

Avertissement

Le présent rapport technique, tel que conçu, est un catalogue d'activités réalisées au cours de l'année 1997 au Centre de Suivi Ecologique. Les rapports techniques précédents ont fait large place à l'imagerie satellitale avec notamment la veille environnementale (données NOAA) et le traitement des images à haute résolution (Landsat et Spot). Ces activités se poursuivent encore, avec même plus d'efficacité ; mais, ici, le rapport est placé sous le signe du contexte actuel de renforcement de la décentralisation par le Gouvernement du Sénégal.

Les thèmes sélectionnés dans ce rapport font l'objet de présentation succincte permettant facilement au lecteur de connaître les applications réalisées par le Centre dans divers domaines intéressant la Gestion des ressources naturelles et de l'environnement en général. Toutefois, il faut signaler que chacun des projets ou activités régulières présenté fait l'objet d'un document technique détaillé disponible au CSE.

Le rapport de 1997 porte sur les thèmes suivants :

- *le système de suivi,*
- *la gestion des ressources naturelles à la base,*
- *la cartographie de base des Communautés rurales,*
- *la mise en place de systèmes d'information,*
- *les ateliers et la formation.*

Ainsi le rapport fait d'abord état du système de suivi qui est pertinent à l'heure de la décentralisation, passant en revue les différentes activités menées et les résultats obtenus dans le suivi des parcours, le suivi des feux de brousse, la détection des zones à risques agricoles et la mise en place d'observatoires pour la surveillance à long terme des conditions d'évolution des paysages du Ferlo.

La gestion des ressources naturelles à la base est un thème qui a été discuté lors de la réunion du Comité de partenariat du CSE. Aussi, l'apport du CSE dans la stratégie de mise en place d'Unités Pastorales (UP) au nord par le projet PAPEL de la Direction de l'Elevage est exposé. La stratégie visant la participation des populations locales à l'élaboration des plans de gestion des ressources pastorales des UP est d'un intérêt certain pour les collectivités locales. Il en est de même des approches méthodologiques qui ont été adoptées par le Centre pour réaliser une série de cartes sur les Communautés rurales encadrées par le PGCRN au Sénégal Occidental ; ceci dans l'optique d'une assistance technique plus large.

SUIVI DE LA PRODUCTION PRIMAIRE DES PARCOURS NATURELS

Contexte

La sécheresse des années 1970 a montré la précarité des systèmes de gestion et la nécessité de mieux comprendre la dynamique des écosystèmes pastoraux. Le suivi des parcours naturels du Sénégal vise, entre autres objectifs, à fournir aux structures intéressées des informations susceptibles d'aider à la prise de décision en matière de gestion des ressources pastorales. A cet effet, la quantité (production primaire) et la qualité (composition floristique) du fourrage disponible dans les différentes zones écologiques du pays constituent des éléments essentiels dans la planification.

Approche méthodologique

La carte de la production végétale qui est une étape majeure dans le processus de suivi, est obtenue à travers la corrélation entre deux types de données :

- les données satellitales NOAA/AVHRR qui permettent de calculer l'Indice de Végétation par la Différence Normalisée (NDVI) reflétant l'activité chlorophyllienne des végétaux ;
- la quantité de biomasse produite (en kilogramme de matière sèche/ha) mesurée au niveau de 50 sites de contrôle au sol.

Résultats

Le coefficient de corrélation obtenu $r=0,86$ montre une bonne relation entre les deux types de données (figure 1).

Deux sites représentatifs du sud-est du pays se démarquent du fait d'une production végétale beaucoup plus élevée dans cette région. Mais en dehors de cette particularité liée à la latitude, la physionomie de la pluviométrie de l'année 1997 a été très particulière notamment dans la moitié nord du pays. Les pluies qui y ont été précoces (mai-juin) ont été ensuite suivies par une longue pause qui a entraîné la disparition du tapis herbacé. Ainsi, comme l'ont attesté les cartes décadales d'indice de végétation, le sol était pratiquement nu au-dessus de l'axe Banjul-Kidira jusqu'à la fin du mois d'août. Dans l'ensemble, le tapis herbacé s'est reconstitué au courant du mois de septembre avec le retour des pluies.

Cette variabilité spatio-temporelle des pluies s'est traduite sur la carte de production végétale (fig.2) par des valeurs très faibles de biomasse, inférieures à 500 kg.ms/ha particulièrement dans la partie latéritique du Ferlo, le proche Diéri et sur une bonne partie de l'axe Thiès-Louga-Saint Louis.

Figure 1 : Droite de régression biomasse vs indice de végétation intégré

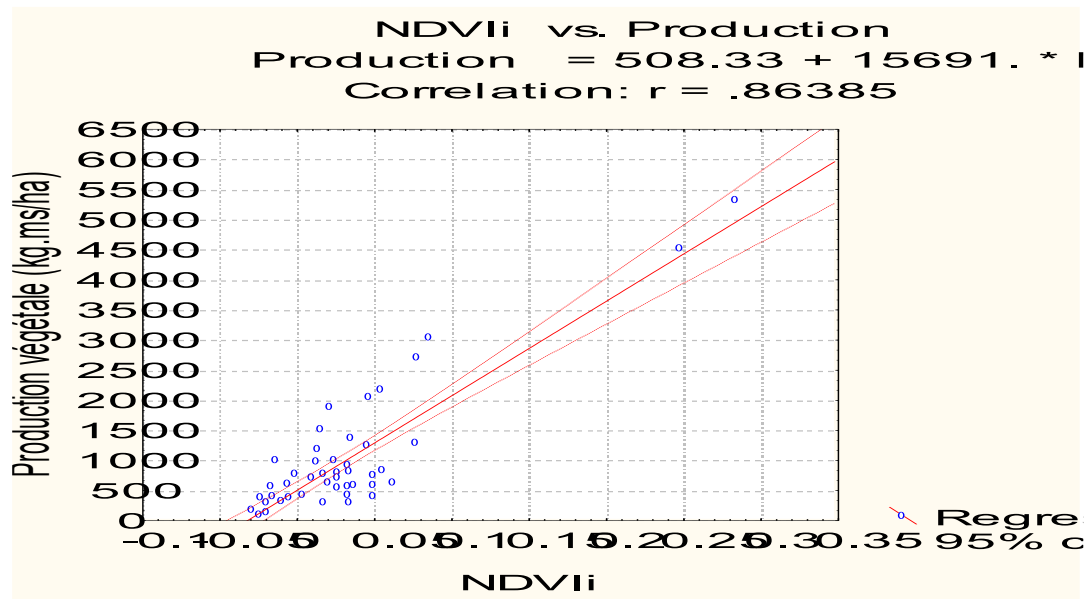
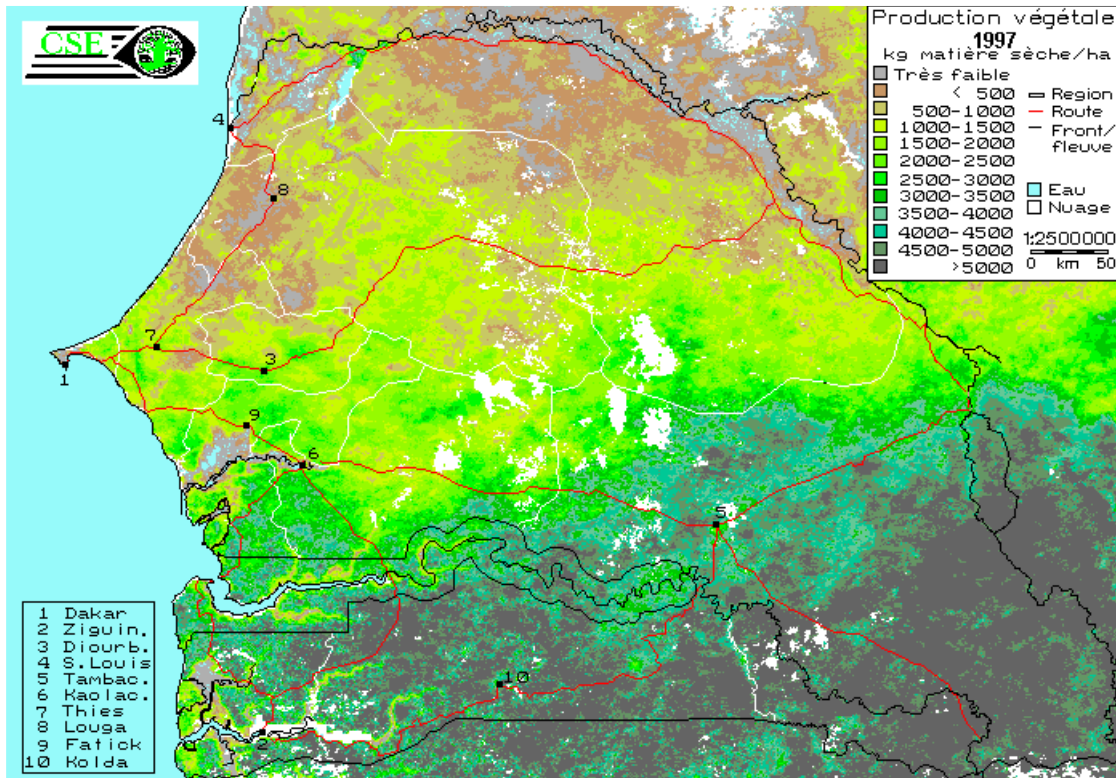


Figure 2 : La production végétale en 1997



Globalement, la production végétale des parcours naturels du Sénégal est faible au-dessus de l'axe Dakar-Matam. Les valeurs les plus élevées, localisées sur une partie du Ferlo sableux, sont comprises entre 1000 et 1500 kg.ms/ha. Même si la qualité du fourrage est bonne avec une dominance d'espèces riches et appréciées (*Dactyloctenium*

aegyptium, *Schoenefeldia gracilis*, *Alysicarpus ovalifolius*...), le cheptel qui est important dans cette partie du pays devra se déplacer très tôt à la recherche de pâturages plus abondants.

Entre cet axe et l'axe Banjul-Kidira la production végétale est plus forte, atteignant en général 2000 à 2500 kg.ms/ha et des valeurs maximales de 3500 à 4000 kg.ms/ha. A très court terme, cette partie centrale du pays devrait constituer la zone d'accueil pour le cheptel venu du Nord. Toutefois, le surpâturage, les conflits locaux, les feux de brousse et la qualité médiocre des andropogonées pourraient y constituer des facteurs limitants.

Le sud de l'axe Banjul-Kidira, est la plus productive avec des valeurs importantes de biomasse allant en général de 4000 à plus de 5000 kg.ms/ha. C'est la partie la plus pluvieuse avec un couvert ligneux assez dense, mais l'estimation y est également la moins fiable du fait de l'inexistence de sites de contrôle au sol.

Recommandations

Le déficit fourrager noté dans la partie nord du pays mérite d'être comblé en partie par un apport complémentaire d'aliments et de mesures d'hygiène particulières, à travers une Opération de Sauvegarde du Bétail. Par ailleurs, les techniques de fauche doivent être pratiquées là où le disponible fourrager est important pour stocker des réserves et atténuer les méfaits des feux de brousse.

SUIVI DES FEUX DE BROUSSE

Contexte

Dès 1991, le suivi des feux de brousse est intégré dans les activités de veille environnementale menées par le CSE. Il contribue ainsi à la gestion d'un phénomène récurrent et qui est souvent néfaste à l'environnement humain et au pastoralisme, même si les feux sont parfois considérés comme partie intégrante des écosystèmes tropicaux.

La campagne de suivi des feux de brousse est menée de novembre à mai, durant la saison sèche. Elle s'appuie sur une méthode opérationnelle basée sur l'exploitation de l'imagerie satellitaire NOAA-AVHRR (cf. Rapport annuel 1995).

Méthodologie

Le canal 3 de l'imagerie NOAA-AVHRR de nuit a été utilisé pour faire l'échantillonnage des feux actifs sur le territoire national. En effet, pendant la nuit, la sensibilité du capteur AVHRR aide à mieux repérer au sein de la scène les éléments d'image qui ont un signal très élevé dans l'infrarouge moyen (canal 3) et qui correspondent à des feux actifs. Cette aptitude est facilitée par le fait que sur les images de nuit, les risques de confusion entre les surfaces réellement en feu et les surfaces absorbantes (sols nus et secs, affleurements de cuirasses...) sont éliminés par l'absence de rayonnement solaire.

Cette année, la méthodologie de traitement des images satellitaires a été nettement améliorée grâce aux performances techniques de la nouvelle version du logiciel CHIPS sur Windows. En effet, WINCHIPS permet d'effectuer plus rapidement certaines opérations (redressement, classification, extraction et mosaïques d'images, etc.) et d'afficher directement une seule ou plusieurs images à la fois sur l'écran. Ainsi, cette version permet de réduire les erreurs d'interprétation, même si elle reste à parfaire.

Résultats

Au regard de la carte de synthèse des feux (figure 3), il ressort que les surfaces brûlées augmentent d'Ouest en Est. Elles se localisent pour l'essentiel à l'Est d'une ligne reliant les arrondissements de Mbane au Nord, Malème Hodar au Centre et Niassya au Sud et sont pratiquement absentes de la frange Ouest du pays.

Cette absence s'explique par deux facteurs : la localisation dans cette partie des grands centres urbains et la concentration des espaces agricoles. Il apparaît ainsi que les feux de brousse revêtent un caractère rural, et affectent plus de la moitié du territoire national. Cependant la répartition des surfaces brûlées n'est pas homogène au sein de cette entité.

Le Centre du pays qui correspond au bassin arachidier est faiblement atteint contrairement au Sud qui semble être la zone de prévalence des feux. Dans le bassin arachidier, zone fortement agricole, les feux sont de faible ampleur et touchent pour l'essentiel les arrondissements de Koungheul, Malème Hodar, Koumpentoum. Cette situation peut

s'expliquer par l'importance des surfaces emblavées d'une part, et d'autre part par l'utilisation de résidus de récolte comme fourrage, ce qui réduit ainsi les matériaux combustibles.

Comme les années précédentes, la partie méridionale du pays est la zone de prédilection des feux ; tous les arrondissements du sud et du sud-est sont touchés, à l'exception de ceux de Cabrousse et de Loudia Ouoloff, dans le département d'Oussouye.

La prolifération et l'ampleur des feux de brousse dans cette zone résultent en partie des modes de mise en valeur du milieu et de la densité du couvert herbacé hautement inflammable. La pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis, l'exploitation forestière et les diverses stratégies de mise en valeur des ressources naturelles (chasse, récolte de miel, etc.) expliquent le caractère violent et la récurrence des feux de brousse dans ce secteur.

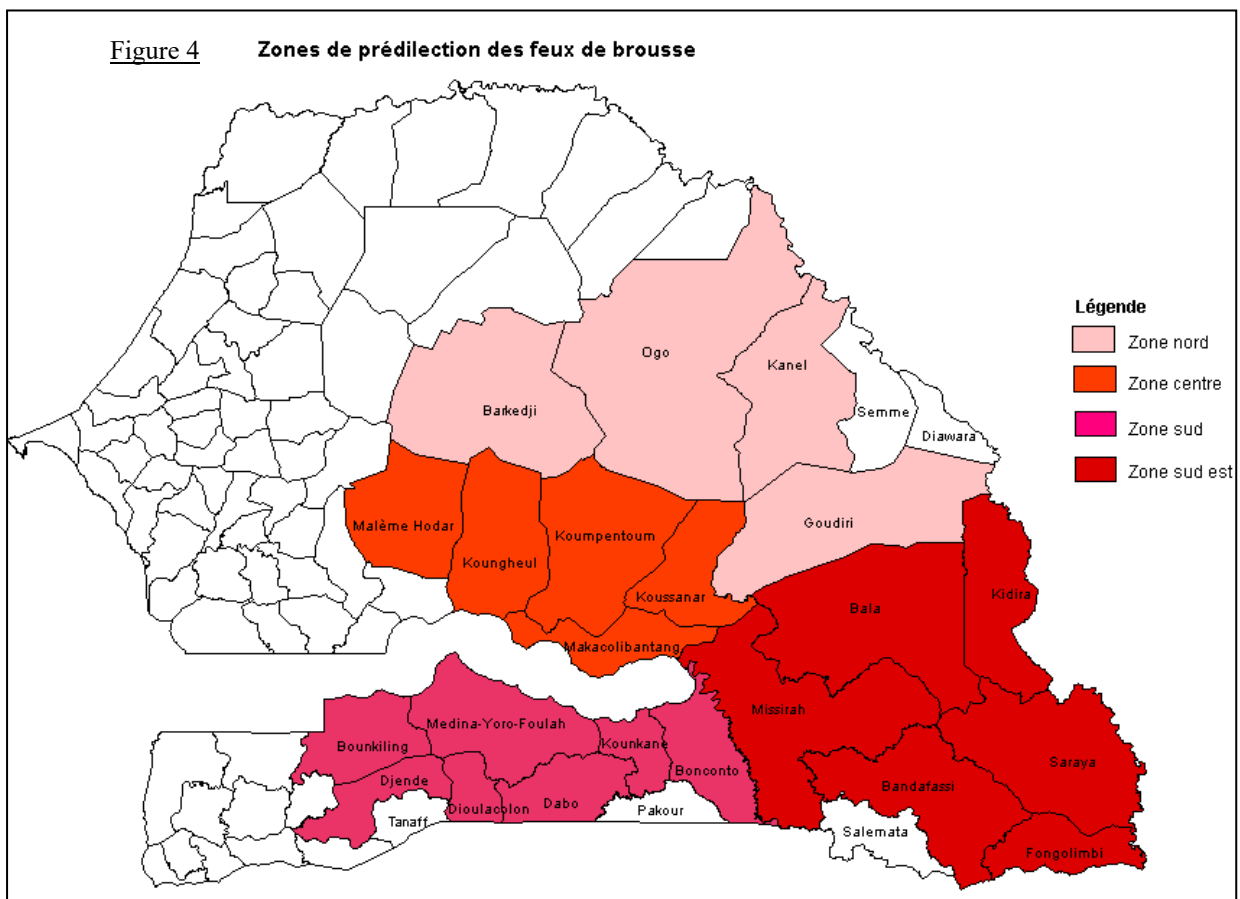
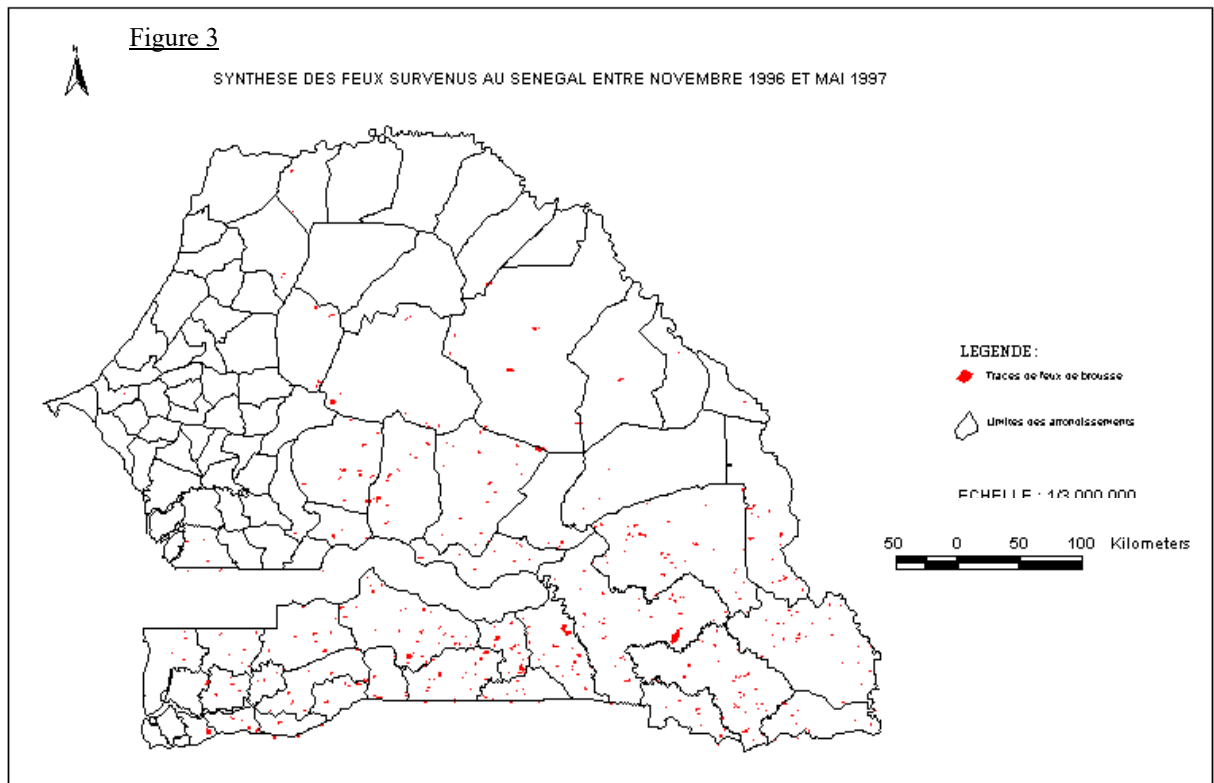
Cependant, dans la partie sud-est du Sénégal, on note une nette diminution des surfaces affectées par rapport aux années précédentes, surtout dans l'aire du Parc National du Niokolo Koba et de l'arrondissement de Missira. Il apparaît également que les feux sont plus fréquents le long des axes de transport routiers et ferroviaires et des frontières avec la Gambie, la Guinée Conakry et le Mali. Cette observation est à lier à la forte mobilité au niveau des arrondissements frontaliers.

Au total, comme pour les années précédentes, les feux se localisent dans la partie est et principalement dans le sud du bassin arachidier, dans le sud et le sud-est du pays. Mais au sein de cet ensemble, nous pouvons identifier quatre zones de prédilection des feux. L'analyse des résultats des trois dernières années de suivi révèle en effet une fréquence et une expansion plus grande dans les zones suivantes (figure 4) :

- la zone Nord regroupant les arrondissements de Ogo, Barkédji, Kanel, Goudiry ;
- la zone Centre constituée par les arrondissements Malème Hodar, Kougheul, Koumpentoum, Koussanar et Makacoulbantang ;
- la zone Sud englobant les arrondissements de Bounkiling, Médina Yoro Foula, Dioulacolou, Dabo, Kounkané et de Bonconto dans le centre-sud ;
- la zone Sud-Est composée des arrondissements de Bala, Kidira, Missirah, Bandafassi, Saraya et Fongolimbi.

Il importe donc de mettre en place un système de prévision et d'alerte rapide dans ces zones, de renforcer les moyens de communication et d'équiper les secteurs forestiers et les comités de lutte villageois pour une meilleure gestion des feux de brousse.

C'est l'objet d'un projet soumis aux bailleurs de fonds, avec l'appui de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT), visant à équiper l'ensemble des Centres d'Expansion Rurale Polyvalents (CERP) de ces quatre zones de prédilection en outils modernes de télécommunication leur permettant de recevoir directement, à partir du Centre, l'information cartographique et textuelle sur les feux actifs. Les principaux partenaires du CSE dans ce projet sont la Société Nationale des Télécommunications (SONATEL) et la Direction des Eaux, Forêts, Chasses et Conservation des Sols (DEFCCS).



SUIVI AGRICOLE : DETERMINATION DES ZONES A RISQUES POUR LES CULTURES CEREALIERES SOUS PLUIE

Contexte

Au Sénégal la pluviométrie détermine les conditions d'alimentation en eau des cultures. Elle constitue le principal facteur de la variabilité spatio-temporelle des rendements de cultures pluviales. Le suivi de ce paramètre revêt en cours de campagne une grande importance.

La mauvaise répartition du réseau pluviométrique et les délais de transmission des relevés ne permettent pas de mener un suivi rapproché des conditions agroclimatiques de développement des cultures. Pour compléter l'information pluviométrique fournie par le réseau de référence suivi par la Direction de la Météorologie Nationale, le Centre AGRHYMET et l'UTIS ont mis au point des méthodes de restitution des champs pluviométriques décennaires à partir des données fournies par la thermographie IR de Météosat.

Ce programme fait partie de l'avenant à la convention entre le Centre de Suivi Ecologique et le Centre Régional AgrhyMET (CSE-CRA). Il détermine les activités à réaliser avec le CSE durant la campagne 1997 dans le cadre du Projet «Sécurité Alimentaire» du programme AGRHYMET. L'objectif principal de l'application est le développement et la validation de nouvelles méthodes de suivi de la campagne agricole ainsi que la réalisation d'un logiciel intégrant ces méthodes en vue de leur transfert aux services techniques nationaux des Composantes Nationales AGRHYMET.

Méthodologie

L'approche est sous-tendue par les hypothèses suivantes :

- la période immédiatement après le semis des céréales pluviales est une phase très critique, correspondant à un déficit hydrique grave susceptible de causer l'échec des semis ;
- si la durée de la saison favorable aux cultures (la saison des pluies, prolongée de la période pendant laquelle les plantes peuvent exploiter les réserves hydriques du sol) ne permet pas de satisfaire les exigences phénologiques des plantes, il n'y aura pas de production.

Qu'entend-on par "zone à risque" pour les céréales pluviales dans cette étude?

Une zone à risque est une zone où les cultures se sont installées avec retard à cause soit d'un début tardif de la saison des pluies, soit d'un échec des premiers semis, si bien qu'il ne reste pas assez de temps pour que les cultures puissent accomplir leur cycle complet.

La méthodologie procède du cheminement suivant :

1. la détermination de la première date favorable aux semis en humide pour les céréales pluviales : la décade où les précipitations ont atteint le niveau minimal pour les semis en humide (20 mm) ;
2. la vérification de l'installation des cultures : la quantité de pluie tombée dans les deux décades qui suivent le semis a permis de satisfaire les besoins minimaux des cultures en eau (20 mm) ;
3. la détermination de la première date favorable au resemis : dans les zones où les premiers semis ont échoué, les paysans sèment à nouveau à la première pluie utile (20 mm) ;
4. la détermination de la date définitive du démarrage de la campagne agricole : la décade des premiers semis réussis ;
5. l'estimation de la durée de la saison favorable aux cultures : cette durée correspond à la période entre le semis définitif dans la campagne en cours et la date moyenne de la fin de la saison ; les zones où l'on prévoit une période trop brève par rapport aux exigences phénologiques des cultures (70 jours) sont classées comme « zones à risque » ;
6. le suivi de l'évolution de la végétation dans les différentes zones agricoles du pays : le profil de l'indice de végétation (NDVI) dans le temps est un indicateur de l'état du développement des cultures.

L'échelle temporelle utilisée est la décade car les images de pluies et de l'indice de végétation sont produites par périodicité décadaire.

Les données de base sont :

- les champs pluviométriques dérivés des images Meteosat ;
- les données pluviométriques des stations de la Direction de la Météorologie Nationale qui sont utilisées seulement pour l'estimation des champs pluviométriques dérivés à partir des images Meteosat ;
- l'indice de végétation dérivé des images NOAA/HRPT ;
- l'analyse agro-climatique effectuée sur les séries historiques des données pluviométriques.

Résultats et analyse

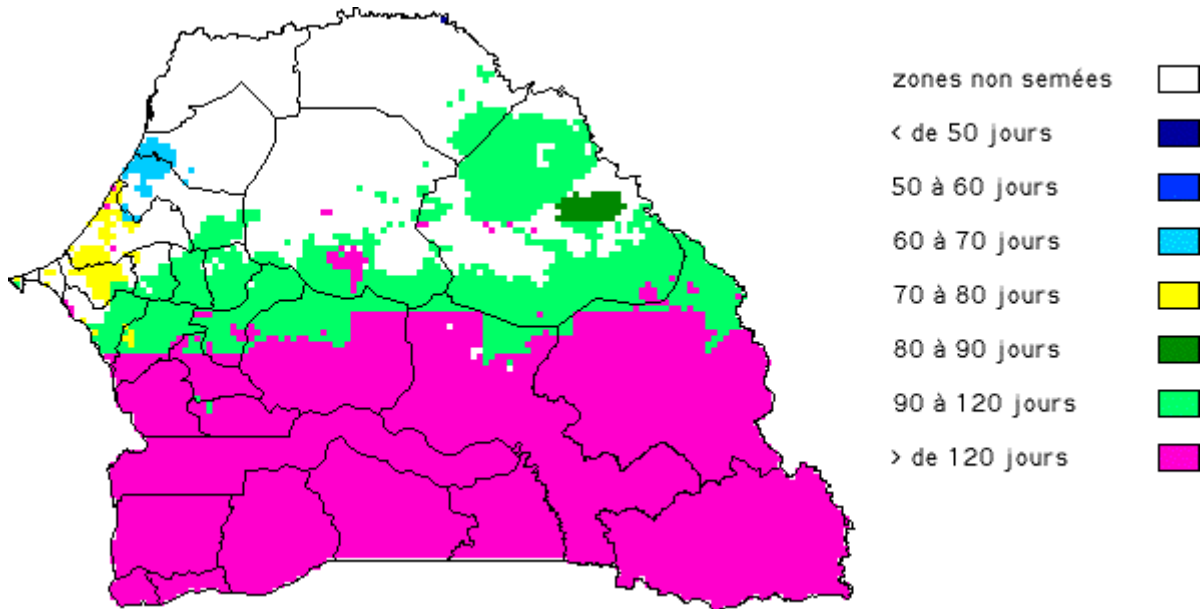
La première phase du travail a concerné l'application du logiciel ZAR¹ à la campagne agricole 1997 au Sénégal qui a permis de produire un certain nombre de cartes dont celle de la durée estimée de la campagne agricole (Figure 5).

Cette carte montre que dans les zones qui ont reçu suffisamment de pluie pour effectuer les semis en humide avant la fin de juillet, la durée prévue de la campagne agricole devrait dépasser 90 jours. Les cultures devraient pouvoir compléter leur cycle et arriver à maturité.

¹ ZAR pour « Zone à risque »

Le couplage des cartes issues du logiciel ZAR et du suivi de l'indice de végétation (figure 6) a abouti à un zonage du territoire du Sénégal selon une typologie de l'évolution de la campagne agricole.

Figure 5 : Durée estimée de la campagne agricole



L'évolution de la campagne agricole en 1997 au Sénégal met en évidence 6 zones (figure 7) :

Zone 1 : La végétation commence à se développer dans la première moitié du mois de mai. Ensuite on assiste à un ralentissement de la croissance entre fin mai et début juin. Le développement végétatif reprend au cours du mois de juillet et continue en août. Donc pour cette zone, la production devrait être assez bonne.

Zone 2 : Le développement végétatif significatif se manifeste à partir de fin juin / début juillet. La durée prévue de la saison des pluies est dans cette zone largement suffisante pour que les cultures bouclent leur cycle avec une assez bonne production.

Zone 3 : Aucun développement végétatif significatif n'a été constaté jusqu'à la première moitié du mois d'août. Dans cette zone, on ne peut espérer aucune production agricole satisfaisante pour les cultures pluviales.

Zone 4 : La croissance de la végétation a commencé en fin juin / début juillet. Elle n'a pas été assez importante et une pause pluviométrique est survenue à partir de fin juillet. La durée prévue de la saison des pluies devrait permettre aux cultures d'arriver à maturité, mais avec une production moyenne.

Zone 5 : Une croissance végétative a été constatée en début juillet, suivie d'une pause pluviométrique en début août. La durée prévue de la saison est suffisante pour les cultures et on peut s'attendre à une assez bonne production en dépit de la sécheresse d'août.

Zone 6 : Le développement de la végétation a commencé en mai et s'est poursuivi normalement jusqu'à fin juillet, moment où une pause pluviométrique est survenue. La durée prévue de la saison des pluies est largement suffisante pour une production satisfaisante.

Figure 6 : Evolution de l'indice de végétation

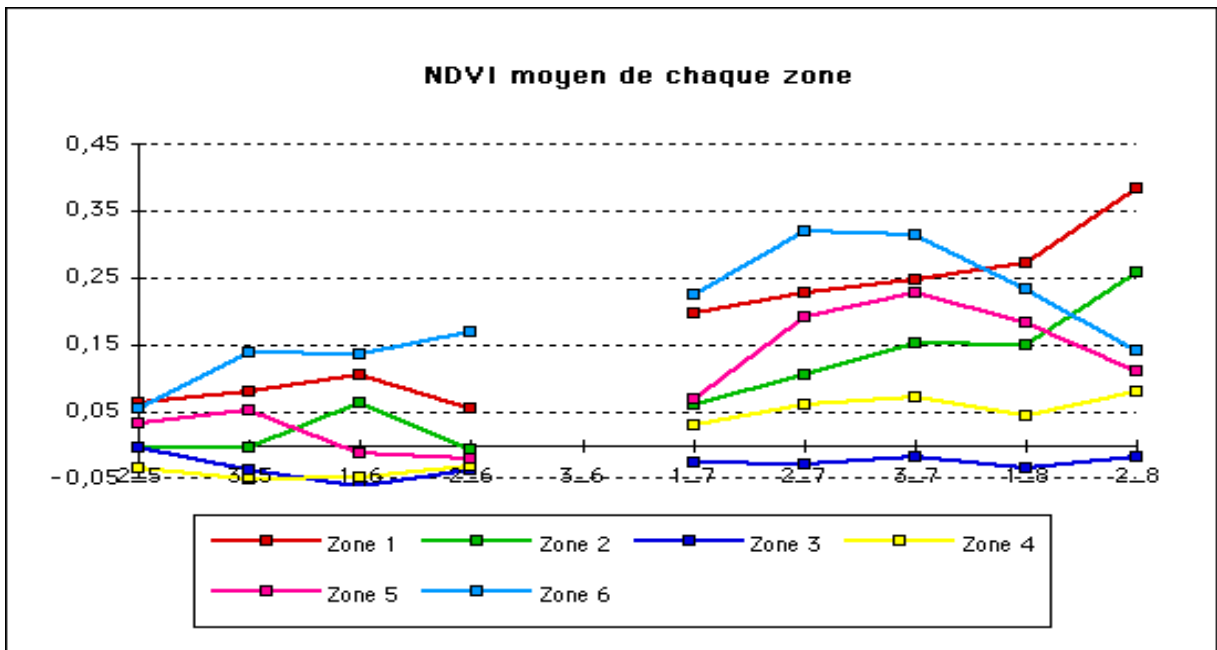
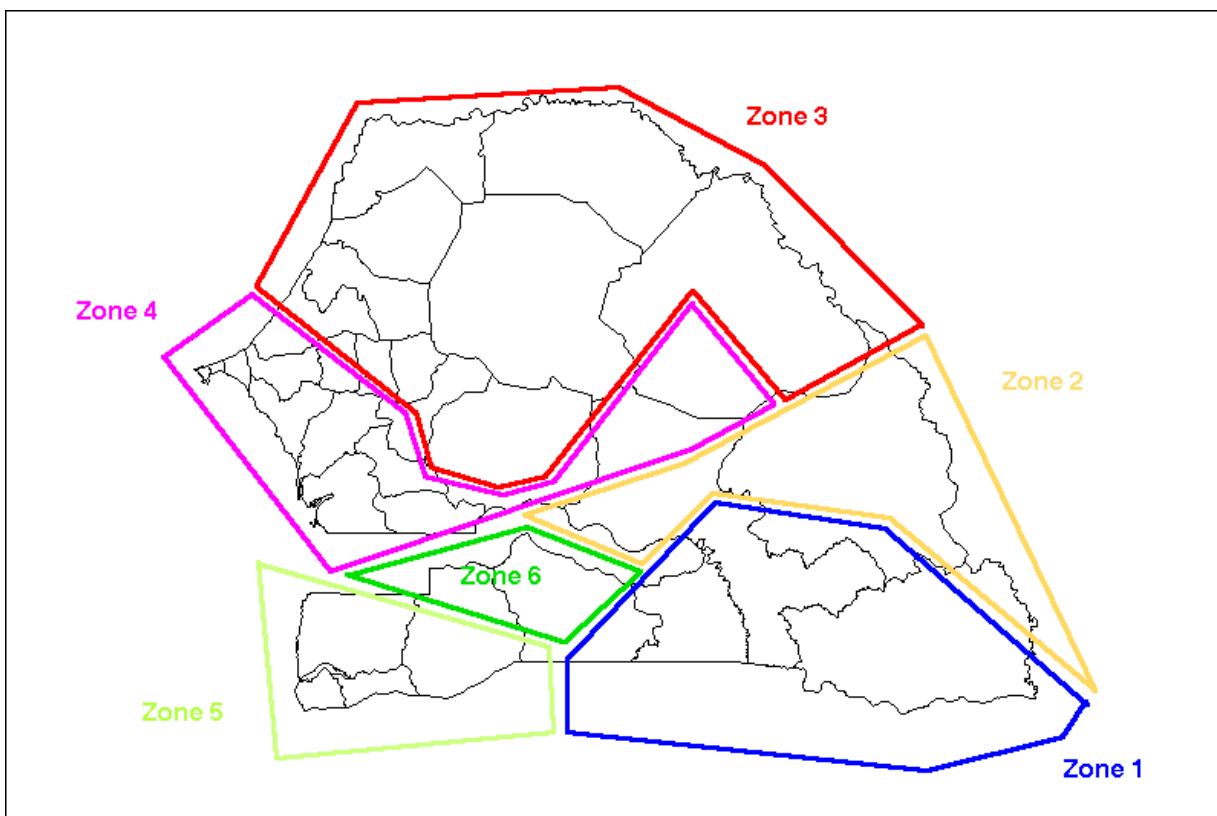


Figure 7 : Zonage du territoire selon des typologies différentes d'évolution de la campagne agricole.



RESEAU D'OBSERVATOIRES DE SUIVI ECOLOGIQUE A LONG TERME (ROSELT)

Contexte

Le Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) est un outil de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS). Sa mise en place s'inscrit dans le cadre de la lutte contre la désertification engagée par les pays africains. En dépit des efforts et moyens considérables déployés à cette fin, les résultats obtenus n'ont pas été à la hauteur de l'attente générale en raison principalement de la diversité des méthodologies utilisées et du manque de coordination des actions menées dans les différents pays concernés. Aussi, dès sa mise en place, le ROSELT s'est fixé comme objectifs :

- d'assurer une activité de surveillance des causes et des effets de la désertification en mesurant l'état et l'évolution des facteurs climatiques, des milieux sur les plans biologique et physique (en faisant apparaître les dysfonctionnements et les seuils d'irréversibilité dans les écosystèmes), et des activités socio-économiques en liaison avec l'environnement ;
- de mener des recherches sur les phénomènes qui conduisent à la désertification en explicitant d'une part les interactions entre les causes et les effets de la désertification et, d'autre part, les relations dynamiques entre les systèmes écologiques et les systèmes sociaux.

Parmi les cinq Territoires Candidats Potentiels (5 TCP) proposés en labellisation à Rabat en 1994, deux d'entre eux ont été provisoirement retenus comme observatoires au niveau du Sénégal, étant entendu que le nombre n'est pas limité. Un programme de travail quadriennal (1997 - 2000) a été établi pour chacun de ces observatoires.

Les recherches porteront essentiellement sur les liaisons entre les travaux dans les observatoires ROSELT et le développement, notamment en ce qui concerne les états de l'environnement et les indicateurs de la désertification aux niveaux national et local. Les Plans Nationaux d'Action pour l'Environnement (PNAE) devront être pris en compte.

Méthodologie

La méthode utilisée pour la cartographie de l'occupation/utilisation du sol à l'échelle du 1/50 000 sera essentiellement basée sur la télédétection, combinée avec des cartes topographiques IGN. Les procédures classiques de pré-traitement et de traitement appliquées aux images permettront d'élaborer des cartes qui feront l'objet d'une validation au sol grâce à l'utilisation de GPS pour la géoréférenciation d'éléments cartographiques pertinents.

En ce qui concerne la végétation, la ligne d'échantillonnage stratifiée et le plateau circulaire sont les deux méthodes de collecte de données au sol. En dehors du calibrage de l'imagerie satellitale pour la quantification de la biomasse aérienne produite par les

parcours, ces méthodes permettent d'obtenir des informations précieuses sur la diversité biologique et sur la qualité fourragère des zones étudiées : Souilène, Widou Thiengoly et Linguère.

Pour ce qui est des aspects climatiques, l'accent est mis sur le suivi des données pluviométriques ; l'existence de station climatique automatique permettrait d'acquérir des paramètres complémentaires.

L'étude de la fertilité des sols sera aussi abordée en se basant essentiellement sur les cartes morphopédologiques produites par la Direction de l'Aménagement du Territoire. Des échantillons de sol seront prélevés pour le suivi de l'évolution de leur teneur en matière organique. Etant donné que le CSE ne dispose pas d'un laboratoire d'analyse, il est envisagé de contacter des structures spécialisées dans ce domaine pour des études pédologiques plus fines.

Concernant les aspects socio-économiques, la synthèse des données existantes en cours de réalisation permettra d'établir un protocole de suivi adapté aux besoins du ROSELT.

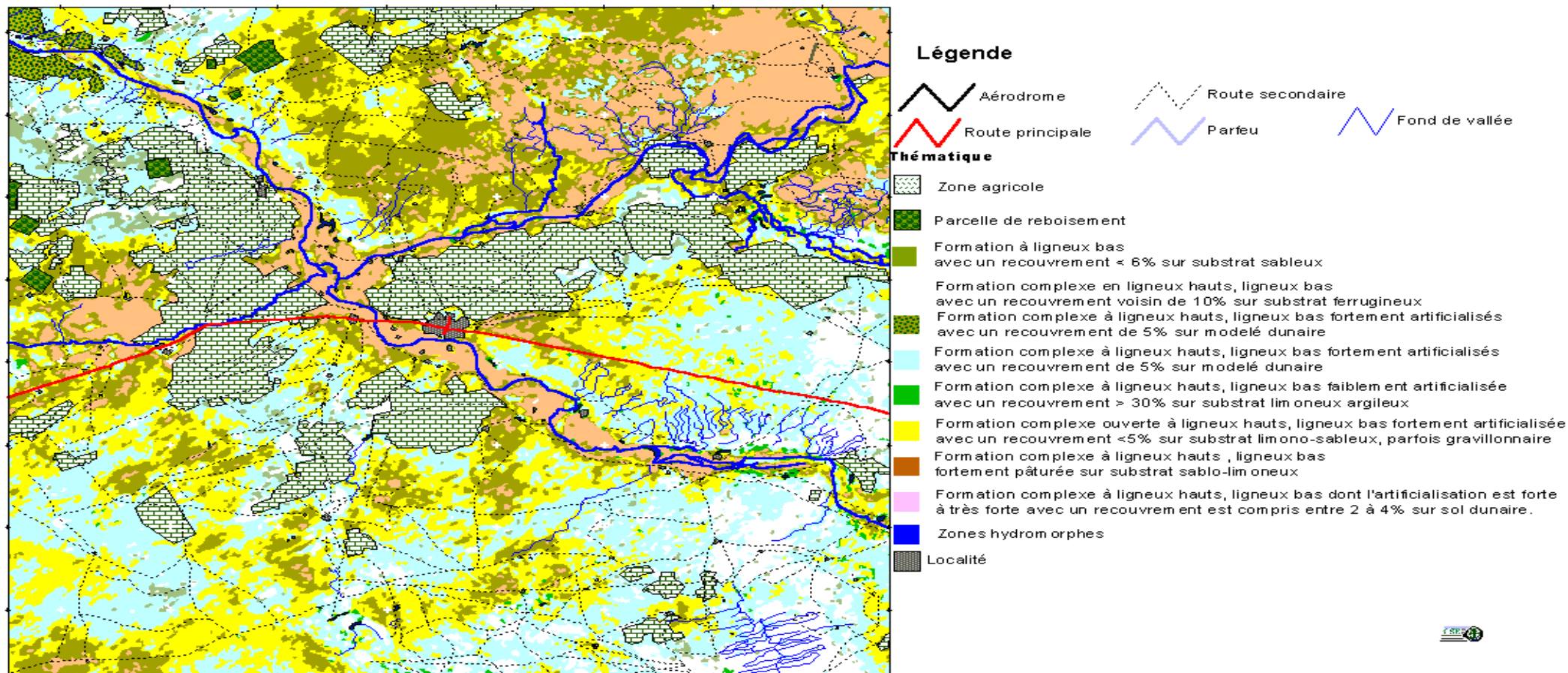
Résultats attendus

Le CSE a mené sur l'observatoire les travaux suivants (voir rapport final provisoire de juin 1997) :

- élaboration d'une carte d'occupation des terres de la zone étudiée à une échelle (1/50 000) compatible avec les besoins du ROSELT (échantillonnage, suivi de l'évolution des milieux et des usages), avec une nomenclature conforme au programme (Figure 8) ;
- valorisation des données brutes et/ou interprétées déjà acquises au cours des années précédentes, avec rapport de synthèse de ces résultats orientés vers les besoins de ROSELT : suivi des paramètres climatiques, surveillance écologique (végétation, sols, eaux) ; suivi socio-économique (productions, usages, démographie...) ; relations entre les systèmes écologiques et les systèmes sociaux. Ce rapport identifiera clairement et de manière exhaustive l'ensemble des travaux menés, leur utilité dans le ROSELT, leurs résultats essentiels ;
- mise en œuvre de programmes de surveillance écologique et socio-économique sur les sites de l'observatoire de manière à produire une première série de résultats sur le suivi de la biomasse, le suivi climatique, les analyses socio-économiques sur les usages pastoraux.

Dans la suite, les paramètres se rapportant à la zootechnie, à la démographie, à la végétation, au sol et aux systèmes de production locaux, seront régulièrement étudiés tel que prévu dans le programme de travail quadriennal, en vue de déterminer des indicateurs pertinents de suivi des écosystèmes concernés.

Figure 8 : Carte d'occupation du sol de la zone de Linguère



LA GESTION DES UNITES PASTORALES

Contexte

Le Centre de Suivi Ecologique, à la demande de ses partenaires (PAPEL¹ et PRODAM²), a mis en œuvre un programme de suivi et de gestion des ressources dans treize unités pastorales ; celles-ci correspondant à un espace géographique contenu dans un rayon de 10 à 15 kilomètres autour d'un forage. Ce programme vise deux objectifs :

- développer des méthodes appropriées de suivi et de gestion des ressources pastorales en vue de mettre au point des produits permettant de faciliter les prises de décisions nécessaires à l'utilisation durable des écosystèmes pastoraux ;
- fournir aux partenaires concernés des bases de données localisées sur l'état des ressources pastorales dont les plans de gestion élaborés avec les populations locales restent confrontés au manque de données précises à l'échelle de l'unité pastorale voire de la communauté rurale.

A cet effet, à l'échelle de chaque unité pastorale (10 UP pour le PAPEL et 3 UP pour le PRODAM), il a été procédé :

- à la cartographie des différentes unités naturelles,
- au suivi et à l'évaluation des pâturages,
- au décompte du bétail,
- au suivi zootechnique.

Approche méthodologique

L'approche méthodologique adoptée dans le cadre de ce travail s'appuie sur :

- l'imagerie satellitale pour la cartographie de l'occupation-utilisation du sol,
- le GPS (Système de Positionnement Global) pour la délimitation précise des limites des Unités pastorales et des points de calage,
- les vols systématiques de reconnaissance pour le décompte du bétail,
- les activités de terrain pour le suivi des troupeaux témoins.

• Cartographie des Unités pastorales

Une carte de base, une carte morphopédologique, une carte de synthèse et une carte d'occupation du sol ont été réalisées pour chaque UP. Dans le cadre d'un programme conjoint CSE/SCOT-CONSEIL, une carte des formations pastorales a été aussi réalisée pour l'UP de Thiel.

Les cartes de base montrent la répartition des différents points d'eau (forage, puits, mares...), des établissements humains et des voies de communication qui les relient. Les points d'eau et les campements ont fait l'objet d'un levé avec un GPS. Une lecture des cartes morphopédologiques montre le modelé et les différents types de sol rencontrés dans chaque UP. Les cartes de synthèse ont été réalisées par superposition des deux précédentes cartes ; elles montrent la localisation des campements et des points d'eau par rapport aux différents types de sol cartographiés. Elles permettent aussi de procéder à la typologie des parcours en fonction du

¹ PAPEL : Projet d'Appui à l'ELevage

² PRODAM : Projet de Développement Agricole de Matam.

modèle et du substrat édaphique. Les cartes d'occupation du sol sont réalisées à partir d'images LANDSAT TM. Le produit cartographique réalisé renseigne sur les états de surface : sols nus, zones de cultures et formations ligneuses (arborées et arbustives) et leur niveau de dégradation.

Quant à la carte des formations pastorales, elle est élaborée à partir d'une image Spot du 20 juin 1996 qui a permis la cartographie des principales formations végétales de la zone, avec une indication très précise des surfaces nouvellement et anciennement brûlées, ainsi que des zones de piétinement. L'image met ainsi en évidence le résultat d'ensemble de ces facteurs de dégradation, et permet le suivi temporel de ces milieux grâce à sa vue synoptique et diachronique.

- **Décompte du bétail et suivi zootechnique et zoo-économique**

La méthode utilisée pour le décompte du bétail est le vol systématique de reconnaissance (VSR) par l'utilisation d'un avion léger à ailes hautes opérant à basse altitude (122 mètres) et équipé d'un GPS lui permettant de se caler sur des lignes de vols distantes de 3 km dans la zone d'emprise de l'Unité Pastorale (rayon de 20 km autour du forage).

Les observations sont effectuées à partir de fenêtres d'observations correspondant à une largeur de 150 mètres au sol pour chacun des observateurs arrières avec des Unités d'échantillonnage espacées de 30 secondes. Le traitement des données collectées montre, dans chaque UP, l'importance et la composition du cheptel. Par exemple dans l'Unité Pastorale de Thiel, il a été recensé 12 969 bovins et 49 408 petits ruminants.

Le suivi zootechnique et zoo-économique est effectué sur des troupeaux témoins représentant 18% des effectifs de la zone d'étude du PRODAM. Ce sont des troupeaux choisis au hasard et qui permettent de déterminer l'évolution du cheptel et des paramètres zootechniques, l'impact de la vulgarisation sur les troupeaux encadrés depuis 1994.

La méthodologie de suivi consiste à visiter tous les deux mois les troupeaux et à relever sur une fiche toutes les évolutions : naissances, achats, mortalités, ventes et dons. Le traitement de ces informations permet de mesurer certains paramètres zootechniques comme le taux de fécondité, le taux de mortalité.

- **Suivi et Evaluation des pâturages**

La carte de production végétale qui est le produit final de la campagne de biomasse, résulte de la combinaison de différents niveaux d'acquisition et de traitement des données tels que décrits précédemment.

L'évaluation des pâturages effectuée au niveau des Unités Pastorales a permis de déterminer la production primaire de celles-ci afin de définir leurs capacités de charges (Nombre d'unités bétail tropical que peuvent abriter les pâturages de l'UP sans se détériorer).

Résultats

L'élaboration des plans de gestion est sous-tendue par les principes suivants :

- en hivernage, exploitation des pâturages les plus éloignés de la zone de desserte des forages avec abreuvement aux mares ;
- pendant la saison sèche, les pâturages de la zone d'emprise du forage sont exploités jusqu'à un rayon de 12 à 15 km.

A cet effet, les capacités de charge définies à partir du suivi et de l'évaluation des pâturages effectués par le CSE seront respectées. L'approche développée pour l'élaboration des plans de gestion a porté sur :

- l'étude des pratiques des populations en matière d'utilisation des ressources naturelles pastorales ;
- la mise au point d'un modèle de gestion par l'approche participative en impliquant tous les acteurs concernés : populations pastorales, collectivités locales, techniciens et autorités administratives ;
- l'élaboration et l'adoption d'un contrat pour un respect des dispositions retenues par les acteurs.

La figure 9 montre les pâturages exploités tant en hivernage qu'en saison sèche ainsi que les principales mares identifiées.

Pour une meilleure participation des éleveurs à la gestion de l'Unité Pastorale, celle-ci est découpée en terroirs pastoraux regroupant les villages et campements qui exploitent traditionnellement les mêmes ressources naturelles pastorales.

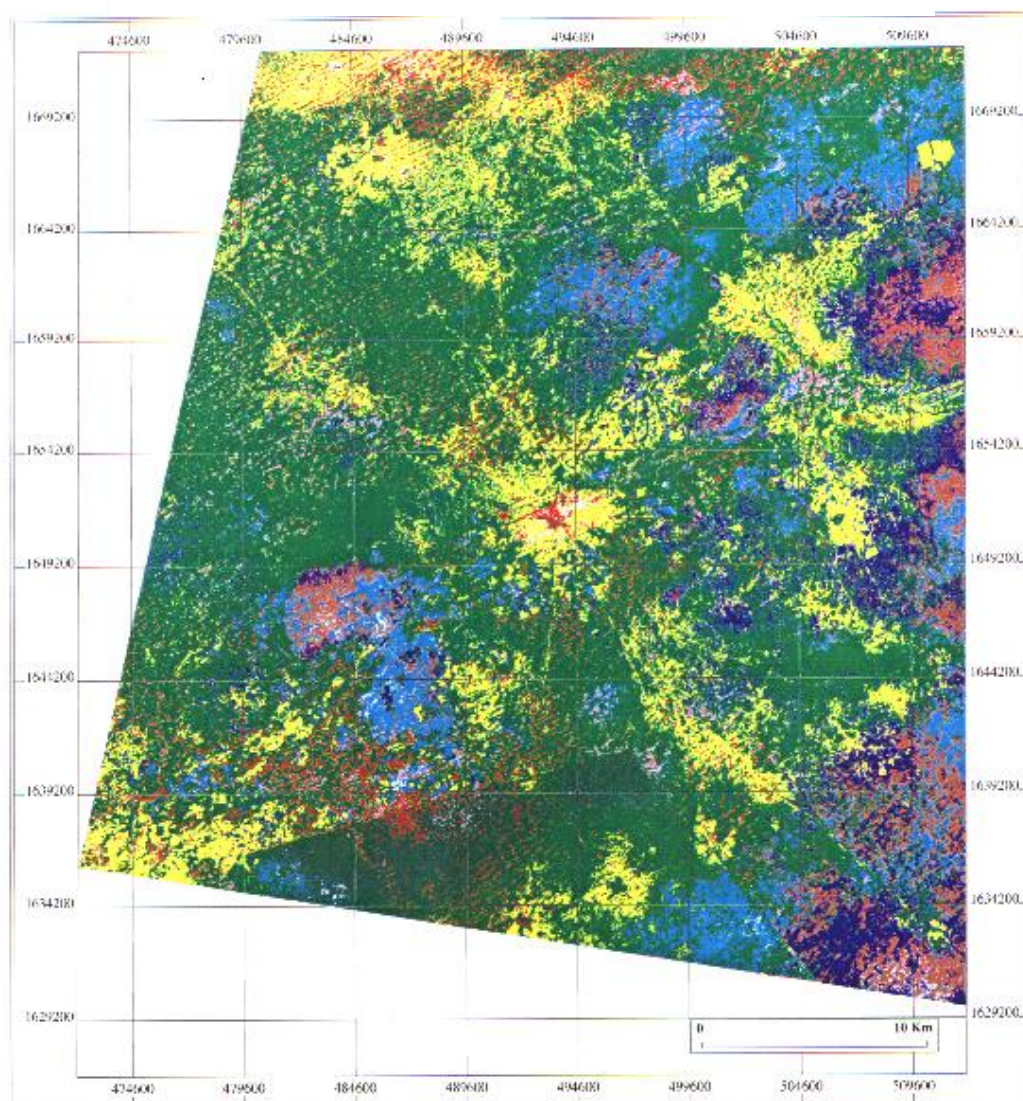
Conclusion et recommandations

La complexité du développement pastoral nécessite la mise à la disposition de nos partenaires au développement d'informations sur l'état des ressources pastorales et sur l'impact des actions des « développeurs ».

Les résultats de suivi des ressources primaires et du cheptel ont permis de lever une contrainte majeure relative à l'absence de données fiables sur les pâturages naturels, le cheptel et les paramètres démographiques et de reproduction.









Pour une utilisation efficace et une meilleure valorisation des produits réalisés, le CSE a mis en œuvre un important programme de formation destinée aux cadres nationaux et à ceux de la sous-région. Cette activité s'inscrit dans la perspective d'un transfert de certaines techniques à nos partenaires. En effet, en collaboration avec le Groupe pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale (GDTA), une session de formation portant sur « Télédétection – Système d'Information Géographique et Pastoralisme » a été organisée au CSE sur financement du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) basé à Toulouse.

Figure 9 : Carte des formations végétales de l'unité pastorale de Thiel



Carte issue de la somme des plans classifiés :
Plan de la strate mise en défens + plan de la strate non mise en défens

Légende :

 T. R<25%	 B. RÉCENTS	REJET
 T. R>25%	 B. ANCIENS	
 DEP. 25<R<50%	 B. ANCIENS + VÉG.	
 DEP. R>50%	 ZONES PIÉFINÈLES	

ETUDE CARTOGRAPHIQUE DES COMMUNAUTÉS RURALES ENCADRÉES PAR LE PGCRN DANS LE CENTRE-OUEST DU SENEGAL

Contexte

Le Centre de suivi écologique a réalisé la cartographie des cinq premières Communautés rurales encadrées par le Projet de gestion communautaire des ressources naturelles (PGCRN) dans le Centre-Ouest du Sénégal. Les résultats de cette cartographie de base doivent aider à l'exécution des plans de gestion des terroirs en procurant aux populations et à l'unité de coordination du projet une appréhension raisonnée des espaces concernés. Egalement, pour assurer une appropriation par le projet des ces outils cartographiques, la formation des agents de l'Unité de Gestion du Projet (UGP) à l'utilisation du Système d'Information Géographique *Arc-View* a été demandée.

Méthodologie

La numérisation des fonds topographiques et administratifs de base, étape initiale du projet, a été associée à la reconnaissance du terrain d'étude et à la formalisation de toutes les données spatiales à introduire dans le système.

A l'échelle d'une Communauté rurale, la technique classique de cartographie par points de la *population rurale* s'est imposée. Elle est associée à la cartographie d'inventaire, pour tenir compte de variables socio-économiques telles que les *équipements collectifs* et les *organisations rurales*. Cependant, c'est le thème de l'occupation-utilisation du sol qui a mobilisé le plus de ressources techniques.

En effet, au-delà du problème de perception du phénomène géographique que pose l'aspect conventionnel des images satellitales utilisées, c'est la mise au point méthodologique par rapport à l'échelle de travail qui a été déterminante, puisqu'elle permet d'appréhender la notion de *ressource naturelle* dans des *limites administratives* prédéfinies ; d'où le cheminement suivant : intégration des images multibandes et panchromatique de Spot, identification sur résultats analogiques, saisie, composition et contrôle par photographies aériennes et GPS. Les activités de ce programme ont été menées en partenariat. Elles ont été riches d'expériences et ont permis de disposer de cartes au 1/25 000, c'est-à-dire à une échelle sans commune mesure avec la documentation usuelle.

Résultats

Deux exemples représentatifs du Sine et du Sud-Saloum illustrent ici les résultats obtenus. Il s'agit respectivement des CR de Diaoulé (figure 10 : *socio-économie*) et de Médina Sabakh (figure 11 : *occupation-utilisation du sol*).

Ici, la nomenclature intègre le regard que les populations portent sur leurs terres plus ou moins utilisées, là elle rend compte de l'habitat rural dans sa hiérarchisation.

Le travail réalisé a été d'autant plus exaltant que de nombreuses difficultés, allant de l'acquisition des données à la mobilisation des outils, sont apparues. Cependant, le PGCRN aura permis à la communauté des décideurs de franchir un grand pas dans la manière d'approcher les ressources naturelles des CR. Au plan scientifique le gain est considérable, car aucune CR du Sénégal, même celles très bien étudiées du Bassin arachidier, tournant autour d'une moyenne de 200 km² seulement, n'a fait l'objet d'une cartographie de base à grande échelle. En plus, l'aspect numérique du traitement peut conférer aux produits cartographiques un caractère évolutif. L'application s'inspire effectivement du principe des Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui s'avèrent utiles à la gouvernance locale.

CARTOGRAPHIE DE TERROIRS VILLAGEOIS

Contexte

Face au processus de dégradation des ressources naturelles, les partenaires au développement et les ONG, compte tenu des enseignements tirés des interventions antérieures, travaillent de plus en plus à la base pour améliorer le niveau de vie des populations de manière significative et durable. C'est dans ce cadre que s'inscrit la démarche de l'équipe Agro-écologique de CARITAS Kaolack qui estime que pour atteindre cet objectif, la priorité devrait être accordée aux actions de planification pouvant permettre une exploitation rationnelle des ressources naturelles à l'échelle du terroir villageois.

C'est dans ce contexte qu'elle a fait appel à l'expertise du Centre de suivi écologique pour la cartographie de trois terroirs villageois dans les régions de Fatick, Diourbel et Kaolack (terroirs de Mbassis, Walalane et Gomone). Cependant dans le cadre de ce présent rapport, seuls les résultats obtenus sur le terroir villageois de Mbassis sont présentés.

Méthodologique

L'exercice de planification pour une exploitation rationnelle et durable des ressources naturelles est assez complexe, parce qu'elle fait appel à plusieurs disciplines et doit prendre en compte l'ensemble des paramètres des systèmes de production et de consommation de tous les acteurs.

C'est d'ailleurs pour ces raisons que les méthodes utilisées pour faire le travail sont systématiquement sous tendues par une approche interdisciplinaire et participative. En effet, les experts du CSE ont travaillé en étroite collaboration avec l'Equipe Agro-Ecologique de CARITAS-KAOLACK et les populations locales.

Pour les besoins de la cartographie, des photographies aériennes fournies par la Direction des Travaux Géographiques et Cartographiques (DTGC) ont été agrandies au 1/10 000.

Leur interprétation visuelle a permis d'identifier quelques thèmes majeurs tels que le domaine agricole, les zones de jachère, les zones de parcours, les zones forestières, les sols nus et les points d'eau. Une fois cartographiés, ces différents thèmes ont été validés sur le terrain.

Résultats obtenus sur le terroir de MBassis

La figure 12 montre que les terres agricoles occupent la plus grande partie de l'espace. Cette donnée pourrait s'expliquer par la vocation agricole du milieu qui connaît une demande croissante de terre, eu égard à la poussée démographique. Il faut aussi noter que les *sao*¹, généralement situés sur les dépressions, se rétrécissent de plus en plus au profit des cultures.

¹ Sao : parcours du bétail

Mbassis est le terroir villageois qui présente le plus de potentialités dans la zone du fait de la variété des micro-zones écologiques qui s'y trouvent (tableau 1). Pour cette raison, les populations s'adonnent, en plus de l'agriculture et de l'élevage, à la pêche dans le cours d'eau limitant le terroir au sud et à l'est. L'exploitation du sel devient aussi une activité de contre saison de plus en plus importante même si les zones concernées ne couvrent actuellement que 2,71 ha (0,22 %). Elle permet aux populations (en particulier les femmes) de mener des activités rémunératrices pendant la saison sèche.

Les zones marécageuses et les mangroves tendent à perdre aujourd'hui leur intérêt économique d'antan à cause de leur niveau de dégradation assez avancé (mortalité des palétuviers et salinisation des rizières). Par ailleurs le phénomène de "tannisation" qui est favorisé par la baisse continue des pluies durant les deux dernières décennies est devenu très préoccupant à Mbassis, puisqu'il est synonyme de perte de terres de culture.

Classes	Superficies(en ha)	Pourcentages (%)
Cultures sous pluie en savanes arborées	541,19	44,00
forêt claire sèche/ parcours	268,60	21,84
savanes arbustives/ parcours	26,97	2,19
Tannes vifs	92,31	7,50
Tannes enherbés	87,07	7,08
Tannes arbustifs	26,97	2,19
Mangrove	60,29	4,90
Zone marécageuse	143,37	11,66
Exploitation de sel	2,71	0,22
Total	1230,00	100,00

Tableau 1: Superficies des différentes classes du terroir villageois de Mbassis

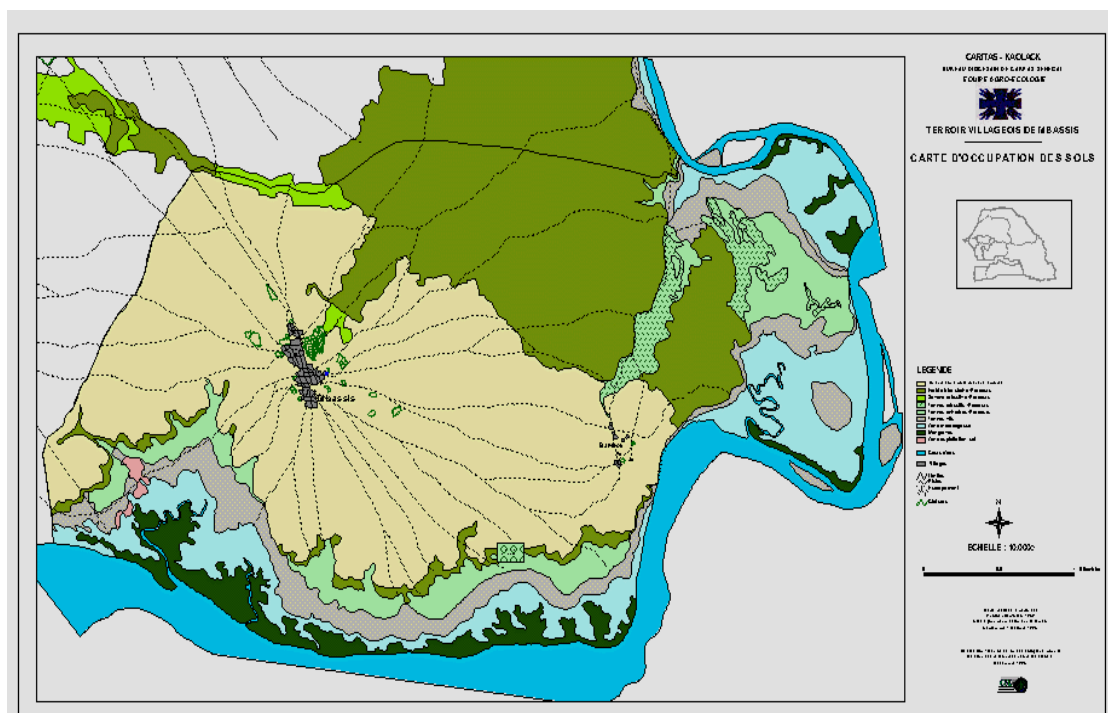


Figure 12: Carte d'occupation des sols du terroir villageois de Mbassis

CARTOGRAPHIE DE LA FORET CLASSEE DE NDANKOU

Contexte

La forêt classée de Ndankou est située dans la zone écogéographique du bassin arachidier, dans l'arrondissement de Nganda, département de Kaffrine. C'est une zone où les activités anthropiques (empiétements agricoles, coupes abusives et passage de transhumants) compromettent la gestion raisonnée des ressources naturelles. Ainsi le projet "Combustibles Domestiques" financé par la GTZ a jugé nécessaire de faire l'inventaire et la cartographie des ressources ligneuses de la forêt classée de Ndankou. L'objectif du projet est la mise en œuvre d'un schéma d'aménagement et de gestion des ressources naturelles avec les populations locales.

C'est dans ce cadre que se situe le travail de cartographie des ressources forestières de la forêt classée de Ndankou. La représentation spatiale des données issues de l'inventaire forestier devrait permettre d'utiliser ces cartes comme outil d'aide à la décision pour la planification et la gestion des ressources forestières entreprises par le Projet Sénégal-Allemand d'Appui au Sous Secteur des Combustibles Domestiques (PSACD).

Les cinq cartes dont la réalisation a été confiée au Centre de suivi écologique intéressent les thèmes du potentiel ligneux, de l'utilisation des terres, des types de formations végétales, du parcellaire et des valeurs pastorales. Les différentes informations relatives à ces thèmes sont connues à partir de placettes de 4 ha sur lesquelles a été effectué l'inventaire.

Méthodologie

La collecte des données sur le terrain a été assurée par l'Inspection Régionale des Eaux et Forêts de Kaolack. Ces données ont ensuite été traitées, codifiées et saisies sous format Excel par le PSACD.

La conception cartographique a été assurée par le Centre de Suivi Ecologique. La méthodologie définie par le CSE comporte les étapes suivantes :

- numérisation des détails planimétriques au 1/25 000, à partir des orthophotocartes de l'OMVG (1982) ; les détails planimétriques devant servir de fond pour chacune des cartes thématiques :
 - le réseau routier (pistes, sentiers),
 - le réseau hydrographique (vallées et mares),
 - les localités limitrophes (villages, hameaux),
 - les limites de la forêt classée ;
- génération des centres des placettes à partir de leurs coordonnées UTM relevées pendant l'inventaire de terrain et affectation d'un numéro d'identification ;
- génération d'un quadrillage délimitant des placettes de 200 mètres sur 200 mètres (4 ha) à partir du plan de sondage orienté nord-sud suivant le cheminement des layons ;

- liens entre les codes des classes et des placettes pour chacun des thèmes ;
- conception cartographique.

Résultats

La carte du parcellaire au 1/25 000 : le découpage du parcellaire a été fait en fonction du tracé de certaines pistes afin de faciliter leur repérage.

La carte du potentiel ligneux au 1/10 000 : les résultats de l'inventaire des ressources ligneuses ont été présentés selon quatre classes de volumes à l'hectare :

- < à 1m³/ha,
- de 1 à 5 m³/ha,
- de 6 à 10 m³/ha,
- > à 10 m³/ha.

La carte de l'utilisation des terres au 1/25 000 : elle présente des informations relatives aux coupes forestières observées de 1980 à nos jours. La légende fait apparaître trois classes :

- ne représentant aucune coupe,
- représentant des coupes sélectives,
- représentant des coupes à blanc.

La carte du couvert végétal au 1/25 000 (figure 13) : les différents types de formations végétales identifiées ont été déterminés par rapport à la nomenclature de Yangambi. Les unités identifiées et représentées sont les suivantes : forêt claire, savane boisée, savane arborée, savane arbustive, galerie forestière, réalisation forestière et zone agricole.

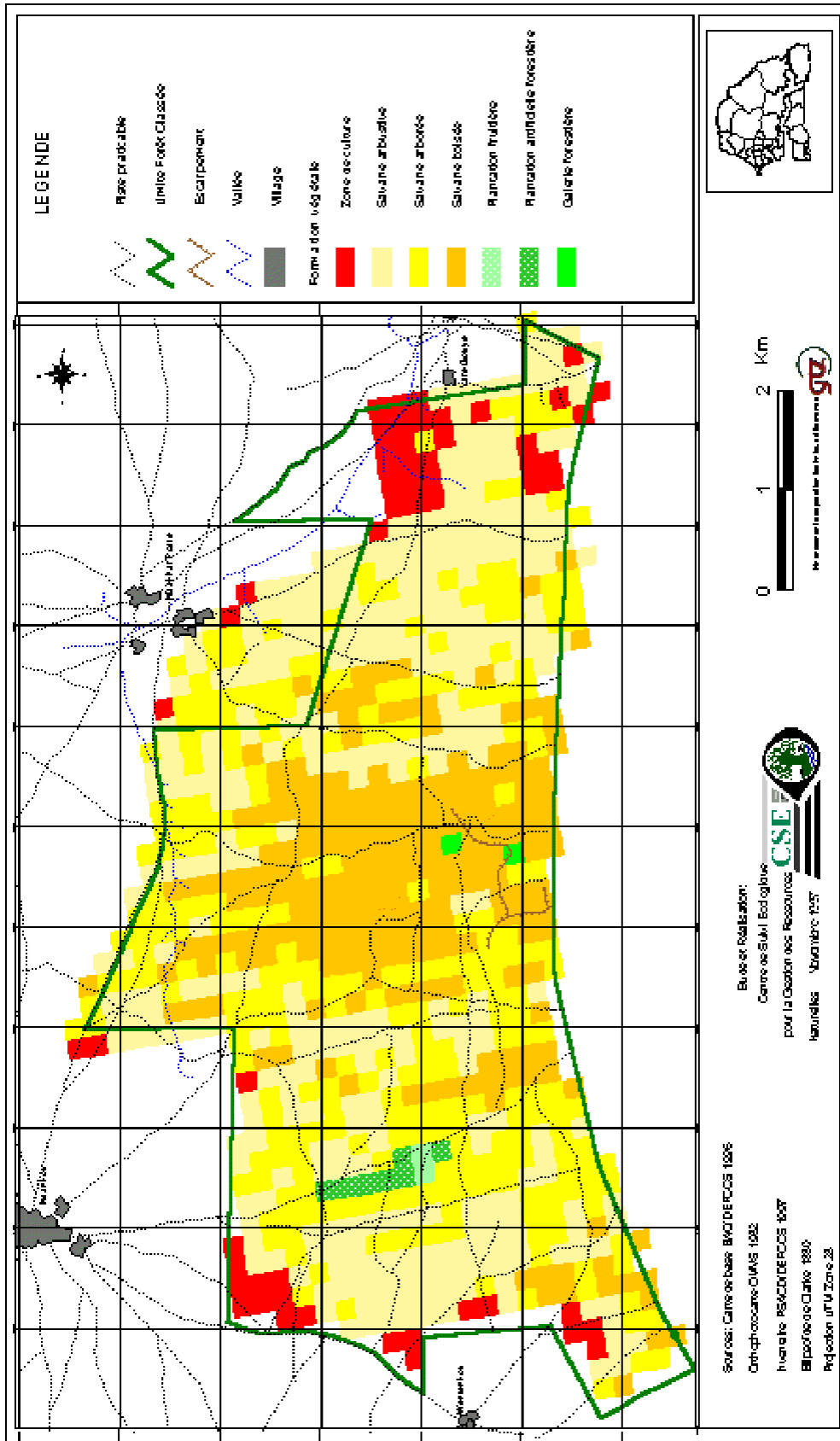
La carte pastorale au 1/25 000 : cette carte représente la valeur pastorale des fourrages d'après leur valeur nutritive en saison sèche, à savoir : médiocre, faible, passable, moyenne, bonne et excellente.

La carte de base au 1/ 25 000 : cette carte est constituée d'éléments topographiques tels que pistes, villages et réseau hydrographique et limite de la forêt classée.

Les différentes cartes ont été produites sous format numérique et analogique, à l'échelle du 1/25 000 pour les cartes thématiques et le fond de carte et au 1/10 000 pour la carte du parcellaire.

Le choix du mode de représentation des thèmes sur des placettes fixes facilite l'élaboration des cartes et rend opérationnel le processus de cartographie des différents thèmes.

La réalisation des cartes a permis ainsi de constituer une base de données thématiques qui peut s'avérer utile aux requêtes susceptibles d'être faites en vue de l'aménagement de la forêt classée de Ndankou.



VALLEES FOSSILES

Contexte

La Mission d'Etude et d'Aménagement des Vallées Fossiles a besoin, pour accomplir la tâche qui lui est dévolue, d'un certain nombre d'informations liées à l'environnement des vallées à revitaliser. Ainsi, la carte d'occupation des sols de la zone d'emprise des vallées fossiles est un outil nécessaire tant dans les phases de planification et d'exécution du projet que dans les programmes de développement de l'après-projet.

La zone d'étude qui couvre 42,68 % du territoire national (85 000 km²) est comprise entre les fleuves Gambie et Sénégal et s'étend de 13°35' à 16°30' nord en latitude et de 12°30' à 16°50' ouest en longitude. La couverture cartographique concerne principalement six vallées fossiles qui seront remises en eau, avec une emprise de 20 km de part et d'autre de leurs lits mineurs. Les vallées ciblées sont : le Ferlo, le Car-Car, le Sine, le Saloum, le Baobolong et le Sandougou.

Elles traversent les régions administratives de Thiès, Louga, Diourbel, Fatick, Kaolack, Tambacounda et Saint-Louis (figure 14).

Méthodologie

La carte d'occupation du sol (figure 15) est réalisée à partir d'images satellitales Landsat TM combinées à des relevés sur le terrain.

Quatre logiciels sont utilisés :

- WINCHIPS et ERDAS pour le traitement d'image,
- ARC/INFO et Arc-View pour l'habillage des cartes.

• Les images

Huit scènes Landsat-TM ont été utilisées pour couvrir la totalité de la zone d'étude. Ce sont les scènes :

202-50 du 17/5/94,
203-49, 203-50, 203-51 du 22/4/94,
204-49 et 204-50 du 13/4/94,
205-49 et 205-50 du 4/4/1994.

Les images acquises sur CD ROM n'ont subi aucun traitement préalable, si ce n'est ceux effectués sur le mode de réception et de codage.

Le redressement des images a été réalisé à l'aide du GPS et des cartes topographiques au 1/50 000.

- **La classification des images**

Une classification non supervisée est effectuée dans un premier temps en vue de prendre en compte au mieux la variabilité de la combinaison des trois canaux 4, 3 et 2. Une classification supervisée basée sur le « maximum de vraisemblance » est ensuite appliquée avec des aires d'entraînement recueillies au moment des vérifications sur le terrain. Des corrections sont apportées aux classifications après les ultimes vérifications de terrain.

Résultats

Dans la phase de classification supervisée, l'application des aires d'entraînement déterminées par la similarité de relevés a permis de discriminer 23 classes dont 20 concernent la végétation naturelle et 3 le sol nu/zones agricoles, l'eau et les établissements humains.

Les classes de végétation sont constituées sur la base des définitions adoptées à la réunion de Yangambie (Boudet, 1977) et de la classification internationale de la végétation proposée par l'UNESCO en 1973.

Type de végétation	Recouvrement ligneux (%)
Steppe arborée	<2
Steppe arbustive	2 - 5
Savane arbustive claire	5 - 8
Savane arbustive	8 - 15
Savane arbustive dense	15 - 20
Savane arborée claire	20 - 25
Savane arborée	25 - 40
Forêt claire	40 - 50

Tableau 2 : Base de détermination des différentes classes des formations végétales

Sur cette base, 654 relevés ont été effectués à l'aide du GPS sur l'ensemble de la zone. Les taux de recouvrement de la strate ligneuse ont été estimés en référence aux valeurs de recouvrement calculées des sites de suivi du CSE (tableau 2).

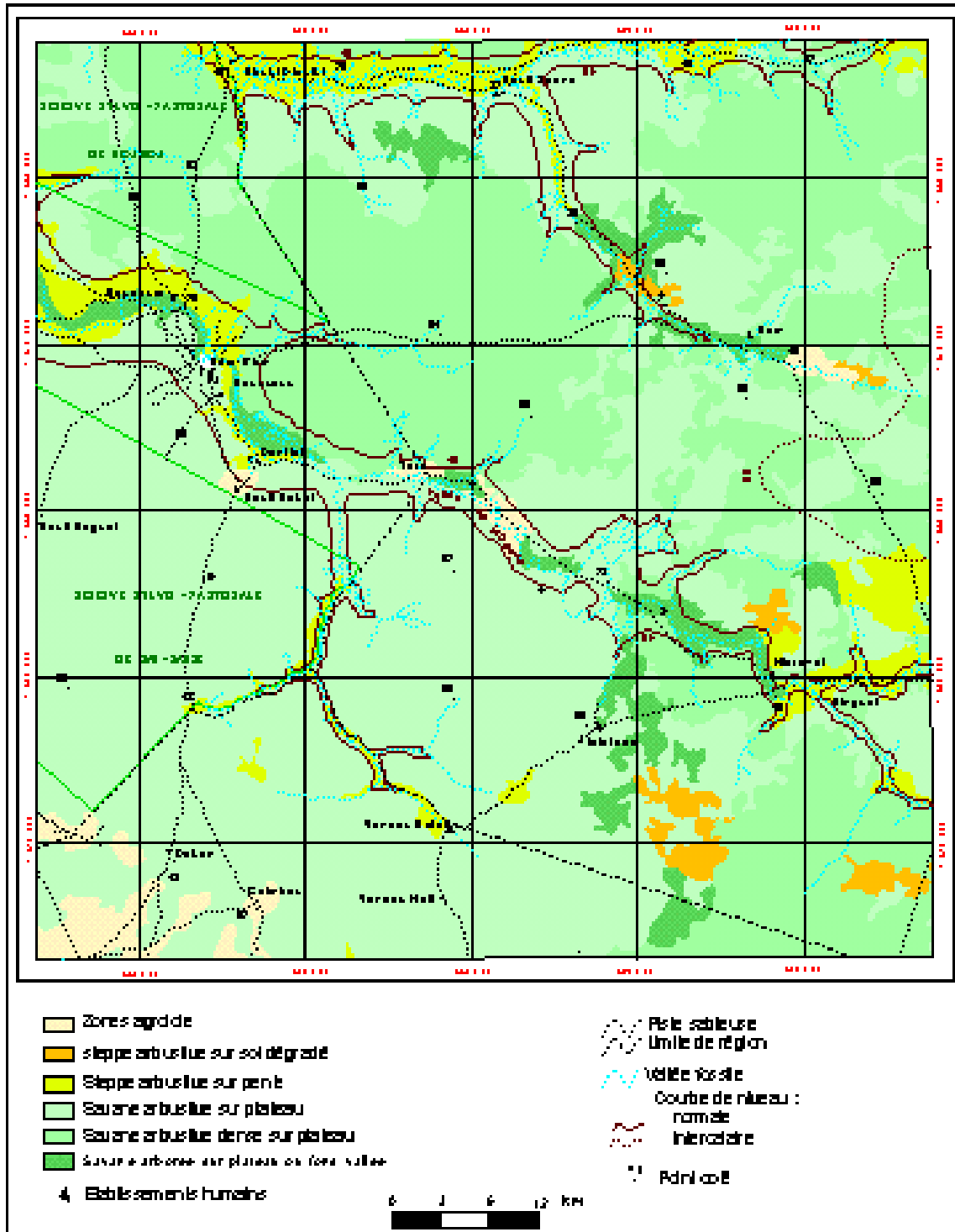
Chaque classe de végétation est affectée, du type morphopédologique auquel elle appartient. Trois types de formations végétales sont caractéristiques de la zone (steppe, savane et forêt), mais les classes constituent des variantes liées essentiellement au degré de recouvrement, à la situation topographie et, quelques fois, à la nature du sol. Les formations steppiques sont surtout localisées dans la moitié ouest de la zone du projet et les versants de la vallée du Ferlo tandis que les savanes sont plutôt présentes dans la moitié Est. La steppe arbustive relevée au niveau de la zone Sud constitue des faciès de dégradation de la savane créés plus par l'érosion hydrique que par la déforestation à des fins agricoles.

Du point de vue floristique, certaines espèces comme *Balanites aegyptiaca*, *Acacia raddiana* et *Calotropis procera* sont surtout caractéristiques des steppes tandis que d'autres telles que *Pterocarpus lucens*, *Commiphora africana*, *Acacia seyal* et *Mitragyna inermis* sont surtout

relevées dans les savanes. Par contre, *Guiera senegalensis*, *Boscia senegalensis* et *Combretum glutinosum* sont présentes dans les deux types de formations. Les forêts claires qui peuplent la zone soudanienne sont très souvent constituées par *Cordyla pinnata*, *Sterculia setigera*, *Bombax costatum* et *Acacia macrostachya*. Forêts, savanes et steppes qui représentent les 3/4 de la zone constituent des parcours naturels utilisés par le cheptel et par la faune.

Dans la partie ouest où l'agriculture occupe une place importante, les aires de culture se confondent avec les parties nues en raison de la période de prise de vue, mais surtout de l'absence de structure qui pourrait s'identifier comme des éléments de délimitation des champs.

REPUBLIQUE DU BENEGAL
 MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE
 MISSION D'ETUDE ET D'AMENAGEMENT DES VALLEES FOBBILES
 CARTE D'OCCUPATION DES SOLS
 PAYS 4



LE CONCEPT DU SYSTEME D'INFORMATION SUR L'ENVIRONNEMENT

Le Système d'Information sur l'Environnement (SIE) est conçu comme un outil dont l'objectif global est la mise à disposition de données et d'informations facilitant la prise de décision en matière de gestion efficace et durable des ressources naturelles.

En effet, un tel outil peut faciliter le suivi de l'environnement et de son évolution afin de permettre une plus grande sensibilisation des acteurs de la vie économique aux questions environnementales, d'évaluer les impacts environnementaux des différentes politiques et activités économiques et d'orienter la politique des décideurs et les activités des différents acteurs.

Ainsi, un SIE doit non seulement abriter des données diversifiées portant sur tous les domaines intéressant l'environnement mais également comporter un mécanisme de mise à jour régulière de ses informations.

Du fait de sa complexité tant du point de vue de la qualité que de la richesse des données, la mise en œuvre d'un SIE passe généralement par plusieurs étapes en fonction des préoccupations du pays. Au Sénégal par exemple l'élaboration très avancée du Plan National d'Action pour l'Environnement et du Programme d'Action National de Lutte contre la Désertification ainsi que le transfert par l'Etat de certaines compétences aux collectivités locales, dans le cadre de la politique de décentralisation, ont amené les structures compétentes à entreprendre la réalisation d'un Système d'Information sur la Désertification (SID) et d'un Système d'Information Urbain (SIU).

A terme, l'évolution de tels systèmes, vers la prise en compte des informations utiles à la mise en œuvre des Conventions sur le Biodiversité, les Changements Climatiques et la Désertification, pourrait consolider la structure de base d'un SIE.

LE SYSTEME D'INFORMATION SUR LA DESERTIFICATION DU SENEGAL (SID)

Contexte

Le SID est la formulation thématique d'un Système d'Information Intégré sur l'Environnement (SIIE) appliqué à l'étude du processus de désertification. Le SID prône à la fois une approche institutionnelle et technique des processus informationnels et décisionnels à tous les niveaux d'implication. Il informe de l'existence de bases de données, de cartes de bases ou de cartes plus élaborées ayant trait aux phénomènes de la désertification, de textes scientifiques et techniques et autres documents faisant état de l'avancement des plans, programmes et projets de lutte contre la désertification. Le SID permet d'accéder et de faire circuler des informations sélectionnées, filtrées, validées et mises à disposition sous des formes compréhensibles pour les acteurs potentiels impliqués dans la lutte contre la désertification. Le SID utilise les moyens d'information et de communication classiques (supports papier) et modernes (supports électroniques : disquettes, CD ROM, services Internet...)

Objectifs du projet SID Sénégal

Le SID Sénégal a pour fonction de :

- diffuser les objectifs et les efforts du Programme d'Actions National de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD) dans le cadre de la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (CCD) ;
- valoriser les travaux existants et les résultats des différents acteurs nationaux en vue de les prendre en compte dans le processus d'élaboration et de mise en œuvre du PAN/LCD ;
- assurer la concertation entre acteurs (administrations, services techniques, laboratoires de recherche, associations de développement...) en vue d'améliorer la coordination des actions ;
- permettre l'accès à des données, produits et informations multi-sources, multi-formats, multi-échelles, multi-temporelles et multi-média ;
- faciliter le suivi des phénomènes de désertification et de dégradation des milieux ;
- accéder aux informations générales ou aux données scientifiques d'autres partenaires locaux, nationaux, sous-régionaux ou internationaux impliqués dans la mise en œuvre de la CCD.

Partenaires du SID

Le SID met en réseau tous les partenaires impliqués pour faciliter la circulation de données et de produits utiles aux programmes d'action. Le Sénégal a opté pour une démarche de large participation dans le processus de planification et de mise en œuvre d'actions pour la lutte contre la désertification. Ainsi, le SID Sénégal implique plusieurs catégories d'acteurs qui sont :

- les pouvoirs publics (ministères ou services techniques impliqués dans la LCD, instituts de recherches et de formation...);
- la société civile (ONG, associations, syndicats, sociétés privées...);
- les partenaires de coopération (Agences développement bi et multilatérales, ONG internationales, institutions scientifiques et techniques de coopération...).

Contenu du SID

• Informations générales

Plusieurs liens sont créés dans la partie liminaire de la page d'accueil du serveur pour donner accès à des informations générales sur la CCD, le concept du SID, celui du PAN, les activités menées dans le cadre du PAN, etc.

• Bibliothèque virtuelle

La bibliothèque virtuelle du SID Sénégal est une chaîne de liens qui permet l'accès intégral à des documents primaires relatifs au thème de la désertification et aux domaines qui lui sont connexes. Les documents rassemblés permettent de traiter des questions législatives, réglementaires, techniques, scientifiques et opérationnelles. La procédure utilisée consiste à créer des liens qui, à partir de la page d'accueil, permettent d'accéder à une liste de références dont chacune donne accès au sommaire, et chaque titre du sommaire à l'intégralité du chapitre en question.

• Cartothèque virtuelle

Le développement prestigieux des moyens de cartographie assistée par ordinateur a rendu possible la réalisation, durant ces dernières années, d'un nombre important de cartes numériques. La consultation de ces cartes, qui traitent de thèmes très variés, peut permettre d'avoir une bonne vision du phénomène de la désertification. Malheureusement, ces cartes sont disparates et par conséquent très peu valorisées. Cette situation conduit à des duplications et/ou une diversité de formats qui, à terme rend difficile l'intégration des données cartographiques. L'objectif de la cartothèque virtuelle est de permettre un accès à ces cartes via Internet. La procédure consiste à créer une suite de liens partant de la page d'accueil du serveur à la carte numérique elle-même en passant par une liste alphabétique de ces cartes. L'objectif à terme est de rendre possible l'exploitation directe d'une base de données environnementale géoréférencée rassemblant les couches de données qui permettent à des utilisateurs finaux de composer la carte désirée à partir de requêtes inter actives via Internet.

- **Métabase de données cartographiques**

La métabase de données cartographiques est basée sur un recensement exhaustif des cartes géographiques élaborées sur le Sénégal. Initialement les données collectées ont été saisies dans le gestionnaire de base de données, le MICRO CDS/ISIS. Cela a permis de faire un certain nombre de tri selon des critères définis (échelles, sujets...). Les résultats de ces requêtes ont fait l'objet d'une présentation lisible via Internet. Ainsi, la page d'accueil du SID Sénégal renferme un lien intitulé " Métabase de données cartographiques", qui donne accès à une liste de critères. Chaque critère renvoi à une liste de références cartographiques. Les références donnent des indications sur l'intitulé, le contenu, la localisation, la disponibilité.

- **Kiosque institutionnel**

Le but de ce lien est de faire connaître toutes les institutions qui interviennent dans la lutte contre la désertification. Le lien prévu dans la page d'accueil permet d'accéder à une liste alphabétique des institutions recensées. Chaque nom d'institution donne accès à une présentation exhaustive de l'institution, de ses activités dans le domaine de la LCD et de ses ressources informationnelles.

Conclusion

Le SID Sénégal a terminé sa phase de lancement avec la réalisation et la validation du prototype de son serveur. La phase opérationnelle a démarré depuis octobre 1997 par l'adoption d'une charte informationnelle à l'occasion d'une table ronde qui avait réuni les catégories d'acteurs du PANLCD. Dans le cadre de cette charte, les partenaires représentés se sont engagés à alimenter régulièrement le serveur SID par les informations produites dans le cadre de leurs activités.

LE SYSTEME D'INFORMATION URBAIN (SIU)

Contexte

Depuis 1996, le CSE a entrepris l'organisation d'un programme de mise en place de capacités pour le développement des systèmes d'information pour la gestion de l'environnement urbain. Ce programme vise à développer les capacités du centre à élaborer des méthodologies, des outils et des produits utilisant les technologies de collecte, de gestion de données et de production de l'information géographique pour mieux appuyer les divers intervenants dans la connaissance et l'aménagement du milieu urbain.

Ce programme a été mené selon une démarche qui repose sur trois axes principaux :

- Au niveau stratégique, il s'agit de définir le cadre logique des activités du CSE en milieu urbain. Le Centre doit s'appuyer sur une maîtrise technique lui permettant de concevoir, développer et mettre en place des SIG pour le compte des partenaires et d'assurer un suivi et une maintenance régulière.
- Au niveau méthodologique, il s'agissait en rapport avec l'option stratégique définie, de mettre en place un prototype de base de données et de tester des approches thématiques urbaines en vue d'évaluer les possibilités des produits à développer.
- Au niveau opérationnel, la démarche a consisté à mettre en place les mécanismes de collaboration avec certains partenaires techniques, à créer les bases de données et les produits de démonstration nécessaires à la promotion de cette activité.

Méthodologie

La mise en place d'un prototype de SIG urbain sur la ville de Dakar a été l'activité principale du programme. Elle a permis de constituer une base de données composées de plusieurs couches d'information. L'objectif étant de bâtir un système capable d'apporter des produits d'aide à la décision. La réflexion a aussi porté sur la prise en compte de la problématique de la gestion de l'environnement. La recherche de la source d'information la plus pertinente dans ce domaine a conduit à explorer toutes les possibilités offertes par les nouvelles technologies de l'information : la cartographie classique, la photographie aérienne et la télédétection spatiale.

La base de données a été constituée de manière à intégrer des données multi-sources. Son élaboration a permis de tester plusieurs méthodes concernant le traitement d'images satellitaires haute résolution, la numérisation de carte topographique et le scannage de photos aériennes.

La base topographique a été élaborée aux échelles du 1/50 000, du 1/10 000 et du 1/5 000. Ces échelles permettent de prendre en compte les différents niveaux d'aménagement de l'espace urbain allant des études d'avant projets aux études cadastrales. L'occupation du sol

et son évolution, les réseaux et les infrastructures constituent des éléments dont la connaissance et le suivi sont très importants pour l'aménagement et la planification de l'utilisation de l'espace en milieu urbain.

Couches d'information	Type de données	Sources/Date	Echelle	Thèmes extraits
Image SPOT	Raster	SPOT XS+P 1986 1995	250000 - 50000	Occupation du sol, Espaces verts, Spatiocarte Evolution des espaces
Image LANDSAT	Raster	Landsat 1998	50000 – 100000	Occupation du sol, Espaces verts, Spatiocarte
Photo aérienne	Scannage / Raster	Mission DTGC 1992	20000	Topographie, Cadastre
Région de Dakar	Numérisation/ Vecteur	Carte topographique Feuilles Dakar, Bargny, Kayar SGN, DTGC 1983	50000	Occupation du sol, Végétation, habitat, Infrastructures, Réseau routier
Dakar Ville	Numérisation/ Vecteur	Carte topographique Dakar	10000	Quartiers et îlots, Zonage urbain
Dakar et banlieue	Numérisation/ vecteur	Plan cadastral DTGC	5000	Parcellaires
Démographie	Statistique	Bureau de la statistique	RGPH 1998,	Démographie, Socio- économie, Densité de population

Tableau 3: Synthèse de la base de données urbaines du Sénégal

L'exploitation de cette base de données a permis d'élaborer un certain nombre de produits dont :

- une spatiocarte de la ville de Dakar,
- une carte du réseau de circulation,
- carte au 1/50 000,
- une présentation sur les possibilités du SIG faite devant le conseil régional de Dakar.

Par ailleurs, cette expérience a été menée en synergie avec les autres activités de la section SIG par l'intégration des données dans le cadre des projets exécutés. C'est ainsi qu'une partie des données topographiques est utilisée dans l'étude sur l'impact potentiel des changements climatiques sur la zone côtière.

Parallèlement aux développements méthodologiques, un important travail d'appui aux partenaires et de promotion a été entrepris.

Appui aux partenaires

Dans ce volet, plusieurs actions sont menées ou en cours. Une collaboration est en cours de négociation avec le Conseil Régional de Dakar en prolongement de l'initiative de L'UNITAR visant à aider la Communauté Urbaine de Dakar à mettre en place un SIG populaire.

L'appui aux collectivités est aussi en cours avec le travail entrepris avec l'association Association pour la Promotion Economique, Culturelle et Sociale de Yoff (APECSY) sous forme de :

- construction d'une base de données sur la commune d'arrondissement de Yoff ;
- formation en WEB pour les agents de cette collectivité ;
- mise en place d'un Système d'information.

FORMATION DES UTILISATEURS DANS LE CADRE DES PRESTATIONS DE SERVICES

La formation dispensée par le CSE s'adresse particulièrement aux directions nationales, projets de développement, ONG et organismes sous-régionaux. Elle résulte des nombreuses demandes formulées par ces structures qui sont désireuses de se familiariser avec les technologies de la télédétection, de la photo-interprétation et des systèmes d'information géographique afin de mieux maîtriser les ressources de leur propre zone d'intervention.

C'est pour répondre à une telle demande que la Direction du CSE a créé en 1995 une unité de formation qui a mandat d'organiser des sessions de formation par la confection de modules standards à l'intention des utilisateurs indépendamment des formations sur mesure qu'elle peut assurer pour répondre à des besoins spécifiques. Ces sessions de formations s'adressent également à des agents venant des pays de la sous-région.

Les cours sont organisés au CSE ou sur le site du demandeur et peuvent durer une à six semaines suivant les cas. La formation intéresse les domaines aussi divers que les bases de la télédétection, les systèmes d'information géographique, les outils de suivi et de gestion des ressources naturelles, les outils de bureautique et d'informatique.

L'Unité coordonne les activités de formation en rapport avec les différentes expertises du Centre qui forment un collège pédagogique pouvant, en cas de besoin, être assisté par des consultants. Les prestations de ces consultants sont généralement de courte durée, une semaine à un mois.

Par ailleurs, l'Unité de formation développe de plus en plus des relations de collaboration avec des structures extérieures faisant de la formation. C'est dans ce cadre que se situe la coopération avec le Groupement pour le Développement de la Télédétection Appliquée (GDTA) et le Centre régional AGRYHMET (CRA). Ainsi au cours de l'année 1997, des cours conjoints de formation en SIG ont été organisés au CSE à l'intention des utilisateurs respectivement au mois de mars et au mois de décembre 1997. Pour la sous-région des cours en SIG ont été organisés pour des agents en provenance du Cap Vert et de la Gambie.

Au total 98 agents d'origines diverses ont été formés par le CSE au cours de l'année écoulée.

Dans le court terme, l'Unité de formation cherche à développer des sessions de formation régulières sur les SIG appliqués à la gestion des ressources naturelles.

LA GESTION DES DONNEES AU CSE

Le CSE a entrepris l'inventaire et l'amélioration des méthodes de gestion des données pour tirer un meilleur profit de toutes les informations accumulées au cours des dernières années. La réalisation de cette activité a nécessité la mise en place d'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD), accompagné de l'élaboration d'un dictionnaire des données.

Le but visé est, d'une part, de recenser les données disponibles au Centre et d'identifier sous quelles formes elles sont disponibles, d'autre part de pouvoir les exploiter en l'absence de l'auteur, tout en étant capable d'apprécier leur validité. Cet objectif rentre dans le cadre des activités du CSE et intéresse les données socio-économiques, les produits cartographiques, les photos aériennes, les images satellitaires et celles nécessaires à la mise en place de Systèmes d'Information Géographique.

Les différentes étapes de ce processus de gestion des données sont menées conjointement par différents groupes de travail. La finalisation est prévue pour la fin du premier semestre de 1998. La base de donnée restera évolutive et ceci en fonction des besoins des utilisateurs.

Identification des données existantes au CSE

Cette étape consiste à recenser et regrouper de manière systématique toutes les données, numériques ou non, disponibles au Centre, les rapports, les études, les cartes topographiques, les cartes thématiques, etc.

Mise en place d'une base de données

La première étape concerne l'architecture de la base de données qui devrait permettre d'accéder aux données, de pouvoir lire la documentation qui leur est rattachée et éventuellement de les visualiser.

Elaboration de la documentation des données

Ces métadonnées permettront de renseigner les utilisateurs sur le type de donnée, le document source, le format, la projection, l'échelle, la date de mise à jour, etc.

Elaboration d'un catalogue

Cette étape concerne l'élaboration d'une interface conviviale pour les utilisateurs de la base de données. Ces utilisateurs seront d'une part les experts du CSE et d'autre part les utilisateurs externes après installation de la base de données sur un serveur WEB. L'objectif est d'avoir accès facilement à l'information par des requêtes, de telle sorte que l'on puisse trier les données en fonction de leur nature, leur localisation géographique, leur échelle d'élaboration, etc.

Responsabilisation et réorganisation de la circulation des données

Les nouvelles données produites seront documentées par leurs concepteurs. Le responsable du projet dans lequel s'intègrent ces nouvelles données est chargé de remplir le formulaire de documentation disponible sur le réseau. Le gestionnaire de la base de données devra le récupérer et l'insérer dans le catalogue de données du CSE, comme le seront les données existantes au niveau des experts du Centre, une fois que celles-ci seront documentées.

Liste des sigles utilisés dans le texte

APECSY	Association pour la Promotion Economique, Culturelle et Sociale de Yoff
AVHRR	<i>Advanced Very High Radiometric Resolution</i>
CONSERE	Conseil Supérieur des Ressources Naturelles et de l'Environnement
CRODT	Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye
CSE	Centre de suivi écologique
DANIDA	<i>Danish International Development Agency</i>
EIE	Etude d'impact environnemental
ENDA	Environnement et développement du Tiers-Monde
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IGUC	Institut de géographie de l'université de Copenhague
ISRA	Institut sénégalais de recherches agricoles
MEPN	Ministère de l'environnement et de la protection de la nature
NASA	<i>National Aeronautic and Space Administration</i>
NDVI	<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>
NOAA	<i>National Oceanographic and Atmospheric Administration</i>
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
PGCRN	Projet de gestion communautaire des ressources naturelles
PRODAM	Projet de développement du département de Matam
ROSELT	Réseau d'observatoires de surveillance écologique a long terme
SID	Système d'information sur la désertification
TM	<i>Thematic Mapper</i> (capteur haute résolution du satellite Landsat)
UCAD	Université Cheikh Anta Diop de Dakar
UCL	Université catholique de Louvain (Belgique)
UNITAR	<i>United Nations Institute for Training and Research</i>
UNSO	<i>United Nations Soudano-Sahelian Office</i>
UTIS	Unité de traitement d'images satellitaires (CRODT)
VSR	Vol systématique de reconnaissance

Table des matières

Avertissement	Page 3
Système de suivi	
Suivi de la production primaire des parcours naturels	5
Contexte	5
Approche méthodologique	5
Résultats	5
Recommandations	7
Suivi des feux de brousse	9
Contexte	9
Méthodologie	9
Résultats	
Suivi agricole : détermination des zones à risques pour les cultures céréalières sous pluie	13
Contexte	13
Méthodologie	13
Résultats et analyse	14
Réseau d'observatoires de suivi écologique à long terme (ROSELT)	17
Contexte	17
Méthodologie	17
Résultats attendus	18
Gestion des ressources naturelles à la base	
La gestion des unités pastorales	21
Contexte	21
Approche méthodologique	21
Résultats	23
Conclusion et recommandations	23
Cartographie de base	
Etude cartographique des communautés rurales encadrées par le PGCRN dans le centre-ouest du Sénégal	25
Contexte	25
Méthodologie	25
Résultats	25
Cartographie de terroir villageois	31
Contexte	31
Méthodologie	31
Résultats obtenus sur le terroir de Mbassis	31
Cartographie de la forêt classée de Ndankou	33
Contexte	33
Méthodologie	33
Résultats	34
Vallées fossiles	37
Contexte	37
Méthodologie	37
Résultats	39

Système d'Information	
Le concept du Système d'Information sur l'Environnement	43
Le Système d'Information sur la Désertification du Sénégal (SID)	45
Contexte	45
Objectifs du projet SID Sénégal	45
Partenaires du SID	46
Contenu du SID	46
Conclusion	47
Système d'Information Urbain (SIU)	49
Contexte	49
Méthodologie	49
Appui aux partenaires	49
	51
Ateliers et Formation	
Formation des utilisateurs dans le cadre des prestations de services	53
Gestion des données au CSE	55
Identification des données existantes au CSE	55
Mise en place d'une base de données	55
Responsabilisation et réorganisation de la circulation des données	56
Liste des sigles utilisés dans le texte	57
Table des matières	59