4018

PROJET REGIONAL CILSS - CCE
" SURVEILLANCE DES RESSOURCES NATURELLES
RENOUVELABLES AU SAHEL
(SRNRS)

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET SURVEILLANCE AU 31 DECEMBRE 1990

DG.750/ECR/004/90

EQUIPE DE COORDINATION REGIONALE - AGRHYMET / NIAMEY
BP 11011 NIAMEY NIGER- Téléphonne:73. 44 .12, Fax: 73 .24 .35

PROJET REGIONAL CILSS - CCE
" SURVEILLANCE DES RESSOURCES NATURELLES
RENOUVELABLES AU SAHEL
(**SRNRS**)

ETAT D'AVANCEMENT DU PROJET SURVEILLANCE AU 31 DECEMBRE 1990

DG:760/ECR/004/90

EQUIPE DE COORDINATION REGIONALE - AGRHYMET / NIAMEY
BP 11011 NIAMEY NIGER- Téléphonne:73. 44 .12, Fax: 73 .24 .35

CILSS-CCE

surveillance des ressources
naturelles renouvelables
au sahel

CENTRE AGRHYMET-PROJET SURVEILLANCE

BP 11011
NIAMEY
RÉPUBLIQUE DU NIGER
TÉL.73 44 12
TELEX 5448 NI

ETAT D'AVANCEMENT
DU PROJET SURVEILLANCE
AU 31 DECEMBRE 1990

DG/760/ECR/004/90

S O M M A I R E :

INTRODUCTION :

La sécheresse et les crises alimentaires enregistrées au Sahel au cours des deux dernières décennies, ont revelé la faiblesse et l'insuffisance de l'information sur les productions agricoles de cette zone. Depuis lors ce besoin en information reste fortement ressenti dans les pays du CILSS (Comité Permanent Inter-Etats de Lutte Contre la Sécheresse au Sahel) au niveau des services techniques, des gouvernements, des organisations régionales, des organismes d'aides,... L'importance de ce besoin justifie l'existence dans la région, de nombreux opérateurs menant dans ce secteur, des activités diverses, peu coordonnées, ayant parfois des recouvrements très importants. Ce besoin se précise de plus en plus en terme de pertinence, de fiabilité, de précocité et de coût supportable à long terme.

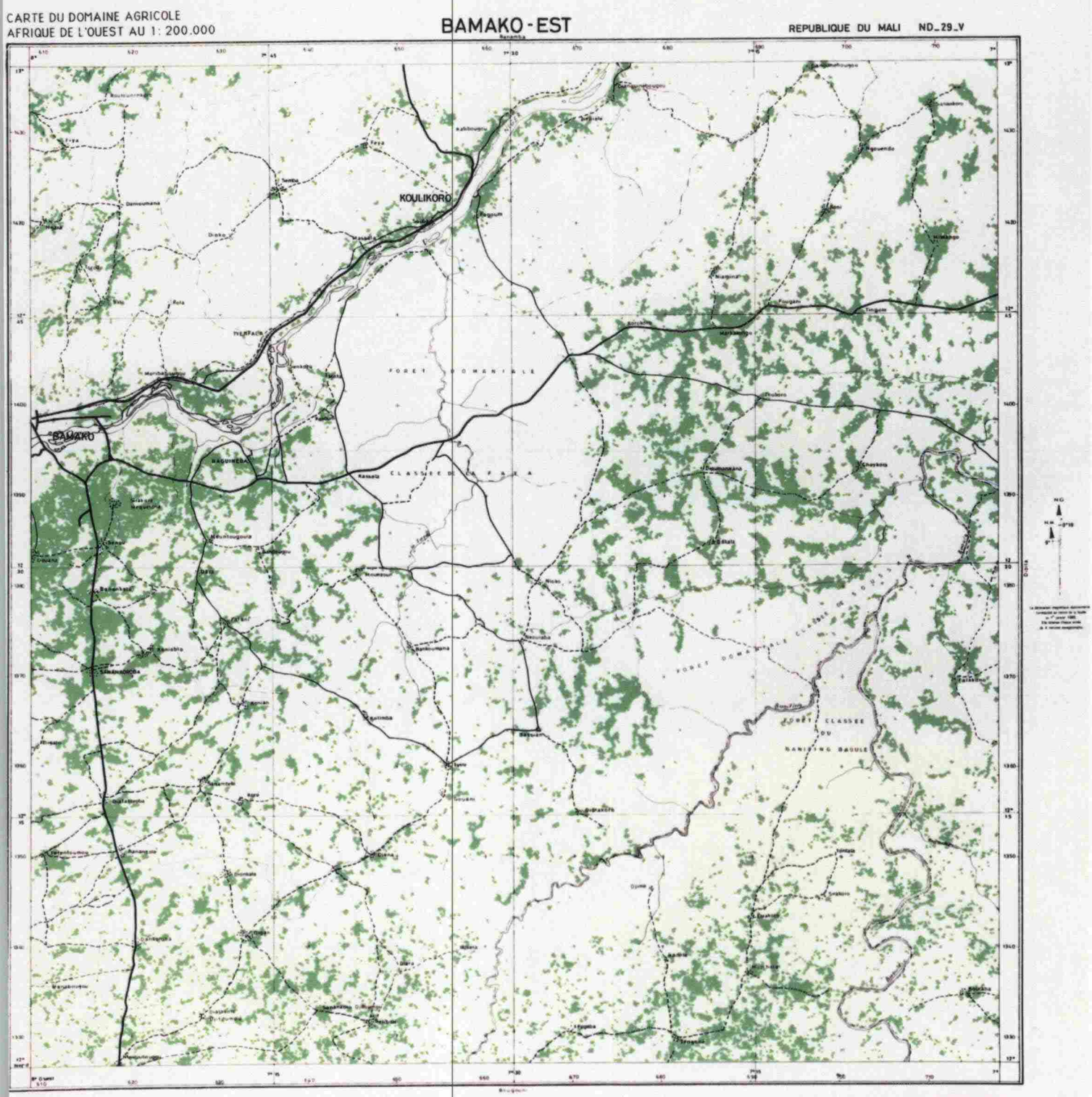
Le CILSS pour sa part s'est doté dans un premier temps du Programme AGRHYMET (pour le suivi agro et hydrométéorologique des campagnes agro-pastorales) et du Projet Diagnostic Permanent (pour la sécurité alimentaire). Mais conscient du fait que l'amélioration qualitative des performences au niveau du **coût**, de la **fiabilité**, de la **pertinence** et de la **précocité** de ce type d'information réside davantage dans les inovations méthodologiques, le CILSS a conçu et mis sur pied en 1986 le projet dénommé **Surveillance des Ressources Naturelles Renouvelables au Sahel (SRNRS).** Les activités de ce projet ont de ce fait été orientées essentiellement vers l'évaluation des potentialités de l'outil télédétection en vue d'appuyer les efforts d'inovation méthodologique en matière d'information sur les productions agricoles.

Quatre ans après son démarrage qui a été difficile, le Projet SRNRS comptabilise des acquis en terme de résultats méthodologiques et d'expérience. Ce rapport se propose de donner un aperçu succint sur l'état d'avancement du projet au 31 Décembre 1990 en présentant :

- **un bref rappel sur l'historique du projet**
- **une synthèse de ses acquis**
- **les perspectives d'amélioration et d'appronfondissement des résultats au cours de l'année 1991.**

Ces présentations aboutiront à un bilan provisoire mettant en relief **les éléments de base et les orientations possibles au cours d'une potentielle deuxième phase.**

Carte du Domaine Agricole : B_2



90/R 964.S - EB/MM
NOVEMBRE 1990

1. RAPPEL SUR L'HISTORIQUE DU PROJET :

1.1. Origine :

Le Projet Surveillance des Ressources Naturelles Renouvelables au Sahel découle d'une action de recherche menée antérieurement en Guinée et au Mali par le Centre Commun de Recherche des Communautés Européennes (CCR). Cette action de recherche appelée Projet JOLIBA visait à la mise au point d'une méthodologie de prévision des productions rizicoles dans le bassin du Niger, en amont du delta centre nigérien en s'appuyant entre autre sur l'utilisation des techniques de télédétection. Ce Projet conportait deux volets :

- un volet agronomique à deux composantes : l'estimation des superficies couvertes par les classes de rizières et l'estimation des rendements correspondants,

- un volet hydrologique portant sur la prévision des caractéristiques de la crue à venir et le suivi de la mise en eau des périmètres rizicoles.

A leur évaluation les résultats du Projet JOLIBA, bien que très intéressants, nécessitaient d'être consolidés et en même temps étendus à la fois géographiquement (à d'autres pays du CILSS) et thématiquement (aux cultures pluviales). Le Projet Surveillance des Ressources Naturelles Renouvelables fut créé dans ce cadre. Articulé autour de deux volets (un volet recherche et un volet coordination), il visait à asseoir à terme les bases d'une phase opérationnelle de surveillance des ressources naturelles au Sahel.

1.2. Objectifs spécifiques du Projet SRNRS :

Le Projet a pour objectif la mise au point au bénéfice des pays du Sahel et de la Guinée, d'une méthode de prévision et de surveillance des ressources naturelles renouvelables de ces pays utilisant en particulier la télédétection en vue de :

- la prévision des production céréalières : riz, céréales traditionnelles en culture sèche,

- la prévision des disponibilités en eau d'irrigation des périmètres tributaires du Fleuve Niger,

- la préparation d'une phase de surveillance opérationnelle à travers la coordination des actions de prévision.

1.3. Mise en oeuvre du Projet SRNRS :

La mise en oeuvre du projet reposait essentiellement sur un programme à trois volets qui sont :

- un volet recherche agronomique appliquée aux thèmes de riziculture irriguée, de cultures vivrières sèches, de bilan hydrique régional et stress hydrique,

- un volet recherche hydrologique appliquée aux thèmes approche statistique sur la corrélation précipitations/débits) approche de reconnaissance par télédétection des réservoirs indicateurs du régime de crue, approche bilan hydrique par système automatique de mesure hydrométéorologique, avec transmission par satellite Météosat,

- un volet coordination régionale pour l'harmonisation des actions menées aux niveaux nationaux et la gestion des actions régionales ; pour la récolte des données collatérales à la télédétection et susceptibles de contribuer aux thèmes d'étude, pour la définition de l'approche statistique requise pour l'utilisation opérationnelle des techniques de télédétection basée sur la reconnaissance des systèmes agricoles, agro-écologiques des pays du sahel ; pour la formation des cadres africains aux applications opérationnelles de la télédétection ; pour le suivi des actions contractuelles entre le CILSS et ses autres partenaires du Projet.

Pour l'exécution du projet, la gestion du volet "recherche agronomique et hydrologique" a été confiée au CCR d'Ispra avec la possibilité de mener des actions propres et/ou de stipuler des contrats d'assistance avec des laboratoires européens. Le volet "coordination régionale des actions" incombait directement au CILSS à travers une équipe légère de coordination basée au Centre AGRHYMET et appuyée dans les pays par les composantes nationales pour les actions de terrain.

Formulé en Octobre 1983, le projet SRNRS n'a pu réellement démarrer qu'en 1986 avec la signature d'un contrat d'assistance entre le CILSS et la Société française SODETEG, et, la mise en place de l'Equipe de Coordination Régionale (ECR) en Août de la même année. Ce démarrage tardif devait coincider malheureusement avec une longue phase de restructuration au sein du CCR d'Ispra, restructuration qui a abouti à un recentrage en 1988 des priorités en matière de recherche de cette institution.

Les actions de sensibilisation de l'équipe de coordination ont abouti à la mise en place dans les quatre pays sahéliens concernés par le Projet (Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal) des composantes nationales, au cours du 1er semestre 1987,

La première réunion de coordination du projet a pu alors se tenir en juin 1987 à Niamey et a permis de réajuster le programme d'activités aux préoccupations et aux réalités techniques et institutionnelles qui prévalaient au CILSS ; ainsi donc :

- les cultures pluviales et de décrue devaient faire l'objet d'une préoccupation plus importante que par le passé,

- le suivi de la végétation par les données satellitaires NOAA/AVHRR devait être abordé,

- les résultats des campagnes expérimentales du Mali en 1986 devaient être évalués sous l'angle d'une extrapolation à de grandes zones,

- la mise en oeuvre de la stratification de l'espace à l'aide d'imagerie satellitaire comme moyen d'amélioration des statistiques agricoles devait être évaluée dans chaque pays,

- la constitution d'une base de données dans chaque pays en vue de faciliter l'exploitation des connaissances sur les milieux naturels devait être initiée,

- les services de statistiques agricoles devaient jouer un rôle important au sein des composantes nationales en tant que destinataires privilégiés des futurs produits et méthodologies.

Par la suite, la deuxième réunion de coordination, tenue en mars 1988, après avoir examiné les résultats préliminaires atteints, devait se préoccuper de la nécessité absolue de vérifier et de consolider les méthodologies proposées.

Cette réunion a par conséquent recommandé l'acquisition de moyens complémentaires nécessaires à l'approfondissement et à l'évaluation des résultats proposés en terme de fiabilité, de coût, de temps de réalisation, de faisabilité opérationnelle dans le contexte sahélien.

Les moyens complémentaires demandés et qui se résumaient en acquisition et traitement d'images, en temps d'expert, ont été disponibles en septembre 1989 permettant ainsi de poursuivre et de consolider la plupart de ces activités. Un an après ce redéploiement, on peut alors parler d'acquis consolidés du projet. La deuxième partie du rapport est consacrée à la synthèse de ces acquis.

2. SYNTHESE DES ACQUIS DU PROJET SURVEILLANCE :

Cette phase du projet étant considérée comme une phase de mise au point méthodologique avec des moyens (personnel et financier) limités, les efforts ont été orientés sur quatre sites test d'étendue limitée :

Le premier site test se situe au Mali avec environ 300.000 km². Il est formé d'un transect Nord-Sud allant de la ville de Nara au Nord à celle de Bougouni au Sud et couvrant un éventail assez complet des conditions physiographiques allant du climat sahélien (300 mm de pluie) au climat guinéen (plus de 1200 mm de pluies). Ce site est complété par trois autres de 120.000 km² chacun et situés au Sénégal, au Niger et au Burkina Faso (voir emplacement des zones test sur carte A).

Cette synthèse est donc consacrée à la présentation succinte des résultats saillants se rapportant aux trois sous-objectifs du projet qui sont :

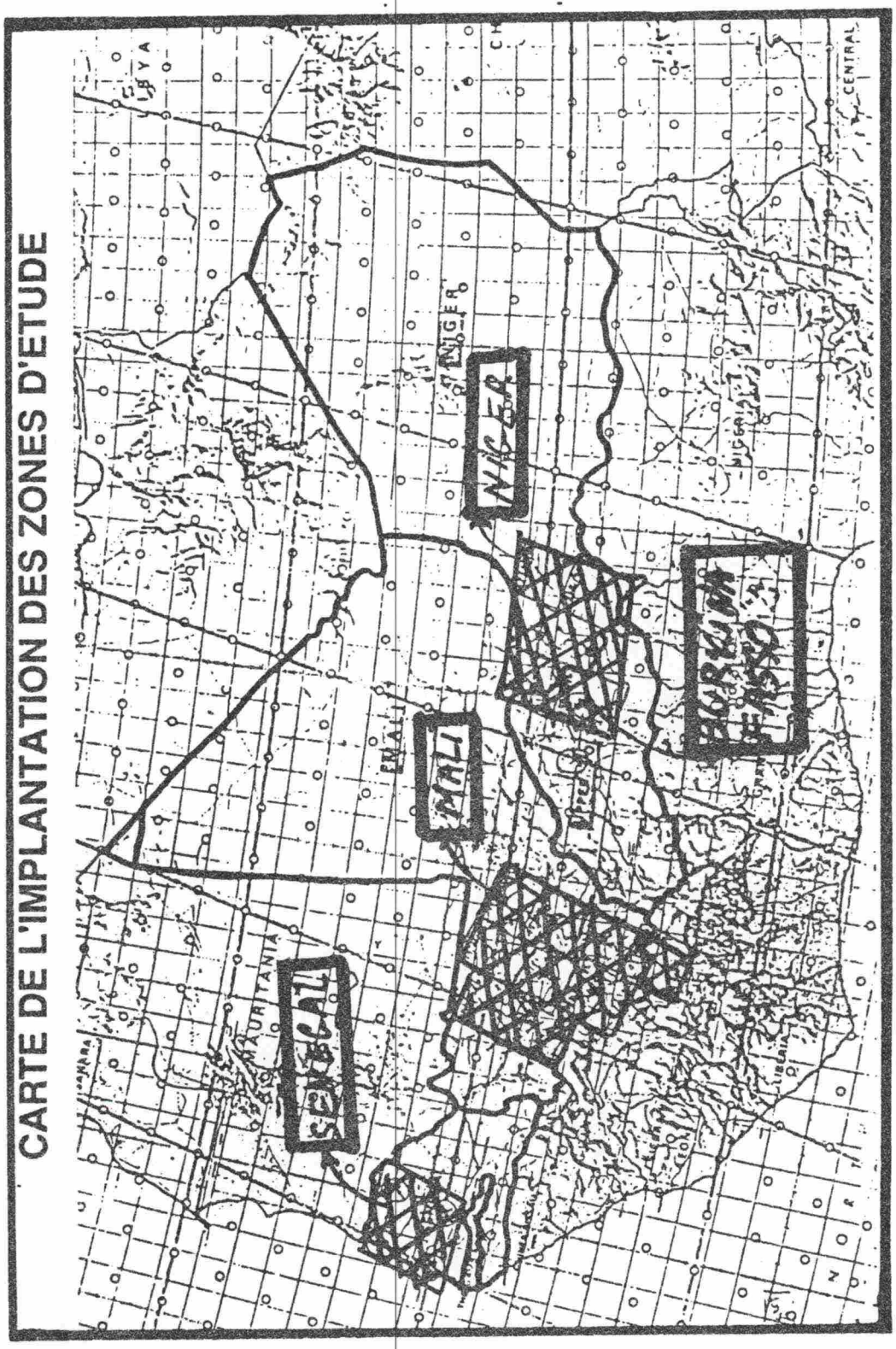
- L'estimation et la prévision des productions céréalières comprenant les cultures rizicoles irriguées et les cultures pluviales,

- La prévision des disponibilités en eau d'irrigation des périmètres tributaires du Fleuve Niger,

- La préparation d'une phase de surveillance opérationnelle

Sur chacun de ces sous-objectifs, des résultats tangibles ont été atteints et qui nécessitent soit une consolidation soit un transfert en application opérationnelle.

Carte A : Carte de situation des sites-tests
du projet SRNRS



2.1. L'estimation et la prévision des productions céréalières

2.1.1. Sur la riziculture irriguée :

Concernant ce thème, le CCR d'Ispra a procédé à l'analyse des données de simulation SPOT et a également exploité d'autres données satellitaires (SPOT, Landsat MSS et TM) sur deux casiers rizicoles de l'opération Riz Ségou (ORS) au Mali. Les conclusions sont que :

- "les données satellitaires moyenne et haute résolution permettent d'établir une cartographie suffisamment précise (pour des zones de l'ordre de 20.000 km²) des surfaces irriguées et emblavées ; mais la discrimination entre espèces et entre variétés n'est pas possible ; les rendements sont estimables de manière approximative et qualitative par "l'indice de végétation",

- il est difficile de mener de façon opérationnelle, des prévisions ou des estimations de productions dans ce domaine parce que l'aspect rendement nécessite la mise en place d'un système de collecte de données de référence sol ; les enquêtes actuelles comportant des limites en termes quantitatifs et en termes de localisation".

2.1.2. Sur les cultures pluviales :

Les efforts menés dans ce domaine ont visé d'une part à mieux cerner les superficies et d'autre part à mieux connaître les rendements des cultures.

Dans ce cas l'outil satellitaire a été beaucoup privilégé avec le souci constant d'accroitre les performances de chaque instrument et d'en minimiser les coûts.

Pour les deux approches (Superficie et Rendement) le traitement des données a été entièrement exécuté en Europe où les structures d'appui disposaient à la fois des images et de moyens conséquents de traitement de ce type de données.

"L'APPROCHE DES SUPERFICIES"

Concernant les SUPERFICIES, les données satellitaires haute et moyenne résolutions ne permettent pas de discriminer directement les cultures ni d'évaluer leurs superficies. Mais la mise en oeuvre **du concept de la stratification de l'espace (ou zonage)** qui permet de conférer aux observations ponctuelles de terrain une plus grande représentativité spatiale, est la meilleure voie à l'heure actuelle d'amélioration des connaissances sur les superficies. Elle s'appuie sur l'existence de niveaux hiérachisés et reconnaissables dans l'organisation de l'espace. On retient :

- **La région agricole** : qui est une unité homogène du point de vue de la géomorphologie, du sol, du climat et des systèmes agraires et ayant une stabilité de l'ordre de 10 ans. Le sous-produit important à ce niveau est la cartographie de l'emprise agricole c'est à dire le **DOMAINE AGRICOLE.** Une cartographie exhaustive de la partie agricole du Sahel peut être envisagée avec ce type de produit.

-**Le terroir (ou faciès agricole)** : est caractérisé par des conditions morphopédologiques et climatiques auxquelles sont associés des systèmes spécifiques de cultures. Pour des raisons de coût l'évaluation de ce type de produit a été envisagée sous forme d'échantillon à repéter tous les 4 ou 5 ans.

- **Le segment** : Les segments sont les portions du terroir faisant l'objet d'observation très précise à partir d'un plan d'échantillonnage statistique pour la reconnaissance du parcelaire.

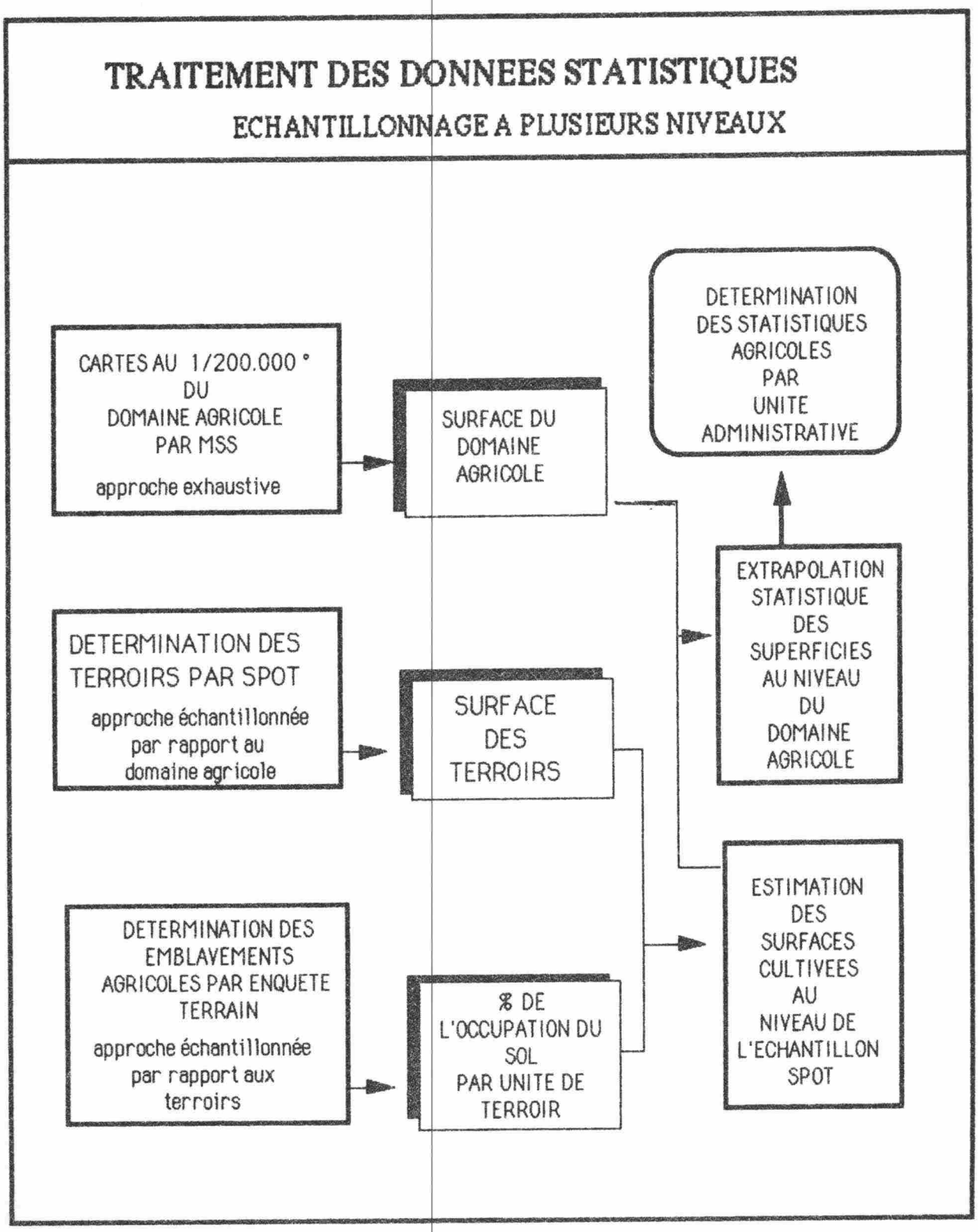
Ce concept de la stratification illustré par les schémas 1 et 2 a donc été largement utilisé et a permis de mettre au point les outils et produits énumérés dans le tableau 1 sur "Approche des superficies". Les cartes B1 et B2 sont deux illustrations de la cartographie du domaine agricole à une échelle très petite. Mais pour les applications pratiques, cette carto- graphie est imprimée à l'échelle de 1/200.000.

La plus grande partie de ce volet a été réalisée par le bureau d'étude SODETEG/SYSAME; les détails concernant la méthodologie ont été consignés dans un rapport intitulé "Synthèse des Approches Méthodologiques et des Résultats acquis du Projet Surveillance".

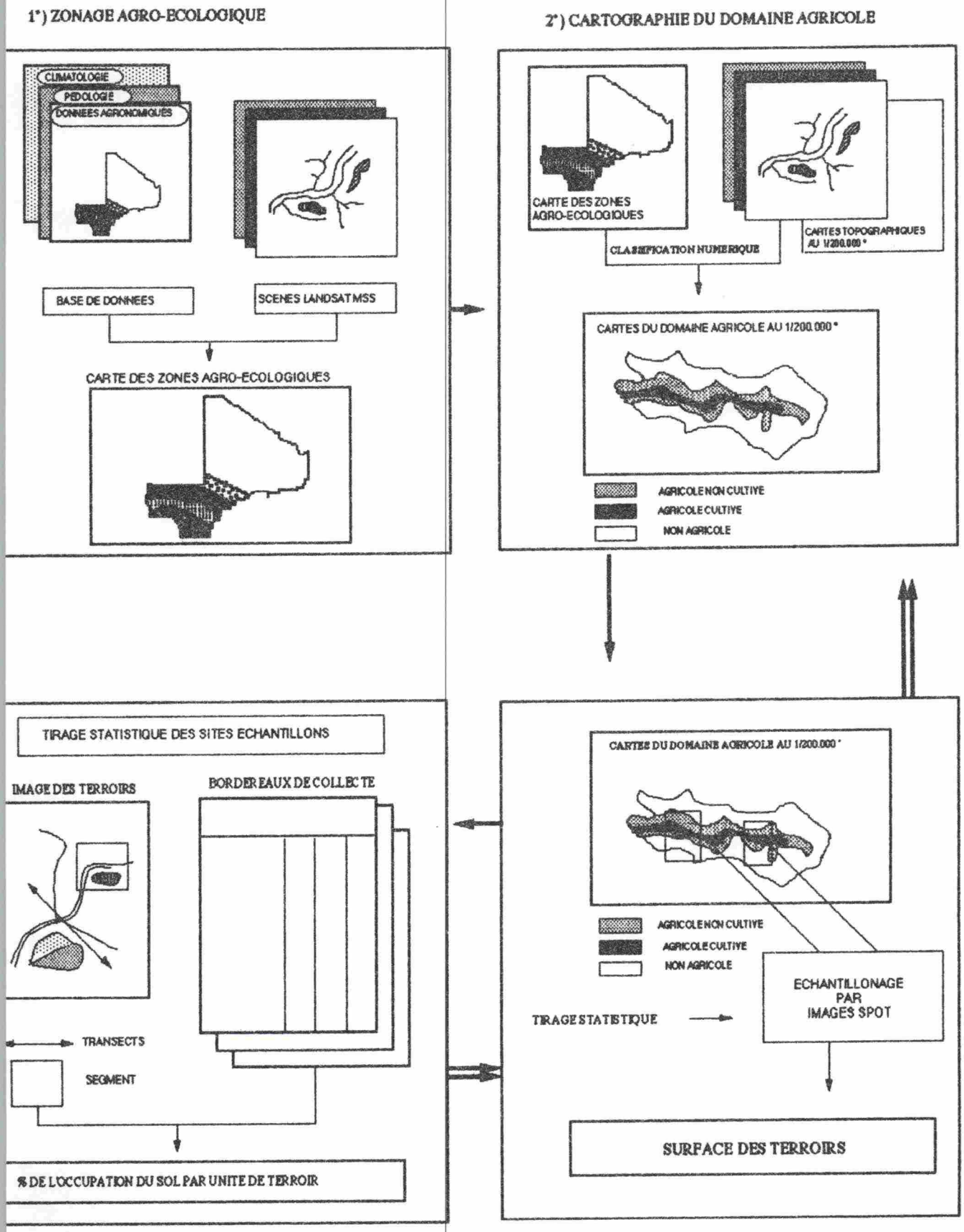
TABLEAU 1 : APPROCHE DES SUPERFICIES

METHODOLOGIE et PRODUITS	IMPORTANCE et UTILITE	DEGRE DE REALISATION EN 1990	ELEMENT ENTRANT DANS LE COUT	OBSERVATIONS
STRATIFICATION DE L'ESPACE PAR : - Zonage agroécologique - Domaine agricole - Terroir - Segment	- Conférer grande représentativité aux observations ponctuelles de terrain - Travailler sur zones homogènes - Réduction de la variabilité spatiale des phénomènes	60 %	- Images Landsat - Images Spot - photo aérienne - données terrain - Arpentage terrain - Temps d'experts	Il existe de nombreux zonages agro-écologiques Ils nécessitent d'être évalués et adaptés aux problèmes de la connaissance des productions agricoles.
CARTE DOMAINE AGRICOLE regroupant : - Zones de cultures - Jachères - Zone de parcours périvillageois	- Réduction Univers Statistique entre 20 et 30 % du territoire - Seuil plafond des superficies cultivées - Visualisation de l'emprise agricole maximale	70 %	- Images Landsat MSS - Chaîne de traitement informatique - Moyens cartographiques - Mission terrain - Temps d'experts	- Images Landsat T.M peuvent servir, mais limitation de coût - Remise à jour nécessaire tous les 10 ans
Chaîne de traitement informatique pour cartographie du Domaine Agricole (ou emprise agricole)	- Gain en rapidité dans la photo interprétation et la cartographie du domaine agricole lorsqu'il faut couvrir de grandes zones - Amélioration de la base de données brutes.	100 %	- Logiciels Télédétion - temps d'experts - images, cartes - mission terrain	Des améliorations sont possibles en fonction des équipements informatiques disponibles mais le produit est considéré comme opérationnel
Approche terroir (ou faciès agricole) par échantillonnage	- Elément de base pour l'aménagement et la gestion des ressources naturelles - élement influençant directement la production agricole	60 %	- Images SPOT - Chaîne de traitement informatique - Mission terrain - Temps d'experts	En plus du thème agricole, peut être utiliser pour d'autres thèmes (ex. environnement) -remise à jour tous les 4 à 5 ans
Echantillonnage segment (plan parcelaire)	- Interprétation de l'occupation réelle du sol - Connaissance statistique superficie cultivée par type de culture	123 segments en 1990 au Mali sur 3 cercles	- Photo aérienne - matériel topo - matériel dessin - arpentage - véhicule 4 x 4 - temps d'expert	- Utilisation possible pour d'autres thèmes - Remise à jour annuelle
Logiciel pour intégration statistique observation terrain dans plan de sondage géographique	- Outil permettant l'extrapolation statistique suivant différents types de découpages géographiques	rédigé et en cours de test	- temps d'expert staticien et informaticien - données terrain	- Utilisation possible à d'autres themes - couplage avec système d'Information Géographique (SIG)

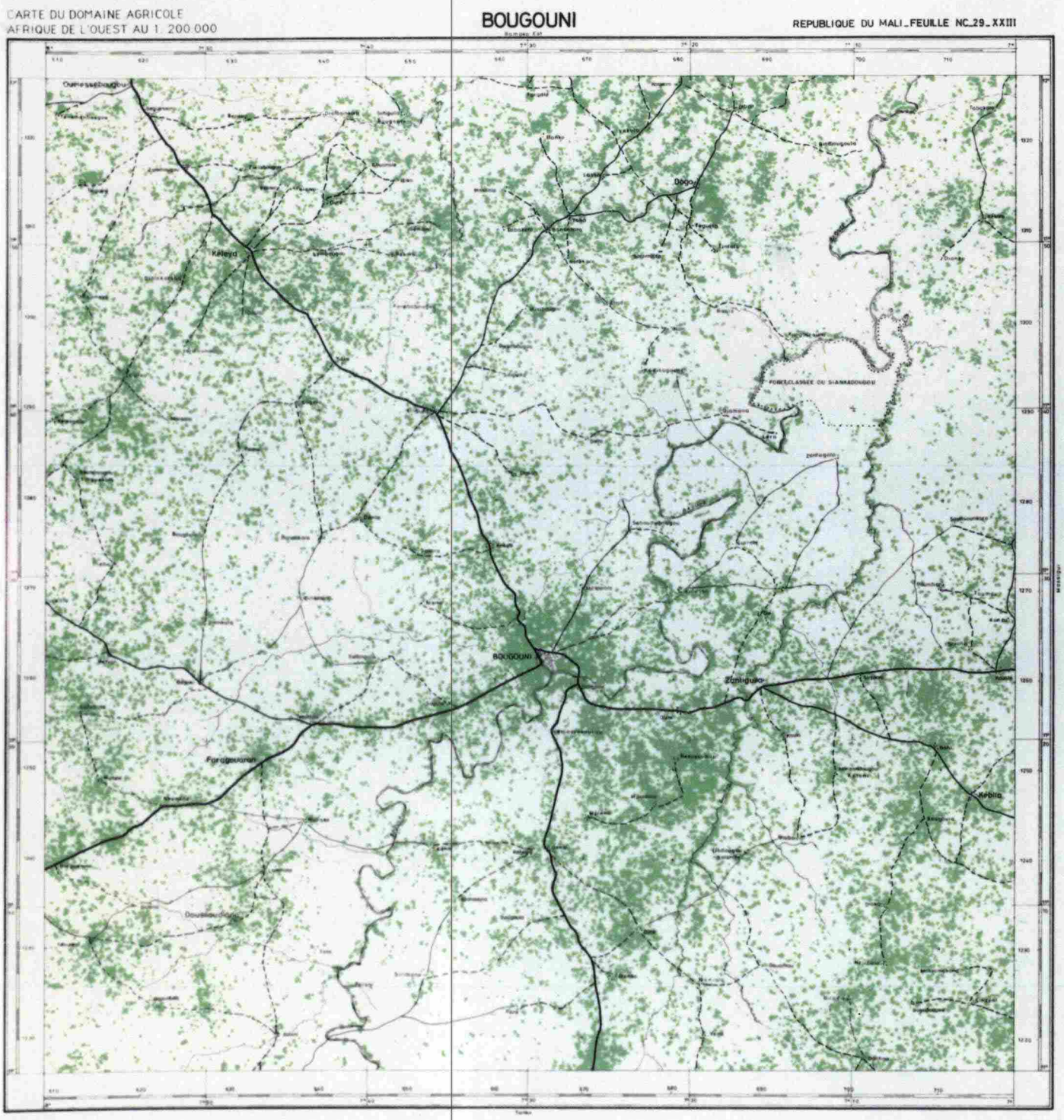
SCHEMA 1: LES ETAPES DE LA STRATIFICATION SPATIALE



SCHEMA 2: ILLUSTRATION DU CONCEPT DE STRATIFICATION SPATIALE



Carte du Domaine Agricole : B_1



PROJET REGIONAL CILSS/CCE

SURVEILLANCE DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES AU SAHEL

"L'APPROCHE DES RENDEMENTS"

Pour la reconnaissance des RENDEMENTS, les efforts menés en relation particulièrement avec le CCR d'Ispra, portent sur :

- l'approche du le bilan hydrique régional et stress

- les études sur le comportement radiométrique des cultures sahéliennes sur parcelles expérimentales et en milieu naturel

-l'analyse de la variabilité des rendements des cultures en fonction de la pluviométrie et de la toposéquence

- la recherche de relation empirique entre l'indice de végétation normalisé (AVHRR GAC dégradé spatialement) et les rendements régionaux en mil et sorgho (voir fig. 1 sur relation entre rendements et indice de végétation).

-la recherche de relation déterministe entre les rendements et le rayonnement photosynthétique absorbé par la végétation (voir fig. 2).

Les résultats sur ces différents points figurent dans le tableau de synthèse n° 2 sur l'approche des rendements. Ce tableau décrit en particulier l'importance et l'utilité de chaque type de produits, son dégré de réalisation à la fin de 1990, ainsi que les éléments entrant dans son élaboration et dans l'évaluation de son coût.

On retient en particulier que l'indice de végétation permet de décrire dès le début de septembre les 2/3 de la variabilité des rendements régionaux (voir carte de rendements régionaux comparée aux données de statistiques agricoles des pays du CILSS en 1984). Mais il existe quelques limitations dues à la qualité des données de statistiques agricoles, de l'indice de végétation qui intègre la végétation naturelle en plus de celle cultivée ; ... Il est possible d'y apporter quelques améliorations au cours de la dernière année du projet.

TABLEAU 2 : APPROCHE DES RENDEMENTS :

METHODOLOGIE et PRODUITS	IMPORTANCE et UTILITE	DEGRE DE REALISATION EN 1990	ELEMENT ENTRANT DANS LE COUT	OBSERVATIONS
Bilan hydrique régional et stress	Important pour le suivi des cultures et la prévision des rendements.	Initié dans le cadre du PSRNR et poursuivi dans un cadre plus grand Projet DG VIII Désertification	- données sat. NOAA - Station agroclim automatique - observations phénologiques - traitement informatique	Etude poursuivie par IRAT/INRA et Université Copenhage sur financement CCE/Désertificat° - phénomène complexe
Comportement radiométrique cultures sahéliennes	Existence de liens étroits entre mesures radiométriques et végétation cultivée au Sahel, donc lien possible avec mesures satellitaires	100 %	- Radiomètre - Suivi phénologique - temps d'analyse	Comportement radiométrique identique pour mil et sorgho et différent pour légumineuse
Analyse variabilité des rendements en fonction de la pluviométrie et de la toposéquence	Zonage possible des classes de rendement dans un terroir type.	60 %	- dispositif de la collecte de données sur le terrain - temps d'analyse	- Forte influence toposéquence sur rendements rapport grain/paille peu différent pour mil et sorgho dans conditions culturales similaires
Relation empirique NDVI Rendements régionaux mil/sorgho .	Prévision des rendements à l'aide des données satellitaires NOAA/AVHRR 1 à 2 mois avant récolte - important pour l'alerte précoce	- Testé avec 83 zones administratives du Sahel - Explique les 2/3 de la variabilité des rendements	- données sat. NOAA AVHRR - données statistiques agricoles - temps d'experts	- limitations due à la qualité du NDVI (qui intègre la végétation naturelle) et sur la qualité des statistiques agricole - Prb de la stabilité de la relation d'une année à l'autre.
Recherche relation déterministe entre rendement et rayonnement absorbé par végétation	Utilisation de paramètres physiques rigoureux pour la modélisation des rendements	Initié en 1990 en cours d'évaluation	- données AVHRR corrigées - suivi cycle phénologique - rapport grain/paille - données climatiques	Résultats intéressants mais nécessite et la connaissance rigoureuse de beaucoup de paramètres intermédiaires
Suivi des cultures à partir des données NOAA/AVHRR.	Important pour suivi opérationnel des cultures sur de grandes zones.	Initié en 1990 sur site test au Niger	- données satellitaires NOAA/AVHRR - dispositif de suivi terrain - temps d'analyse - carte du domaine agricole	Spatialisation des observations terrain - possibilité de suivi sélectif du domaine agricole

Le Modèle empirique

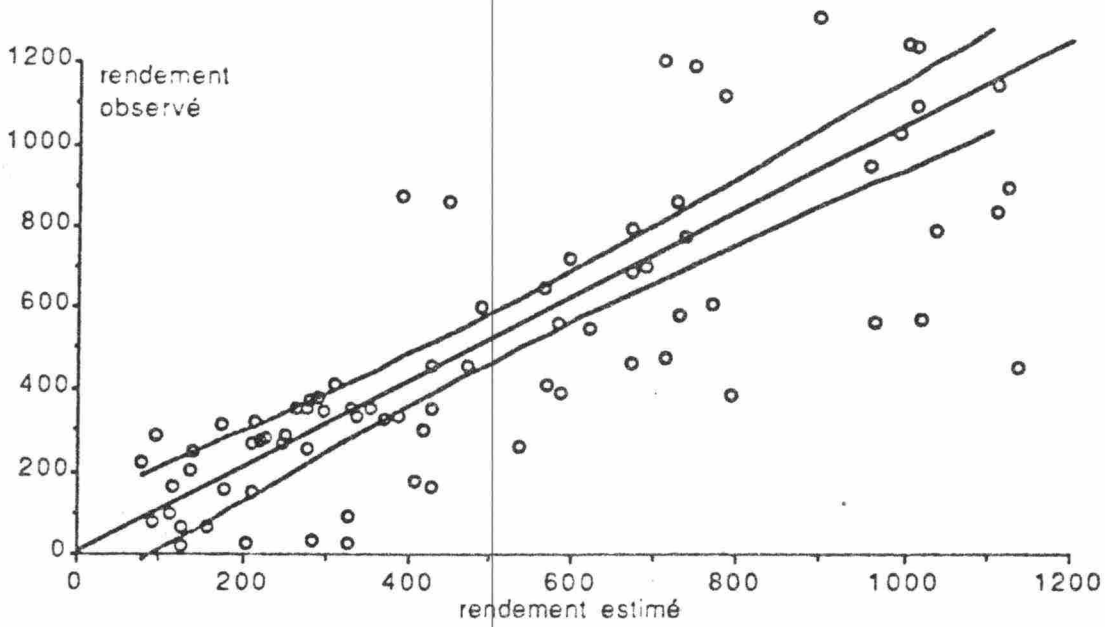


Figure 1 comparaison entre rendement estimé au 3 septembre 1984 par l'intégration des NDVI régionaux et rendement observé par enquête agricole. Les courbes donnent l'intervalle de confiance à 95% de l'estimation, le coefficient de détermination est de 0.64.

Le Modèle déterministe

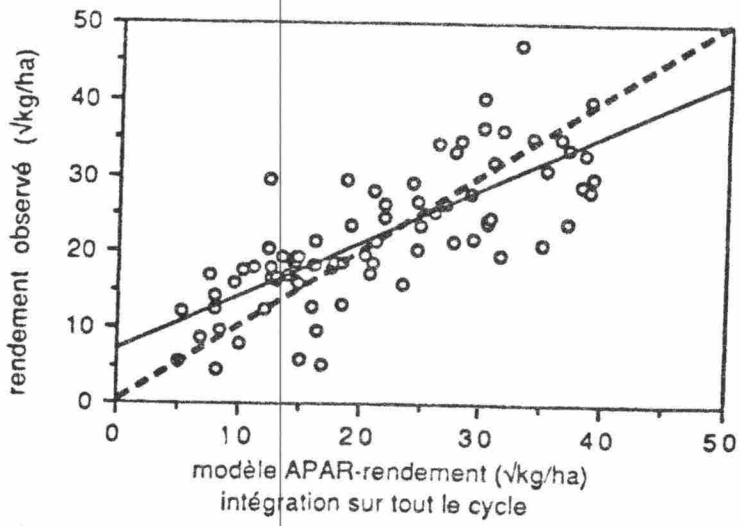
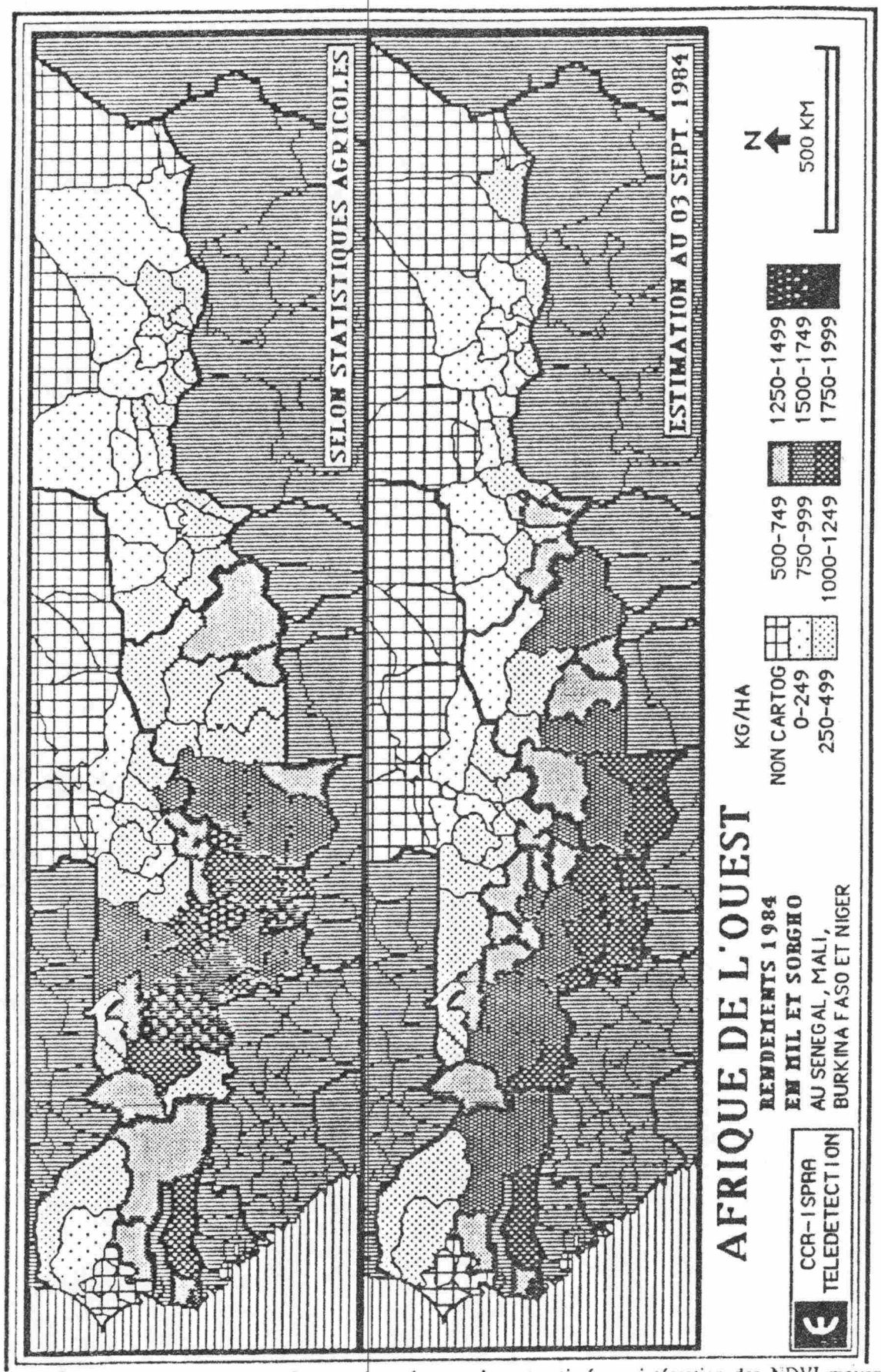


Figure 2 : comparaison entre rendements simulés et rendements observés. La droite de régression s'écarte sensiblement de la diagonale.

Carte C : Comparaison entre rendements estimés et rendements observés pour 83 unités administratives en 1984.



carte C : comparaison entre rendement observé et rendement estimé par intégration des NDVI moyens régionaux jusqu'au 3 septembre 1984.

2.2. Point sur la prévision des disponibilités en eau d'irrigation des périmètres tributaires du fleuve Niger.

Ce volet a été mené presque entièrement par le CCR d'Ispra et le gouvernement de la République de Guinée. Le travail se résume essentiellement :

- à la mise en place de stations automatiques de mesures hydrométérologiques,

- à l'installation d'un réseau de plate-forme de collecte de donnée (DCP) Météo,

- à l'identification sur image landsat, des réservoirs élémentaires, indicateurs du régime des crues sur le bassin versant du Niger à Kankan en Guinée,

-à la caractérisation à l'aide des images NOAA/AVHRR (HRPT) de l'état des surfaces sur les bassins versants du Haut-Sénégal, de la Guinée et du Rio-Corubal de novembre 1987 à décembre 1988.

L'ensemble de ces résultats ont fait, au fur et à mesure de leur élaboration, l'objet de publications techniques par le CCR d'Ispra. L'essentiel de ces résultats reste largement encore du domaine de la recherche et leur exploitation à des fins opérationnelles nécessitent des résultats d'ordre quantitatif.

2.3. Point sur la préparation de la phase opérationnelle :

Ce volet recouvre un grand nombre d'activités concourant à faciliter l'avènement d'une surveillance opérationnelle. Ces activités sont :

- la sensilisation et l'animation des services techniques organisés en composantes nationales

- la formation et l'équipement des composantes nationales
- la constitution de base de données dans les pays,
- la circulation accélérée des données et informations techniques,
- la coordination des actions.

Le tableau 3 situe l'importance et l'utilité de ces activités, leur degré de réalisation à la fin de l'année 1990 et les moyens mis en oeuvre. Pour l'essentiel on retient que :

-les actions de sensibilisation et d'animation ont abouti à l'identification et au regroupement des services techniques des pays en composantes nationales vers qui certaines activités ont

été transférées pour être conduites annuellement sous forme de devis programme (voir en annexe 5.1. : la constitution des composantes nationales avec leurs devis programmes respectifs),

- les actions de formation ont été conduites en escalier en commençant par des formations de base dans les pays et les formations spécifiques au niveau régional ; les moyens ont manqué pour les formations de longue durée dans des centres très spécialisés (CRTO Ouagadougou, Laboratoirs Européens, ...).

-les actions d'équipement ont été ciblées sur l'acquisition de matériel et d'outils de travail notamment pour la collecte et le traitement des données (véhicules, micro-ordinateurs, moyens de télécommunication, tables lumineuses, stéroscopes,...).

- l'exercice concernant la mise en place d'une base de données a été mené dans trois des quatre pays et a consisté à recencer puis regrouper les informations d'ordre agricole, cartographique, statistiques,... Ces bases devront être réactualisées, maintenant que l'exercice est relativement bien maîtrisé par les services nationaux. Cet exercice n'a pas été mené au Mali où il existait déjà l'Atlas de zonage agroécologique du PIRT.

-deux opérations test visant à accelérer la circulation des informations entre le niveau terrain et le niveau central dans les pays, ont été menées avec succès au Burkina Faso (dix Modem) et au Niger (5 télécopieurs) ; cela a permis d'identifier les contraintes techniques (faisabilité opérationnelle) et le niveau des charges récurrentes d'un tel système en mode d'exploitation opérationnelle au Sahel,

-les résultats des actions de coordination sont souvent peu perceptibles. Les efforts menés par l'équipe de coordination dans ce domaine au niveau des états comme au niveau du CILSS ont visé essentiellement à asseoir l'utilisation de la télédétection sur des base compatibles avec les réalités techniques et socio-économiques de l'environnement sahélien.

Bien que certains pays envisagent déjà l'utilisation opérationnelle de la télédétection en statistiques agricoles, on peut dire que les résultats de la coordination ne sont pas tout à fait perceptibles. Cependant au niveau national comme régional, il y a émergence d'une forme de conscience dont les préoccupations tendent vers l 'utilisation de la télédétection comme outil dans la boîte à outils de développement, vers la nécessité de coordonner les actions visant à la maîtrise de cet outil et également vers la nécessité de maintenir les coûts d'utilisation de cet outil à un niveau supportable à long terme par les économies des états. Même si cela ne peut être mis entièrement sur le crédit du Projet SRNR seul, force est de reconnaître que ce dernier y a largement contribué à travers ses

TABLEAU 3 : PREPARATION PHASE OPERATIONNELLE :

ELEMENTS D'APPRECIATION	IMPORTANCE et UTILITE	DEGRE DE REALISATION EN 1990	MOYENS REQUIS	OBSERVATIONS
Sensibilisation et Animation des Services nationaux	Rôle important dans la maîtrise des opérations terrain ainsi que dans la mise en oeuvre de la phase opérationnelle.	Mise en place de composantes nationales dans les 4 pays concernés	- missions - réunions - démonstration et présentation produits	- trop grande mobilité des éléments de composantes nationales - lourdeurs bureaucratiques -moyens très limités des composantes nationales -Prérogative entre Servic
Formation	Moyen permettant la maîtrise de l'outil par les sahéliens	- 36 niveau I - 17 niveau II - 4 promotions d'étudiants à AGRHYMET	- Matériel didactique - bourses - structures d'accueil - encadreurs	- insuffisants - formation à niveau étagé (en escalier) - problème de la motivation et de l'emploi efficient des stagiaires après formation
Equipement	Minimum indispensable pour collecte interprétation et analyse de données	80 %	- moyens financiers - catalogues	- manque de rigueur dans le suivi et l'entretien du matériel par les bénéficiaires
Base de données	Indispensable pour une utilisation efficiente et opérationnelle de la télédétection.	75 % mais à réactualiser	- Photocopieuse - documentation - reproduction - diffusion - matériel dessin	- élément de base pour constitution d'un système d'information géographique (SIG)
Test de la remontée rapide des données de suivi de la campagne agricole.	Accélération du flux d'information entre le niveau terrain et le niveau central à l'intérieur de chaque pays	Test effectué avec succès dans deux pays Burkina et Niger	- réseau téléphonique fiable - MODEM/ - Télécopieurs	Célérité dans le traitement des informations -décentralisation tâches -limiter les coûts récurrents
Coordination nationale et régionale	Indispensable pour optimiser les moyens et les résultats et les délais de mise en oeuvre - Synergie avec d'autres projets régionaux - Garantie d'une progression constante des composantes nationales vis à vis des acquis du projet régional.	- faible au niveau national encore insuffisante au niveau régional. - existe conscience régionale pour utilisation raisonnée télédétection.	- Concertation entre décideurs - concertation entre opérateurs - circulation de l'information. - suivi de l'exécut° décisions prises - moyens communication performants	- Problème de souveraineté des états et de leurs départements ministériels - peu de flexibilité des coopérations bilatérales ou multilatérales. pour une réelle coordination.

contacts et ses communications lors des ateliers et conférences organisés soit par le projet lui-même soit par d'autres intervenants.

L'ensemble des résultats montre qu'un pas qualitatif a été franchi par le projet en vue de la maitrise de l'outil satellitaire pour une surveillance des productions agricoles. Ces acquis qui sont encore provisoires dans certains cas, nécessitent d'être consolidés rapidement.

Le programme de travail de l'année 1991, dernière année du projet devra y contribuer largement.

3. LES AXES DE TRAVAIL PRIORITAIRES POUR 1991 :

Les axes de travail prioritaires porteront toujours sur l'estimation et la prévision des superficies ainsi que des rendements et sur la préparation des composantes nationales.

3.1. Sur l'estimation et la prévision des superficies

La cartographie du domaine agricole et l'échantillonnage nage terroir sont deux activités opérationnelles actuellement en cours ; elles seront poursuivies et achevées pour l'ensemble des sites test.

Le plan de sondage pour les statistiques agricoles sera évalué et complété en vue de la définition des modalités de mise en oeuvre d'enquêtes aréolaires sur les 9 pays du CILSS.

A l'heure actuelle, de nombreuses contraintes ne permettent pas de disposer suffisamment tôt en cours de saison, des estimations sur les superficies emblavées. Les techniques satellitaires devraient pouvoir être mises à contribution, mais de nombreuses contraintes doivent être résolue ;elles se situent au niveau des délais d'acquisition et de transfert des images, des traitements de l'information et de la superposition des images à haute résolution. Une opération pilote complète sera conduite dans ce cadre sur un site test au cours de cette année.

Mais compte tenu de l'ampleur de cette activité, de ses exigences en délai et contraintes techniques, il sera probablement fait appel au concours des services nationaux et même à des laboratoires européens très spécialisés.

3.2. Sur l'estimation et la prévision des rendements

Il a été demontré qu'il existe un rapport étroit entre l'indice de végétation et la production de biomasse. Les efforts du projet surveillance tendent à tranduire quantitativement ces rapports c'est-à-dire à étalonner l'indice de végétation en terme de rendements agricoles. Pour y parvenir des dispositifs de mesures ont été mis en place sur le terrain et devant permettre de disposer de l'ensemble des données d'observation en milieu paysan en vue :

- d'affiner la relation empirique Indice de Végétation - Rendement,

- d'évaluer le suivi phénologique du domaine agricole à l'aide des données satellitaires AVHRR

- de cerner la variabilité du rapport grain/paille qui intervient dans la relation déterministe liant le rendement au rayonnement photosynthétique absorbé par les plantes.

Il conviendra donc de maintenir pour une année encore les dispositifs de suivi lourd implanté au Niger, au Sénégal et au Burkina et parallèment de mettre l'accent sur le traitement, l'analyse et l'interprétation des données issues de ces dispositifs.

3.3. Sur la préparation des composantes nationales :

les activités de formation et de coordination seront poursuivies du niveau national comme régional et se traduiront par l'organisation de séminaires ou de réunions ciblés sur des thèmes pertinents pour le futur du projet.

Dans ce cadre précis, l'élaboration des devis program- mes des composantes nationales prendra en compte la nécessité de consolider et de transférer la plupart des acquis au niveau national.

Par ailleurs il est envisagé d'organiser en collaboration avec des laboratoires européens, un atelier de haut niveau sur les applications de la télédétection aux statistiques agricoles.

4. BILAN PROVISOIRE ET IMPACT DU PROJET.

Le Projet Surveillance arrivant bientôt à terme, il importe de s'interroger d'ores et déjà sur son impact réel. Cet exercice devrait permettre de rélever les points faibles de l'expérience en vue d'y remédier à l'avenir ; de situer la pertinence et la portée des acquis positifs majeurs du projet et partant d'identifier les points d'ancrage sur lesquels il est possible d'asseoir une deuxième phase.

4.1. Les points faibles du projet :

Les points faibles du projet se situent essentiellement dans sa formulation, dans l'approche consistant à travailler sur des zones tests, dans la mise en oeuvre de la stratification, dans l'utilisation de l'indice de végétation pour l'approche des rendements, dans l'insuffisance du volet formation et dans la capacité très limitée des composantes nationales.

4.1.1. La limitation liée à la formulation du projet : le projet a été formulé sur la base d'un compromis entre le CILSS qui cherchait à asseoir un projet ambitieux de suivi des ressources Naturelles dénommé "MONITORING" et le CCR d'Ispra qui recherchait un cadre institutionnel plus large pour poursuivre ses activités de recherche sur la riziculture en Afrique. Le résultat fut que le contenu réel de projet a été très déséquilibré c'est-à-dire quasiment focalisé sur les problèmes de productions agricoles contrairement à son titre qui renferme des ambitions de surveillance des ressources naturelles au sens large. Le thème ressources naturelles n'a donc pas été abordé de front ; mais dans la mesure où il s'agissait de recherche méthodologique visant à adapter les outils d'inventaire et de suivi, les résultats atteints dans le cas des productions agricoles permettront d'atteindre très rapidement des résultats opération- nels dans le domaine de l'approche des ressources naturelles.

4.1.2. La limitation liée à l'option consistant à travailler d'abord sur des zones test.

Compte tenu des moyens disponibles au départ, le projet a préféré travailler sur des zones test considérées comme suffisamment représentatives de la plupart des conditions rencontrées dans les pays sahéliens. Ce choix fait que les méthodologies retenues devront être évaluées et adaptées au cas spécifique des autres pays non couverts tel que le Cap-Vert où la taille, la dispersion et le relief des îles font que l'utilisation des images SPOT devient plus appropriée ; La Gambie et la Guinée Bissau constituant également des cas assez particuliers, devant être abordés de façon spécifique.

4.1.3. La limitation due à l'approche des rendements par l'indice de végétation.

La relation empirique établie entre l'indice de végétation et le rendement permet d'expliquer les 2/3 de la variabilité des rendements. Mais du fait qu'elle intègre la reflectance de la végétation naturelle et de la végétation cultivée, il y a surestimation des rendements dans les zones à dense végétation naturelle avec une faible présence de cultures (domaine nord guinéen au sud du Mali et du Burkina), et, sous- estimation des rendements dans les zones à faible végétation naturelle peu couvrante. L'exploitation des cartes du domaine agricole comme masque spatial devrait optimiser cette approche.

4.1.4. La limitation liée à la faiblesse des capacités opérationnelles des composantes nationales.

L'insuffisance des moyens propres de fonctionnement des composantes nationales fait que dans la plupart de cas, le projet a intervenu financièrement pour assurer les conditions minima de travail (achats photocopieuses, réfection et équipement de bureau,...). Dans la plupart des cas la satisfaction de ce type de besoin s'est faite purement et simplement au détriment des opérations de terrain.

Par ailleurs le cloisonnement(parfois teinté de prérogative) très marqué dans les services d'une part, et d'autre part, la très forte mobilité des cadres nationaux (pour raison de départ en formation, de mutation de restructuration, de deflation, etc...) font que les acquis du projet restent temporaires, fragiles au niveau des états, peuvent basculés d'un jour à l'autre dans l'oubli et même, être abandonés

4.2. Pertinence et portée des acquis positifs majeurs du projet

Les acquis positifs majeurs à retenir au compte du projet sont : l'approche stratification de l'espace à plusieurs niveaux hiérarchisés, la cartographie du domaine agricole, l'élaboration du logiciel de gestion statistique des données d'observation géoréférencées, l'étalonnage des données NOAA AVHRR en terme de rendements, la mise en évidence de la possibi- lité d'accélérer le flux d'information entre les niveaux terrain et central.

4.2.1. L'approche stratification de l'espace à plusieurs niveaux hiérarchisés :

La stratification (zonage) est difficile à réaliser ; mais elle permet de conférer aux observations ponctuelles de terrain une plus grande représentativité spatiale. Elle permet de réduire le coût d'achat des images et le nombre de points à enquêter au sol, tout en conservant aux résultats un niveau de précision et de fiabilité acceptable. Une telle approche est tout à fait appropriée pour la mise en place d'inventaire et de suivi périodiques aux niveaux national comme régional.

4.2.2. La cartographie du domaine agricole :

La cartographie exhaustive du domaine agricole permet de visualiser l'espace exploité et/ou exploitable à des fins agricoles. Ce type de cartographie renseigne le planificateur sur la pression agricole exercée sur les terres et partant de connaître pour une zone donnée, les possibilités d'extension et d'intensification de l'agriculture à court et moyen terme. Elle peut également servir de base de sondage au plan d'échantillon-nage nage pour les enquêtes agricoles annuelles qu'elle permet d'améliorer réellement en réduisant l'univers statistique à moins de 30 % du territoire.

4.2.3. Le logiciel de gestion statistique des données d'observation géo-référencées.

Ce logiciel est l'outil performant qui vient en complément ment à l'approche stratification et permet de traiter et d'analyser rapidement des données de l'échantillonnage terrain et de fournir des résultats agrégés suivant les découpages géographiques souhaités.

4.2.4. La relation empirique indice de végétation/rendement

Bien qu'elle nécessite encore quelques améliorations la relation indice de végétation rendement apporte une contribution non négligeable aux systèmes d'alertes précoces, car elle permet de localiser tôt en cours de saison les zones sinistrées ou largement déficitaires et qui peuvent être l'objet par la suite d'une observation plus fine.

4.2.5. La possibilité d'accélerer le flux des informations entre les niveaux terrain et central.

Cette possibilité autorise, non seulement le suivi en temps quasi réel de l'évolution des phénomènes sur le terrain, mais également, la répercution sur le terrain pour application, des mesures d'intervention prises au niveau central

La maîtrise des conditions permettant l'accélération de ce flux d'information est un pas important dans la mise en place d'un suivi en temps réel accompagné d'actions de lutte à mener sur le terrain.

4.3. Conclusion : les éléments fondamentaux pouvant servir à une deuxième phase du projet.

La deuxième phase du projet surveillance devra en toute logique s'orienter vers la surveillance des ressources naturelles c'est-à-dire une activité couvrant à la fois le domaine de la sécurité alimentaire et celui de la protection de l'environnement Concernant ces deux domaines d'activités , la première phase du Projet Surveillance a déjà facilité la mise au point d'outils permettant d'effectuer des inventaires et des suivis au niveau national comme régional des ressources naturelles. En effet la combinaison des acquis majeurs du projet que sont **la stratification, la cartographie du domaine agricole, la cartographie échantillonnée des terroirs agricoles, l'échantillonnage aréolaire, l'étalonnage des indices de végétation en terme de rendement, l'expérience de "Management" du projet, etc,** constitue l'humus sur lequel des actions d'inventaire et de suivi peuvent être développées rapidement. Il suffira pour cela d'adapter les méthodologies déjà mises au point aux conditions spécifiques de chaque pays et aux particularités de chaque thème d'intérêt.

Dans l'immédiat, le CILSS peut à la fois utiliser ces acquis pour asseoir un système régional d'inventaire et de suivi des ressources produisant des informations au niveau régional, et parallèlement organiser un transfert des méthodologies éprouvées au niveau des états de manière à assurer l'harmonisation ainsi que la standardisation dans la collecte et l'analyse des données; ce qui permettra plutard de comparer et d'intégrer raisonnablement au niveau régional, les résultats issus des différents dispositifs nationaux.

5.1. Annexe : Les Composantes Nationales et leurs devis programmes

LES SERVICES TECHNIQUES DES COMPOSANTES NATIONALES	LES DEVIS PROGRAMMES	DEGRE DE REALISATION
BURKINA FASO	1 - Formation de base en Télédétection	100 %
	2 - Rendement en champs paysans	2 ans de mesures
- Direction des Etudes et de la Planification (DEP), Chef de file	3 - Constitution Base de Données	100 %
	4 - Zonage agro-écologique	non effectué
	5 - Détermination Domaine agricole	non effectué
- Institut Géographique du Burkina (IGB)	6 - Suivi campagne agricole par test réseau MODEM	70 %
	7 - Equipement	70 %
- Direction Nationale de la Météo (DNM)		
MALI	1 - Mesures radiométriques sur parcelles exp.	90 %
	2 - Rendement en champs paysans	non effectué
- Direction Nationale de la Cartographie et de la Topographie (DNCT), Chef de file	3 - Données agronomiques en périmètre rizicole et en cultures pluviales ORS	50 %
	4 - Photo-interprétation et cartographie du parcellaire avec photo IRFC	20 %
- Projet Inventaire des Ressources Terrestres (PIRT)	5 - Détermination superficies agricoles	60 %
	6 - Séminaire national (2)	non effectués
	7 - Fonds cartographiques de base	100 %
- Opération Riz Ségou (ORS)(juste en 1987)	8 - Reconnaissance terrain avec Landsat MSS	50 %
	9 - Reconnaissance terrain avec SPOT	50 %
- Direction Nationale Agriculture (DNA)	10 - Suivi Dynamique de la végétation avec NOAA	non effectué
	11 - Levé de segments	70 %
- Direction Nationale de la Météo (DNM)	12 - Equipement	80 %
NIGER	1 - Formation de base en Télédétection	100 %
	2 - Constitution Base de données	100 %
- Direction des Statistiques Agricoles (DSA), Chef de file	3 - Rendements en milieu paysan	90 %
	4 - Zonage agro-écologique	non effectué
- Direction Nationale de la Météo (DNM)	5 - Interprétation Landsat MSS	non effectué
- Institut National de la Recherche Agronomique au Niger (INRAN)	6 - Test comparatif des méthodes de levés terrain	non effectué
	7 - Equipement	80 %
	8 - Suivi phénologique Domaine Agricole	90 %
- Direction de la Topographie	9 - Test remontée rapide des données	80 %
SENEGAL	1 - Formation de Base en Télédétection	100 %
	2 - Constitution Base de données	80 %
- Direction de l'Agriculture (DA) Chef de file	3 - Rendements en milieu paysan	80 %
	4 - Zonage agro-écologique	non effectué
- Département Géographique de l'Université	5 - Réalisation Fonds cartographique	programmé en 91
- Direction Nationale de la Météo (DNM)	6 - Reconnaissance terrain avec Landsat	100 %
- Centre de Suivi Ecologique (CSE)	7 - Suivi phénologique Domaine agricole	50 %
	8 - Equipement	80 %

5.2. Annexe : Equipements importants acquis par le projet :

PAYS	NATURE DE L'EQUIPEMENT	ANNEE D'ACQUISITION	SERVICE RESPONSABLE
BURKINA FASO	1 Véhicule Peugeot 504 Break	1988	DEP
	1 micro-ordinateur G5 386	1990	DEP
	10 MODEM 3M x 2400	1990	DEP
	2 télécopieurs SAFAX 2500	1990	DEP
	1 Bureau	1990	DEP
	2 armoires de rangement	1990	DEP
	6 fauteuils	1990	DEP
	2 chaises visiteurs	1990	DEP
	1 lot de matériel de dessin	1988	IGB
	1 stéroscope de table	1988	IGB
	1 retroprojecteur	1988	IGB
	1 projecteur de diapo	1988	IGB
	1 télécopieur SAFAX 2500	1990	Météo
MALI	1 véhicule 4 X 4 Land-Rover 110	1990	DNA
	1 photocopieuse	1990	DNA
	2 odomètres chaix	1990	DNA
	2 planchettes chaix	1990	DNA
	2 boussoles SLOM	1990	DNA
	1 équipement de labo photo	1989	DNCT
	1 équipement de bureau	1989	DNCT
	1 matériel de dessin	1988	DNCT
	1 réchaud complet pour camping	1990	DNCT
	1 jeu de photo IRFC	1987	DNCT
	1 jeu de tirage photo N/B	1989	DNCT
	1 table à dessin avec tabouret	1989	DNCT
	1 planchette SLOM	1989	DNCT
	1 appareil photographique	1989	PIRT
	1 jeu d'image Landsat au 1/200.000	1989	PIRT
	1 jeu d'image SPOT au 1/100.000	1989	PIRT
	2 tables lumineuses	1989	PIRT
	1 odomètre	1990	PIRT
	1 boussole	1990	PIRT
	1 matériel camping	1989	PIRT
	1 machine à calculer	1988	PIRT
	1 projecteur diapo avec écran	1989	PIRT
	1 machine à écrire	1989	PIRT
NIGER	1 Véhicule 4 x 4 Land-Rover 110	1988	DSA
	25 balances	1988	DSA
	25 pesons	1989	DSA
	5 télécopieurs SAFAX 2000	1989	DSA
	12 chaînes d'arpenteur	1988	DSA
	37 planchettes	1988	DSA
	1 table lumineuse	1988	DSA
	1 armoire à rangement	1988	DSA
	1 tableau et un chevalet	1988	DSA
	1 appareil photo	1989	DSA
	1 lot de matériel de dessin	1989	TOPO

	1 Voiture FIAT REGATA Break	1989	DA
	10 mobylettes MOTOBECANE	1988	DA
	1 table à dessin	1990	DA
	1 micro-ordinateur BULL 200	1990	DA
SENEGAL	1 télécopieur HARRIS	1990	DA
	1 armoire de bureau	1990	DA
	1 photocopieuse HARRIS	1990	DA
	1 valise à dessin Rotring	1990	DA
	1 Bâtiment :3 bureaux, 1 secrétariat, 1 laboratoire	1987	Situé domaine CILSS
	1 voiture Peugeot 205	1986	réformée
	1 voiture Peugeot 504 PU	1987	Expert
	1 voiture Peugeot 405	1990	Coordonnateur
	1 micro-ordinateur BULL Micral 75	1989	Labo
	1 écran haute définition 512 x 512	1989	Labo
	1 table à numériser	1989	Labo
	1 carte MATROX PIP 1024 + imprimantes	1989	Labo
	1 logiciel de traitement d'images Carto PC	1989	Labo
	1 antiskop (optique 200 mm)	1987	Labo
	1 planimètre	1987	Labo
	1 pantographe OTT	1987	Labo
	1 projecteur de diapo	1987	Labo
E.C.R	1 retroprojecteur	1989	Labo
	2 jumelles	1989	Labo
AGRHYMET	1 table à dessin	1989	Labo
	1 machine à écrire Olympia 210	1987	Secrétariat
	1 classeur à dossier suspendu (2 tiroirs)	1986	Expert
	1 bureau secrétaire 150 x 80	1986	Secrétariat
	1 fauteuil dactylo	1987	Secrétariat
	1 fauteuil secrétaire	1987	Secrétariat
	1 machine à calculer Olympia 3212	1987	DAF/AGRHYMET
	2 clapets de 10 cases	1987	1 Expert, 1 Coord.
	2 bureaux ministre 160 x 80	1987	1 Expert, 1 Coord.
	1 malette pour ensemble à dessin	1987	Labo
	3 tables avec armatures en fer	1988	Labo
	1 table à roulette	1987	Labo
	1 table pour micro-ordinateur	1987	Labo
	1 meuble à rangement cartes	1987	Labo
	3 tables dessertes	1987	1Exp.1Coord.1secret.
	6 balances	1987	Labo
	1 odomètre chaix	1988	Labo
	1 planchette chaix	1989	Labo
	2 chaises pivotantes	1989	Labo
	1 bibliothèque en bois formica	1989	Coordonnateur
	1 dossier suspendu	1990	Comptable/AGRHYMET
	1 bloc à 3 tiroirs dossiers suspendus	1987	Coordonnateur
	1 bibliothèque profiliée	1987	Labo
	1 fauteuil dessinateur	1987	Labo
	6 chaises visiteurs simple	1987	Labo
	1 graphithèque Rouget pour cartes	1990	Labo
	1 micro-ordinateur G5 286	1987	retrocédé Proj.DGVIII Désertification/IRAT
	1 véhicule 4 x 4 DANGEL	1986	retrocédé CCR en 1990

5.3. ANNEXE : LISTE DES PUBLICATIONS DU PROJET

CAMPAGNE 1986/1987

SODETEG : 1986 : Rapport final - Volume 1

SODETEG : 1987 : Rapport final - Volume 2

E.C.R : 1987 : Bilan des activités du projet "Surveillance"

E C R : 1987 : Base Régionale de données

E C R : 1987 : Compte rendu de la réunion de coordination de juin 1987

E. BARTHOLOME 1986 : Estimation des superficies cultivées par Télédétection pour les prévisions et les statistiques agricoles

E. BARTHOLOME 1987 : Mesures radiométriques et prévision de rendement des cultures ; quelques observations sur parcelles expérimentales de mil et sorgho au Mali

E. BARTHOLOME 1987 : Estimation des rendements agricoles à l'aide des indices de végétation

E. BARTHOLOME 1987 : Comparaison des potentialités des différents indices de végétation pour la caractérisation des cultures en milieu sahélien

E. BARTHOLOME 1987 : L'apport de la Télédétection dans l'estimation des superficies agricoles en pays sahéliens

GREGOIRE J.M. 1987 : Prévision des caractéristiques de crue des fleuves de l'Afrique de l'Ouest ; aide à la prévision des productions agricoles.

GREGOIRE J.M., GALES D. 1987 : Comparaison de l'état du couvert végétatal entre 1975 et 1985 sur le bassin du Niger en Guinée, exploitation de l'indice de végétation normalisé

MALINGREAU J.P., E. BARTHOLOME, E. BARISANO : 1987 : Surveillance des production agricoles en Afrique de l'Ouest. Nécessité d'une intégration de différentes plates-formes satellitaires. Acte du Colloque SPOT.

5.3. LISTE DES PUBLICATIONS DU PROJET (Suite)

CAMPAGNE 1988

SODETEG : 1988 : Rapport final

ECR : 1988 : Rapport d'activités 1988

ECR : 1988 : Compte rendu réunion technique de coordination de mars 1988 à Niamey.

ECR : 1988 : Compte rendu Atelier Régional sur la télédétection et le Zonage Agro-écologique ECR - Ouagadougou Juillet 1988

E. BARTHOLOME 1988 : Recherche sur la prévision précoce du rendement des cultures pluviales - résultats de la campagne de carrés de rendement KAYA au BURKINA FASO en 1987.

CAMPAGNE 1989

SODETEG-TAI : 1989 : Rapport final 1989

ECR : 1989 : Compte rendu séminaire sur approches méthodologiques de production des statistiques de surfaces au sahel à l'aide de la Télédétection - ECR Bamako Mai 1989.

OUATTARA F. : La Télédétection et la détermination des productions agricoles au Sahel. Conférence sur la Télédétection au service du développement dans le sahel - Niamey, Juin 1989

ECR 1989 :Présentation du projet surveillance juin 1989

ECR 1989 : Catalogue des gammes de produits et services disponibles dans le cadre du projet surveillance - juin 1989

E. BARTHOLOME : 1989 : Calibration of vegetation indices for APAR measurements using intrinsec satellite image information/proc of RSS annuel conference - Bristol 1989.

GREGOIRE J.M., FERRARI G.M. 1989 : Suivi par télédétection des changements d'états de surface sur les bassins versants du Haut Sénégal, de la Gambie et du Rio Corubal.

MALINGREAU J.P., BELWARD A.S. : 1989 : Vegetation monitoring using AVHRR data at different resolution.

5.3. LISTE DES PUBLICATIONS DU PROJET (Suite et fin)

CAMPAGNE 1990 :

SODETEG -TAI	**1990**	: Logiciel d'aide à la mise en place d'un plan de sondage pour l'estimation des superficies cultivées.
ECR	**1990**	: Rapport sur l'état d'avancement du projet surveillance en 1989
ECR	**1990**	: Analyse de la variabilité du rapport grain/paille au cours de la campagne 1989 au Niger.
ECR :	**1990**	: Compte rendu de la réunion de coordination régionale de Niamey - Janvier 1990
OUATTARA F.	**1990**	: Outils et méthodologies de suivi de la Dynamique de la Désertification au Sahel, symposium de Niamey, Mars 1990
E. BARTHOLOME	**1990**	: Contribution du CCR au projet surveillance des ressources naturelles renouvelables au Sahel - rapport final avril 1990
SYSAME	**1990**	: Synthèse des approches méthodologiques et des résultats acquis par le projet surveillance - Novembre 1990.