo	0
				1324408	Bambari	8	
		Grimari		1324500	Goubali	0	
				1324600	Tagbara	0	
				1327110	Kouango	10	
			1327214	Grimari	14		
	Ippy			1327300	Ngalobo	0	
				1328100	Loa	0	
				1328216	Ippy	16	
	Mobaye		1328300	Mbrouitchou	0		
			1329100	Langandi	0		
			1329211	Mobaye	11		
			1329300	Zangba	0		
		Nord	Bamingui-Bangoran	Ndélé	1431104	Ndélé	4
	1431205				Akoursoulback	5	
	Vakaga		Birao		1430103	Boromata	3
					1430201	Birao	1
					1430302	Am Dafock	2
					1430406	Ouanda Djallé	6
					1215100	Nandobo	0
	Ouest	Mambéré-Kadéï	Berberati	1215200	Berberati	0	
				1215300	Nola	0	
1219100				Carnot	0		
Carnot				1219238	Ndinguiri	38	
			Gamboula		1220100	Bombo	0
					1220200	Gamboula	0
				1220339	Noufou	39	
Nana-Mambéré		Baboua		1213100	Ndimba	0	
				1213200	Gallo	0	
				1213300	Koundé	0	
				1213400	Besson	0	
				1213537	Baboua	37	

<b>Région</b>	<b>préfecture</b>	<b>Secteur</b>	<b>Identifiant</b>	<b>Poste</b>	<b>N° Réseau</b>		
Ouest	Nana-Mambéré	Baboua	1213600	Cantonnier	0		
		Baoro	1214100	Baoro	0		
			1214200	Balembé	0		
		Bouar	1217100	Béanana	0		
			1217200	Ngaïdoua	0		
			1217300	Sabewa	0		
			1217400	Niem	0		
			1217500	Yongoro	0		
			1217600	Yélowa	0		
			1217733	Bouar	33		
			1217800	Zotoua	0		
		Ouham-Pendé	Bocaranga		1216100	Ngaoundaye	0
					1216200	Loura	0
				1216335	Bocaranga	35	
				1216400	Herba-Tole	0	
	Bozoum			1218100	Bokayan	0	
			1218200	Voundou	0		
			1218340	Bozoum	40		
			1218400	Tatali	0		
			1218500	Bossemtélé	0		
	Koui		1221100	Sanguere 3	0		
		1221200	Bohong	0			
		1221300	Mbotonga	0			
	1221436	Koui	36				
	1221500	Badi	0				
	1221600	Kela Mowélé	0				
Paoua		1222100	Taley	0			
		1222200	Pendé	0			
		1222300	Bémal	0			
		1222434	Paoua	34			
		1222600	Léa	0			

## **ANNEXE 6**

### **LISTE DES POSTES DU RESEAU**

# postes vétérinaires du SISAC

Région	N° réseau	Identifiant	Poste	Secteur	Nom	
Centre	20	1108220	Dekoa centre	Dekoa	KANDAGBA	
	32	1111232	Sibut centre	Sibut	BATANGA YAMINDJI	
	31	1110331	Zalingo	Lobaye	ENDJINGBOMANDJI	
	19	1109119	Ouandago	Kaga-Bandoro	GBANGABO	
	23	1109223	Kaga-Bandoro centre	Kaga-Bandoro	RAMADAN	
	26	1101226	PK13 Marché	Bangui	MBOLOBE	
	27	1101327	PK13 Abattoir	Bangui		
	28	1105328	Boudouli	Bossembélé	Kossi-Yakongo	
	30	1107230	Damara centre	Damara	TOUADERE	
	18	1102318	Kabo	Batangafo		
	21	1102221	Batangafo centre	Batangafo	NDOYO	
	22	1104522	Markounda	Bossangoa	GNAPELET	
	24	1104324	Benzambé	Bossangoa	décédé	
	25	1106425	Bouca centre	Bouca	GBAMAMILLE	
	29	1104729	Koro Mpoko	Bossangoa	OUANAM	
	Est	7	1326307	Sam Ouandja	Bria	MAPOUKA
		17	1326117	Mbaïdou	Bria	Kingo-Gni-Deba
		12	1325312	Bangassou centre	Bangassou	MEGREPAZE
		13	1325113	Rafaï	Bangassou	Oualo
		15	1325215	Zemio	Bangassou	SAKAGBENDO
8		1324408	Bambari centre	Bambari	MAGUINDI-BIBISSI	
9		1323709	Alindao centre	Alindao	KOI	
10		1327110	Kouango	Grimari	GOLEGUE	
11		1329211	Mobaye centre	Mobaye	TOGO-BORGIA	
14		1327214	Grimari centre	Grimari	EBEKOSI	
Nord	16	1328216	Ippy centre	Ippy	NGOMBE	
	4	1431104	Ndéle centre	Ndéle	TEMBETI	
	5	1431205	Akoursoulback	Ndéle	Sandjima	
	1	1430201	Birao centre	Birao	DOMALE	
	2	1430302	Am Dafock	Birao	NZAPABALET	
	3	1430103	Boromata	Birao	NGAMONDO	
	6	1431406	Ouanda Djallé	Birao		
Ouest	38	1219238	Ndinguiri	Carnot	décédé	
	39	1220339	Noufou	Gamboula	Ramadan	
	33	1217733	Bouar centre	Bouar	ABBO OUSMAN	
	37	1213537	Baboua centre	Baboua	OMASSILIKO	
	34	1222434	Paoua centre	Paoua	GANAZOUI	
	35	1216335	Bocaranga centre	Bocaranga	Ngoutendji	
	36	1221436	Koui centre	Koui	DJIGBIAT	
	40	1218340	Bozoum centre	Bozoum	NGOUKOU	

**ANNEXE 7**

**CONVENTION DE COLLABORATION ENTRE L'ICRA ET  
L'ANDE**

DIRECTION GENERALE DE L'AGENCE  
NATIONALE DE DEVELOPPEMENT  
DE L'ELEVAGE

COORDINATION DU PARC

Bangui, le 15 juin 2000

Le Directeur

Général P.I. de l'ANDE

Monsieur le Directeur

Général de l'ICRA

Objet : Collaboration ICRA-ANDE

Monsieur le Directeur Général,

Depuis maintenant quelques années l'idée d'une collaboration entre nos deux institutions avait été proposée afin de mettre en commun les compétences dans nos domaines d'étude respectifs. Malheureusement jusqu'à ce jour, cette idée n'a pas été finalisée et nous pensons qu'aujourd'hui la mise en place d'un Système d'information Géographique à l'ANDE serait l'occasion pour nos deux institutions de se rapprocher.

En effet, un étudiant de DESS au CIRAD en France est actuellement dans notre institution pour une durée de trois mois pour contribuer à l'élaboration de ce système destiné à la gestion du risque de réintroduction de la Peste Bovine en Centrafrique. L'objectif du stage dont les termes de référence sont joints à la présente note est de constituer une base de données sur le logiciel Mapinfo permettant la spatialisation des données d'épidémiosurveillance tels que personnels et moyens logistiques disponibles en cas d'urgence, prévalences des maladies, zones de transhumance etc.

Nous espérons que la venue de ce stagiaire sera une bonne occasion pour l'ANDE de travailler en collaboration avec l'ICRA à travers le PRASAC qui dispose dans ce domaine des compétences techniques reconnues. L'étudiant déjà formé aux pratiques du SIG utiliserait le matériel informatique ainsi que les logiciels mis à disposition par le PRASAC et apporterait en échange des données sur l'élevage pouvant être utiles à l'ICRA. En particulier, ce dernier a déjà élaboré une première carte des transhumances à travers le pays qui pourrait être remise à jour et complétée grâce aux toutes dernières informations récoltées aux cours des dernières missions d'experts venus dans le cadre du suivi du

réseau et de la ré-actualisation des cartes du mouvement du bétail.

Aussi, je me permets de solliciter de votre part l'autorisation pour notre stagiaire Alexandre FEDIAEVSKY de pouvoir travailler avec les agents du PRASAC dans le cadre de cette étude. Ce dernier est arrivé en Centrafrique le mardi 13 juin et repartira en France début septembre. Conformément à sa convention de stage jointe en annexe celui-ci dispose d'une assurance personnelle couvrant les accidents, la responsabilité civile etc.

Bien évidemment, cette collaboration avec l'ICRA sera mentionnée dans le rapport de stage de l'étudiant ainsi que pour tout document pouvant en émaner. De même, toute information provenant de l'ANDE et utilisée par l'ICRA sera mentionnée de la même manière.

Enfin, nous faisons notre maximum pour qu'un accord de collaboration plus large puisse voir rapidement le jour entre nos deux institutions.

En vous remerciant par avance, veuillez agréer, Monsieur le Directeur Général, l'expression de ma considération distinguée.

R. NGAYE-YANKOISSET

P.J. : Convention de stage entre l'ANDE et l'ICRA  
Termes de référence du stage.

## **ANNEXE 8**

### **THEMES TRAITES DANS LE SIG**

## Environnement géographique

Thème	Type	Source	Description	Actualisation	Mise à jour
Frontière	S	1	S		-
Région	S	1	S, Bv		-
Préfecture	S	1,2	S, Bv	Préfet	-
Sous-préfectures	S	1, 2, 3	S, Secteurs	Bv, Souspréfet	-
Zone de chasse	S	3	S, ID, Attribution	Densité faune	+
Parcs	S	2,3	S, Nom	Densité faune	-
Rivières	L	1, 2, 3	Nom, longueur		-
Routes	L	1, 2, 3	Nom, type, longueur, trajet		+
Villages	P	1, 2, 3	Nom, coor	Pop, maire	+
Barrières	P	3	Type, coor		+
Pompe essence	P	3	Nom, coor		+

1 : Internet ; 2 : Prasac ; 3 : Enquêtes

## PIU : Principaux acteurs

Thème	Type	Source	Description	Acchèvement	Mise à jour
Secteur ANDE	P	1, 2	ID, Nom, Coor, info géo, agent		+
Postes ANDE	P	1, 2	ID, Nom, Coor, secteur, info géo, agent		+
Sous-postes ANDE	P	1	ID, Nom, Coor, poste, info géo, agent	Coor, agent	+
Zone secteur	S	1	Secteur, S	Bv	-
Zone poste	S	1, 2	Poste, Surface	nbx postes	+
Monographies	S, L, P	1	Poste, Campement, aménagements, marchés, transhumance	nbx postes	+
FNEC-GIP	P	1	Nom, coor, type, adh, pres, anim	Nord	+
FNEC-DAM	P	1	Nom, coor, anim, locom		+
CREF	P	3	Nom, coor, anim, locom		+
PDRN	S, P	1	Nom, coor	moyens	+
Eaux et Forêts	P	1	Nom, coor	moyens	+
Safaris	S	1	Nom, coor, contacts, moyens	Autres sociétés	+

1 : Enquête ; 2 : Mission Hendrikx ; 3 : Inventaire

## PIU : Moyens matériels

Thème	Type	Source	Description	Acquiescence	Mise à jour
Congélate	P	1	Loc, type, marque,		+
Glacière	P	1	Loc, quant,	Nord	+
Seringue	P	1	Loc, quant,	Nord	+
Bidon	P	1	Loc, quant,	Nord	+
Pince	P	1	Loc, quant,	Nord	+
Petit	P	2	Loc,	Nord	+
Véhicul	P	1	Loc, modèle, N°, état,	Nord,	+
Moto	P	1	Loc, modèle, N°, état,	Nord,	+
Mobylette	P	1	Loc, modèle, N°, attributio	Nord,	+
Communicati	P	1	Loc, structure, horair	autres radio	+

1 : Enquête, message radio ; 2 : Rapport mensuel

## « Risque de réintroduction et de diffusion »

Thème	Type	Source	Description	Achèvement	Mise à jour
Marchés	P	1, 2	Nom, type, Coor, Vente 94 à 98	Coor, Vente 99	+
Abattoirs	P	1, 2	Nom, Coor, Abattage96 à 98	Coor, Abattage 99	+
Transhumance	L	1, 3	Source, type, Dir	Quant	+
Couloir com.	L	1, 3	Source, type, Dir	Quant	+
Zone stationnement	S	1, 3		Quant	+

1 : Mission Hendrikx ; 2 : Suivi évaluation ; 3 : Enquêtes

## Campagnes de vaccination, épidémiosurveillance

Thème	Type	Source	Description	Accompagnement	Mise à jour
Vaccination	S, P	1, 2	Vacc, marq, 88 à 99	%	+
Séro PB	S, P	3	Loc, Enq, Troupeau, sexe, age	Centre, Ouest	+
PPCB, FVR, IBR, MM	S, P	3	Loc, Enq, Troupeau, sexe, age	tout	+
Séro faune	S, P	1	Loc, age	Résultats	+
Activités	S, P	3	Rapports	Indicateurs	+

1 : Mission experts ; 2 : PARC ; 3 : Données Informatisées

## **ANNEXE 9**

### **LISTE DES TABLES CREEES DURANT LE STAGE**

## TABLES EN VRAC

**A\_rca** : sous-préfectures non mises à jour avec données du PRASAC

**Ande3\_vente1994** : table créée à partir d'une analyse thématique de type GRID : localisation de marchés correspondant à des postes, la couleur correspond au vente pour 1994

**Bovin\_m** : localisation des zones d'élevage et de transhumance d'après le PRASAC, pas de quantification

**Eauetforet** : poste des eaux et forêt pour le nord du pays uniquement

**Hydro** : ensemble du réseau hydrologique, (quelques cours d'eau sont identifiés), fournie par le PRASAC, utile pour ajouter des affluents mineurs absents de la couche rivières

**Mvtcomest** : mouvements commerciaux de bétail d'après les explications du chef de santé animal de la région est

**Mvtcommpascal** : couloir de commercialisation identifiés par Pascal Hendrixx

**MvtPDZCV** : passage de bovins indiqués par José Telo du PDRN

**Mvtranshest** : mouvements de transhumance à l'est d'après les explications du chef de santé animal de la région est

**Mvtranshpascal** : mouvements de transhumance identifiés par Pascal Hendrixx

**Nouv\_cordonpascal** : délimitation du cordon sanitaire pour la RCA dessiné par Pascal Hendrixx

**Péages** : localisation des péages et barrières de pluie d'après la carte et les renseignements fournis par le chef de santé animal de la région centre, plus ceux observés sur la route Bangui →Bouar, le type de barrage est indiqué

**RCA\_carte** : accès impossible

**RCA\_horiz2** : carte IGN de la RCA au 1/1500000 scannée et calée en projection UTM zone 34 Nord (WGS84)

**RoutesRCAm0d** : première version de la couche routedef

**Routestoutes** : compilation du tracé des routes identifiées par le PASAC et des routes centrafricaines disponibles sur internet,et communiquées par Pascal Hendrixx couche non mise à jour sans information sur les routes

**Secteursurfaceseffectifsvaccinés...** : cartes de la RCA colorée en fonction des effectifs vaccinés par secteur en 98 et 99 créés par une analyse de type GRID, seules les deux premières ont un intérêt (et encore)

**Transhumance** : compilation des mouvements de transhumance de Pascal Hendrixx et du chef de secteur de Batangafo avec mention de la source, table à compléter avec les monographies

**VillagesRCA** : ensemble des villages et villes de RCA avec leur nom, l'orthographe diffère suivant les sources (carte, services, habitants...) donc se méfier lors de toutes requêtes ou géocodages portant sur une correspondance de nom de ville, les villages ont été positionnés par carte ou GPS, les données proviennent du PRASAC, d'internet et d'ajouts personnels

**Zonesprotégées** : première ébauche des zones protégées à partir des données du PRASAC et du PDRN, sans mise à jour

**Zonetranshpascal** : zones de stationnement des transhumants repérées par Pascal Hendrixx

## DANS SECTORISATION

**Graphique** : schémas scanné et calé en projection long/lat (WGS84) des zones d'intérêt cynégétique des Eaux et forêts

**Mono33** : schéma simplifié de la monographie du poste réseau n°33 à compléter sous forme de document

**Mono5** : schéma simplifié de la monographie du poste réseau n°5 à compléter sous forme de document

**Monobatangafo** : schéma simplifié de la monographie du secteur de Batangafo à compléter sous forme de document

**Parcetsafari** : fusion des zones des eaux et forêts en fonction des sociétés gérantes (safari, parc national...) seules les parcelles occupées sont présentes

**Safaricamps** : localisation des camps de chasse de Aouk Sangha Safari

**Zoneeauetforet** : zone d'intérêt cynégétique définies par les eaux et forêts dessinés à l'aide du document de 1987 redéfinissant ces zones par les routes, rivières et droites tracées (mis à jour et plus précis que les dessins de Graphique)

**ZoneNola** : sectorisation de la zone de Nola (couche intermédiaire)

## DANS ESSAIS DIVERS

**Cartes200000** : Grille modifiée correspondant à l'ensemble des cartes au 1/200000 avec leur code et leur nom

**Cordonsspref** : ensemble des sous-préfectures comprises dans le cordon sanitaire

**Cordonsurv** : fusion des sous-préfectures selon les deux zones du cordon sanitaire

**Cordonsurv2** : dessin des deux zones du cordon sanitaire inspiré de la carte CorelDraw et du tracé des sous-préfectures

**Grille** : grille ratée

**Grille2** : grille de la RCA très fine (10km)

**Nonloc** : marchés de RCA non localisés (table non actualisée depuis la visite faite à A. Yango du Plan)

**Pompeessence** localisation des pompes à essence d'après les cartes et les propos recueillis par les chefs de secteur centre et ouest

**Rivières** : réseau hydrologique simplifié : les segments de cours d'eau sont fusionnés en fonction de leur nom, tous les cours sont identifiés d'après la carte 1/1500000 ou les cartes 1/200000 pour certains, cette couche peut être complétée au fur et à mesure pour enrichir les monographies à l'aide des objets de la table hydro

**TamponANDE20k** et **TamponANDE50k** : tampons de 20 et 50 kilomètres dessinés autour de tous les postes de l'ANDE

**Tamponglacière** : tampon de 10 kilomètres autour des postes où il y a présence de glaciers

**Tamponrés050k** et **Tamponsec50k** : tampon de 50 kilomètres autour respectivement des postes du réseau et des secteurs de l'ANDE

## DANS COMMERCE

**Abattage1** : liste des abattoirs répertoriés par le service suivi évaluation avec secteur d'abattage et données d'abattage pour 96, 97, 98, certains ne sont pas localisés.

**CoulcomPK22** : couloir commercial allant au PK22 depuis la région Est d'après le DSA Est

**Marchés1** : liste des marchés répertoriés par le service suivi évaluation avec secteur de marché et données de commercialisation pour 94 à 98, type de marché, certains ne sont pas localisés

**Mvtcom** : compilation des mouvements de commercialisation avec indication du type de mouvement et de la source

DANS BASEACCESS (TOUTES LES BASES SONT DANS BASEVETO ET VETOSIG1)

**ANDE3** : ensemble des postes et secteurs de l'ANDE

**Andetamponné** : essai de tampons

**Bidondiluant** : couche de matériel : bidon pour liquide de diluant, non géocodée et à compléter

**Carte200000** : la même que dans essai divers

**Congélateur** : localisation des congélateurs avec marque, type et état selon les régions, à compléter

**DAM** : localisation et informations sur les agents de l'animation mutualiste et leur moyen de locomotion, à compléter

**Gip** : localisation des GIP et FelGip avec nom du président, nombre d'adhérents et identification de l'animateur responsable, tous ne sont pas localisés et il manque la région Nord

**Glacières** : localisation des glacières avec le nombre et l'état, à compléter

**Infoagents** : table issue de Labo2, non géographique

**Mobylette** : localisation des mobylettes PARC avec l'état et le conducteur, à compléter

**Moto** : localisation des motos PARC avec l'état et le conducteur, à compléter

**Moyenroulant** : table source de mobylette, moto, véhicule, non géographique, à compléter

**Pdrn** : schéma des 3 zones PDRN avec les bases

**Petitmatériel** : liste par poste du réseau du petit matériel issu des rapports d'activité, à compléter avec les rapports mensuels

**Pinçamarquer** : localisation des pinces à marquer avec le nombre, à compléter

**Posteréseau** : localisation des postes du réseau avec l'agent, à compléter

**PostesANDE** : localisation des postes de l'ANDE

**Préfectures** : préfectures avec nombre de bovins en 1990

**Radioloc** : localisation des postes radios des différents projets répertoriés, à compléter

**Radiofreq** : table non géographique avec fréquence et horaires des radios précédentes, à compléter

**Rapportmensuel activité1** : table des derniers rapports mensuels des postes du réseau, s'utilise en analyse thématique avec posteréseau, à mettre à jour

**Régions** : tracé des 4 régions avec nombre de bovins en 1990, vaccination de 90 à 98 et sérosurveillance en 94 et 98 (chiffre de Pascal Hendrikx)

**RésSeroPB** : résultats de la séro PB par troupeau et par type d'échantillon

**Routedef** : ensemble des routes mises à jour avec le nom, le type de route, la distance, les 2 villes reliées et une indication de vitesse attendue

**Safaricamps** : les deux camps de Aouk Sangha Safari

**SeauFor** : la même que dans eau et forêt

**Secteurs** : secteurs vétérinaires avec chef de secteur

**Secteursurface** : zonage de la RCA selon les périmètres des secteurs, utile comme fond d'analyse thématique

**Seringuesautomatiques** : localisation avec nombre et état, à compléter

**Sérodonnéestroupeau** : la même que dans Labo2, non géographique

**Sérofaune99** et **Sérofaune00** : localisation des prélèvements faune, à compléter avec les résultats et le nombre de prélèvements pour 2000

**SéroPB** : accès impossible

**SéroPB94** et **SéroPB99** : résultats du séromonitoring par secteur, non géographique, à utiliser en analyse thématique, compléter 1999 (seulement nord et est)

**SéroPBDR94** et **SéroPBDR99** : même chose que SéroPB mais par régions

**Souspostes** : informations sur les sous-postes : poste et secteur d'appartenance, agent, certains ne sont pas localisés, à compléter

**Sous-préfectures** : tracé des sous-préfecture avec info administrative, mis à jour par rapport aux données PRASAC, vérifier qu'il n'y a pas de nouvelles sous-préfectures cachées...

**Ssprefcommerce** : accès impossible

**Table2 et Table2 plus** : essai de table pour les résultats de sérologie, sans intérêt

**Urgencematérielroulant** : issu de la base Labo2, non géographique et seulement deux enregistrements

**Vaccination** : résultats de vaccination (en nombre) et de marquage depuis 1989 par secteur

**Véhicule** : véhicules du PARC avec marque, état, conducteur, à compléter

**VéhiculeCREF** : localisation des véhicules du CREF avec agent, état...

**VillageRCA** : copie de Village RCA mais à la suite d'un géocodage raté, les villages sont dans le désordre, à détruire

**Villes** : principales villes, contenu effacé ( ?)

# TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1 : SITUATION DE LA RCA DANS LE CONTINENT AFRICAÏN ET DÉCOUPAGE DES PRÉFECTURES.....	10
FIGURE 2 : PROFIL VÉGÉTAL DE LA RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAÏNE D'APRÈS LE PRASAC .....	11
FIGURE 3 : RÉSEAU HYDROLOGIQUE DE LA RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAÏNE.....	12
FIGURE 4 : RÉSEAU ROUTIER CENTRAFRICAÏN .....	13
FIGURE 5 : RÉPARTITION DES VILLAGES CENTRAFRICAÏNS .....	14
FIGURE 6 : RÉPARTITION DE LA POPULATION BOVINE EN 1990 .....	15
FIGURE 7: RÉPARTITION DES POSTES ET DES SECTEURS VÉTÉRINAIRES DE L'ANDE.....	17
FIGURE 8 : DISTRIBUTION DES ANIMATEURS, DES GIP ET DES FELGIP DE LA FNEC .....	18
FIGURE 9 : RÉPARTITION DES CREF .....	19
FIGURE 10 : ZONE D'ÉTUDE DU PRASAC .....	20
FIGURE 11 : ZONES PROTÉGÉES, SAFARI ET ZONE PDRN .....	21
FIGURE 12 : LES ÉTAPES DE L'ANALYSE DE RISQUE (SOURCE : HENDRIKX, 1999).....	22
FIGURE 13 : PESTE BOVINE ET PROCÉDURE OIE (SOURCE : RAPPORT HENDRIKX, 1999).....	23
FIGURE 14 : NOUVEAU CORDON SANITAIRE EN RCA .....	24
FIGURE 15 : LOCALISATION DES POSTES DU RÉSEAU .....	27
FIGURE 16 : PRINCIPE DE BASE DES SIG EN MODE VECTORIEL.....	33
FIGURE 17 : EXEMPLE DE TAMPONS GÉOGRAPHIQUES .....	36
FIGURE 18 : EXEMPLE D'ANALYSES THÉMATIQUES SUR DES POINT ET DES SURFACES .....	38
FIGURE 19 : EXEMPLE D'UTILISATION DE L'OUTIL « INFORMATION ».....	54
FIGURE 20 : RÉPARTITION DES MOTOCYCLETTES DU PARC ET ANALYSE DE LEUR ÉTAT DE FONCTIONNEMENT ....	55
FIGURE 21 : ZONAGE À PARTIR DE LA MONOGRAPHIE DU SECTEUR BATANGAFO-KABO .....	56
FIGURE 22 : REQUÊTE SQL SUR UNE ZONE TAMPON POUR CONNAÎTRE LES CARTES 1/200 000 CORRESPONDANTES .....	57
FIGURE 23 : MOUVEMENT COMMERCIAUX À L'EST DU PAYS .....	58
FIGURE 24 : COMPARAISON DES VENTES ET DES ABATTAGES PAR SOUS-PRÉFECTURE EN 1998 .....	59
FIGURE 25 : CROISSANCE DES EFFECTIFS VACCINÉS ENTRE 1998 ET 1999, EFFECTIFS VACCINÉS EN 1999 .....	60
FIGURE 26 : DONNÉES DU SÉROMONITORING PESTE BOVINE PAR CLASSE D'ÂGE EN 1994 .....	62
FIGURE 27 : NOMBRE DE PERSONNES RENCONTRÉES PAR LES AGENTS DU RÉSEAU.....	63
FIGURE 28 : EXTRAPOLATION DES EFFECTIFS VACCINÉS EN 1998.....	67