

**3699**

**CILSS**

*COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE LUTTE  
CONTRE LA SECHERESSE DANS LE SAHEL*



*PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR  
DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL*

**SECRETARIAT EXECUTIF**

**SURVEILLANCE DES RESSOURCES  
NATURELLES RENOUVELABLES  
AU SAHEL**

**MISSION DE PLANIFICATION  
de la phase 2**

**RAPPORT FINAL**

**AOUT 1992**

**da vinci**   
**CONSULTING S.A.**

## RESUME

La mission de planification de la phase II du projet Surveillance s'est déroulé du 17 mars au 30 avril 1992. Elle a visité tous les pays du CILSS et rencontré plus de 130 personnes dont les principaux partenaires européens du projet. Dans le prolongement de la mission d'évaluation de la phase I et conformément aux besoins exprimés par les différents pays sahéliens et par le CILSS, la mission recommande que le projet soit réorienté dans sa nouvelle phase.

Il est proposé que le volet de développement des méthodes de sondage aréolaire pour les statistiques agricoles, principale activité de la phase I, soit désormais de la responsabilité du programme DIAPER. A cette fin, un volet indépendant du reste du document a été préparé et budgétisé. Ce volet d'environ 700 000 ECU vise à mener à bien la validation et le test en vraie grandeur des méthodes aréolaires sur une période de trois ans.

Le projet Surveillance lui-même est réorienté sur des activités véritables d'inventaire et de surveillance des ressources naturelles renouvelables. La phase II se situe dans le cadre général du programme Sahélien d'Appui à la Gestion de l'Environnement (SAGE) du CILSS et vise à faire un état des lieux de l'environnement sahélien en s'appuyant particulièrement sur le développement des compétences nationales.

Les objectifs spécifiques de la phase II sont i) de réaliser un inventaire cartographique de l'occupation du sol des pays sahéliens au 1/200 000, ii) de mettre en place ou de renforcer dans chacun des pays du CILSS une cellule nationale capable de réaliser, valoriser, analyser et mettre à jour cette cartographie, et iii) de produire une analyse de la dynamique de l'occupation des sols sahéliens au niveau régional par l'étude comparative des données produites par le projet et des documents préexistants et par l'analyse des séries historique des données satellite NOAA.

Le projet sera composé d'une équipe de coordination régionale basée à Niamey et de neuf composantes nationales dans les pays du CILSS. La durée de cette phase est de cinq ans. Le budget est d'environ 15 000 000 ECU.

## INTRODUCTION

La mission de planification de la phase II du projet "Surveillance des ressources naturelles renouvelables au Sahel" s'est déroulée du 16 mars au 30 avril 1992. Elle a été confiée au bureau d'études Da Vinci Consulting, déjà chargé de la mission d'évaluation de la phase I du même projet. La mission était composée de Marc Ansoult, chef de mission, Da Vinci Consulting, Thierry Nègre, consultant, Da Vinci Consulting et Frédéric Ouattara, coordonnateur régional du projet Surveillance.

Les neuf pays du CILSS ont été visités du 17 mars au 18 avril et les principaux partenaires concernés par le projet en Europe ont été rencontrés. Les recommandations de la mission pour la phase II du projet Surveillance s'appuie sur l'analyse de la demande exprimée par les différentes instances du CILSS impliquées et par les différents services nationaux concernés ainsi que sur une étude approfondie des actions existant dans le domaine d'intérêt du projet.

Conformément à ses termes de référence, la mission a examiné les deux points suivants:

1ère partie: Planification de l'installation de bases de sondage aréolaire dans les pays du CILSS en collaboration étroite avec le programme DIAPER (également financé par le FED)

2ième partie: Planification de la réalisation d'une cartographie thématique des ressources naturelles renouvelables des pays du CILSS

La mission recommandant que ces deux aspects soient désormais séparés dans deux projets différents, le présent document les traitera séparément.

**PLANIFICATION DE LA PHASE II DU PROJET SURVEILLANCE  
DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES AU SAHEL**

**volet statistiques agricoles**

## TABLE DES MATIERES

1 Etat de la situation dans les pays du CILSS .....	1
1.1 Les systèmes statistiques en place au Sahel.....	1
1.2 Les premiers résultats en matière de sondage aréolaire au Sahel.....	2
1.2.1 Bref historique.....	2
1.2.2 Opérations en cours au Sahel et niveau d'opérationnalité de la méthode.....	2
1.2.3 Comparaison des méthodes utilisées au Burkina Faso, au Sénégal et au Niger.....	4
1.3 Pourquoi il faut continuer le test en vraie grandeur du sondage aréolaire au Sahel.....	6
1.4 Carte du domaine agricole.....	7
1.5 Actions à mener.....	7
2 Relations avec le projet DIAPER III.....	9
3 Objectif du projet et résultats visés.....	10
4 Méthodologie.....	11
4.1 Niveau de représentativité, couverture aérienne et satellitaire.....	11
4.2 Méthodologie pour l'opération au Burkina Faso.....	11
4.2.1 Stratification.....	11
4.2.2 Taille des segments .....	12
4.2.3 Tirage de l'échantillon.....	12
4.2.4 Taux de sondage.....	12
4.2.5 Localisation et identification des segments.....	12
4.3 Méthodologie pour l'opération au Sénégal.....	13
5 Mise en oeuvre du projet.....	14
5.1 Calendrier des activités.....	14
5.2 Plan d'opération et budget.....	15
5.2.1 Volet BURKINA FASO:.....	15
5.2.2 Volet SENEGAL.....	16
5.2.3 Volet ACTIVITES REGIONALES.....	17
5.2.4 Récapitulatif du budget.....	17
6 Suivi et évaluation .....	18
6.1 Les indicateurs de suivi:.....	18
6.2 Revues/évaluation .....	18



## PLANIFICATION DE LA PHASE II DU PROJET SURVEILLANCE DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES AU SAHEL

### Volet statistique

Conformément à ses termes de référence, un des objectifs de la mission était de planifier l'installation de bases de sondage aréolaire dans les pays du CILSS en collaboration étroite avec le programme DIAPER.

#### **1 Etat de la situation dans les pays du CILSS**

##### **1.1 Les systèmes statistiques en place au Sahel**

Les systèmes statistiques en place dans les pays du CILSS reposent sur des bases de sondage démographiques. Une présentation détaillée et une analyse du fonctionnement et des limites des enquêtes agricoles sont disponibles dans le document du projet Diagnostic Permanent (DIAPER): "Evaluation des enquêtes agricoles des pays du CILSS", produit en 1991.

Relevons simplement les caractéristiques principales de ces systèmes. Ils reposent donc sur une approche démographique des statistiques agricoles, où la base de sondage est une base de sondage population, le plus souvent à deux niveaux: les villages et les ménages agricoles. Cette base de sondage est issue d'un recensement agricole ou d'un recensement général de la population. Le tirage de l'échantillon se fait en règle générale comme suit: un certain nombre de villages sont tirés dans la liste des villages puis un certain nombre de ménages agricoles dans ces villages. Ces ménages sont par la suite enquêtés. Le taux de sondage est en grande partie fonction des moyens disponibles pour réaliser l'enquête.

D'une manière générale, les chiffres produits sont de qualité moyenne. Les enquêteurs ne sont pas toujours ni formés, ni équipés en moyens logistiques adéquats. De plus, l'encadrement n'est souvent pas suffisant pour contrôler la qualité du travail. On peut ajouter ici que les statistiques agricoles ne sont pas forcément considérés par les pays comme une priorité dans leur politique de développement rural.

A ces causes d'imprécision s'ajoutent un certain nombre de défauts inhérents à la méthode elle-même. L'emploi d'une base démographique pour l'enquête des surfaces cultivées entraîne deux sources principales de biais : celui sur la liste des villages et des ménages agricoles et celui sur la mesure effective des parcelles. D'autre part, la mise à jour de la base de sondage et son renouvellement par recensement tous les dix à quinze ans est indispensable.

Malgré ces limites qui sont largement reconnues aux méthodes traditionnelles (utilisant une base démographique), il faut reconnaître que les différents pays du CILSS ont pu fournir ces dernières années, avec l'appui du projet DIAPER du CILSS, des prévisions de production céréalières au 15 octobre.

Un certain nombre de donateurs comme la FAO appuie depuis des années les systèmes statistiques des pays. Plusieurs pays du CILSS ont pour l'instant le projet de développer



une nouvelle base de sondage des ménages agricoles à l'aide de financements extérieurs (Sénégal, Mauritanie, Tchad, Burkina Faso). Le Niger dispose d'un recensement général de la population et d'un répertoire national des villages effectués en 1988 et publié en Mars 1991. La Guinée-Bissau dispose des données du recensement agricole de 1988.

En résumé, il est un fait que les méthodes statistiques sur base démographique présentent des limites, mais globalement elles ont permis de fournir depuis plusieurs années des chiffres utilisables dans les temps requis grâce à des enquêtes agricoles qui sont maintenant assez bien rodées.

## **1.2 Les premiers résultats en matière de sondage aréolaire au Sahel**

### **1.2.1 Bref historique**

Les techniques basées sur le sondage aréolaire en utilisant des images satellites ont été développées au Etats-Unis (USDA/NASS) puis étendues à d'autres régions du monde. Aujourd'hui, le projet MARS du Centre Commun de Recherche des Communautés Européenne fonde sur cette technique des estimations régionales (CEE) de productions agricoles. Des pays africains ont adoptés cette méthode: le Maroc où elle est utilisée, le Soudan où elle ne fonctionne bien que pour les domaines irrigués et mécanisés, non dans le domaine de l'agriculture traditionnelle où les résultats se sont révélés moyens.

Le principe général de la méthode est de s'appuyer sur une base de sondage aréolaire, ou encore surfacique. L'univers statistique n'est plus la population agricole (d'une province par exemple) comme dans la méthode démographique mais l'espace physique de cette province.

Le plus souvent, on effectue une partition, ou stratification, de cet espace en grandes zones ayant une certaine homogénéité pour le caractère étudié. La stratification permet de concentrer l'effort d'enquête sur les zones d'intérêt : par exemple, dans le cas de l'estimation des surfaces cultivées, il s'agit d'enquêter les zones très agricoles avec plus de moyens que les zones n'ayant que peu ou pas d'agriculture.

Ensuite, l'échantillon est constitué de petites portions de territoire, les segments, et non plus de ménages agricoles. Les mesures sont faites à l'échelle des segments puis extrapolées à chacune des strates.

### **1.2.2 Opérations en cours au Sahel et niveau d'opérationnalité de la méthode**

L'opération pilote Surveillance-Diaper s'est déroulé en 1991 et a été évaluée début 1992 (O.LEO, 1992). Elle a porté sur cinq provinces du nord du Burkina Faso (CRPA du Centre-Nord et du Sahel), soit environ 50 000 km<sup>2</sup>. C'est la première fois qu'étaient comparées en vraie grandeur des opérations d'enquêtes sur base aréolaire et démographique dans un pays du Sahel : cela est une réussite en soi.

Au niveau technique, les résultats fournis par l'enquête aréolaire ont été moyens, mais encourageants. Les valeurs de surface cultivée obtenues sont supérieures à celles des statistiques traditionnelles, mais il est probable que celles-ci soient elle-mêmes sous-estimées (caractère non-exhaustif des mesures des parcelles dans la méthode



traditionnelle). La variance obtenue sur l'estimation de la surface cultivée est supérieure (coefficient de variation de 17% pour l'ensemble des céréales contre 10% avec l'enquête classique). Cependant, il faut noter que les biais non liés à l'échantillonage ne sont pas pris en compte dans ces chiffres et sont sans doute plus élevés pour la méthode de sondage sur base démographique pour les raisons exposées plus haut.

Enfin, les résultats apparaissent largement et rapidement perfectibles car l'enquête sur sondage aréolaire a démarré seulement au mois d'Août, ce qui est très tardif et un certain nombre d'erreurs méthodologiques facilement corrigables ont été identifiées.

Pour ce qui est des coûts d'exécution, la méthode aréolaire n'apparaît pas nécessairement meilleur marché, mais il ne faut pas oublier que l'on compare un dispositif déjà bien rodé (DIAPER) avec une première opération un peu précipitée.

Les deux autres opérations en cours au Sahel sont i) la mise en place d'une base de sondage aréolaire au Sénégal (Statistiques Agricoles et CSE, financement DANIDA) et ii) le Projet Pilote de Prévision des Productions Agricoles au Sahel (P4AS, financement FAC) au Niger.

Au Sénégal, les premières estimations de surface cultivée devraient être produites en 1992 pour une région du bassin arachidier (Diourbel). La stratification et le tirage des unités primaires d'échantillonnage ont déjà été faites pour l'ensemble du bassin arachidier, mais des problèmes d'identification des segments sur le terrain ont été rencontrés. Il y a donc là encore une grosse incertitude sur l'opérationnalité de la méthode et son coût réel. Cependant, comme la méthode utilisée est simple et directe et que les conditions sont favorables pour l'obtention d'estimations précises dans le bassin arachidier du fait du fort pourcentage de terres cultivées, la poursuite de l'opération doit être encouragée.

Au Niger, les premiers résultats obtenus en matière d'estimation des surfaces cultivées sont intéressants. La méthode est là encore différente et a utilisé en particulier des vols aériens à basse altitude. Elle a été testée pour l'instant sur un arrondissement pendant un an. Son utilisation opérationnelle supposerait un survol aérien complet de la frange agricole du pays tous les ans. Le projet est toujours en phase de mise au point méthodologique.

De plus, on peut noter que, s'il existe véritablement une demande des pays en matière de sondage aréolaire, en aucun cas ceux-ci n'abandonneront le système actuel qui fournit des résultats pour une méthode non validée. Dans le cas de l'installation d'une base de sondage aréolaire, celle-ci se fera de façon progressive et donc les deux systèmes tourneront en parallèle pendant un certain temps.

Une fois validée, la méthode aréolaire peut servir de base non seulement à l'estimation des surfaces cultivées, mais aussi, par l'intermédiaire de segments ouverts, à l'estimation des rendements, donc des productions agricoles.

Cependant, il est reconnu qu'elle ne peut se substituer à la méthode traditionnelle pour l'estimation d'un certain nombre de paramètres socio-économiques, tels par exemple que les stocks paysans, vivriers ou semenciers (l'extrapolation ne peut en effet se faire que sur base démographique). Cela veut dire qu'en cas d'adoption du sondage aréolaire, la base de sondage démographique ne peut pas pour autant être totalement abandonnée.



Au vu de ces expériences, dont les premiers résultats sont disponibles depuis peu, il apparaît que les méthodes aréolaires au Sahel ne sont pas encore validées en mode opérationnel. Il est donc prématuré de planifier l'installation de celles-ci à l'échelle des neuf pays du CILSS.

### **1.2 3 Comparaison des méthodes utilisées au Burkina Faso, au Sénégal et au Niger**

Deux méthodologies assez proches ont été proposées pour le Sénégal (projet CSE/UNSO/DANIDA) et pour le Burkina Faso (opération pilote Surveillance-DIAPER). Elles diffèrent néanmoins nettement sur deux points : la stratification et la forme des segments.

#### **-Stratification**

Les deux stratifications portent sur des milieux relativement différents. Au Sénégal, la zone de test actuelle est le bassin arachidier : il s'agit d'un milieu où le pourcentage de superficie cultivée est élevé. La stratification choisie (en grands ensembles: non agricole, peu agricole, moyennement agricole, très agricole) s'est donc traduite en deux ensembles assez compacts : le non agricole des forêts et des zones urbaines (principalement) et le très agricole ailleurs. Un tirage concentré dans cette dernière strate devrait donner de bons résultats pour l'estimation des surfaces cultivées.

Cependant cette stratification est beaucoup moins bien adaptée au sud et au nord du Sénégal où les cultures sont plus dispersées. En effet, elle pourrait mener i) soit à une atomisation des strates rendant difficile le tirage des segments (parfois trop gros par rapport à la strate ) et augmentant l'incertitude sur l'estimation de la surface totale de la strate (biais de la photointerprétation + biais de la mesure + biais de la variation interannuelle du domaine cultivé) ii) soit à la détermination d'une grande strate "peu agricole" où la grande majorité des segments seront totalement non-agricoles.

On retrouve là le cas de figure de la zone d'étude de l'opération pilote au Burkina Faso, portant sur cinq provinces du nord du pays. 69% des segments enquêtés en 1991 se sont avérés totalement non-agricoles, cela entraînant un taux de sondage effectif du domaine agricole très faible. La stratification s'est faite en deux classes: non agricole et agricole, à partir d'une partition de l'espace en unités primaires de 8km x 8km. Ces grilles étaient classées agricoles si plus de 12% de l'espace était agricole ( sur la base de la carte du domaine agricole établie par le projet Surveillance) et non-agricoles dans le cas contraire. Le grand nombre de segments non-agricoles est imputable à plusieurs éléments : la trop grande taille des unités primaires qui n'a pas permis une stratification fine, la trop petite taille des segments (16 ha) et l'utilisation pour la stratification d'un carte du domaine agricole trop imprécise. D'autres facteurs négatifs ont été le manque de temps disponible pour mettre en place l'opération et le manque de formation des enquêteurs. Tous ces éléments sont perfectibles. Le principe du quadrillage de l'espace par des unités géométriques doit être retenu car cela apparaît comme un moyen adapté pour effectuer une stratification assez fine dans un milieu à agriculture dispersée. Si les résultats confirment ce point, ce type de stratification pourrait être adaptée au Sénégal (hors bassin arachidier).



### -Forme des segments

En ce qui concerne la forme des segments, la méthode testée au Sénégal préconise la délimitation de ceux-ci par des frontières physiques (cours d'eau, chemins, routes, bordure de forêts) alors que les segments placés au Burkina Faso sont géométriques (carrés).

Il faut faire tout d'abord une constatation : dans un cas comme dans l'autre, le recours à des photographies aériennes récentes est nécessaire pour le tirage des segments et leur localisation sur le terrain.

Ensuite, les deux méthodes ont leurs avantages et leur inconvénients.

Les limites physiques entraînent un travail de bureau plus lourd mais la localisation et le marquage des segments est rendu plus facile sur le terrain. Cette méthode est cependant limitée dans les zones sahéliennes à vocation agro-pastorale et les zones soudano-guinéennes où les chemins sont peu nombreux ou peu visibles. De plus, elle ne peut pas s'accorder avec une stratification faite sur base d'unités primaires de forme géométrique.

De l'autre côté, les segments à forme géométrique requièrent peu de travail de bureau mais sont plus difficiles à localiser sur le terrain, d'autant plus que les appareils de positionnement GPS (Global Positioning System) ne sont pas toujours pratiques d'usage pour un enquêteur. Quant à la délimitation des segments, elle peut nettement être simplifiée par rapport à l'opération de 1991 où elle avait été confiée à des topographes.

En résumé, les limites naturelles semblent bien adaptées au bassin arachidier et aux zones d'agriculture intensive mais les segments à forme géométrique semblent être une option plus largement applicable au domaine sahélien.

L'opération P4AS au Niger, ou plus précisément son volet "Estimation des surfaces cultivées par sondage aréolaire" utilise une méthodologie bien différente des deux autres projets.

En effet, les superficies cultivées totales dans chacun des segments sont déduites directement de l'analyse des photographies aériennes prises à basse altitude et les campagnes de terrain ne sont là que pour valider les interprétations et permettre d'estimer le pourcentage de chacune des cultures. La méthode est séduisante par le fait qu'elle semble pouvoir permettre des estimations de surface globale cultivée en céréales sans avoir nécessairement recours à des campagnes de terrain. Cependant, un doute sérieux subsiste quant à la faisabilité et le coût d'une opération se répétant tous les ans et couvrant l'ensemble du territoire d'un grand pays sahélien.

Cette dernière méthode semble en fait plus adaptée à des besoins d'alerte rapide au niveau de la région, particulièrement s'il s'agit d'une zone touchée par un désastre naturel ou/et d'accès difficile.



### 1.3 Pourquoi il faut continuer le test en vraie grandeur du sondage aréolaire au Sahel

Etant donné les résultats mitigés des méthodes aréolaires jusqu'à présent, il peut être tentant d'abandonner aujourd'hui ces développements. Un certain nombre d'arguments militent pour la continuation et le développement du test de la méthodologie aréolaire en vraie grandeur.

i) La méthode est prometteuse car elle permet de supprimer ou de limiter notamment les biais les plus importants liés à la méthode démographique.

- ce sont tout d'abord les biais liés à la base de sondage. Il s'agit de l'imprécision des listes de ménages agricoles et des villages (double actifs, commerçants ayant des champs mais ne résidant pas dans le village, non prise en compte des villages de plus de 1000 habitants (au Sénégal), etc) et à leur modification au cours du temps (départs ou décès, nouveaux ménages) .

Dans le cas de l'échantillonage aréolaire, la base de sondage est beaucoup plus stable., s'agissant de portions de territoire. L'univers sur lequel on extrapole les résultats, la strate, évolue avec le temps en fonction des modifications de la mise en valeur de l'espace, mais beaucoup moins vite que la population agricole.

- ce sont ensuite les biais non liés à l'échantillonage mais aux mesures faites par l'enquêteur. Il est admis que ce sont les sources d'erreur les plus importantes de la méthode traditionnelle. Il s'agit par exemple de la non déclaration par le paysan de tous ses champs, de la non prise en compte de champs d'autres membres du ménage agricole (femme), de la non mesure par l'enquêteur de certaines parcelles éloignées :

Avec la méthode aréolaire, on ne s'intéresse plus aux champs d'un ménage agricole où qu'ils se trouvent, mais aux champs qui sont à l'intérieur d'un espace physique bien déterminé et fini : le segment (e.g un carré de 500m sur 500m). Les mesures sont donc moins biaisées.

ii) un investissement a été fait durant la phase I de Surveillance sur les méthodes aréolaires.

Les premières estimations de surfaces cultivées viennent d'être produites. Au cours de la phase I, un certain nombre de méthodes ont été expérimentées, certaines étant abandonnées, d'autres affinées et testées. Il faut rentabiliser cet investissement de cinq ans.

iii) on peut s'appuyer sur des compétences techniques de bon niveau qui ont été développées dans les pays pendant la première phase.

Ces compétences sont disponibles pour la continuation de la mise au point des méthodes et leur test en vraie grandeur. Il s'agit de personnes qui ont travaillé à plein temps sur les opérations de la phase I

iv) il y a une demande effective des services statistiques des pays pour le test et l'installation de bases de sondage aréolaire.



Même s'il est trop tôt aujourd'hui pour l'extension d'une méthode opérationnelle à l'échelle du Sahel, les pays restent demandeurs sinon de véritables opérations de terrain sur leur territoire, au moins d'information et de formation sur les résultats obtenus dans la sous-région.

#### **1.4 Carte du domaine agricole**

La carte du domaine agricole élaborée par le projet SRNRS devait fournir un univers statistique restreint pour la mise en place d'enquêtes aréolaires.

Certaines limites de ces cartes avaient déjà été mis en évidence par la mission d'évaluation de la phase I du projet, qui concluait sur la nécessité d'étudier les possibilités d'amélioration de la carte pour son utilisation effective par les services des statistiques agricoles.

Depuis lors, l'opération pilote Surveillance-DIAPER s'est déroulée au Burkina Faso. Celle-ci a utilisé comme base la carte du domaine agricole du Burkina-Faso (5 provinces du nord du pays). Les responsables nationaux des statistiques ont constaté lors de leur tournée de terrain de nombreuses divergences entre la carte et la réalité. L'atelier de travail de Ouagadougou a identifié l'utilisation de la carte du domaine agricole comme un des facteurs d'imprécision des estimations faites en 1991 par les méthodes aréolaires.

Il a donc été recommandé par la mission de refaire directement une photo-interprétation des compositions colorées Landsat MSS ou TM disponibles sur la zone d'étude pour préparer la stratification., sans avoir recours à la carte du domaine agricole.

#### **1.5 Actions à mener**

Il apparaît donc nécessaire de mener à bien la phase de mise au point et de validation des méthodes aréolaires commencée dans la phase I du projet. Il est admis qu'une période de trois ans est nécessaire pour cela. Après la discussion avec les responsables nationaux des services statistiques des pays du CILSS, des responsables régionaux du CILSS (en particulier Agrhymet et DIAPER), consultation des experts ayant participé ou évalué les différentes actions menées en matière de sondage aréolaire au Sahel, les axes d'intervention suivants se dégagent:

- 1) Test en vraie grandeur du sondage aérolaire au Burkina Faso pendant une durée de trois ans.
- 2) Appui à la mise au point de la méthode aréolaire au Sénégal et à son test. pendant une durée de trois ans
- 3) Suivi des résultats du projet P4AS au Niger, en observateur.
- 4) Formation et information des services de statistiques agricoles des neuf pays du CILSS lors d'ateliers régionaux.



5) Au bout de trois ans : bilan de l'opération et préparation de l'installation de bases de sondage dans les autres pays du CILSS

Une extension des tests à d'autres pays n'est pas recommandé pour l'instant car les trois méthodes employées au Sénégal, au Burkina Faso et au Niger sont différentes et il n'y a pas de conclusions définitives quant aux avantages de l'une ou de l'autre. Il ne paraît pas opportun de démarrer encore une autre opération au Sahel avant que ces trois ne porte leurs fruits.

Il faut souligner la complémentarité entre les opérations menées au Burkina Faso (zone sahélienne à agriculture dispersée) et au Sénégal (zone soudano-sahélienne à agriculture couvrant presque l'ensemble de l'espace). La zone d'étude au Burkina Faso est une zone difficile pour les statistiques agricoles, mais assez représentative des milieux sahéliens rencontrés notamment au Sénégal, en Mauritanie, au Mali, au Niger et au Tchad. Les résultats obtenus au Burkina Faso seront donc particulièrement utiles pour l'extension du sondage aréolaire à ces zones. En revanche, l'opération menée au Sénégal permettra d'affiner une méthode pour les zones densément cultivées, ainsi que de s'intéresser aux conditions particulières rencontrées en zone soudanienne et guinéenne (sud du pays).



## **2 Relations avec le projet DIAPER III**

Il convient tout d'abord ici de préciser la place exacte de la télédétection dans le projet. La télédétection est utilisée simplement pour la stratification de l'espace statistique, le tirage étant fait par la suite sur photographies aériennes et les segments étant enquêtés sur le terrain. Il n'y a pas d'estimateur de régression dérivé des images satellites, comme par exemple dans la méthode employée par le projet MARS du CCR d'Ispra, même si des recherches sont en cours sur le sujet (Université catholique de Louvain). Il s'agit donc clairement d'un projet de statistiques agricoles et non pas d'un projet de télédétection..

Etant donné le recentrage souhaité du projet sur la surveillance des ressources naturelles et l'existence d'un autre projet CILSS/FED s'occupant spécifiquement de statistiques agricoles: DIAPER, il est recommandé que DIAPER prenne à sa charge la continuation de la mise au point et validation des méthodes aréolaires , après une phase de transition en 1992.

Ce point de vue a été approuvé au cours de la mission par DIAPER, par le CILSS et les services des statistiques agricoles concernés

Le programme DIAPER étant en phase de préparation de sa troisième phase, il est opportun de prévoir dans cette nouvelle phase les ressources humaines nécessaires pour mener à bien les activités de sondage aréolaire. Il est suggéré qu'une personne ressource DIAPER au niveau régional s'occupe de ce volet. Six hommes.mois par an soit 18 hommes.mois sur les trois ans sont nécessaires.pour les activités principales suivantes: supervision scientifique, coordination des deux opérations au Burkina Faso et au Sénégal, organisation et animation des sessions de formation et d'information des cadres nationaux, .

Il est proposé qu'un poste d'expert à temps complet soit prévu pour trois ans avec, comme volet complémentaire du sondage aréolaire, l'intégration des méthodes agrométéorologie/télédétection d'estimation des rendements (bilan hydrique, indices de végétation NOAA). Le profil suggéré est donc celui de spécialiste en télédétection-agrométéorologie, expérimenté dans l'utilisation de la télédétection pour les statistiques agricoles. Pour les aspects purement statistiques, cette personne disposera de l'appui des statisticiens de DIAPER.



### **3 Objectif du projet et résultats visés**

Objectif spécifique du projet:

- Améliorer la qualité des statistiques agricoles des pays du CILSS par la validation des méthodes aréolaires commencée dans la phase I du projet SRNRS

Résultats:

- Une méthode de sondage aréolaire testée et validée en vraie grandeur au Burkina Faso sur deux zones contrastées du nord et du sud du pays, avec une étude comparative par rapport aux méthodes traditionnelles pour: la précision des estimations des surfaces cultivées et des rendements, la rapidité d'obtention des résultats et le coût de l'enquête en mode opérationnel.

- Une méthode de sondage aréolaire testée et validée en vraie grandeur sur l'ensemble du Sénégal. Ce résultat sera obtenu en appuyant le projet DISA/CSE "Base de sondage aréolaire" au niveau méthodologique (échange avec l'opération Burkina Faso) et en prenant en charge les frais d'équipement et de fonctionnement des opérations de terrain.

- A l'issue de l'atelier annuel d'échanges et de formation, trois rapports techniques annuels sur l'avancement et l'analyse comparative des opérations en cours y compris le "Projet Pilote de Prévision des Productions au Sahel", montrant en particulier les avantages/inconvénients des différentes méthodes, analysant leur opérationnalité et proposant des améliorations. Le dernier rapport devra en particulier faire des propositions pour l'extension de la méthode de sondage aréolaire à d'autres pays sahéliens.

- Six cadres nationaux formés aux méthodes de sondage aréolaire (3 au Burkina Faso, 3 au Sénégal)

- Au moins deux personnes par pays du CILSS formées aux opérations de sondage aréolaire au Sahel et capables de participer à la préparation d'un projet d'installation de base de sondage aréolaire grâce aux ateliers de formation et d'échanges organisés annuellement



## **4 Méthodologie**

### **4.1 Niveau de représentativité, couverture aérienne et satellitaire**

Il n'est pas question au travers des activités du projet de mettre en place des systèmes d'enquêtes statistiques qui ne pourraient être utilisés et entretenus à terme par les fonds propres des services statistiques nationaux. Le projet vise à financer ou participer au financement de l'organisation d'un système d'enquêtes parallèle à celui en place au Burkina Faso et au Sénégal et à le tester en grandeur réelle. A terme, les pays devront se décider sur la méthode à employer pour l'estimation des productions agricoles et pouvoir reprendre à leur charge cette activité.

Ce préalable a les conséquences directes suivantes : le niveau de représentativité retenu est celui de la région (division administrative de premier ordre) comme pour l'enquête traditionnelle (recommandations de DIAPER), de plus les couvertures en photographies aériennes et imagerie satellitaire existantes dans le pays devront être utilisées en priorité.

### **4.2 Méthodologie pour l'opération au Burkina Faso**

Suite à la mission d'évaluation de l'opération pilote Diaper-Surveillance de 1991 (Olivier LEO, 1992), à l'atelier de synthèse tenu à Ouagadougou du 16-17 mars 1992 et aux discussions de la mission avec les responsables de l'opération-pilote de 1991, la méthodologie suivante a été retenue.

La méthodologie présentée ci-après est une synthèse des réflexions qui ont été menées par les différents intervenants de l'opération pilote 1991 et par la mission. Elle constitue un guide mais devra pouvoir évoluer en fonction des résultats de l'enquête prévue en 1992.

Deux points cruciaux de la mise en place d'une base de sondage aréolaire, soit la stratification et l'identification des segments sur le terrain seront améliorés.

Pour la stratification, la couverture satellitaire LANDSAT TM acquise dans le cadre du programme de suivi écologique pour le PNGT (financement Banque Mondiale) devra pouvoir être utilisée. De plus, un agrandissement et un tirage au 1/10 000 des photographies aériennes de 1981 sera fait pour les unités primaires sélectionnées de façon à permettre un tirage et une localisation correctes des segments.

#### **4.2.1 Stratification**

Elle se fera sur base de la couverture LANDSAT TM (compositions colorées au 1/200 000, géométriquement corrigées) et non plus sur base de la carte du domaine agricole, jugée trop imprécise. elle reposera sur un quadrillage de la zone d'étude par une grille de maille 2km x 2km.

Ces unités seront classées en quatre strates:



- s0: non agricole
- s1: agricole 0-10% de la surface
- s2: agricole 10-50%
- s3: agricole 50-100%

Agricole est entendu ici dans le sens: parcelles cultivées et jachères récentes. Le pourcentage d'agricole dans la maille est obtenu par photo-interprétation de l'image satellite puis superposition de la grille.

Justification: comme le souligne le rapport final sanctionnant l'opération pilote 1991, la maille de 8km x 8 km s'est avérée trop grossière pour filtrer les zones agricoles et réduire efficacement les zones enquêtées. La strate non agricole ne couvrait que 30% du total et restait encore agricole (12%). Des mailles de 2km x 2km devraient permettre de délimiter une strate non agricole d'environ 50-60% de la surface totale et d'isoler une strate agricole d'environ 40% et contenant autour de 30% d'agricole. Après la réalisation de l'opération, une post-stratification est suggérée pour améliorer la première stratification et préparer la campagne suivante.

#### **4.2.2 Taille des segments**

De façon à limiter la variance et le nombre de segments non agricoles, on augmentera la taille des segments à 25 ha (500m x 500m) conformément à l'atelier de Ouagadougou.

#### **4.2.3 Tirage de l'échantillon**

On procédera à un tirage systématique aligné à deux niveaux (unités primaires et segments), avec un tirage aléatoire simple de trois segments par unité primaire. Le tirage des segments se fera sur les photos aériennes. Par rapport à un tirage systématique aligné à un seul niveau, cette formule facilitera notamment la localisation des segments sur les photos aériennes et limitera les déplacements sur le terrain.

#### **4.2.4 Taux de sondage**

On augmentera le taux moyen de sondage de façon à obtenir un taux identique à celui de l'enquête agricole sur base démographique, soit 0,14%. Cela représente pour la zone d'étude 225 segments de 25 ha, soit 75 unités primaires. Le taux de sondage de la strate non agricole devra être pris inférieur à celui de la strate agricole. Le taux de sondage de chacune des strates agricoles sera fonction du pourcentage d'agricole dans chacune d'elles (plus élevé dans les strates plus agricoles). Ces taux devront être adaptés le cas échéant pour avoir des populations significatives dans chacune des strates.

#### **4.2.5 Localisation et identification des segments**

La localisation des segments se fera sur la base des photos aériennes. Les trois GPS (Global Positionning System) acquis pendant la phase I du projet pourront aider à cette localisation. La première année, l'identification et le relevé des segments se feront en même temps. Ces opérations doivent être menées par des enquêteurs agricoles formés et encadrés par un photo-interprète. Le centre du segment peut être identifié par une borne. Les mesures seront prises à partir de ce point, au ruban et à la boussole pour délimiter le segment.



#### **4.3 Méthodologie pour l'opération au Sénégal**

Le projet apportera dans un premier temps (1993) un appui logistique (équipement et fonctionnement) à la Direction des Statistiques Agricoles pour la réalisation de l'enquête de sondage aréolaire dans le bassin arachidier, le Centre de Suivi Ecologique (CSE) prenant en charge la constitution de la base de sondage. La méthode proposée par le CSE semble assez bien adaptée à ce milieu.

Dans un deuxième temps et à la lumière des résultats obtenus dans le bassin arachidier au Sénégal et dans la zone sahélienne du Burkina Faso, une méthodologie sera arrêtée entre le projet et le CSE pour l'extension de l'enquête dans les zones nord et sud du pays. Une fois cette méthodologie décidée conjointement, le projet prendra en charge les frais d'équipement et de fonctionnement incombant au test de la méthodologie à l'échelle du pays (1994-1995).



## **5 Mise en oeuvre du projet**

Le projet porte sur trois ans. Il devrait couvrir trois saisons des pluies: 1993, 1994 et 1995. Il comporte trois volets: test de la méthode aréolaire au Burkina Faso, appui à la mise au point méthodologique et au test de la méthode aréolaire au Sénégal par la prise en charge des frais d'équipement et de fonctionnement, activités régionales (DIAPER).

### **5.1 Calendrier des activités**

Le calendrier des activités est représenté dans le schéma ci-dessous:

	Année 1	Année 2	Année 3
<b>Volet Régional</b>			
Coordination & animation	x x x x x x	x x x x x x	x x x x x x
Expertise externe	x	x	x
Atelier		x	x
Evaluation du projet			x
<b>Volet Burkina Faso</b>			
Installation base de sondage	x	x	x
Formation des enquêteurs	x	x	x
Opérations de terrain	x x x	x x x	x x x
Traitements des données	x x	x x	x x
Supervision	x x x x x	x x x x x	x x x x x
Formation des cadres	x	x	x
<b>Volet Sénégal</b>			
Appui aux enquêtes		x x x	x x x
Formation des cadres	x	x	x



## 5.2 Plan d'opération et budget

### 5.2.1 Volet BURKINA FASO:

Année 1:

Zone géographique couverte: CRPA du Centre-Nord et du Sahel (48 000 km<sup>2</sup>)  
Objet: Enquête aréolaire pour les surfaces cultivées en céréales

a) Mise au point de la base de sondage.

-photointerprétation des compositions colorées par l'IGB 3 mois/homme	240 000 FCFA
-reconnaissance terrain	325 000 FCFA
-agrandissement et tirage des PA	2 500 000 FCFA
-tirage de l'échantillon	budget supervision DEP
-positionnement des segments sur les photographies aériennes	budget supervision IGB
b) Formation des enquêteurs	100 000 FCFA
c) Opérations de terrain : implantation et levée des segments (4 équipes constituées d'un chauffeur, un photointerprète/topographe, 4 enquêteurs)	
indemnités	1 200 000 FCFA
carburant	1 950 000 FCFA
achat véhicule	8 500 000 FCFA
d) Traitement des données	
-saisie des données	100 000 FCFA
-expertise, évaluation des résultats,	budget coordination
-publication rapport-diffusion	DIAPER 500 000 FCFA
e) Supervision de l'opération par la Direction des Etudes et Planification (DEP) du Ministère de l'Agriculture et par l'Institut Géographique Burkinabé	

Indemnités 450 000 FCFA

f) Formation d'un cadre en sondage aréolaire (courte durée) 1 050 000 FCFA

Total Année 1 16.915.000 FCFA  
soit 48 000 ECUS

Année 2:

Zone géographique couverte: CRPA du Centre-Nord et du Sahel (48 000 km<sup>2</sup>)  
Objet: Enquête aréolaire pour les surfaces cultivées et les rendements des céréales



Année 3:

Zone géographique couverte: CRPA du Centre-Nord et du Sahel (48 000 km<sup>2</sup>) et CRPA du sud-ouest (20 000 km<sup>2</sup>)

Objet: Enquête aréolaire pour les surfaces cultivées et les rendements des céréales

Budget en milliers de FCFA

	année 1	année 2	année 3	Total
Mise au point de la base de sondage	3065	3065	2000	8130
formation des enquêteurs	100		100	200
opérations de terrain	11650	6000	9000	26650
traitement des données	600	600	600	1800
supervision	450	450	450	1350
formation cadres	1050	1050	1050	3150
Total	16915	11165	13200	41280
soit				120 000 ECUS
Divers et imprévus:				6 000 ECUS
TOTAL VOLET BURKINA FASO:				126 000 ECUS

### 5.2.2 Volet SENEGAL

Année 1:

Zone géographique couverte: 4 régions du bassin arachidier (Diourbel, Fatick, Kaolack, Thies )

Objet: Appui à l'estimation des surfaces cultivées par la prise en charge des frais d'équipement et de fonctionnement de l'enquête aréolaire faite par la DISA. Participation à l'analyse et comparaison des résultats (coûts et précision) avec l'enquête démographique. S'il y a lieu, adaptation en conséquence de la méthodologie.

Année 2:

Préalable: que la base de sondage pour l'ensemble du pays soit élaborée par le CSE, avec appui éventuel du DIAPER

Zone géographique couverte: ensemble du pays

Objet: voir année 1

Année 3:

Zone géographique couverte: même zone que année 2

Objet: Consolidation des résultats et des techniques employées en année 2.

**Budget en milliers de FCFA**

	année 1	année 2	année 3	année 4
carburant	1040	3000	3000	7040
entretien et réparations véhicules	625	1500	1500	3625
perdiem	760	1900	1900	4560
fournitures, matériel	350	500	500	1350
formation cadres	1050	1050	1050	3150
total	3825	7950	7950	19725
soit			57 000 ECUS	
Divers et imprévus			3 000 ECUS	
<b>TOTAL VOLET SENEGAL:</b>			<b>60 000 ECUS</b>	

**5.2.3 Volet ACTIVITES REGIONALES**

a) Coordination et animation par DIAPER des opérations Burkina Faso et Sénégal et suivi de l'opération P4AS au Niger . Rédaction annuelle d'un rapport sur l'avancement du projet et analyse comparative des résultats obtenus.

=

(3 x 6 mois.homme) 220 000 ECUS

Budget de fonctionnement missions,  
matériel de bureau 35 000 ECUS

b) Atelier de présentation et analyse des résultats

9 pays du CILSS (2 pers/pays) 63 000 ECUS

d) Revue/évaluation extérieure du projet 6 mois avant sa fin

1 mois 2 personnes Bureau d'études 60 000 ECUS

e) Consultation spécialiste en télédétection et sondage aréolaire pour appui aux opérations nationales et participation aux ateliers annuels de synthèse/formation

5 mois 100 000 ECUS

Divers et imprévus: 24 000 ECUS

**TOTAL activités régionales** 502 000 ECUS

**5.2.4 Récapitulatif du budget**

volet Burkina Faso	126 000 ECUS
volet sénégal	60 000 ECUS
volet activités régionales	502 000 ECUS
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>688 000 ECUS</b>



## **6 Suivi et évaluation**

### **6.1 Les indicateurs de suivi:**

- Respect du calendrier d'extension territoriale ou thématique des opérations
- Régularité des rapports
- Fiches de projets formulées par les pays à la suite des ateliers annuels d'échanges et de formation sur les méthodes aréolaires

### **6.2 Revues/évaluation**

Une revue/évaluation doit être prévue 6 mois avant la fin du projet, elle durera 1 mois et impliquera deux personnes, elle sera confiée à un bureau d'étude ou des consultants indépendants reconnus internationalement pour leur compétence en sondage aréolaire et statistiques agricoles en milieu tropical.

**PLANIFICATION DE LA PHASE II DU PROJET SURVEILLANCE  
DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES AU SAHEL**

**violet surveillance des ressources naturelles**

## TABLE DES MATIERES

1-Contexte et justification du projet.....	2
2- Objectifs et résultats visés.....	5
3- Organisation du projet.....	7
3.1 Choix des options stratégiques.....	7
3.2 Structure générale et durée du projet .....	9
3.3 Ressources humaines.....	11
3.3.1 Composante régionale .....	11
3.3.2 Composantes nationales .....	12
3.4 Localisation des équipes.....	12
3.4.1 Niveau régional.....	12
3.4.2 Niveau national.....	13
4- Méthodologie .....	18
4.1 Méthodologie pour la cartographie de l'occupation des sols.....	18
4.1.1 Acquisition des images satellitaires .....	18
4.1.2 Pré-traitement des images satellitaires .....	18
4.1.3 Archivage des données.....	19
4.1.4 Acquisition du matériel de traitement.....	19
4.1.5 Phase de démarrage et de formation.....	20
4.1.6 Définition de la nomenclature et de la méthodologie .....	20
4.1.7 Collecte de la documentation exogène.....	22
4.1.8 Photo-interprétation et opérations de terrain.....	23
4.1.9 Vérification et validation.....	23
4.1.10 Cartographie régionale.....	23
4.1.11 Impression des documents.....	24
4.1.12 Propriétés des informations.....	24
4.1.13 Spécificités nationales .....	24
4.2- Méthodologie pour le suivi de la dynamique de l'occupation des sols.....	28
5-Relations avec d'autres projets CILSS:.....	29
6. Mise en oeuvre du projet.....	31
6.1 Calendrier des activités.....	31
6.2 Estimations Budgétaires.....	35
Annexe 1 : Proposition de financement.....	38
Annexe 2 : Exemples de légendes de cartes thématiques au Sahel.....	53
Annexe 3 : Personnes rencontrées.....	57
Annexe 4 : Documents consultés .....	61



## PLANIFICATION DE LA PHASE II DU PROJET SURVEILLANCE DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES AU SAHEL

### volet surveillance des ressources naturelles

#### 1-Contexte et justification du projet

Dans le Sahel, depuis quelques années, les conséquences de certains phénomènes, parmi lesquels on peut citer:

- la désertification progressive de certaines régions
- la disparition rapide de vastes espaces forestiers
- la disparition ou la migration d'espèces, privées de biotopes
- l'intensification de l'agriculture dans les zones fragiles
- l'extension du domaine agricole au détriment du domaine sylvo-pastoral,
- la salinisation des zones côtières

ont mis en évidence la nécessité de gérer l'occupation du sol dans ses diverses composantes.

Dès lors que l'on souhaite dépasser les simples mesures d'urgence souvent imposées par des situations catastrophiques, une gestion rationnelle sur de vastes espaces implique une connaissance de la réalité de l'occupation du sol. Mais force est de constater qu'en ce domaine, face aux besoins dont l'étendue et le caractère pressant sont attestées par toutes les enquêtes, les réalisations sont insuffisantes et qu'il est difficile de se satisfaire des indications thématiques des cartes topographiques révisées tous les 20 ou 50 ans, et encore moins des évaluations statistiques obtenues comme sous-produit des enquêtes et recensements agricoles.

Au niveau des pays sahéliens, le CILSS a rappelé, lors de la réunion de ses instances dirigeantes au mois d'Avril 1992, le besoin régional en matière de suivi de l'évolution des ressources naturelles sahéliennes, de façon à améliorer leur gestion et leur conservation. Le programme Sahélien d'Appui à la Gestion de l'Environnement (SAGE) fournit un cadre général pour cette activité de pilotage de l'environnement. Il est reconnu que la première étape de ce pilotage doit être l'établissement d'un tableau de bord de l'environnement sahélien, s'appuyant sur un inventaire cartographique des ressources naturelles renouvelables.

Il est en outre essentiel de coordonner et d'assurer la cohérence des différentes initiatives en matière de cartographie de l'occupation des sols.

Il est courant d'entendre aujourd'hui qu'une cartographie n'est utile que si elle sert à la prise de décision et que les thèmes retenus devraient résulter d'une étude sur l'offre et la demande de l'information environnementale. Bien que ces idées soient globalement correctes, elles ne devraient pas entraîner, par de longues études préparatoires, l'élaboration d'une cartographie de base. Il faut en effet bien distinguer entre d'une part l'information ou la cartographie de base dont l'usage est multiple et constant et d'autre part l'information spécialisée destinée à des preneurs de décision particuliers. Un des objectifs du présent projet est clairement d'établir une cartographie de base.



La demande d'information doit en tout cas être prise en compte dans le planning de réalisation des travaux, c'est-à-dire que les zones prioritaires doivent être cartographiées en premier lieu.

Une cartographie de l'occupation des sols au 1:200.000 permet de répondre aux besoins régionaux (CILSS) de surveillance de l'évolution de l'environnement sahélien, de localisation et de caractérisation des problèmes écologiques majeurs et de planification de la gestion nationale des ressources naturelles. L'échelle du 1:200 000 correspond d'autre part à l'échelle de la cartographie de base existant dans les pays du CILSS. En termes de décision, la cartographie permettra de plus le suivi de la mise en oeuvre des politiques régionales et nationales. Il est important d'aider les gouvernements à définir puis à mettre en oeuvre des politiques adaptées à la mesure du problème sahélien.

Le besoin d'une telle cartographie découle des faits suivants constatés durant la mission:

- la fragilité des écosystèmes et le transformation rapide des paysages,
- l'accélération de la déforestation,
- la carence de données récentes et globales sur les pays,
- l'insuffisance de documents cartographiques en général.

Il a également été clairement exprimé par les différents interlocuteurs nationaux dans les neuf pays du CILSS en se traduisant plusieurs fois par l'interrogation "Pourquoi cela n'a-t-il pas été fait plus tôt ?"

Le Club du Sahel exprime aussi le souhait de connaître mieux la réalité sahélienne : "Aussi voudrait-on plaider pour qu'une part un peu plus importante de l'aide soit affectée à une meilleure connaissance du capital sahélien (forêts, pâturages, terres agricoles) en utilisant les moyens modernes dont on dispose aujourd'hui."

Les utilisateurs de cette cartographie sont au niveau régional, le programme SAGE d'appui à la gestion de l'Environnement Sahélien, le programme de formation et d'information sur l'environnement (PFIE), les agences bilatérales et internationales d'aide au développement, et au niveau national, les différents ministères et directions de l'agriculture, de l'élevage, du développement rural, de la planification, etc. La cartographie peut également servir d'aide à la stratification pour le développement de base de sondage aréolaire en statistiques agricoles. Il existe également un nombre impressionnant de projets relatifs aux ressources naturelles potentiellement utilisateurs de la cartographie. Plus de 140 projets ont été identifiés au Mali et plus de 110 au Niger. Il est reconnu cependant que la cartographie au 1:200.000 n'est pas destinée à l'exécution de projet d'aménagement des terroirs pour lesquels une cartographie au 1:50.000 est plus adaptée. Au delà de l'intérêt général d'une cartographie de base, plusieurs critères doivent cependant être satisfaits pour garantir le succès de la cartographie de l'occupation des sols. Il faut tout d'abord veiller à n'utiliser que des légendes lisibles par l'ensemble des utilisateurs potentiels. Trop de cartes sont en effet restées dans les tiroirs par manque d'intelligibilité de la légende. Ensuite, il faut donner à l'utilisateur la possibilité de faire le lien entre la carte et le terrain. Certaines cartes ne sont pas utilisables simplement parce qu'il n'est pas possible d'identifier sur le terrain une unité cartographique. Finalement il faut mettre en place des procédures de diffusion des produits réalisés à des conditions attractives. Des prix trop élevés freinent généralement la circulation des données, ce qui est préjudiciable dans le cas d'informations à caractère public, sans générer suffisamment de revenus.

La cartographie ferait usage de l'outil télédétection. C'est d'ailleurs une part importante de la visibilité acquise du projet. La télédétection est ensuite un outil bien approprié et validé dans ce secteur notamment par le projet européen CORINE Land Cover et par plusieurs projets de cartographie au Sahel. A la fin du projet, les images satellitaires utilisées seraient naturellement



mises à profit afin de développer d'autres cartographies thématiques à la demande, dans le cadre de l'appui à d'autres projets de développement.

La surveillance des ressources naturelles nécessite cependant plus qu'un premier inventaire cartographique. Il s'agit également de développer les ressources et compétences permettant le suivi et donc les moyens d'appréhender la dynamique de l'occupation des sols. L'accent sera donc également placé sur le développement des compétences par le développement ou le renforcement de structures d'accueil. Suite au projet Désertification initié en 1984 par le DGVIII de la CCE et à la large diffusion du rapport intitulé "Remote sensing of the Sahelian environment", les pays sont très demandeurs pour le développement de compétence nationale en matière de traitement des données satellitaires. Pour certaines personnes rencontrées, le développement des compétences nationales est même un objectif parfois considéré comme prioritaire par rapport à la réalisation effective de la cartographie.

Finalement, l'inventaire cartographique et le développement des compétences nationales permettront d'étudier à l'échelle régionale la dynamique de l'occupation des sols des dernières années. Il sera donc possible de chiffrer et de localiser de manière concrète le déboisement, la désertification, l'extension du domaine agricole, etc. Il faut souligner ici le brouillard épais qui entoure encore toutes les données sur le capital naturel sahélien et son évolution réelle. Ce brouillard permet à un certain nombre d'observateurs de la région de délivrer des affirmations péremptoires ou des opinions définitives. Les unes et les autres sont trop souvent reprises par les agences d'aide et par les gouvernements sahéliens.



## **2- Objectifs et résultats visés**

L'objectif général du projet "Surveillance des Ressources Naturelles au Sahel, phase 2" est de contribuer à la gestion rationnelle des ressources naturelles en vue de la préservation de l'environnement sahélien par:

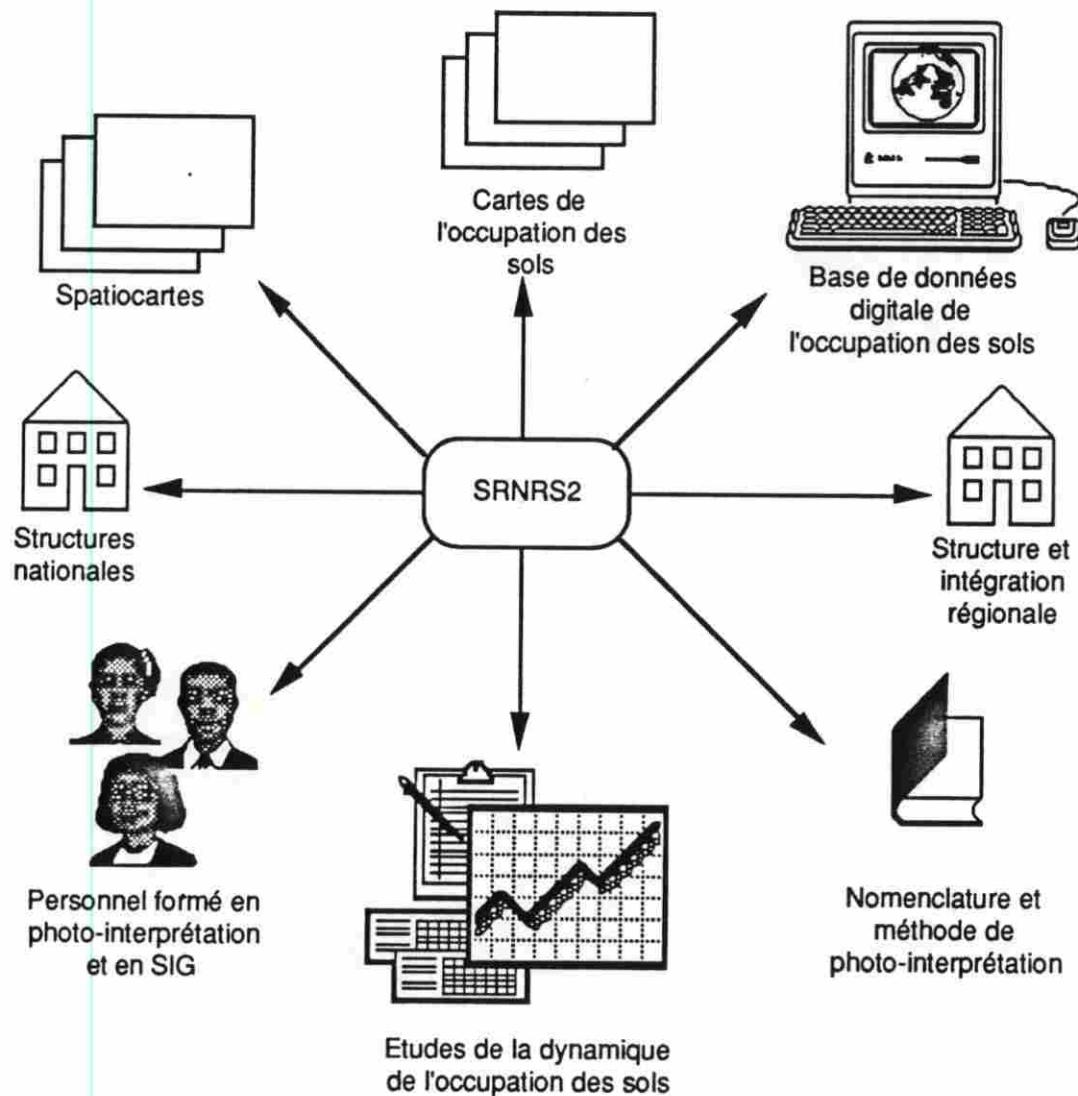
- le développement des compétences humaines et des capacités techniques appropriées dans la région,
- la production et la diffusion d'une catégorie d'information non disponible actuellement et qui est requise pour la gestion des ressources naturelles.

Les objectifs spécifiques sont :

- réaliser et diffuser dans de brefs délais un inventaire cartographique harmonisé sur l'occupation des sols sahéliens,
- mettre en place et/ou renforcer dans chacun des pays concernés une cellule nationale opérationnelle capable de réaliser, valoriser et mettre à jour cette cartographie,
- produire des analyse et un suivi de la dynamique de l'occupation des sols au niveau régional, à travers des études comparatives des données produites, des documents pré-existants et des séries historiques fournies par les outils satellitaires.

Les résultats attendus sont les suivants :

- l'existence de compétences humaines sahéliennes en matière de cartographie thématique de base et de surveillance des ressources naturelles (plus de 90 cadres sahéliens formés à différent niveau dans les diverses disciplines requises),
- la disponibilité au niveau des pays et au niveau régional CILSS de capacités techniques appropriées : équipement en matériel de collecte et de traitement (matériel de cartographie, matériel informatique, système d'information géographique,...),
- la couverture complète des pays du CILSS en images satellites d'observation des ressources terrestres (sous forme de spatiocartes et numérique),
- plus de 400 cartes thématiques de base produites à différentes échelles sous forme papier et numérique, disponibles et accessibles,
- 9 cellules nationales capables de réaliser, valoriser, analyser et mettre à jour la cartographie,
- une cellule régionale capable de réaliser, valoriser, analyser et faire la synthèse des informations sur les ressources naturelles au niveau régional,
- 9 bases de données nationales informatisées sur les ressources naturelles,
- une base de données régionale informatisée sur les ressources naturelles,
- un tableau de bord sur les ressources naturelles,
- une nomenclature d'occupation des sols sahéliens à l'échelle du 1:200.000,
- un manuel de photo-interprétation d'images satellites sur la région sahélienne,
- une intégration régionale des méthodes, produits et analyses.



*Les résultats attendus de SRNRS2*



### **3- Organisation du projet**

#### **3.1 Choix des options stratégiques**

- Plusieurs options peuvent être envisagées pour le lieu de la réalisation du projet.

##### i) Bureaux d'études européens

Considérant que la technologie du traitement des images d'observation de la terre est relativement sophistiquée, que la durée du projet peut être relativement courte par rapport à l'ampleur du travail et qu'il est utile de garantir la bonne exécution du projet ainsi que la qualité des produits de la cartographie, le recours à des bureaux d'études européens peut s'avérer utile, voire nécessaire pour la réalisation des différents produits.

##### ii) Centres régionaux

Considérant qu'il n'existe pas de compétences suffisantes au sein de chacun des pays concernés, qu'il existe quelques centres régionaux reconnus en matière de télédétection (AGRHYMET, CRTO, CSE), et qu'une taille critique minimale est nécessaire, la réalisation de la cartographie pourrait s'effectuer au sein d'une sélection de ces centres régionaux.

##### iii) Composantes nationales

Considérant que dans une opération d'aide au développement une priorité doit être la contribution au développement des structures nationales et l'émergence de ressources humaines de qualité, que la cartographie d'un pays ne s'effectue pas à des milliers de Km de distance, que la cartographie est essentiellement une matière nationale, et que le produit à développer doit correspondre aux priorités nationales, le projet doit être exécuté aussi complètement que possible par des cellules nationales sous coordination régionale.

La mission d'évaluation de la phase 1 du projet Surveillance avait déjà mis en évidence que les pays souhaitent clairement être réellement impliquée dans la réalisation du projet. Aujourd'hui, les pays ne souhaitent plus de projets exécutés par des sociétés extérieures et qui aboutissent le plus souvent à des cartographies inutilisées. Le rôle des bureaux d'études européens doit se limiter à la fourniture d'un volant d'assistance technique et servir de garde-fou pour la bonne exécution du projet. En effet, il faut veiller à rendre compatible les aspects de formation et la réalisation de produits de qualité.

Ensuite, en ce qui concerne les centres régionaux, la politique de ces centres est clairement de n'effectuer que des tâches régionales et de ne pas se substituer aux Etats en ce qui concerne les tâches d'exécution à l'échelle nationale. C'est ainsi par exemple que le centre AGRHYMET se montre très réticent pour accueillir des équipes nationales. Ensuite, étant donné l'aspect largement multisectoriel de l'environnement, il est recommandé d'éviter tant que possible le recours à des institutions sous-régionales incapables de rester en communication constante avec les différentes directions des administrations nationales. L'utilisation des centres régionaux implique également que l'effort de développement se concentre dans les pays les plus développés alors qu'il faudrait justement mettre le plus de moyens dans les pays les moins avancés.

C'est donc la troisième option qu'il convient de retenir et qui, par ailleurs, recueille le plus grand intérêt de la part des pays et du CILSS.



- En ce qui concerne l'échelle de production de la cartographie les options sont i) d'utiliser la même échelle pour tous les pays ou ii) d'utiliser systématiquement l'échelle de la cartographie de base des pays.

Pour les petits pays comme le Cap Vert (4033 Km2) ou la Gambie (11.295 Km2), la cartographie au 1/200.000 est clairement insuffisante. Par contre, choisir l'échelle de la cartographie de base du Cap Vert et de la Gambie au 1/25.000 mène à la nécessité d'établir plus de 130 coupures cartographiques pour ces deux seuls pays. Il faut encore signaler que la limite de résolution des capteurs spatiaux est atteinte à cette échelle et que cela pose encore des problèmes complexes par rapport à la légende. Il faut en conséquence choisir un scénario intermédiaire. Il est recommandé d'utiliser pour les grands pays l'échelle de la cartographie de base au 1/200.000 et pour quelques sites d'intérêts particuliers (zone urbaine) une cartographie au 1/50.000. Pour les plus petits pays, l'échelle de base sera le 1/50.000 avec une vue synoptique au 1/200.000 quand elle est pertinente. Une alternative est présentée dans le tableau ci-dessous tenant compte du fait que la partie Nord de certains pays est complètement désertique et non cartographiée.

Pays	Superficie (Km2)	Cartes 1/50.000	Cartes 1/200.000
Burkina Faso	274000	6	32
Cap Vert	4033	8	0
Gambie	11295	10	4
Guinée Bissau	36125	10	7
Mali	1240000	10	61
Mauritanie	1031000	8	46
Niger	1267000	6	41
Sénégal	194000	6	26
Tchad	1284000	10	68
TOTAL CILSS	5 341 453	74	285

- En ce qui concerne les capteurs satellitaires, ce sont sans conteste les images à haute résolution qui sont les plus pertinentes pour l'établissement d'une cartographie au 1:200.000 et/ou au 1/50.000. Les résultats d'interprétation d'images satellitaires ne donnant qu'une vue partielle de la situation, une démarche d'observation à trois niveaux est requise i) l'image satellitaire ii) la photographie aérienne et iii) les observations de terrain.

- Du point de vue de la technique de production de la cartographie les options sont i) la voie numérique de traitement et ii) la photo-interprétation visuelle de compositions colorées.

Considérant que l'approche numérique ou automatique pour la cartographie a globalement échoué au Sahel jusqu'à ce jour et reste du domaine de la recherche, que le matériel requis reste coûteux et complexe d'utilisation, que la connaissance du terrain dans ses différents aspects est essentielle pour comprendre une image, et que d'assez nombreux spécialistes sahéliens sont déjà formés à la photo-interprétation visuelle, c'est le traitement par photo-interprétation visuelle des compositions colorées qui est recommandé.

Cependant, considérant que le prix du matériel et des logiciels a tendance à décroître, que des compétences informatiques se développent au sein des pays du sahel, et que certains traitements (calcul d'indice de végétation) peuvent, pour certains endroits, faciliter la photo-interprétation, on pourra envisager d'équiper progressivement et à terme les cellules nationales en capacité de



traitement dès qu'elles auront la maîtrise complète de la photo-interprétation. Il faut en effet veiller à n'injecter de la technologie que lorsque un premier savoir-faire existe.

Il existe aussi différentes options concernant la réalisation et l'acquisition des compositions colorées.

i) Les compositions colorées peuvent être développées à partir des images brutes corrigées simplement des paramètres de vol. En cas d'utilisation des images Landsat, un délinage doit également être opéré. Dans ce cas, les compositions ne correspondent pas au découpage cartographique et comportent toujours des déformations géométriques. La photo-interprétation s'effectue alors sur des compositions colorées non géo-référencées. Les corrections géométriques s'effectuent alors sur les cartes numérisées en mode vecteur. Si plusieurs images sont nécessaires pour couvrir la carte complète, on travaille sur les images séparément sans réaliser de mosaïque.

ii) Les compositions colorées peuvent être rectifiées radiométriquement et géométriquement et imprimées à l'échelle et suivant la même découpe et projection que la cartographie de base disponible dans les différents pays. C'est le produit de base idéal, dont la présentation le destine à un usage multiple, et qui peut être utilisé sans aucune connaissance de la technique de la télédétection. Il s'agit réellement d'un produit évolué de la chaîne de traitement des données du satellite, pouvant être considéré comme un premier résultat du projet. Ce produit a cependant l'inconvénient d'être relativement coûteux étant donné l'importance du traitement nécessaire (mosaïquage, rectification, ré-échantillonnage,...). Ce type de produit existe dans la gamme des produits GEOSPOT de SpotImage. Il peut également être réalisé par des bureaux d'études spécialisés à partir d'images SPOT ou LANDSAT. Ce produit est vivement recommandé comme matière de départ dans la mesure où cela dégage de l'exécution du projet toute une série de problèmes directement liés à la technique des capteurs satellisés. L'essentiel du temps de travail des cellules nationales peut alors être consacré au travail sur les ressources naturelles proprement dites, ce qui constitue la valeur ajoutée la plus importante du projet.

### **3.2 Structure générale et durée du projet**

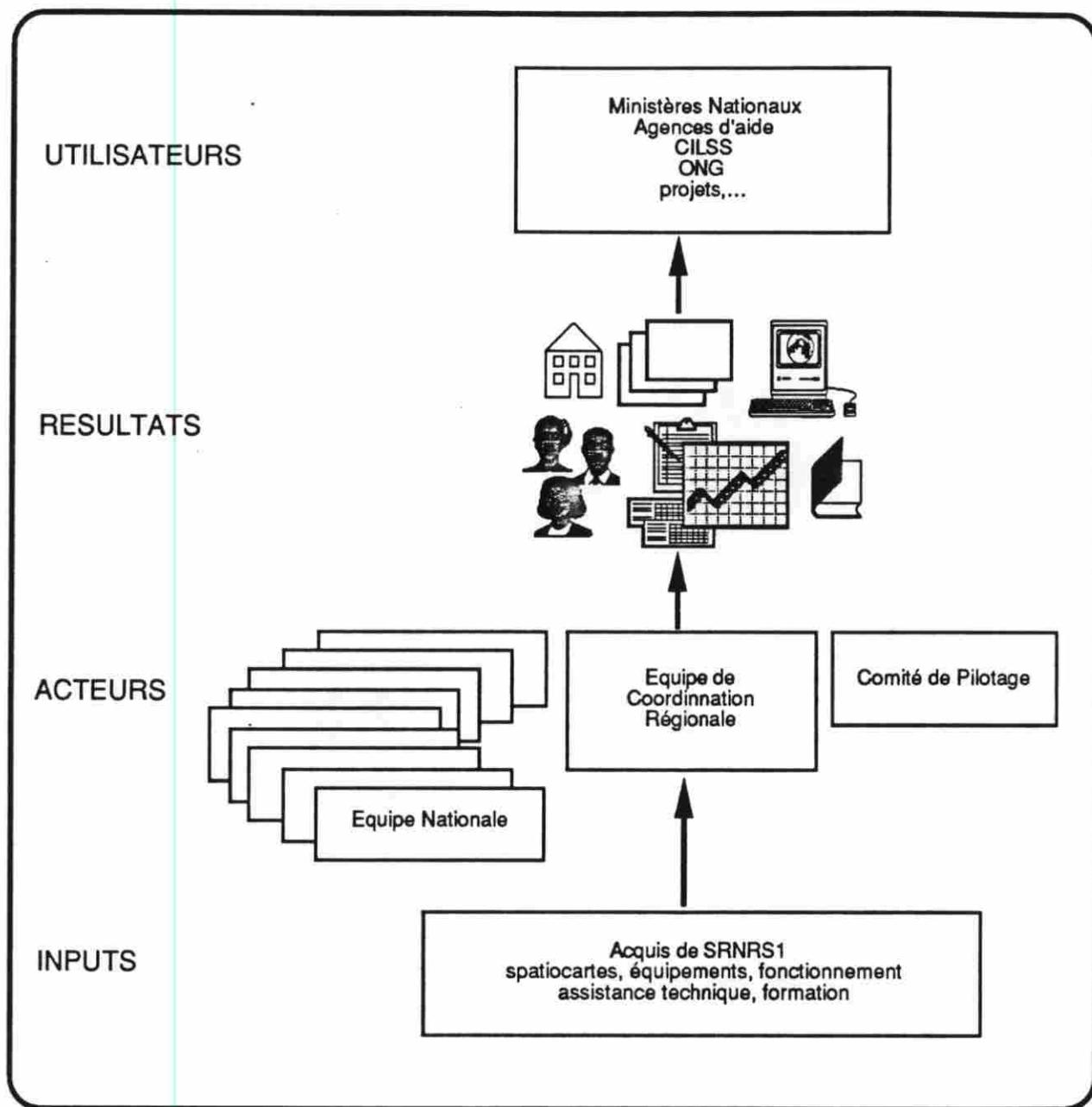
Au niveau de l'efficacité du projet, sa gestion, et sa réalisation technique, la mission a retenu la structure d'une équipe régionale flanquée de neuf équipes nationales. De ce fait, la structure générale du projet est assez lourde et tout doit être fait pour qu'au niveau administratif, sa gestion reste efficace. L'implication générale des délégations nationales du FED dans la gestion des composantes nationales est donc souhaitée, ainsi que la délégation de la signature de l'ordonnateur régional du projet (le Secrétaire Exécutif du CILSS) au directeur général du centre AGRHYMET pour les devis programmes.

Une autre conséquence de ce choix "national" est l'importance à donner à la formation des cadres nationaux qui dans un certain nombre de cas n'ont pas tous les compétences requises en photo-interprétation.

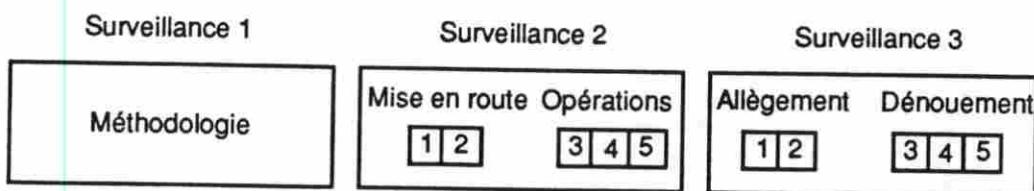
Une assistance technique sera fournie à l'équipe de coordination régionale et un volant d'assistance sera disponible pour chacune des neuf équipes nationales. Cette assistance technique sera fournie par un bureau d'études européen sélectionné sur appel d'offres restreint.



Le graphique suivant illustre la structure générale du projet :



La durée du projet a été fixée à cinq ans, durée maximum d'un financement FED. Grossièrement, les deux premières années seront consacrées à la mise en route du projet et les trois suivantes aux opérations. Il faut d'ors et déjà avoir à l'esprit une phase suivante dont les deux premières années verront les opérations se dérouler de façon allégée et les trois dernières le projet se dénouer. Le schéma suivant illustre ce point:



### 3.3 Ressources humaines

Bien que les technologies et méthodologies soient relativement faciles à maîtriser, des erreurs banales peuvent conduire à des gaspillages considérables en temps et en moyens. Les éléments les plus critiques d'un tel travail sont donc les capacités professionnelles des interprètes et un contrôle rigoureux et continu de la qualité par les responsables. La constitution d'une équipe stable de cadres techniques est donc un préalable à la réussite des travaux.

#### 3.3.1 Composante régionale

La composante régionale ou équipe de coordination régionale (ECR) a la responsabilité de l'exécution correcte du programme au nom du CILSS.

L'ECR est dirigée par le coordonateur régional. Le coordonateur régional assure la gestion du projet, son animation, la comptabilité, et la préparation des contrats en collaboration avec le Secrétaire Exécutif et la personne en charge du projet au niveau du FED. Il est sélectionné suivant les procédures du CILSS et en accord avec la délégation régionale du FED à Ouagadougou. Il aura un salaire, grille CILSS, de 1.000.000 CFA/mois, avantages et charges sociales comprises. Il sera sélectionné sur base de sa compréhension générale des ressources naturelles et de la problématique des pays du CILSS. Il devra avoir une expérience préalable dans une fonction de chef de projet équivalente et pourra recevoir une formation complémentaire en gestion de projet.

Le coordonateur régional est assisté de quatre personnes, trois experts sahéliens et une assistance technique permanente.

L'assistance au coordonateur régional devra couvrir les domaines de l'organisation des enquêtes terrain y compris des vols aériens de reconnaissance, de la photo-interprétation, et de l'utilisation des systèmes d'informations géographiques. Il est prévisible que ces experts soient régulièrement en mission dans les différents pays participant au projet. Les compétences de ces personnes devront donc être dans la mesure du possible complémentaires. L'assistant technique devra couvrir les domaines de la cartographie, des systèmes d'information géographique et de l'informatique en général et assurer la supervision technique du projet. Pour les deux premiers experts sahéliens, il est souhaitable d'en avoir un qui se charge des aspects cartographiques et un autre des aspects méthodologiques; les deux devant pouvoir apporter des contributions spécifiques en matière de formation des composantes nationales. Le troisième expert sera exclusivement en charge des aspects d'étude de la dynamique de l'occupation des sols.

Les ressources humaines de l'ECR seront complétées par une secrétaire, un aide-comptable, un chauffeur, et un gardien. La présence d'un comptable dans l'équipe s'est avérée nécessaire étant donné la lourdeur des procédures FED basées, pour les programmes régionaux, sur les devis programmes annuels pour les composantes nationales.



### **3.3.2 Composantes nationales**

Chaque équipe nationale sera dirigée par un chef de projet. Il sera sahélien et si possible issu du pays du lieu de réalisation. Il sera recruté suite à la parution dans la presse locale de l'ouverture du poste. La sélection des candidats sera menée dans les délégations FED de chacun des pays. Le comité de sélection sera composé du conseiller technique en charge du projet, du Conacilss, d'un représentant du bureau d'études ayant développé la nature de l'épreuve et du coordonateur régional du projet. Le salaire du chef de projet sera celui correspondant à un chef de département sur la grille CILSS, soit environ 670.000 CFA/mois, avantages et charges sociales comprises.

Les thématiciens photo-interprètes proviendraient utilement des institutions qui en ont manifesté le souhait ou qui pourraient le faire, notamment les directions de l'agriculture et de l'élevage, des eaux et forêts, de l'aménagement du territoire, des ressources naturelles, etc, ceci afin d'assurer que les résultats soient à la hauteur de leurs attentes. Ils seront recrutés ainsi que le reste du personnel suite à la parution de l'ouverture des postes dans la presse locale. La sélection s'effectuera à la délégation FED et le comité sera composé du conseiller technique FED en charge du projet, du chef de projet national, et du Conacilss. Suivant les capacités techniques du personnel recruté, essentiellement sur base de leur connaissance thématique et du terrain, des programmes de formation seront montés et organisés soit par l'ECR si le centre d'accueil est au Sahel, soit par le bureau d'études si le centre d'accueil est en Europe. Trois thématiciens photo-interprètes sont généralement requis par pays. Ils seraient également payés sur grille CILSS au tarif de 384.000 CFA, avantages et charges sociales comprises.

Un opérateur SIG et un technicien de numérisation sont également requis. Ces postes assez spécialisés au niveau technique informatique requériront plus que vraisemblablement une formation complémentaire.

Le personnel de support, secrétaire et chauffeur, sera recruté si nécessaire suivant les possibilités de l'infrastructure d'accueil.

Tout le personnel du projet est engagé sur contrat à durée déterminée d'un an renouvelable en charge du projet.

Les cellules nationales fonctionnant avec des experts recrutés ou détachés par leur service, doivent nécessairement être rattachées administrativement à une structure technique nationale et posséder suffisamment d'autonomie de gestion et de fonctionnement.

### **3.4 Localisation des équipes**

#### **3.4.1 Niveau régional**

L'ECR sera basée au centre AGRHYMET de Niamey. En effet, les objectifs proposés de la phase IV du programme AGRHYMET sont a) la contribution aux systèmes d'alerte précoce b) la contribution à l'augmentation de la production agricole et c) la contribution à la gestion rationnelle des ressources naturelles.

Le centre AGRHYMET dispose déjà d'infrastructures mises en place lors de la phase précédente du projet et dispose à travers ses banques de données et SIG de toute une série d'informations qui pourront être utiles pour la gestion des ressources naturelles. Le centre est également un lieu destiné à la formation d'experts sahéliens. Un programme de recherche en télédétection de l'ORSTOM devrait permettre de fournir l'environnement nécessaire pour la formation en ce



domaine. Au niveau du cadre institutionnel, la mission principale est d'assurer un appui logistique (formation), méthodologique (transfert) et opérationnel (fourniture des produits). Du point de vue financier, certains problèmes liés à la gestion du centre sont bien connus. Il en résulte qu'il faut prévoir au sein du budget une contribution financière pour assurer les frais de gestion que le projet entraîne au centre (8% du budget). En ce qui concerne l'utilisation des images télédéTECTées pour la réalisation de cartographie d'occupation du sol, le centre a déjà remis des fiches projets pour financement notamment à l'OCI (Organisation de la Conférence Islamique).

Localisée au centre AgrhyMet, le projet devra conserver son autonomie de gestion et financière. Néanmoins, le coordonateur régional pourrait faire partie des instances du centre afin de s'assurer que les objectifs et réalisations du projet sont compatibles avec ceux du centre et du CILSS.

### 3.4.2 Niveau national

Les équipes nationales devront, lorsque cela est possible, être rattachées à des structures existantes pour les renforcer. Les implications institutionnelles de l'installation d'une unité de traitement d'informations géographiques peuvent parfois être délicates. L'installation de cette cellule pourrait en effet présager dans certains cas un futur système d'information sur l'environnement.

La localisation définitive de ces structures sera déterminée par une mission du coordonateur de projet dans les différents pays au démarrage du projet. Néanmoins, la mission de planification ayant déjà visité les pays, certaines suggestions sont données ci-après:

De manière générale, il n'est pas recommandé de placer les cellules nationales directement auprès des instituts géographiques. En effet, ces institutions ont pour mission essentielle d'établir et de mettre jour les fonds topographiques. Ce point de vue est parfois difficile à défendre dans la mesure où ces instituts sont membres de l'Organisation Africaine de Cartographie qui est devenue Organisation Africaine de Cartographie et de Télédétection. Cependant, l'usage de la télédétection dans ces centres est normalement envisagé pour faciliter les procédures de révision cartographique et non pour établir des cartographies thématiques. La cartographie thématique requiert du personnel spécialisé dans plusieurs thèmes, ce que les instituts géographiques ne possèdent généralement pas.

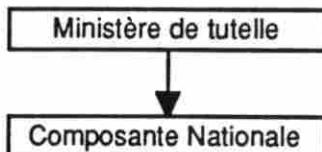
Les pays du CILSS disposent pour la plupart de programmes et de cellules de lutte contre la désertification (PNLCD, CNLCD) qui se sont parfois élargis en plan nationaux d'action pour l'environnement. Ces cellules sont typiquement inter-ministérielles et soutenues financièrement par le PNUD, l'UNSO ou encore la FAO. Ces cellules sont essentiellement des lieux de coordination et non d'exécution de programmes. Malgré leur caractère inter-ministériel, il est donc exclu d'y rattacher directement les composantes nationales du projet. Par contre, les chefs de projet nationaux devront rendre compte de l'état d'avancement de la cartographie à ces cellules, s'assurer de la compatibilité de leurs actions avec le cadre général défini par celles-ci et pourront les utiliser comme voie de diffusion de l'information produite.

Finalement, il est généralement entendu que c'est le ministère de l'agriculture et de l'élevage qui est le ministère technique auquel sont rattachés les programmes du CILSS.

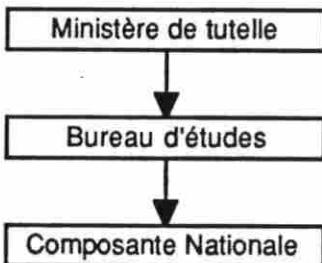


Les différents types d'interface possible seront les suivants:

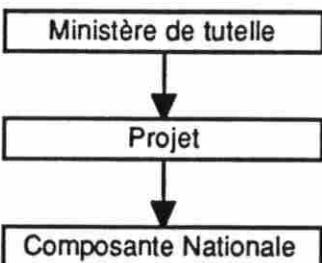
- Interface directe avec administration nationale



- Interface avec bureau d'études



- Interface avec projet existant



Burkina Faso:

Il est recommandé d'utiliser l'Unité de Traitement de l'Institut Géographique Burkinabé comme composante nationale. C'est en effet cette unité qui est reconnue comme cellule de traitement des données géographiques dans le cadre du Programme National de Gestion des Informations sur le Milieu (PNGIM).

Cap Vert:

La mission recommande que la composante nationale capverdienne soit l'Institut National de Recherche Agraire (INIA). En effet, l'INIA a déjà développé un ensemble de cartographies thématiques liées à l'agriculture telles que cartes agroécologiques, cartes de potentialités des sols, cartes agroclimatiques.

L'INIA fait également partie de la cellule CNLCD et dépend du ministère de la forêt, de l'agriculture et de l'animation rurale (MFAAR).

**Gambie:**

La Gambie est également préoccupée par les problèmes de gestion de ses ressources naturelles et de son environnement. Il existe ainsi le "Gambia Environment Action Plan", l'une des plus importantes initiatives en cours qui est à l'étape de finalisation avec le concours de l'UNSO. Ce plan d'action couvre la période 1992-2002 et prévoit de nombreuses actions telles que:

- le suivi de la déforestation,
- le suivi de la dégradation des sols,
- le suivi de l'érosion cotière,
- le suivi de la salinisation et du niveau d'eau du fleuve,
- le suivi des plans d'eau libre,
- le suivi des feux de brousse.

Il n'y a pas aujourd'hui de structure technique réellement opérationnelle pouvant assurer ces différents suivis pour le moment. Il est recommandé de renforcer l'unité appelée "Environment Unit" du "Ministry of Natural Resources and Environment" qui comprend par ailleurs quatre départements chargés de la pêche, de la foresterie, des ressources en eaux et de la conservation de la faune sauvage.

**Guinée Bissau:**

Il existe en Guinée Bissau le Département d'Hydraulique Agricole et des Sols (DHAS) au sein du Ministère du Développement Rural qui a l'intention de développer une cellule d'interprétation des images de télédétection. Ce département a déjà rédigé les termes de référence d'un projet dont les objectifs sont:

- interprétation visuelle de photographies aériennes et d'images satellite,
- élaboration de cartes et d'autres documents issus de l'interprétation,
- appui à la coordination des moyens et ressources et à l'acquisition et l'utilisation de matériel ou de produits de télédétection,
- utilisation pluridisciplinaire des images,
- appui à la formation locale de cadres,
- contribution à la diffusion des informations existantes entre les départements ministériels et les autres entités utilisatrices des produits de télédétection.

Il est donc recommandé de renforcer le DHAS et d'y localiser la cellule nationale du projet ce qui constitue encore l'avis de l'ensemble des personnes rencontrées en Guinée Bissau.

**Mali:**

La composante nationale du projet pourrait être au Mali l'institut d'économie rurale et son laboratoire de recherche sur la désertification. Ce laboratoire est en train de développer ses axes de recherche parmi lesquels sont déjà identifiés, un programme d'inventaire, de suivi écologique, d'aménagement des terroirs villageois avec utilisation des SIG et de recherche des méthodes de lutte contre la désertification. C'est encore dans ce laboratoire que se retrouve les ressources humaines formées lors du projet d'inventaires des ressources terrestres (PIRT).

**Mauritanie:**

Le partenaire naturel du projet Surveillance II en matière de ressources naturelles apparaît être la Direction de la Protection de la Nature qui assure le secrétariat permanent du Comité National de Lutte contre la Désertification et possède déjà une bonne expérience dans ce domaine.



Le Comité National de Lutte contre la Désertification a été créé en 1981 pour veiller à l'application des grandes orientations définies en matière de lutte contre la désertification. En 1987 a été entériné le Plan Directeur de Lutte Contre la Désertification pour donner un cadre stratégique aux projets et programmes mis en oeuvre pour lutter contre la désertification. Enfin, en 1991, le Programme Multisectoriel de Lutte Contre la Désertification PMLCD (assistance technique PNUD/FAO), suite logique de ce Plan Directeur, a défini un ensemble de projets et programmes concrets à réaliser. Parmi les fiches de projets élaborées à cette occasion, un certain nombre rejoignent les préoccupations du projet Surveillance phase II. Il s'agit des fiches 28,29,30 du document "PMLCD - Résumé des fiches projets".

- fiche 28: Inventaire national des gommeraies
- fiche 29: Inventaire et suivi des pâturages en Mauritanie
- fiche 30: Inventaire et suivi par télédétection des ressources sylvo\_pastorales dans le sud de la Mauritanie

Niger:

L'administration nigérienne tente pour l'instant de mettre sur pied une structure de coordination de tous les projets en matière de gestion des ressources naturelles. On souhaite dans la mesure du possible attendre un premier bilan de cette cellule avant de programmer de nouveaux projets. On demande également de renforcer les structures existantes dont l'IGNN et l'Agrhytmet.

Par ailleurs, il est un fait que l'efficacité de la coordination régionale, localisée au centre Agrhytmet, bénéficierait de la présence d'une équipe nationale pour sa compréhension concrète des problèmes rencontrés lors de l'exécution du projet. La cellule nationale nigérienne localisée avec l'équipe de coordination régionale pourrait servir en quelques sorte de prototype pour les autres pays. Elle devrait être la première à sortir des produits et servirait de moteur pour les composantes nationales des autres pays. Il est donc recommandé d'installer, dans un premier temps, la composante nationale nigérienne au centre Agrhytmet. Lorsque le projet sera bien lancé et en routine, il devra être envisagé de faire migrer cette composante là où le gouvernement nigérien le souhaitera.

Sénégal:

Au Sénégal, il est recommandé que la composante nationale dépende du Ministère de l'Agriculture, qui est à la fois le Ministère de tutelle des activités en relation avec le CILSS et du Centre de Suivi Ecologique. De plus, les différents spécialistes thématiques qui seront détachés pour travailler dans le projet proviendront de différentes Directions de ce même Ministère ( Directions de l'Agriculture, de l'Elevage, Bureau Pédologique,...). Le projet devra travailler en étroite collaboration avec le Centre de Suivi Ecologique ainsi qu'avec la Direction de l'Aménagement du Territoire.

Tchad:

La mission recommande d'utiliser le BIEP (Bureau Interministériel d'Etudes et de Projets) comme centre d'accueil de la composante nationale au Tchad compte-tenu des facteurs suivants:

- position interministérielle (pour coordination entre contributions des différents ministères)
- fonctionnement de bureau d'études (pour efficacité du travail)
- capacité démontrée de gestion de fonds importants
- moyens logistiques (pour missions de terrain)
- environnement informatique et bureautique bien développé.



Le Centre National d'Appui à la Recherche (CNAR) pourrait également accueillir le projet étant donné que :

- le CNAR possède déjà un système de traitement d'imagerie satellitaire,
- il est le dépositaire légal de tous les supports d'imageries satellitaires actuellement en usage dans les différents projets,
- il a pour mandat spécifique d'actualiser les cartes au niveau national et de réaliser les cartes thématiques dans les domaines prioritaires.



## **4- Méthodologie**

### **4.1 Méthodologie pour la cartographie de l'occupation des sols**

#### **4.1.1 Acquisition des images satellitaires**

La période optimale d'acquisition des données se situe pour les pays sahéliens après la saison des pluies et la récolte et avant les feux de brousse, soit aux alentours des mois de Novembre - Décembre. Pour l'établissement de la couverture, on donnera priorité à la période dans l'année plutôt que l'année même de prise de vue.

On fera dans la mesure du possible usage de l'archive de la station de réception de Maspalomas située à Frascati pour laquelle les projets de la Commission bénéficient de conditions particulières (50% de réduction pour les images SPOT et 30% pour les images TM).

Pour le satellite SPOT, une première recherche indique que sur les 1200 scènes nécessaires pour couvrir la région au sud du 18ième parallèle, 400 scènes sont disponibles en archive dont 200 en provenance de la station de Maspalomas. Pour les 800 scènes à acquérir, environ 400 pourraient l'être par les enregistreurs du satellite sur la zone Est, et environ 400 sur la zone Ouest en visée directe par la station de Maspalomas.

En ce qui concerne le choix du satellite, les images de SPOT XS et de Landsat TM peuvent convenir à l'échelle du 1/200.000. Pour des échelles du 1/50.000, le satellite SPOT, du fait de sa plus haute résolution spatiale, est recommandé.

#### **4.1.2 Pré-traitement des images satellitaires**

Six étapes sont normalement requises pour produire les images qui seront photo-interprétées.

- délinage: a pour effet la recalibration des détecteurs et la suppression du lignage. Pour les données SPOT, la calibration est réalisée par l'organisme qui assure la gestion opérationnelle du satellite.
- suppression des artefacts: ces anomalies sont essentiellement des lignes de balayage manquantes ou aberrantes, des pixels saturés ou encore des petites zones de pixels noirs ou blancs.
- corrections géométriques: les données numériques doivent être corrigées géométriquement en fonction des cartes topographiques régulières de chacun des pays. Les données géométriquement corrigées serviront de base pour fabriquer les compositions colorées de telle manière que l'image, la carte topographique, et le calque d'interprétation soient parfaitement superposables. Pour certains pays où les cartes sont trop anciennes, il sera nécessaire de lever des points de contrôle sur le terrain (GCP) à l'aide de GPS (Global Positionning Systems). Une quarantaine de GCP sont normalement requis pour corriger une image. La méthode de correction devra tenir compte simultanément des couples de coordonnées image-carte et des paramètres de vol du satellite.
- rééchantillonnage: le rééchantillonnage permet de reconstruire une image numérique après l'étape de correction géométrique. Il est recommandé d'utiliser pour ce faire les méthodes de restauration pour lesquelles les images résultantes présentent d'excellente qualité: netteté et vigueur des contours et des éléments linéaires, respect des détails; soit des qualités essentielles pour les travaux ultérieurs de reconnaissance thématique.



- amélioration d'image: la production d'images de qualité suppose que l'on applique aux données de chacune des bandes spectrales une adaptation de dynamique. Il est également recommandé de procéder à une amélioration des limites par application de convolution unidirectionnelle.
- annotation des images : inscription des grilles kilométriques et de la référence de la carte.
- restitution sur film: les données satellitaires doivent être tirées sur papier photographique couleur aux échelles 1:200.000 et 1:500.000 (et/ou 1:50.000 et 1:125.000). Il est nécessaire de produire trois copies de chaque scène à l'échelle du 1:200.000. La première sert de document de travail (interprétation et travail sur le terrain), les deux autres sont gardées intactes comme documents de référence. La copie au 1:500.000 est nécessaire pour faire la stratification de l'image en grandes surfaces polymorphes. Des tirages satisfaisants peuvent être obtenus par deux méthodes différentes i) agrandissement à partir d'une diapositive de grand format et ii) épreuve couleur des films tramés à l'échelle 1:200.000 (et/ou 1/50.000).

#### **4.1.3 Archivage des données**

L'archivage des compositions colorées et des données numériques pourra se faire dans un premier temps à l'ECR. Ces archives seront transférées dans les pays quand les équipes nationales seront à même de les maintenir. Dans la mesure du possible, on évitera de recourir à la technologie des bandes magnétiques de type CCT. On recommande l'utilisation de support de stockage plus maniable tel que bande Exabyte en cassette ou même CD-ROM.

#### **4.1.4 Acquisition du matériel de traitement**

L'ECR constituera un dossier d'appel d'offre pour acquérir le matériel informatique de traitement pour les composantes nationales. Pour le matériel informatique, le fournisseur devra être enregistré dans un pays du CILSS. Il devra garantir la maintenance et le service après vente, soit directement, soit par un accord avec une société étrangère. Le matériel comprendra:

- 2 micro-ordinateurs 80486/33MHz
  - carte graphique 8 bits 1024\*1024
  - écrans couleur 1024\*1024
  - disque dur 300MO
  - système d'exploitation DOS/Windows
- 2 logiciels et matériels de réseau
- 1 système de backup
- 2 tables lumineuses
- 1 table à numériser A0
- 1 table à dessin
- 1 imprimante couleur A1 à jet d'encre
- 1 imprimante laser
- 1 tireuse de plan
- 1 onduleur
- 1 logiciel Système d'Information Géographique (SIG)
- 1 logiciel de numérisation
- 2 stéréoscopes (pouvoir d'agrandissement \*2 et \*4)
- 3 loupes ou compte-fils
- 1 planimètre
- 3 armoires à carte
- 1 appareil photographique
- 1 matériel vidéo (magnétoscope + vidéo)



## - 2 GPS

En ce qui concerne les systèmes d'information géographiques (SIG), le logiciel ATLAS/GIS est déjà bien implanté dans les pays sahéliens. Le logiciel est assez convivial et d'utilisation facile contrairement au logiciel Arc/Info dont les tentatives d'installation restent dépendantes de la présence d'un informaticien confirmé. Le logiciel IDRISI est également connu au travers des formations de l'UNITAR. Pour le SIG, il faudra d'abord expérimenter la méthodologie sur un certain nombre de cartes, ce qui permettra de préciser les caractéristiques du SIG avant leur acquisition et installation.

De manière générale, il faudra veiller à la standardisation de l'équipement et surtout à la compatibilité avec l'existant. De même, il faudra limiter tant que possible le coût récurrent du fonctionnement des équipements.

### **4.1.5 Phase de démarrage et de formation**

Le bureau d'études attributaire de l'assistance technique fournira six années/homme de consultation à répartir dans les différentes composantes nationales pour :

- l'organisation et la mise en place des cellules nationales,
- installer les logiciels requis pour les traitements, dont le SIG,
- former le personnel à l'utilisation des logiciels pour les tâches de traitement prévues dans la phase d'interprétation et de saisie,
- démarrer les activités opérationnelles d'interprétation et de saisie,
- proposer des normes régionales de codage pour les informations, afin de faciliter l'élaboration d'une base de données régionales,
- suppléer momentanément au personnel envoyé en formation.

### **4.1.6 Définition de la nomenclature et de la méthodologie**

Au démarrage du projet, l'ECR établira une nomenclature de l'occupation des terres. A cette fin, des zones échantillons représentatives des principales zones agro-écologiques des pays du CILSS seront sélectionnées. De préférence, les zones seront choisies là où des prises de vues aériennes récentes sont disponibles. Chaque zone échantillon sera interprétée visuellement selon les classes les plus évidentes, les classes seront ensuite caractérisées au moyen des prises de vue disponibles ou sur le terrain, et si nécessaire, la classification initiale sera modifiée de manière itérative en fonction de la vérité terrain. Lors de l'élaboration de la nomenclature, l'ECR devra concilier les nomenclatures divergentes de l'INERA/IRBET, de l'IDR, du BUNASOLS, du PIRT, du PIRL, etc.

La nomenclature qui sera retenue devra satisfaire un certain nombre de conditions:

- elle doit permettre de cartographier l'ensemble des territoires des pays du CILSS, autrement dit, elle ne comporte pas de poste "territoire non classé",
- les différents postes doivent refléter les préoccupations thématiques des futurs utilisateurs de la base de données géographique,
- elle ne doit pas comporter de postes vagues ou ambigus, utilisés plus ou moins systématiquement par les photo-interprètes lorsqu'ils sont confrontés à une difficulté,



- les limites entre les différentes classes devront être clairement déductibles de la définition des classes puisque le suivi concerne essentiellement l'évolution des limites de classes.

De plus, on ne doit pas perdre de vue que la nomenclature s'applique à des unités relativement étendues et que le nombre de postes d'une nomenclature est toujours le résultat d'un compromis entre les besoins des utilisateurs et les contraintes financières qui pèsent sur le projet.

La nomenclature devra aussi posséder une structure hiérarchique. Le premier niveau (environ 10 postes) devra être utilisable à l'échelle régionale (1:1.000.000), le second niveau étant destiné à la cartographie au 1:200.000 et comportant une trentaine de postes. Au niveau national ou provincial, il devra être possible d'ajouter un troisième niveau à condition de respecter les conditions suivantes :

- les postes ajoutés doivent obligatoirement contenir en totalité les territoires concernés par le poste hiérarchiquement supérieur,
- les postes créés ne doivent pas se rapporter à plusieurs postes hiérarchiquement supérieurs.

En ce qui concerne les thèmes de la légende, les lignes directrices suivantes, provenant des interviews lors de la mission de planification, devront être pris en compte. Il est apparu clairement qu'une carte purement écologique (formations végétales, écosystèmes) n'intéresse que peu ou pas les pays. En complément des formations végétales, la carte doit faire ressortir les types de mises en valeur humaine (agriculture au sens large : agriculture, élevage, eaux et forêts, zones de mise en défens, zones protégées) ainsi que les traits physiques fondamentaux du paysage (géomorphologie). Les ressources minières dans leur état de connaissance actuel devraient également être figurées (en tous cas, les zones d'extraction).

Pour établir la légende, l'ECR disposera d'un budget lui permettant de réunir pendant quelques jours des experts internationaux ayant déjà travaillé à la constitution de légende pour des cartographies thématiques. Pour préparer cette réunion, l'ECR rassemblera un maximum de cartes thématiques déjà réalisées pour les pays sahariens de même que des images satellitaires pour quelques zones agro-écologiques majeures de la région.

A l'issue de cette étape, l'ECR proposera lors d'un atelier régional organisé sous l'auspice du programme SAGE du CILSS un projet détaillé de nomenclature. Cet atelier permettra des consultations avec toutes les instances concernées et la nomenclature sera au besoin amendée afin d'arriver à un consensus. Dès l'approbation de la nomenclature, l'ECR produira un manuel de réalisation de la photo-interprétation largement illustré pour diffusion vers les composantes nationales du projet.

Le manuel contiendra également la définition précise de l'unité spatiale et la superficie de la plus petite unité cartographiée. L'unité spatiale correspond généralement soit à une zone dont la couverture peut être considérée comme homogène, soit à une combinaison de zones élémentaires qui à travers ses variations représente des structures d'occupation qui peuvent être envisagées comme constituant une même classe d'occupation du sol, et se distingue nettement des unités qui l'entourent. La plus petite unité cartographiée à l'échelle du 1:200.000 peut être évaluée à 100 ha.



#### 4.1.7 Collecte de la documentation exogène

En vue de préparer la photo-interprétation, les équipes nationales collecteront l'ensemble des données existantes relatives à l'occupation et aux aménagements du territoire. Il s'agit de toutes les cartes topographiques et thématiques, des photographies aériennes, des documents statistiques sur l'agriculture et les superficies agricoles, des SIG, des travaux de recherche, des projets d'aménagements, des travaux d'hydraulique, des itinéraires de pistes à bétail, de la localisation des domaines classés, etc. Des contacts doivent être établis à cette occasion avec les différentes directions de l'agriculture, de l'élevage, des forêts, des ressources en eau, du plan, etc. ainsi qu'avec des centres étrangers ayant travaillé sur le territoire concerné. Ce faisant, un aspect de l'étude du programme SAGE concernant l'inventaire des données disponible sera ainsi réalisé.

Les cartes topographiques sont essentielles. En effet, elles sont utilisées pour la fabrication des calques, support du travail d'interprétation, elles sont indispensables pour les corrections géométriques des données satellitaires et la fabrication des compositions colorées, et elles représentent une source d'informations exogènes de première importance. Malheureusement, elles n'ont généralement pas été mises à jour depuis plusieurs années.

En ce qui concerne les cartes thématiques, il faut s'attacher à collecter successivement:

- les documents les plus généraux existants pour l'ensemble du pays qui fournissent des données de cadrage aux interprètes, par exemple les cartes géologiques, pédologiques, ... Ensuite, on s'attache à collecter, si elles sont disponibles, les cartes dont l'objet est plus directement lié au projet.
- les documents couvrant des zones géographiques réduites.

Ensuite, pour les documents qui traitent de l'occupation ou de l'utilisation du sol, il est indispensable de rédiger à l'intention des interprètes des résumés méthodologiques afin d'éviter tout risque d'utilisation abusive (la plupart des cartes de végétation naturelle sont des cartes de la végétation potentielle en l'absence d'intervention humaine).

Les données statistiques donnent, quant-à-elles, une image synthétique de l'occupation du sol, et donc, servent de guide aux travaux des photo-interprètes. Elles sont également un moyen de contrôle des résultats du travail, même si les comparaisons des données supposent, par suite de différences de nomenclature, des précautions évidentes.

Finalement les photographies aériennes permettent, quand elles existent, de classer les unités délimitées sur les images fausses-couleurs et pour lesquelles un risque d'erreur de classement existe. Elles permettent de préciser la limite exacte des unités lorsque celles-ci n'apparaissent pas clairement sur l'image satellitaire et permettent enfin de vérifier et de valider les résultats de la photo-interprétation.

En ce qui concerne les SIG, il en existe déjà et notamment en ce qui concerne les ressources en eau. Le CIEH à Ougadougou coordonne l'installation de telles bases de données. Au Niger, il existe ainsi le SIGNER axé sur les ressources en eau mais qui contient également la cartographie des pâturages et la plupart des cartes thématiques du Niger. De telles bases de données font partie bien sûr des données exogènes à collecter.



#### **4.1.8 Photo-interprétation et opérations de terrain**

Les équipes nationales produiront des cartes d'occupation des sols à partir des compositions colorées et selon les procédures et nomenclatures décrites dans le manuel de photo-interprétation diffusé par l'ECR. Les interprétations seront cependant exclusivement visuelles, c'est-à-dire que les frontières entre les classes d'occupation seront tracées par l'interprète et en aucune circonstance ne proviendront de classifications numériques. Dans une première étape, les compositions colorées au 1:500.000 sont utilisées pour délimiter les grandes régions et pour préparer un plan de vol aérien basse altitude de reconnaissance. Lors de ce vol, des photos aériennes peuvent être prises de même qu'un film vidéo vertical et/ou latéral. Dans la mesure du possible, les coordonnées du vol obtenues à partir d'un GPS seront incrustées dans l'image. Les documents ainsi obtenus seront utilisés tout au long de la phase d'interprétation. Par la suite, des vols aériens basse altitude ou des missions de terrain complémentaires seront réalisées chaque fois que nécessaire.

L'interprétation sera réalisée de la manière suivante: l'interprète dessine les frontières sur un calque d'interprétation posé sur la composition colorée. On entend par calque d'interprétation, le document transparent utilisé pour établir la minute d'interprétation. Pour la fabrication de ces calques, on recommande d'utiliser un support plastique transparent mat, de type Kodatrace.

Le calque d'interprétation au 1/200.000 est ensuite numérisé par un opérateur et le fichier est transféré dans le SIG où les attributs sont saisis. Chaque feuille sera d'abord interprétée selon cette méthode. Les portions douteuses seront ensuite vérifiées à partir des prises de vues aériennes disponibles ou sur le terrain et les interprétations corrigées en conséquence.

Pendant cette phase, les équipes saisiront également sur ordinateur les informations provenant des divers départements techniques, selon les normes établies au cours de la phase précédente. En particulier, les équipes nationales obtiendront ou numériseront elles-même les cours d'eau, les routes et pistes principales, les frontières administratives et politiques et les limites du domaine classé.

#### **4.1.9 Vérification et validation**

La validation de la photo-interprétation est une étape essentielle si l'on ne veut pas que certaines erreurs grossières ne discréditent l'ensemble des produits réalisés. La validation se fait par échantillonnage aléatoire d'un certain nombre de sites pour lesquels l'interprétation est vérifiée soit à l'aide des photos aériennes disponibles soit par mission de terrain. Pour le dépouillement statistique, on constituera deux sous-échantillons i) un sous-échantillon des points de bordure et ii) un sous-échantillon des points intérieurs. Si le taux d'erreur d'interprétation est supérieur à un seuil donné pour une feuille, l'interprétation doit être refaite. Cette validation se fera au niveau national sous la supervision de l'ECR.

#### **4.1.10 Cartographie régionale**

L'ECR recevra des composantes nationales les fichiers numériques interprétés à l'échelle du 1:200.000 et/ou du 1/50.000. L'ECR aura pour mission de réaliser des produits



cartographiques permettant une vue régionale soit des produits à l'échelle du 1:500.000 voire du 1:1.000.000. Une soixantaine de cartes de synthèse pourraient ainsi être établies.

Deux étapes sont nécessaires pour réaliser une base de données régionales. Premièrement, il faut convertir les fichiers du système de projection national au système de projection régional et ensuite assembler les cartes des différents pays et corriger les anomalies avec le concours des équipes nationales. A ce moment, la généralisation peut être envisagée.

#### **4.1.11 Impression des documents**

Une société spécialisée prendra à sa charge la réception des cartes numériques élaborées dans les cellules nationales et validées sous la responsabilité de l'ECR ainsi que l'impression en polychromie. Les cartes seront du type thématique traditionnel par opposition aux produits de type photocartes.

Les cartes imprimées seront envoyées en 100 exemplaires à la composante nationale et en 5 exemplaires à l'ECR. Les cartes régionales seront envoyées en 100 exemplaires à l'ECR et en 20 exemplaires aux composantes nationales. Les cartes ne seront accompagnées d'aucun manuel et devront donc comporter une note explicative ainsi que certaines statistiques relatives à l'occupation du sol par province.

#### **4.1.12 Propriétés des informations**

Les informations acquises ou produites dans le cadre du contrat seront considérées d'intérêt public national et régional et seront disponibles à tout service public au prix coûtant du support de l'information (disquette ou carte papier). De manière générale, les composantes nationales devront résoudre la question des droits de propriété des résultats et de leurs conditions d'accès, en accord avec les autorités nationales et institutions qui auront fourni les informations complémentaires.

#### **4.1.13 Spécificités nationales**

La méthodologie décrite ci-dessus doit servir de cadre général. Cependant, étant donné la diversité des situations que l'on peut rencontrer dans tant de pays, il est nécessaire de tenir compte de certaines spécificités et de modifier certains points de la méthodologie pour certains pays.

##### **Burkina Faso**

Le Burkina est un cas particulier dans la mesure où un projet équivalent a déjà été monté et dont le financement par la Banque Mondiale est déjà acquis. Un contrat de prestation de service a été passé entre l'IGB et le ministère de l'agriculture et de l'élevage représenté par le programme national de gestion des terroirs (PNGT). Une direction de l'Unité de Traitement a été constituée au sein de l'Institut Géographique du Burkina (IGB) afin de réaliser le travail (photo-interprétation d'images Landsat TM et MSS et constitution d'une base de données d'occupation du sol au 1:200.000). Dans ce cas, les trois objectifs du projet Surveillance2 sont déjà programmés. Il est alors simplement recommandé de négocier la participation de l'Unité de Traitement comme



composante nationale du projet Surveillance2 pour tenter d'assurer la compatibilité des méthodes et légendes.

Il faudra également suivre le projet d'inventaire cartographique de la végétation et de l'occupation du sol au Burkina qui est en cours de préparation à l'Institut de Développement Rural (IDR) de l'Université de Ouagadougou grâce à un appui de la Coopération Française. Ce travail devrait déboucher sur une cartographie au 1:1.000.000 à partir de photo-interprétation d'images Landsat MSS des années 80 obtenues au CRTO.

Un projet de mise à jour de la cartographie topographique de base au 1/200 000 a été aussi formulé par l'IGB.

#### Cap Vert

Le Cap Vert est constitué d'un chapelet d'une dizaine d'îles et a une surface de l'ordre de 4000 Km<sup>2</sup>. Il n'est donc pas suffisant de développer une cartographie au 1:200.000 de ce pays dont, par ailleurs, la carte de base est à l'échelle du 1:25.000.

Ensuite, les îles étant d'origine volcanique, le relief est très marqué, jusque 3000m d'altitude. En conséquence, la correction géométrique des images satellites devra utiliser un modèle numérique de terrain. Un projet d'élaboration d'un modèle numérique de terrain sur base de données du satellite SPOT et d'application en matière de prévision des récoltes, zonage des potentialités agricoles et suivi de la campagne agricole a déjà été conclu entre l'INIA (chef de file), l'AGRHYMET/CILSS et l'IRAT/CIRAD (Montpellier) avec financement FED (ligne B7/5040). Ce projet concerne uniquement l'île de Santiago, il est d'une durée de deux ans et porte sur une somme globale de 323 600 ECUS. Les résultats du projet comprendront en particulier une cartographie des précipitations en fonction des facteurs morphométriques, une carte de l'aptitude des sols au ruissellement et une cartographie de la végétation naturelle et cultivée. Un ingénieur de l'INIA sera formé pendant un an à Montpellier.

Les activités de la composante nationale de Surveillance II devra s'articuler avec ce projet en s'appuyant sur la complémentarité au niveau i) des applications, Surveillance II développant le volet évolution des ressources naturelles et le projet INIA/AGRHYMET/IRAT le volet suivi et prévision de la production agricole et ii) de la couverture géographique en étendant ses activités aux autres îles à vocation agricole.

Il existe en outre un projet FED/AGTZ/FAO (project no. 6100.74.60.003/F) dont la couverture aérienne des 10 îles à l'échelle du 1:15.000 pourra être utilisée.

#### Gambie

Avec sa façade maritime et le fleuve qui le traverse sur toute sa longueur, la Gambie a certes des problèmes spécifiques en matière d'inventaire, de suivi et de gestion des ressources naturelles. Pour tenir compte de ces particularités ainsi que de sa superficie limitée (10.700 Km<sup>2</sup>), il est souhaitable que les inventaires cartographiques au 1:200.000 proposés pour le niveau régional soient doublés par des inventaires à plus grande échelle. Il existe notamment des cartes au 1:125.000 du domaine agricole et des domaines forestiers établies à partir d'une couverture aérienne de 1982 et qui pourront servir à l'étude de la dynamique de l'occupation du sol.

La Gambie possède déjà une bonne expérience dans la réalisation de cartes thématiques. L'apport du projet pourrait être une adaptation et une remise à jour de cette cartographie de manière à ce que, d'une part, elle réponde aux préoccupations régionales du CILSS, et d'autre part, elle s'intègre harmonieusement dans le plan décennal d'action pour l'environnement du pays.



### Guinée Bissau

Le Ministère des Ressources Naturelles, Département des Mines et Géologie, devrait recevoir prochainement, grâce à un financement FAC, une couverture mosaïquée SPOT au 1/100.000 commandée auprès d'IGN France sous forme de compositions colorées. Ce Département marque son accord pour mettre cette couverture à disposition du projet. La Guinée Bissau, comme le Cap Vert et la Gambie, n'est pas dans la zone FCFA. Cela peut parfois poser un problème de nature financier dans la mesure où les devis doivent être exprimés en devise nationale dont la dépréciation est de 1 à 1.5% par semaine. Ce pays peut également être considéré comme enclavé au niveau des communications. Dernièrement, malgré des salaires particulièrement bas, la législation nationale interdit d'octroyer des indemnités aux agents de l'Etat.

La société SCET AGRI International a réalisé une carte d'occupation des sols en 1980. Cette carte pourrait valablement être utilisée par l'étude de la dynamique de l'occupation des sols.

### Mali

Il est recommandé de veiller à s'assurer la participation de la direction nationale de la statistique et de l'informatique qui a entamé une réflexion sur la mise en place d'un système intégré de suivi de l'environnement.

Par ailleurs il existe un projet PNUD-AGTZ en préparation concernant la surveillance et le suivi des ressources naturelles, sorte de tableau de bord de l'environnement sahélien à la manière de ce qui était présenté dans les premiers termes de références du projet SAGE. Il est recommandé de veiller à la coordination entre ces deux projets.

### Mauritanie

La Mauritanie est caractérisée par une cartographie de base particulièrement ancienne (1954) et partiellement épuisée pour les feuilles au 1:200.000. Les photographies aériennes sont également de 1954 et dans un état de conservation et d'archivage qui ne permet plus leur utilisation. Un projet de réactualisation d'un certain nombre de cartes au 1:200.000 est en cours d'étude avec le centre régional de télédétection de Tunis, avec financement français.

L'absence de document cartographique rend la correction géométrique des images satellites impossible sans opération de terrain. Pour ce pays, il faudra donc envisager des campagnes de levé de point de contrôle à l'aide de GPS.

### Sénégal

Au Sénégal comme dans la plupart des pays du CILSS, la cartographie topographique de base est au 1/200 000. L'élaboration d'une cartographie topographique au 1/50 000 est en cours, financée par le Japon.

Une cartographie des ressources naturelles a été réalisée en 1986, avec financement USAID, en liaison avec la Direction de l'Aménagement du Territoire et l'Université de Dakar. Cette information fournit une bonne base de comparaison pour la cartographie qui sera faite par le projet. Une étude dynamique de l'évolution des ressources sera donc réalisée.

Le Centre de Suivi Ecologique a développé une compétence reconnue en matière de suivi de l'environnement. Il dispose en outre d'une puissance de traitement et d'une réserve de



compétences peu communes au Sahel. De plus, dans le cadre du projet UNSO/SEN/XO1, le CSE a été pourvu d'une couverture Landsat TM complète du pays sous forme de compositions colorées au 1/100 000. Quelques scènes SPOT ont également été acquises et traitées dans le cadre du projet FED PREMINA : projet de régénération du milieu naturel de Podor. A ce titre, il est envisageable d'effectuer en partie la cartographie de l'occupation des sols suivant des procédés numériques; les moyens techniques et humains existant



#### **4.2- Méthodologie pour le suivi de la dynamique de l'occupation des sols**

Plusieurs méthodologies sont envisageables pour l'étude de la dynamique de l'occupation des sols.

Dans la continuation des activités de la première phase du projet, on pourrait envisager d'utiliser les méthodes de sondage aréolaire pour la surveillance des grands thèmes d'occupation des sols : domaine agricole, forestier et pastoral. Plusieurs limites se présentent néanmoins à cette méthode. Tout d'abord, elle n'a pas été validée en vraie grandeur dans les conditions sahéliennes. Ensuite, elle suppose l'entretien d'une base de sondage qui ne serait utilisée que tous les cinq ans ; c'est en effet à cette échelle de temps que s'effectue l'étude de la dynamique de l'occupation des sols. Enfin, cette méthode ne donne que des chiffres globaux et non pas la localisation des phénomènes, qui est indispensable à la planification. Cette option a donc été délaissée, au profit d'une approche spatiale, ou cartographique.

La dynamique de l'occupation des sols peut s'appréhender à partir des archives des images satellitaires notamment les images Landsat MSS disponibles depuis le début des années 1980. Une photo-interprétation de ces images permettrait de refaire la cartographie de l'occupation des sols pour cette époque. Par comparaison, il pourrait être possible de chiffrer et de localiser assez précisément les grands changements intervenus lors de la dernière décennie.

Une dernière possibilité d'étudier les changements intervenus dans l'occupation des sols est de faire usage des cartographies anciennes ainsi que de toutes les sources d'information documentaire (rapport de recherche, d'études, ...). Cette dernière méthode à l'avantage de permettre l'estimation des changements pour un minimum de travail et pour un coût minimum.

Il est recommandé en première approche d'utiliser cette dernière option. Pour certaines zones, des approches complémentaires pourront être envisagées, notamment l'utilisation d'images LANDSAT MSS des années 80.

De telles opérations de suivi ne peuvent cependant s'effectuer que pour certains sites et non pour l'ensemble des pays sahéliens. Les informations recueillies sur les sites possibles pourraient alors être extrapolées à l'ensemble des pays par utilisation des archives des données NOAA. Les bases de données et l'expertise développées au Centre Commun de Recherche (CCR) de la Commission des Communautés Européennes pourraient utilement contribuer à cette fin. La cartographie de l'occupation des sols établie en cours de projet pourrait également servir de vérité terrain pour l'interprétation des archives des images NOAA.

Le projet pourra mettre à disposition des ressources humaines pour travailler à Ispra sur les aspects dynamiques de l'occupation des sols sahéliens tels que la limite nord des pâturages, la localisation et l'extension des feux de brousse ou la déforestation. Le résultat de ce travail devra être une régionalisation des aspects locaux recueillis au niveau national et l'intégration temporelle sur la série historique des données NOAA.

Une fois ce travail terminé, la personne en charge sera intégrée dans l'ECR et sera chargée du transfert des méthodes développées au CCR d'Ispra au niveau du Centre AGRHYMET.

En tout état de cause, le suivi s'effectuera en première approche sur un plan pilote.



## **5-Relations avec d'autres projets CILSS:**

### **- le programme SAGE**

Dès 1982, la gestion des ressources naturelles est au centre des préoccupations du CILSS, qui réfléchit alors à un programme d'Etude de la Dynamique des Ecosystèmes Sahéliens. En 1986, les Etats demandent au CILSS de mettre en oeuvre un tel programme et une synthèse des travaux concernant la désertification réalisés dans les pays est réalisées. Depuis Octobre 1990, le CILSS travaille sur les termes de références d'une étude de faisabilité du programme, alors intitulé "Suivi de la dynamique de la désertification pour la gestion des ressources naturelles au Sahel" puis renommé "Programme sahélien d'appui à la gestion de l'environnement" lors de l'atelier de Ouagadougou de Mai 1991.

Les objectifs principaux de l'étude préparatoire sont:

- définir un cadre léger et cohérent de conseil, de concertation et d'incitation au niveau régional, national et local, adapté à l'appui de la gestion de l'environnement sahélien,
- définir les moyens de communication et d'échange d'informations dans ce cadre,
- proposer les modalités les plus adéquates pour valoriser les expériences (projets, programmes) au niveau régional ainsi qu'au niveau de chaque état,
- définir les moyens nécessaires à la mise en oeuvre et au fonctionnement du programme.

L'objectif du projet est de constituer un tableau de bord de l'environnement sahélien qui informera sur l'état évolutif des ressources naturelles et fournira une aide à la décision pour l'aménagement de l'espace et la gestion des ressources naturelles aux niveaux régional et national.

Il est clair que le projet Surveillance2 sera une première contribution concrète au programme SAGE, et en particulier à son tableau de bord, en établissant une première vue régionale de l'occupation du sol sahélien.

### **- le Programme de Formation-Information pour l'Environnement (PFIE)**

Le PFIE financé par le FED (FED REG 6147) est un programme de sensibilisation des populations sahéliennes à l'environnement. Ce programme pourrait valablement utiliser les cartes des ressources naturelles produites de même qu'il pourrait participer à la formation à l'utilisation de la cartographie produite.

### **- Projet régional de reboisement et de conservation des sols (FED REG 6145)**

### **- le programme SIG de l'INSAH**

Le but principal visé par cette activité est la canalisation de la collecte-diffusion de l'information dispersée sur les ressources naturelles.

Autres projets:

### **- le projet FAO de cartographie de l'occupation des sols de l'Afrique**

Il s'agit d'un projet de cartographie de type Land Cover au 1:1.000.000 sur toute l'Afrique. Pour certaines zones prioritaires (25 à 30% de la surface), la cartographie sera établie au



1:200.000 pour l'Afrique francophone et au 1:250.000 pour l'Afrique anglophone. Le projet sera coordonné par la Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique à Addis Abbeba (Ethiopie). La réalisation de la cartographie se fera dans des centres régionaux au Burkina Faso (CRTO), Kenya et Nigeria. Un document de projet a été formulé et envoyé aux éventuels donateurs dont la CEE à travers sa représentation à la FAO. L'Italie et les Pays-Bas ont exprimé leur intérêt. Le montant du projet est de 12.5 millions de \$US.

- les actions de l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN)



## **6. Mise en oeuvre du projet**

### **6.1 Calendrier des activités**

#### Année 1:

FED/CILSS :

- signature de la convention de financement
- recrutement du coordonateur au niveau du CILSS
- attribution des lots d'assistance technique en Europe

ECR :

- recrutement des experts sahéliens de l'ECR
- mise en place de l'équipe de coordination régionale
- rédaction des appels d'offre pour l'attribution des lots d'assistance technique
- gestion et administration
- identification et organisation des cellules nationales
- recrutement des chefs de projet des cellules nationales
- commande du matériel de bureau de l'ECR
- développement de la nomenclature (avec consultation d'experts)
- définition précise de la méthodologie

Composantes nationales :

- gestion et administration
- identification et organisation des cellules nationales
- recrutement du personnel des cellules nationales
- commande du matériel de bureau

Assistance technique:

- sélection, commande et réception des bandes magnétiques
- traitement numérique des images
- fourniture d'un expert à l'ECR (pour 5 ans)

#### Année 2:

ECR:

- gestion et administration
- identification et organisation des cellules nationales
- recrutement des chefs de projet des cellules nationales
- réception et installation du matériel de l'ECR
- développement de la nomenclature (avec consultation d'experts)
- définition précise de la méthodologie et rédaction d'un manuel
- formation du personnel sahélien (régional et nat.)
- collecte au niveau régional des données et cartes existantes
- test et validation de la méthodologie et de la légende



- organisation atelier régional de présentation du projet

Composantes nationales:

- gestion et administration
- organisation des cellules nationales
- recrutement du personnel des cellules nationales
- réception et installation de l'équipement
- formation du personnel en photo-interprétation et enquêtes de terrain
- collecte de l'information exogène
- identification des zones d'intérêt majeur
- organisation et réalisation des enquêtes de terrain
- test et validation de la méthodologie et de la légende

Assistance technique:

- sélection, commande et réception des bandes magnétiques
- traitement numérique des images
- impression des compositions colorées
- envoi des documents aux composantes nationales et à l'ECR
- gestion temporaire de l'archive
- fourniture du matériel de traitement et logiciels au niveau national et à l'ECR

Année 3:

ECR:

- gestion et administration
- suivi, appui et animation des équipes nationales
- formation du personnel sahélien (régional et nat.)
- collecte au niveau régional des données et cartes existantes
- test et validation de la méthodologie et de la légende
- contrôle de qualité
- analyse dynamique de l'évolution de l'environnement sahélien par étude des données NOAA au CCR d'Ispra
- coordination avec autres projets
- organisation d'un atelier régional technique sur l'avancement du projet et les problèmes rencontrés

Composantes nationales:

- gestion et administration
- formation du personnel
- collecte de l'information exogène
- identification des zones d'intérêt majeur
- organisation et réalisation des enquêtes de terrain
- photo-interprétation
- numérisation des calques d'interprétation
- habillage des cartes
- contrôle de qualité

Assistance technique:



- sélection, commande et réception des bandes magnétiques
- traitement numérique des images
- impression des compositions colorées
- envoi des documents aux composantes nationales et à l'ECR
- gestion temporaire de l'archive
- fourniture d'une assistance technique au niveau national (6 hommes.mois/pays)
- impression des cartes thématiques produites par le projet

#### Année 4:

##### ECR:

- gestion et administration
- suivi, appui et animation des équipes nationales
- formation du personnel sahélien (régional et nat.)
- contrôle de qualité
- analyse dynamique de l'évolution de l'environnement sahélien par étude des données NOAA au CCR d'Ispra
- transfert de méthodes développées au CCR au niveau du Centre AGRHYMET
- coordination avec autres projets
- organisation d'un atelier régional technique sur l'avancement du projet et les problèmes rencontrés
- organisation mission d'évaluation du projet

##### Composantes nationales:

- gestion et administration
- formation du personnel
- réalisation des enquêtes de terrain
- photo-interprétation
- numérisation des calques d'interprétation
- habillage des cartes
- contrôle de qualité
- étude dynamique de l'environnement à l'échelle nationale
- développement des canaux de diffusion et d'utilisation des cartes
- installation de logiciels de traitement numérique des images

##### Assistance technique:

- réception des bandes magnétiques
- traitement numérique des images
- impression des compositions colorées
- envoi des documents aux composantes nationales et à l'ECR
- fourniture d'une assistance technique au niveau national (3 hommes.mois/pays)
- impression des cartes thématiques produites par le projet
- mission d'évaluation du projet

#### Année 5:

##### ECR:

- gestion et administration
- suivi, appui et animation des équipes nationales



- formation du personnel sahélien (régional et nat.)
- contrôle de qualité
- transfert de méthodes développées au CCR au niveau du Centre AGRHYMET
- coordination avec autres projets
- organisation atelier régional de synthèse

**Composantes nationales:**

- gestion et administration
- formation du personnel
- réalisation des enquêtes de terrain
- photo-interprétation
- numérisation des calques d'interprétation
- habillage des cartes
- contrôle de qualité
- étude dynamique de l'environnement à l'échelle nationale
- développement des canaux de diffusion et d'utilisation des cartes
- réalisation de nouveaux produits à la demande
- traitements numériques simples des images

**Assistance technique:**

- fourniture d'une assistance technique au niveau national (3 hommes.mois/pays)
- impression des cartes thématiques produites par le projet



## 6.2 Estimations Budgétaires

	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	Total
<b>ECR</b>						
<b>1. Personnel</b>						
<b>Salaire Coordonnateur</b>						
salaire 3 Experts Sahélien	34300	36015	37815	39705	41690	189 525
salaire secrétaire	40500	86490	90814	95354	100121	413 279
salaire aide-comptable	3700	7450	7822	8213	8623	35 808
salaire chauffeur	6850	7150	7507	7882	8276	37 665
salaire gardien	1800	3600	3780	3969	4167	17 316
Avantages et charges sociales	1550	3100	3255	3417	3587	14 909
	21288	34513	36238	38049	39951	170039
Déplacements (5 tournées/an)	30000	40000	40000	45000	45000	200 000
Missions Europe	12000	12000	13000	13000	12000	62 000
<i>S/total</i>	<i>151988</i>	<i>230318</i>	<i>240231</i>	<i>254589</i>	<i>263415</i>	<i>1140541</i>
<b>2. Equipement</b>						
Matériel de traitement	85000					85 000
Matériel de bureau	30000		5000			35 000
Véhicules	35000					35 000
Matériel de terrain	12500		12500			25 000
<i>S/total</i>	<i>162500</i>	<i>0</i>	<i>17500</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>180 000</i>
<b>3. Fonctionnement</b>						
Aménagement locaux	30000					30 000
Contribution au centre Agrhyemet	20000	20000	20000	20000	20000	100 000
Entretien / ass. des véhicules	1050	3000	4000	4300	6000	18 350
Carburant	6500	6500	7000	7000	7500	34 500
Consommables	350	1500	1550	1600	1650	6 650
Edition et distribution de documents	50	2500	5000	2500	5500	15 550
téléphone, fax, télex	6000	6500	7000	7500	8000	35 000
Collecte information exogène	500	3000	2000	1000	500	7 000
<i>S/total</i>	<i>64450</i>	<i>43000</i>	<i>46550</i>	<i>43900</i>	<i>49150</i>	<i>247 050</i>
<b>4. Formation</b>						
formation en gestion de projet	8000					8 000
formation photo-inter/carto	23000	15000				38 000
formation télédét/trait d'images	7000	7000	7000			21 000
Ateliers	18000	18000	18000	18000	18000	72 000
<i>S/total</i>	<i>0</i>	<i>56000</i>	<i>40000</i>	<i>25000</i>	<i>18000</i>	<i>139 000</i>

<b>5. Expertise externe</b>	15000	35000	35000	35000	15000	135 000
<b>7. Divers et imprévus</b>	10000	10000	10000	10000	10000	50 000
<b>TOTAL ECR</b>	<b>403938</b>	<b>374318</b>	<b>389281</b>	<b>368489</b>	<b>355565</b>	<b>1891591</b>

**Composantes Nationales****1. Personnel**

Salaire Chef de Projet	22700	23835	25026	26277	97 838
Salaire 3 photo-interprètes	39600	41580	43659	45841	170 680
Salaire technicien SIG	13200	13860	14553	15280	56 893
Salaire technicien numérisation	8000	8400	8820	9261	34 481
Salaire secrétaire	3000	3150	3307	3472	12 929
Salaire chauffeur	1800	1890	1984	2083	7 757
Gardien	1900	1995	2094	2198	8 187
Déplacements		5000	4500	4500	14 000
<i>S/total</i>	<i>90200</i>	<i>99710</i>	<i>103943</i>	<i>108912</i>	<i>402 765</i>

**2. Equipements**

Matériel de traitement des données	60000		15000		75 000
Matériel de bureau	20000		3000		23 000
Véhicule (4*4)	26000				26 000
Aménagement et location des bureaux	15000	5000	5000	5000	30 000
<i>S/total</i>	<i>121000</i>	<i>5000</i>	<i>23000</i>	<i>5000</i>	<i>154 000</i>

**3. Fonctionnement**

Entretien / assurances du véhicule	2000	2500	2500	3000	10 000
Carburant	3500	3500	3500	3500	14 000
Consommables	1500	1550	1600	1650	6 300
Edition et distribution de documents	500	500	500	500	2 000
téléphone, fax, télex	2000	2500	2500	2700	9 700
Collecte information exogène	1500	800	800	500	3 600
<i>S/total</i>	<i>11000</i>	<i>11350</i>	<i>11400</i>	<i>11850</i>	<i>45 600</i>

**4. Miss. de reconnaissance**

200 h/vol aérien	10000	5000		5000	20 000
mission terrain	10000	5000		5000	20 000
<i>S/total</i>	<i>20000</i>	<i>10000</i>	<i>0</i>	<i>10000</i>	<i>40 000</i>

<b>5. Divers et imprévus</b>	6000	6000	7000	7000	26 000
------------------------------	------	------	------	------	--------



<b>Total 1 composante nationale</b>	248200	132060	145343	142762	668	365
<b>Total 9 composantes nation.</b>	2233800	1188540	1308087	1284858	6015285	

**Assistance Technique**

Expert ECR	150000	160000	170000	180000	190000	850	000
Assistance équipes nationales	80000	450000	450000	240000	80000	1300000	
Comité de Pilotage	60000	60000	60000	70000		250	000
Evaluations			80000		90000	170	000
<i>S/total</i>	<i>290000</i>	<i>670000</i>	<i>760000</i>	<i>490000</i>	<i>360000</i>	<i>2570000</i>	

**Fournitures**

Spatiocartes	500000	1500000	1500000			3500000	
Impression cartographie			100000	400000	500800	1000800	
<i>S/total</i>	<i>500000</i>	<i>1500000</i>	<i>1600000</i>	<i>400000</i>	<i>500800</i>	<i>4500800</i>	

<b>TOTAL PROJET (ECU)</b>	<b>1193938</b>	<b>4778118</b>	<b>3937821</b>	<b>2566576</b>	<b>2501223</b>	<b>14977676</b>	
---------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	--



## **Annexe 1 : Proposition de financement**

### **SURVEILLANCE DES RESSOURCES NATURELLES RENOUVELABLES AU SAHEL - PHASE II**

#### **Plan du document**

1. Résumé
2. Contexte
  - 2.1 Caractéristiques de la région sahélienne
  - 2.2 Problèmes à résoudre
  - 2.3 Documentation disponible
3. Objectifs et résultats visés
  - 3.1 Objectifs globaux du programme indicatif
  - 3.2 Objectifs spécifiques du projet
  - 3.3 Résultats intermédiaires
4. Mise en oeuvre du projet
  - 4.1 Moyens physiques et non-physiques
  - 4.2 Modalités d'exécution
  - 4.3 Calendrier d'exécution
  - 4.4 Estimation des coûts et plan de financement
  - 4.5 Conditions particulières et autres mesures d'accompagnement
5. Facteurs autres qu'économiques et financiers assurant la viabilité
  - 5.1 Politique de soutien
  - 5.2 Technologie appropriée
  - 5.3 Protection de l'environnement
  - 5.4 Aspects socio-culturels et juridiques
  - 5.5 Capacités institutionnelles et de gestion
  - 5.6 Hypothèses, risques et flexibilité
6. Viabilité économique et financière
7. Suivi et évaluation
  - 7.1 Définition des indicateurs
  - 7.2 Revues/évaluation
8. Conclusions et propositions



## 1. RÉSUMÉ

Le projet "Surveillance des Ressources Naturelles Renouvelables au Sahel" est un projet régional impliquant les neuf pays du Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel (CILSS) soit le Niger, le Mali, le Sénégal, le Burkina Faso, le Cap Vert, la Guinée Bissau, le Tchad, la Gambie et la Mauritanie, l'ensemble des pays couvrant une superficie de plus de 5 millions de Km<sup>2</sup>.

Dans le Sahel et depuis plusieurs années, la nécessité de gérer l'occupation du sol dans ses diverses composantes est apparue et, dès lors que l'on souhaite dépasser les simples mesures d'urgence souvent imposées par des situations catastrophiques, une gestion rationnelle sur de vastes territoires implique une connaissance de la réalité de l'occupation du sol. Le CILSS a rappelé, lors de la réunion de ses instances dirigeantes en Avril 1992, le besoin régional en matière de suivi de l'évolution des ressources naturelles sahéliennes, de façon à améliorer leur gestion et leur conservation. Mais force est de constater, qu'en ce domaine, il est difficile de se satisfaire de la cartographie existante, datant le plus souvent des années cinquante.

L'ambition du projet est de s'attaquer avec pragmatisme et détermination au problème de l'inventaire et du suivi des ressources naturelles renouvelables. Les objectifs spécifiques du projet sont i) de réaliser un inventaire cartographique de l'occupation du sol des pays sahéliens à l'échelle du 1/200 000, ii) de mettre en place ou de renforcer dans chacun des pays du CILSS une cellule nationale capable de réaliser, valoriser, analyser et mettre à jour cette cartographie, et iii) de produire une analyse de la dynamique de l'occupation des sols sahéliens au niveau régional par l'étude comparative des données produites par le projet et des documents préexistants et par l'analyse des séries historiques des données satellite NOAA.

Le projet devra correspondre en permanence avec les réalités et les préoccupations nationales, régionales et internationales. Pour ce faire, il est proposé que sa mise en oeuvre soit assurée par une équipe de coordination régionale basée à Niamey et de neuf composantes nationales dans les pays du CILSS, l'ensemble bénéficiant de l'appui d'une assistance technique internationale. La durée du projet est de cinq ans. Le budget requis est d'environ 15 000 000 ECU; soit 5.250.000.000 CFA répartis en cinq tranches annuelles en rapport avec les devis-programmes annuels.

Les principaux résultats attendus du projet sont i) une cartographie récente de la réalité de l'occupation des sols sahéliens, ii) une meilleure connaissance de la dynamique de l'occupation des sols, et iii) des ressources humaines formées en photo-interprétation d'images satellitaires et cartographie.



## 2. CONTEXTE

### 2.1. Caractéristiques de la région sahélienne

Les pays du Sahel subissent la situation de la plupart des pays du Sud. La crise qui les frappe est d'une gravité sans précédent. Le poids de la dette stérilise souvent les ressources qu'ils pourraient consacrer à la croissance. Les cours des matières premières pénalisent les économies naissantes. Les pays sahéliens sont soumis à des conditions climatiques difficiles rendant les récoltes aléatoires et le recours à l'aide alimentaire presque systématique. Allié à une croissance démographique soutenue, l'occupation des sols est en conséquence en constante et rapide évolution.

La télédétection satellitaire, de par la possibilité qu'elle offre d'avoir une vision spatiale globale, synthétique, et répétitive des phénomènes naturels, est apparue depuis une dizaine d'années comme un outil avec lequel il fallait compter pour la collecte, le traitement, la production et la gestion des informations relatives à l'occupation des sols de ces pays.

Plusieurs projets de coopération en télédétection à l'initiative des pays européens ou du FED ont déjà eu lieu mais les actions de recherche et d'expérimentation l'ont emporté sur les activités considérées comme déjà opérationnelles.

### 2.2. Problèmes à résoudre

La fragilité des écosystèmes et la transformation rapide des paysages, l'accélération de la déforestation, la carence de données récentes et globales sur les pays et l'insuffisance de documents cartographiques en général plaide pour qu'une part plus importante de l'aide soit affectée à la connaissance du capital sahélien (forêts, pâturages, terres agricoles) en utilisant les moyens opérationnels dont on dispose aujourd'hui. Il s'agit de faire en sorte que des informations fiables et à jour sur les ressources naturelles soient disponibles constamment parmi le lot d'informations qu'utilisent les preneurs de décisions.

### 2.3. Documentation disponible

- 1- Surveillance des Ressources Naturelles Renouvelables au Sahel, Mission d'Evaluation, Da Vinci Consulting, Décembre 1991.
- 2- Projet CORINE LAND COVER - Guide Technique, CCE/EEA-TF, 1992.



- 3- Compte rendu de la conférence sur la télédétection satellitaire au service du Sahel, OCDE, Club du Sahel, CILSS, 20-22 Juin 1989.
- 4- Télédétection de l'Environnement Sahélien, revue de l'état actuel et des projets futurs, CCE DGVII & CCR, 1990.
- 5- Vegetation Cover and Land Use Map of Africa based on Satellite Remote Sensing, draft project document, FAO - RSC, 1992.
- 6- Surveillance des Ressources Naturelles Renouvelables au Sahel, Mission de Planification de la phase 2, Da Vinci Consulting, Juillet 1992.
- 7- La résolution n° 5/27/CM/92 du Conseil des Ministres du CILSS relative à l'harmonisation des plans et stratégies de gestion de l'environnement et leur intégration au processus de développement économique et social, Avril 1992.

### **3. OBJECTIFS ET RÉSULTATS VISÉS**

#### **3.1. Objectifs globaux du programme indicatif**

L'article 57 des accords de Lomé IV (1990 - 1995) stipule "l'amélioration de la connaissance et de la prévision des phénomènes de désertification par l'observation de l'évolution du terrain au moyen, entre autres, de la télédétection, ..." et l'article 132 prévoit que "la coopération dans ce domaine (secteur des communications) couvre également les moyens d'observation de la terre par satellite dans les domaines de la météorologie et de la télédétection, appliqués notamment à la lutte contre la désertification et à toute forme de pollution ainsi qu'à la gestion des ressources naturelles, l'agriculture et les mines en particulier, et à l'aménagement du territoire".

La CCE a déjà contribué à l'amélioration de la connaissance et de la prévision des phénomènes de désertification par l'observation de l'évolution du terrain au moyen de la télédétection via le projet "Désertification" (ref 4 du point 2.3) et la première phase du projet "Surveillance". En ce qui concerne le secteur des communications, la DGVIII a financé l'équipement, le fonctionnement et l'archivage de données NOAA, LANDSAT et SPOT reçues à la station de réception de Maspalomas.

Plus généralement, le Titre 1 de la Convention de Lomé IV et ses articles 33 à 41 concernent l'environnement et la protection des ressources naturelles. Ces préoccupations sont d'ailleurs abordées tant que possible sous l'angle de la coopération régionale.



L'objectif général du projet "Surveillance des Ressources Naturelles au Sahel, phase 2" est de contribuer à la gestion rationnelle des ressources naturelles en vue de la préservation de l'environnement sahélien par:

- le développement des compétences humaines et des capacités techniques appropriées dans la région,
- la production et la diffusion d'une catégorie d'information non disponible actuellement et qui est requise pour la gestion des ressources naturelles.

### 3.2. Objectifs spécifiques du projet

Les objectifs spécifiques sont :

- réaliser et diffuser dans de brefs délais un inventaire cartographique harmonisé sur l'occupation des sols sahéliens,
- mettre en place et/ou renforcer dans chacun des pays concernés une cellule nationale opérationnelle capable de réaliser, valoriser et mettre à jour cette cartographie,
- produire des analyse et un suivi de la dynamique de l'occupation des sols au niveau régional, à travers des études comparatives des données produites, des documents pré-existants et des séries historiques fournies par les outils satellitaires.

### 3.3. Résultats intermédiaires

Les résultats attendus sont les suivants :

- l'existence de compétences humaines sahéliennes en matière de cartographie thématique de base et de surveillance des ressources naturelles (plus de 90 cadres sahéliens formés à différent niveau dans les diverses disciplines requises),
- la disponibilité au niveau des pays et au niveau régional CILSS de capacités techniques appropriées : équipement en matériel de collecte et de traitement (matériel de cartographie, matériel informatique, système d'information géographique,...),
- la couverture complète des pays du CILSS en images satellitaires d'observation des ressources terrestres (sous forme de spatiocartes et numérique),
- plus de 400 cartes thématiques de base produites à différentes échelles sous forme papier et numérique, disponibles et accessibles,
- 9 cellules nationales capables de réaliser, valoriser, analyser et mettre à jour la cartographie,



- une cellule régionale capable de réaliser, valoriser, analyser et faire la synthèse des informations sur les ressources naturelles au niveau régional,
- 9 bases de données nationales informatisées sur les ressources naturelles,
- une base de données régionale informatisée sur les ressources naturelles,
- un tableau de bord sur les ressources naturelles,
- une nomenclature d'occupation des sols sahéliens à l'échelle du 1:200.000,
- un manuel de photo-interprétation d'images satellitaires sur la région sahélienne,
- une intégration régionale des méthodes, produits et analyses.

#### **4. MISE EN OEUVRE DU PROJET**

Face à la diversité des situations dans les pays membres du CILSS, un projet régional peut et doit jouer un rôle catalyseur et fédérateur. On estime en conséquence que le dispositif à mettre en place doit :

- être fortement intégré dans les préoccupations et structures nationales et régionales,
- disposer d'une autonomie suffisante de réalisation et de gestion,
- assurer un rôle de carrefour et d'échange au niveau national entre les différentes initiatives en cours afin de favoriser les complémentarités pour l'harmonisation et la standardisation des méthodes et des produits,
- être soutenu pour les aspects techniques, méthodologiques et organisationnels par une équipe régionale d'appuis et une assistance technique.

Tout en étant favorable à l'utilisation des techniques modernes telles que la télédétection et les Systèmes d'Informations Géographiques, la mise en place du projet n'est pas guidée par l'offre technologique, mais avant tout par les besoins constatés et exprimés par les pays membres du CILSS. Cette approche amène à choisir certaines options de réalisations :

- forte implication du personnel sahélien aboutissant à la réalisation sur place d'une bonne partie des productions attendues,
- les techniques utilisées seront choisies de telle sorte qu'elles pourront continuer à être utilisées après le projet (faible coût de fonctionnement).

Un effort particulier sera donc mis sur la formation du personnel sahélien, sur l'encadrement et le suivi des équipes nationales et sur l'efficacité de la gestion des équipes nationales. En outre, le projet prend en



compte le souhait légitime des partenaires en matière d'utilisation et de valorisation des travaux réalisés en assurant une large diffusion des productions auprès des services utilisateurs, en établissant des synthèses nationales et régionales, puis en formulant des recommandations quant aux politiques de gestion de l'environnement. Ces options philosophiques du projet conditionnent et justifient l'essentiel des moyens physiques et non-physiques requis, une bonne partie des modalités d'exécution ainsi que le calendrier d'exécution.

#### 4.1. Moyens physiques et non-physiques

Les moyens requis sont :

- la livraison aux pays des spatiocartes par une société spécialisée
- l'équipement en matériel de bureau, d'enquêtes de terrain, et de traitement de neuf centres nationaux et d'un centre régional
- le fonctionnement nécessaires pour ces équipements
- huit personnes par cellule nationale (1 chef de projet, 3 thématiciens, 1 opérateur SIG et 1 opérateur de numérisation, 1 chauffeur et 1 secrétaire)
- sept personnes pour l'équipe régionale (1 coordonnateur régional, 2 assistants, 1 secrétaire, 1 comptable, 1 chauffeur et 1 gardien)
- l'assistance technique (1 homme/5 ans au niveau régional et 6 années homme répartis entre les pays)
- les imprévus

Les moyens requis auraient pu être limités si l'on avait fait usage de deux ou trois centres régionaux pour la réalisation de la cartographie. Cependant, il est clairement apparu durant la mission de planification que les pays souhaitaient développer un savoir-faire au niveau local pour renforcer leur capacité de gestion nationale et ce sous une coordination régionale pour permettre l'harmonisation des données et la mise en cohérence des politiques au niveau régional.

#### 4.2. Modalités d'exécution

Le projet doit être un modèle réussi de transfert de technologie. Il est donc important qu'une partie significative des activités soit exécutée par des experts sahéliens qui devront en plus être étroitement associés à toutes les autres activités du projet. Cette disposition doit permettre aux sahéliens de s'approprier réellement le projet lorsqu'il sera à son terme et de le pérenniser comme outil de gestion des ressources naturelles renouvelables.



Le projet sera géré par une équipe de coordination régionale dirigée par un coordonnateur régional. Le coordonnateur régional assure la gestion et la préparation des contrats en collaboration avec le Secrétaire Exécutif et la personne en charge au niveau du FED. Le coordonnateur sera sélectionné sur base des procédures CILSS et en accord avec la délégation régionale du FED à Ouagadougou. La mise sur pied de cette équipe est la première étape du projet. Dès qu'elle est mise sur pied, les appels d'offre pour la fourniture de l'assistance technique et pour la réalisation des spatiocartes doivent être rédigés et publiés. Ensuite les équipes nationales seront montées sous la responsabilité notamment du coordonnateur régional.

Au niveau des composantes nationales, les cellules nationales, fonctionnant avec des experts recrutés ou détachés par leurs services, doivent nécessairement être rattachées administrativement à une structure technique nationale et posséder suffisamment d'autonomie de gestion et de fonctionnement. La localisation physique définitive des cellules ne pourra être déterminée qu'au démarrage du projet et dans les pays au cas par cas.

Il est recommandé de mettre en place un comité de pilotage comprenant des représentants du CILSS, du FED, du CCR, ainsi que le coordonnateur régional et un expert reconnu en cartographie thématique régionale. Le comité, sur base de réunions annuelles, assure les fonctions d'orientation et de conseil.



#### 4.3. Calendrier d'exécution

	année1	année2	année3	année4	année5
<b>FED/CILLS</b>					
signature convention de financement	x				
recrutement du coordonnateur CILSS	x				
attribution des lots d'assistance technique	x			x	
<b>ECR</b>					
Gestion et administration du projet	x	x	x	x	x
Mise en place de l'ECR	x				
Rédaction des appels d'offre AT	x				
identification et organisation des cellules nationales	x	x			
animation des cellules nationales		x	x	x	x
contrôle de qualité			x	x	x
développement de la nomenclature	x	x			
développement de la méthodologie	x	x			
organisation de la formation		x	x	x	
traitement des données régionales		x	x	x	x
organisation ateliers		x	x	x	x
coordination avec autres projets	x	x	x	x	x
<b>Composantes Nationales</b>					
gestion et administration	x	x	x	x	x
recrutement et équipement	x	x			
formation du personnel		x	x	x	
collecte de l'information exogène		x	x		
enquêtes de terrain	x	x	x	x	
photo-interprétation et cartographie	x	x	x	x	x
contrôle de qualité	x	x	x	x	x
étude dynamique à l'échelle nationale				x	x
développement de l'utilisation des produits				x	x
<b>Assistance Technique</b>					
Fourniture d'expertise	x	x	x	x	x
Missions de suivi et d'évaluation			x		x
<b>Fournitures</b>					
Réalisation et fourniture des spatiocartes	x	x	x		
Impression des cartes			x	x	x



#### 4.4. Estimation des coûts et plan de financement (ECU)

	année 1	année 2	année 3	année 4	année 5	Total
<b>ECR</b>						
<b>1. Personnel/déplacement</b>	151988	230318	240231	254589	263415	1140541
<b>2. Equipement</b>	162500		17500			180000
<b>3. Fonctionnement</b>	64450	43000	46550	43900	49150	247050
<b>4. Formation</b>		56000	40000	25000	18000	139000
<b>5. Expertise externe</b>	15000	35000	35000	35000	15000	135000
<b>6. Divers et imprévus</b>	10000	10000	10000	10000	10000	50000
<b>Total ECR (12,63%)</b>						1891591
<b>Composantes Nationales</b>						
<b>1. Personnel/déplacements</b>	90200	99710	103943	108912		402765
<b>2. Equipements</b>	121000	5000	23000	5000		154000
<b>3. Fonctionnement</b>	11000	11350	11400	11850		45600
<b>4. Missions de reconnaissance</b>	20000	10000		10000		40000
<b>5. Divers et imprévus</b>	6000	6000	7000	7000		26000
<b>Total 1 composante nationale (4,46%)</b>						668365
<b>Total 9 composantes nationales (40,16%)</b>						6015285
<b>Fournitures (30,05%)</b>						
<b>1. spatiocartes</b>	500000	1500000	1500000			3500000
<b>2. impression des cartes</b>			100000	400000	500800	1000800
<b>Assistance Technique (17,16%)</b>						
<b>1. expert ECR</b>	150000	160000	170000	180000	190000	850000
<b>2. Assistance équipes nationales (6 an/h)</b>	80000	450000	450000	240000	80000	1300000
<b>3. Comité de Pilotage</b>	60000	60000	60000	70000		250000
<b>4. Evaluations</b>			80000		90000	170000
<b>TOTAL PROJET (ECU)</b>	119393 8	477811 8	393782 1	256657 6	250122 3	14 977 676

#### 4.5. Conditions particulières et autres mesures d'accompagnement

Le recrutement des experts : seuls les critères de compétences devront prévaloir dans la sélection des experts sahéliens et internationaux. Le coordonnateur du projet devra être quant à lui largement responsabilisé. Les délégations CCE devront être impliquées dans le suivi de la gestion financière du projet.



## **5. FACTEURS AUTRES QU'ÉCONOMIQUES ET FINANCIERS ASSURANT LA VIABILITÉ**

### **5.1. Politique de soutien**

Le CILSS a rappelé, lors de la réunion de ses instances dirigeantes en Avril 1992 à Ouagadougou, le besoin régional en matière de suivi de l'évolution des ressources naturelles sahéliennes, de façon à améliorer leur gestion et leur conservation. Le slogan de la réunion était "Les programmes régionaux majeurs du CILSS, c'est la mise en oeuvre commune de l'expérience des peuples sahéliens pour la protection de la nature et une meilleure gestion des ressources naturelles".

Les pays devraient donc manifester leur attachement au projet en participant d'une manière ou d'une autre à sa réalisation. Dans ce cadre les pays devraient pouvoir détacher sur le projet les experts nationaux, accorder les autorisations pour les survols aériens, faciliter l'accès à la documentation requise et l'importation des images et autres fournitures requises.

### **5.2. Technologie appropriée**

Les données d'observation de la terre par satellite sont sans conteste une technologie idéale pour la cartographie des ressources naturelles au Sahel. Des efforts importants ont été menés sur les plans sahélien (Agrhytmet, PIRT, CSE, PSRN, ...), africain (Conseil Africain de Télédétection et de Cartographie, Centres Régionaux de Télédétection, ...), européens (CCR IATD d'Ispra, études DGVIII,...) pour l'introduction, la coordination et l'utilisation optimale de cette technologie dans la région.

La fourniture de spatiocartes en lieu et place de données brutes élimine des équipes projets les aspects trop spécialisés liés à la technologie des capteurs spatiaux en leur offrant un document de travail prêt à l'emploi. Il s'agit donc d'une garantie de réussite du projet dans la mesure où l'essentiel du temps de travail des équipes peut alors être consacré au travail sur les ressources naturelles, ce qui constitue la valeur ajoutée la plus importante du projet.

### **5.3. Protection de l'environnement**

Les effets directs du programme sont négligeables sur l'écologie. Par contre, les résultats du projet doivent fournir une base de travail efficace pour permettre une réelle gestion de l'environnement.



#### **5.4. Aspects socio-culturels et juridiques**

Un autre projet régional CILSS financé par le FED, le Programme Formation, Information pour l'Environnement (PFIE), contribue à créer la motivation socio-culturelle conduisant à la participation active et à la responsabilisation des intéressés.

Le Sommet de la Terre à Rio (Juin 1992) - ou la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement - a illustré également la motivation des pays du Sud à considérer la maintien de l'environnement et la gestion des ressources naturelles comme un prérequis dans le cadre d'un développement durable.

#### **5.5. Capacités institutionnelles et de gestion**

L'équipe de coordination régionale possède un rôle essentiel pour la création et l'animation des composantes nationales. Elle sera donc en grande partie responsable de la réussite du projet. Basée au centre AGRHYMET de Niamey, et pour autant qu'elle soit bien dimensionnée et qu'une formation en gestion de projet soit, si nécessaire, dispensée au coordonnateur, la gestion du projet peut être garantie.

Par ailleurs, la plupart des pays du CILSS possèdent déjà des structures inter-ministérielles pour la coordination des activités concernant la gestion du milieu. Cela crée au sein de chacun des pays un contexte institutionnel favorable. Ces entités ont en effet toutes les capacités de s'adresser aux bénéficiaires et aux utilisateurs des résultats du projet.

#### **5.6. Hypothèses, risques et flexibilité**

Le projet est fondé sur l'hypothèse qu'il existe un besoin d'une cartographie de l'occupation des sols pour une gestion appropriée des ressources naturelles et de l'environnement. Ce besoin d'une information de base à usages multiples est attesté de toutes parts.

La réalisation de cette cartographie est aujourd'hui opérationnelle et sa faisabilité à l'échelle régionale a été démontrée par le programme CORINE Land Cover, aujourd'hui étendu dans les pays de l'Est dans le cadre du Programme PHARE ainsi que dans certains pays de l'Afrique du Nord.



Le projet nécessite pour sa bonne exécution des opérations de terrain pour valider la photo-interprétation. Les pays où la sécurité sur le terrain n'est pas assurée pourraient voir ralentir l'avancement du projet sans toutefois le rendre complètement inopérant.

Enfin, il ne suffira pas de produire des cartes et informations destinées uniquement à un stockage en archive. Il faudra que les résultats du projet soient disponibles, accessibles et servent à la prise de décision. Pour y parvenir, il suffit d'associer le maximum d'utilisateurs à la définition des produits, et de faire la promotion des produits.

## **6. VIABILITÉ ÉCONOMIQUE ET FINANCIERE**

Après la mise en oeuvre du projet, la viabilité économique et financière des cellules mises en place est loin d'être garantie. Cependant, il existe déjà une demande, notamment des délégations CCE dans les pays, pour utiliser les images d'observation de la terre aux fins de planifier certains projets. D'autres projets pourraient dans l'avenir découvrir l'utilisation opérationnelle de cette source de données. De même, les administrations des Etats ne devraient pas rester insensibles aux résultats produits par le projet.

En tout état de cause, il est raisonnable dès à présent de prévoir la possibilité d'une phase suivante de désengagement progressif, permettant si nécessaire la poursuite partielle des objectifs du projet et le maintien des frais de fonctionnement.

## **7. SUIVI et EVALUATION**

### **7.1. Définition des indicateurs**

Le nombre de spatiocartes fournies, interprétées, puis validées, et de cartes réalisées constituent un indicateur de l'avancement du projet. Les moyens de suivi sont également les rapports annuels des composantes nationales, les rapports d'exécution du Coordonnateur du projet, les comptes rendus des réunions du Comité de Pilotage ainsi que les rapports des missions d'évaluation.

### **7.2. Revues/évaluation**

La revue de l'état d'avancement du projet sera exécuté chaque année lors d'ateliers régionaux regroupant des représentants de l'ensemble des partenaires du projet ainsi que des experts internationaux.



Une évaluation à mis-parcours sera effectuée par un audit extérieur et devra aboutir soit à la confirmation des orientations du moment, soit au recentrage du projet. Une seconde mission d'évaluation interviendra à la fin du projet pour identifier soit le dénouement soit les conditions d'une poursuite éventuelle.



## 8. CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS

Faire l'état des lieux avant la prise en main d'une nouvelle situation est une démarche naturelle qui est pratiquée de façon courante. On peut alors se demander pourquoi dans le cas des ressources naturelles, cette approche n'a pas été menée depuis que l'on a commencé à s'intéresser à ces ressources. Certes, plusieurs raisons pourraient être invoquée pour justifier cette situation. Mais de nos jours, il n'y a plus d'excuses à vouloir persister dans cette erreur car d'une part, la situation de l'environnement l'exige, et d'autre part, les techniques et compétences humaines existent. La seule alternative aujourd'hui est de corriger cette erreur qui n'a que trop duré. La préservation de l'environnement, la gestion rationnelle des ressources naturelles et l'instauration d'un développement durable au Sahel en dépendent.

Vu l'avis émis par le Comité du Fonds Européen de Développement et compte tenu des justifications exposées ci-dessus, il est proposé à la Commission de prendre la décision suivante :

### Décision de financement

La Commission décide :

- d'approuver, aux conditions fixées dans la proposition de financement dont elle est saisie, le projet repris ci-après :

N° d'enregistrement	Titre du projet	Financement autorisé
	Surveillance des Ressources Naturelles Renouvelables au Sahel	

- d'accorder les autorisations d'engagement pour un montant de ... ECUs sous forme de ... provenant du ... e FED.



## Annexe 2 : Exemples de légendes de cartes thématiques au Sahel

1-Légende de la carte de l'utilisation/occupation du sol de la République du Sénégal (projet USAID/RSI N°685-0233)

A Zones agricoles sous-pluie

- Aa Arachide, mil-sorgho et jachère à savane arbustive/arborée
- Aac Arachide, mil-sorgho, jachère à savane arborée et coton
- Aar Arachide, mil-sorgho, jachère à savane arborée, riz (en bas-fond)
- Am Mil-sorgho, arachide et jachère à savane arbustive/arborée
- Amc Mil-sorgho, arachide, jachère à savane arbustive/arborée, et coton
- Ami Mil-sorgho, jachère à savane arborée et maïs
- Amr Mil-sorgho, jachère à savane arborée et riz (en bas-fond)
- Aj Jachère à savane arbustive arborée, arachide et mil-sorgho
- Ajm Jachère à savane arbustive/arborée, mil - sorgho et arachide
- Ar Riz (en bas-fond)
- As Mil-sorgho, arachide, manguiers, jachère
- \* Agriculture mécanisée sans jachère

B Cultures maraîchères et fruitières

- Bn Cultures des Niayes
- Bm Manguiers, citrus, mil-sorgho, manioc, niébé
- Ba Autres cultures variées

I Zones agricoles irriguées

- Ir Riz
- Ic Canne à sucre

F Domaine forestier

- Fb Savane boisée
- Fbv Savane boisée à arbustive
- Fbf Savane boisée et forêt claire sèche
- Fbh Savane boisée et steppe/savane herbacée
- Fsb Savane arborée et boisée (transition)
- Ff Forêt claire sèche
- Ffbh Forêt claire sèche, savane boisée et steppe/savane herbacée
- Ffd Forêt claire sèche et forêt dense demi-sèche
- Fd Forêt dense humide
- Fg Forêt galerie
- Fi Fourrés
- Fj Forêt secondaire
- Flj Palmeraie et forêt secondaire
- Fm Mangroves
- x Formation des vallées (eg Fbx=Savane boisée en vallée)
- r Formations des collines et terrains accidentés

P Domaine pastoral



---

Pa	Pseudo-steppe arbustive
Pae	Pseudo-steppe arbustive et arborée
Pe	Pseudo-steppe arborée
Ph	Pseudo-steppe herbacée
Pv	Savane arbustive
Pvs	Savane arbustive et arborée
Pvp	Savane arbustive et prairie marécageuse
Pvpg	Savane arbustive, prairie marécageuse, et galerie forestière
Ps	Savane arborée
Psb	Savane arborée et savane boisée (transition)
--x	Formations des vallées (eg Pax=Pseudo-steppe arbustive en vallée)
--r	Formations des collines et terrains accidentés
--z	Faciès à mares temporaires
X	Espaces peu utilisés
Xd	Dunes vives
Xp	Prairies marécageuses
Xt	Tannes
Xtp	Tannes et prairies marécageuses
Xv	Vasières dénudées

#### Autres zones

C	Carrière
E	Eaux libres
U	Zones urbaines
Z	Zones à occupations variées

#### 2- Légende des terres agricoles de Gambie (USAID/ORS Project N° 635-0203-01)

##### Rainfed Agriculture : Upland and Colluvial Soils

A	Current agriculture, intensive cultivation (Groundnuts, millet, sorghum, rice, maize)
A	Fallow fields, non-intensive cultivation (Groundnuts, millet, sorghum)
O	Plantations ( <i>Gmelina arborea</i> , mainly)
L	Non-intensive cultivation in palm groves (Groundnuts, rice, millet, vegetables)

##### Swamp and Irrigated Agriculture : Alluvial Soils

Ar	Swamp rice
Ari	Irrigated rice, bananas (limited in areas)

##### Non-Agricultural Areas : Uplands and colluvial Soils

VS	Shrub and tree Savannas (including old fields)
B	Savanna woodlands
BF	Savanna woodland/woodland transition
F	Woodlands
BFv	Riparian and fringing savanna woodlands and woodlands
G	Gallery forests



### Non-Agricultural Areas : Alluvial Soils

M	Mangroves
T	Barren flats
Ps	Herbaceous steppes
Pd	Grass savannas
Pvs	Shrub and tree savannas
Pb	Savanna woodlands
Pf	Woodlands

3 - Légende de la carte de synthèse des formations végétales et de l'occupation agricole au Mali,  
Projet Inventaire par télédétection des ressources ligneuses et de l'occupation du sol au Mali  
(FAC)

#### Zone Sahélienne

- 1 1 Savanne arbustive à arborée
- 1 2 Steppe arbustive lâche
- 1 3 Savanne arborée
- 1 4 Savanne arbustive, glacis de dénudation
- 1 5 Savanne arborée ou arbustive, formations hygrophiles associées
- 1 6 Savanne arbustive
- 1 7 Savanne arborée
- 1 8 Fourré ou formation boisée hygrophile
- 2 1 Brousse tigrée
- 2 2 Roches affleurantes
- 2 3 Savanne ou steppe arbustive très lâche
- 3 1 Savanne verger, savanne arborée dégradée
- 3 2 Savanne arborée à steppe arbustive lâche, Bowé nus
- 3 3 Formation buissonneuse très lâche

#### Zone centrale

##### zone bioclimatique soudanienne

- 4 1 Steppe ou savannes arbustives à arborées, savanne boisée
- 4 2 Savannes arbustive, arborée, boisée, Forêt claire
- 4 3 Savanne verger, savanne boisée, sur glacis d'épandage
- 4 4 Savanne verger, savanne boisée, forêt claire sur pénéplaine

##### zone bioclimatique soudano-guinéenne

- 5 1 Savanne boisée, forêt claire, bowé
- 5 2 Savanne boisée, forêt claire, Bowé nu de versant, plateau
- 5 3 Savanne boisée, bowé, forêt claire
- 5 4 Savanne verger, forêt claire sur glacis d'épandage

#### Formations Intra-zonales

- Delta intérieur
- 6 1 Formation hygrophile herbacée
  - 6 2 Prairie hygrophile, savanne arbustive lâche
  - 6 3 Savanne arbustive à arborée, hétérogène

#### Zone lacustre



- 71 Savanne arbustive
- 72 Steppe arbustive, arborée
- 73 Steppe arborée

Delta mort

- 81 Savanne arborée
- 82 Savanne arbustive, peuplement hétérogène
- 83 Savanne arborée claire, savanne arbustive
- 84 Savanne arborée ou arbustive

Alluvions récentes

- 91 Prairie hygrophile
- 92 Formation ligneuse hygrophile

E Eau permanente

4- Zonage agroécologique par photointerprétation (IGB 1989) sur prise de vue aérienne

habitations

culture

domaine agricole dégradé

jachère

bois

savane arborée

cours d'eau et dépôt alluvial

galerie

escarpement

cuvette

plan d'eau

piste et sentier

route

route bordée d'arbre

point de contrôle terrain

cuirasse inculte



### Annexe 3 : Personnes rencontrées

#### BURKINA FASO

Mr. Ousmane Dembele Marcel	Responsable cellule télédétection, IGB
Mr. Bebakoueni P. Lohouara	Directeur de l'Institut Géographique du Burkina Faso
Mrs. Bebakdueni Patrice, Yago Drissa, Compaoré Désiré, Tarnan, Bougousare, et Koudougou Sibéri, IGB	Compaoré Désiré, Tarnan, Bougousare, et Koudougou Sibéri, IGB
Mr. Badolo Gaspard	Chef du Service des Statistiques Agricoles
Mr. Bougousaré René	Service des Statistiques Agricoles
Mr. Koutaba Michel	Directeur des Projets et des Programmes, CILSS
Mr. Mounkaïla Goumandakoye	Service Ecologie, Environnement, CILSS
Mr. Trutat Jean-Marie	Conseiller FED auprès du Secrétaire Exécutif du CILSS
Mr. Paul Giniès	Conseiller, mission française CILSS
Mr. Mandeng Augustin	Directeur du Bureau régional pour l'Afrique de l'Ouest et du Centre de l'UNSO
Mr. Douamba Jean-Baptiste	Directeur des Etudes et de la Planification, Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage
Mr. Ibrahima Demba Ba	Coordinateur Régional du projet DIAPER
Mr. Brilleau Alain	Statisticien, Projet DIAPER
Mr. Eddy Andreoni	Assistance technique italienne, CILSS
Mr. W. Wietzel	Délégué CCE a.i.
Mr. J.L. Bolly	Conseiller FED en développement rural
Mr. Rambaud Denis	Assistant au Conseiller économique, CCE
Mr. Poda Urbain	Directeur a.i. CNLD/PANE
Mr. Noumbié Sourabiè	Directeur Général du Bureau National des Sols
Mr. Alain Kaboré	Directeur des Etudes et de la Planification, BUNASOLS
Mr. Alain Poisson	Comité Interafrique d'Etudes Hydrauliques
Mr. Honoré Somé	Vice-Doyen chargé de la Recherche, Université de Ouagadougou
Mr. Félix Compaoré	Responsable des Aménagements Agro-sylvaux-pastoraux, PNGT

#### CAP-VERT

Mr. Alexandro Pina	Directeur des Etudes et Planification Ministère des Pêches, de l'Agriculture et de l'Animation Rurale
Mme. Adelaide Ribeiro	Service de la Coopération, DEP/MPAA
Mr. Celso Fernandes	Directeur général de la Cartographie et du Cadastre, Ministère des infrastructures et transports
Mr. Antonio Sabino	Président Institut National de Recherche Agraire, MPAA
Mr. Pedro Monteiro	Chef division Etudes et Planification, direction de la Conservation des sols, des Forêts et de la Vulgarisation, MPAA
Mr. Péricles Barros	Directeur des Ressources Hydriques, MPAA
Mme. Eveline Monteiro	Hydrologue, Direction des Ressources Hydriques, MPAA
Mr. Antonio Rodrigues	Délégué FED

#### GAMBIE

Mr. Charles Thomas	CONACILSS
--------------------	-----------



Mr. Bolong Sonko	Director of Natural Resources and Environment Unit, Ministry of Natural resources and Environment
Mr. Sall Samba	Assistant of Director of Natural Resources and Environment
Mr. Malang K.A. Barrow	Senior Environment Officer of the Environment Unit
Mr. Sigismond Johnson	Assistant Director, Department of Water Resources
Mr. Team	Director of Lands and Surveys Department
Mr. Saw	Assistant Director, Department of Maps and Aerial Photographs

#### GUINEE-BISSAU

Mr. Luis Albino	CONACILSS
Mr. Robert Collingwood	Délégué CCE
Mr. Panfietti Renato	Conseiller Technique, Délégation CCE
Mr. Jorge Oliveira	Directeur de l'Agriculture
Mr. Cipriano Cassamia	Directeur des Forêts et Chasse
Mr. David Veracruz	Direction de l'Hydraulique et de l'Aménagement des Sols
Mr. Nelson Gomes Dias	Directeur de la Planification
Mr. Umaro Baldé	Directeur du Service Géologie, Ministère des Ressources Naturelles
Mr. Nhamo Ansumane Sambu	Chef Dépt Fiscalisation des Mines, Ministère des Ressources Naturelles
Mr. Joao Antonio Nola	Ministère des Ressources Naturelles
Mr. Manuel Villavicencio	CTP Projet GCPF/GBS/009/DEN

#### MALI

Mr. El Hassane Drave	CONACILSS
Mr. Seydou Bouare	Cellule de Suivi du PNLC, Section Gestion des Ressources Naturelles
Mr. Oumar Doumbia,	Laboratoire National de Recherche sur la Désertification, IER/DRFH
Mr. Yacouba Doumbia	Responsable de la Cellule Inventaire Forestier, Direction Nationale des Eaux et Forêts
Mr. Siriba Togola	Directeur National de la Cartographie et de la Topographie
Mr. Amadou Coulibaly	Directeur Adjoint de la Cartographie et de la Topographie
Mr. Mahamane Konate	DNCT/MTTPH
Mr. Aliou Tékété	Direction Nationale de la Météorologie
Mr. Birama Diarra	Direction Nationale de la Météorologie
Mr. Sine Konate	Chef de la Division Statistique Agricole
Mr. Moussa Kalifa Traore	Directeur National de l'Agriculture

#### MAURITANIE

Mr. Ahmad Salem Ould Ahmed	CONACILSS
Mr. Achour Ould Samba	Secrétaire général du Ministère du Développement Rural
Mr. Mohamedou Ould Abra	Directeur adjoint de la Protection de la Nature
Mr. Sidi Ould Haimida	Chef de service-Conservation des sols et des pâturages
Mr. Brahim Sall	Chef de service-Etudes et programmes
Mr. Cheikhna Ould M'baré	Chef division réserves et parcs nationaux
Mr. Yahya Ould M'Khaitir	Directeur de l'Agriculture



Mr. Gandega Yelli	Chef de service-Agrométéorologie et hydrologie
Mr. Soumara Birante	Directeur adjoint de l'Agriculture
Mr. Zeini Ould Sidi Mohamed	Chef de service-Statistiques agricoles
Mr. Anani K'Ponton	Conseiller technique principal,projet PNUD/FAO MAU/91/001
Mr. Aimé Rakotomahefazon	Statisticien élevage, projet PNUD/FAO MAU/91/001
Mr. M. Tiéhou	Statisticien, projet PNUD/FAO MAU/91/001
Mr. Diew El Housseïn	Statisticien, projet PNUD/FAO MAU/91/001
Mr. Hansjörg von Bieler	Conseiller agricole, FED
Mr. André Maton	Représentant FAO a.i
Mr. Claude Barbier	Consultant FED
Mr. Mohamed Brahim Ould Ahmed	Directeur de la Topographie et de la Cartographie

**NIGER**

Mr. Djariri Badamassi	Directeur des Etudes et de la Planification
Mr. Dr Ide Tahirou	Directeur de l'Elévage
Mr. Adamou Abdou	Directeur Adjoint de l'environnement, Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement
Mr. Akilau Habau	Cellule de préparation, Programme Intégré de Gestion des Ressources Naturelles (PIGRN)
Mr. Rabo Alaou	Coordonateur PIGRN
Mr. Robert Chavez	Conseiller FED
Mr. Horacio S. Soares	Directeur Général du Centre AGRHYMET
Mr. Also Idrissa	Directeur de l'Exploitation, AGRHYMET
Mr. Gnoumou Faustin	Directeur de la Formation, AGRHYMET
Mr. Laurent Cunin	Cellule télédétection, AGRHYMET
Mr. Jacques Mestre	Applications agro-météorologiques, AGRHYMET
Mr. Andrew Stancioff	Chef d'équipe AGRHYMET
Mr. Mestre Jacques	Directeur des Applications de la Météorologie, AGRHYMET
Mr. Dale Rachnelle	Consultant USAID auprès du Ministère de l'Agriculture
Mr. Robert Becht	Consultant PNLC/UNSO

**SENEGAL**

Mme Madeleine Cisse	CONACILSS
Mr. Papa Sérou Niang	Directeur du CSE
Mr. Malcom Marks	CTP, Centre de Suivi Ecologique
Mr. Ibrahim Mat Dia	CSE
Mr. Michael Rasmussen	CSE
Mr. Amadou Moustapha Camara	Directeur de l'Agriculture
Mr. Bakary Kanté	Directeur de l'Environnement, Ministère du Tourisme et de l'Environnement
Mr. Cheikh Ibrahima N'Diaye	Directeur des Statistiques Agricoles
Mr. Siméon Sorgho	Expert Statistiques Agricoles FAO
Mr. Papa Boubacar Soumaré	Service des Statistiques Agricoles
Mr. Philipe Diouf	Chef de la Division de l'Aménagement Régional, Direction de l'Aménagement du Territoire
Mr. Antoine Mbengue	Chef de la Division des Etudes Prospectives et de l'Analyse Spatiale, Direction de l'Aménagement du Territoire



Mr. Kalilou Diata	Chef de la Division de l'Information et de la Cartographie, Direction de l'Aménagement du Territoire Bureau Pédologique du Sénégal, MDR Conseiller Délégation CCE
<b>TCHAD</b>	
Mr. Lotard Mugabe	Chef du Bureau des Statistiques Agricoles
Mr. Jean Dondasse	Correspondant national DIAPER
Mr. Hadjer Mohamed	Directeur adjoint de l'Elevage
Mr. Mahamat Ali	Directeur des Forêts et de la Protection de l'Environnement
Mr. Oumar Patcha	Correspondant national CILSS
Mr. Pierre Hennebert	Conseiller économique du FED
Mr. Beauvilain	Géographe, Centre National d'Appui à la Recherche
Mr. Alain Dufour	Conseiller Technique Principal, Projet d'Assistance au BIEP, PNUD/FAO/CHD/89/006
Mr. François Rivière	Agro-informaticien, projet PNUD/FAO/CHD/89/006
<b>EUROPE</b>	
Mr. Heymann Yves	Chef de projet CORINE Land Cover, Satec
Mr. Léo Olivier	Directeur Sysame
Mr. Michel de Verdière	Sous-Directeur du Développement Rural, Ministère de la Coopération et du Développement, France
Mr. Marc Bied-Charreton	Observatoire du Sahara et du Sahel, Chef de Projet
Mr. Chedly Fezzani	Observatoire du Sahara et du Sahel, Conseiller
Mr. Ali Badjo Gamatiè	CESD, Luxembourg
Mr. Etienne Bartholomé	CCR/IATD/MTV/Re7 Ispra
Mr. Denis Kalensky	FAO, RSC, Rome
Mr. Bruno Bertolini	SpotImage
Mr. Hervé Joannes	SpotImage



#### **Annexe 4 : Documents consultés**

Surveillance des Ressources Naturelles renouvelables au Sahel, Mission d'évaluation, Rapport Final, Da Vinci Consulting, Décembre 1991

Propositions du Comité restreint pour la formulation de la quatrième phase du programme AGRHYMET, Niamey, Janvier 1992

Centre d'information du Niger, draft, Robert Becht, Niamey, Mars 1992

Measuring and Characterizing Sahelian Agricultural Lands, A Research Proposal to Support Policy-making, Planning and Program design in Niger, July 1989

Besoins immédiats pour la réalisation de l'enquête agricole 1992-1993, Paul N'Gouma Kimbatsa, Statistiques FAO

Programme national (MALI) de gestion des ressources naturelles, rapport de préparation, FAO, centre d'investissement, programme de coopération FAO/Banque mondiale, Août 1991.

Compte rendu des discussions du Groupe des Réflexion inter-donneateurs du Club du Sahel, SAH/CR(92)73, Mars 1992.

Area Sampling Frame Construction in Senegal, Bill Wigton, Août 1991.

Opération Pilote - Estimation des superficies agricoles selon deux méthodes d'approche, DIAPER, SRNRS, Février 1992

Compte-rendu de la mission d'appui au projet SRNRS, O. Léo, Février 1992

Atelier d'évaluation de l'opération pilote régionale "Estimation des superficies par deux types d'approche", Ouagadougou, 16-17 Mars 1992

Atelier sur l'estimation des superficies agricoles selon deux méthodes d'approche : contribution du Sénégal, DA & CSE, Ouagadougou, 16-17 Mars 1992

Enquête aréolaire à l'aide d'une prise de vue aérienne échantillonnée, arrondissement de Boboïe (Niger), Atelier d'évaluation de l'opération pilote régionale "estimation des superficies par deux types d'approche", Ouagadougou, 16-17 Mars 1992

Collaboration CILSS - CCR : Eléments pour la définition d'activités communes en matière de suivi des Ressources Environnementales sahéliennes, CCR/IATD/MTV, Avril 1992

Projet CORINE Land Cover, Guide Technique, Commission des Communautés européennes, Version 1.0

Remote Sensing of the Sahelian Environment, A review of the current status and future prospects, CCE - CTA , ISBN 92 9081 072 6

Area Frame Design for Agricultural Surveys, National Agricultural Statistics Service, US Department of Agriculture, August 1987



Automating the Development of Area Sampling Frames Using Digital Data Displayed on a Graphics Workstation, James J. Cotter and Cathy Mazur, 1992

Master Plan to Combat desertification, Mauritania, August 1986

Préparation de la réunion sectorielle sur l'Environnement et la lutte contre la désertification, Synthèse des réflexions sur les filons prioritaires, cellule technique d'appui à la mise en oeuvre du plan national de lutte contre la désertification, Mars 1992

Programme Multisectoriel de lutte contre la désertification, Rapport de synthèse, Nouakchott 1991

Programme Multisectoriel de lutte contre la désertification, Résumés des fiches de projets, Nouakchott 1991

Présentation de la cellule chargée de la préparation du programme intégré de gestion des ressources naturelles (PIGRN), Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Décembre 1991

Plan d'Action National pour l'Environnement, Tomes I & II, Ministère de l'Environnement et du Tourisme, Ouagadougou, Juillet 1991

Cartographie et télédétection des ressources de la République du Sénégal, Etude de la géologie, de l'hydrologie, des sols, de la végétation et des potentiels d'utilisation des sols, projet SDSU-RSI-86-01

Termes de référence de l'étude préparatoire du programme SAGE, Document de travail, Mars 1992

Evaluation des enquêtes agricoles des pays du CILSS, Projet Diagnostic Permanent, PR/DIAPER/06/91

Suivi Ecologique pour le PNGT : Programme d'activités et modalités de mise en oeuvre, J. E. Hecht, P.-N. Pascaud et Y. Prévost, Ouagadougou, Octobre 1990

Cahier des charges suivi écologique pour le PNGT à l'échelle nationale (Burkina)

Information Systems for Environmental Management, Oct. 1991, UNSO

Vegetation Cover and Land Use Map of Africa baesd on Satellite Remote Sensing, draft project document, FAO/RSC, 1992

**da vinci consulting**  
230 Chaussée de Huy  
B-1325 Chaumont-Gistoux  
phone : +32 (0) 10 68 94 63  
fax : +32 (0) 10 68 96 75

# SCHISTOCERCA GREGARIA (Forskål, 1775)

## Acrididae - Cyrtacanthacridinae

Nom commun : Criquet pèlerin

DPP

SGR

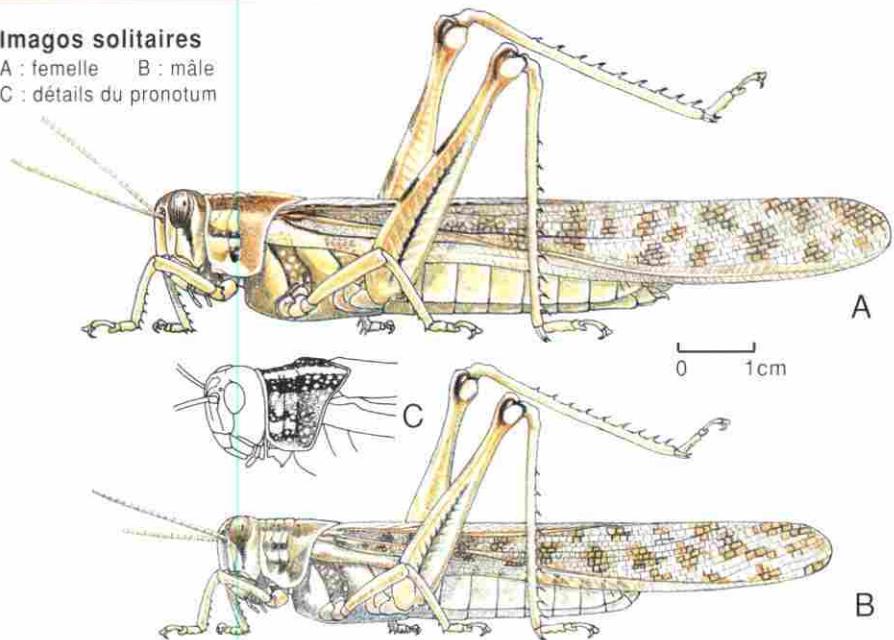
## IDENTIFICATION

### IMAGOS

Le Criquet pèlerin fait partie des **locustes**, acridiens capables, sous l'influence d'un accroissement de densité, de passer d'une forme solitaire, inoffensive pour les cultures, à une forme grégaire. Il constitue alors, à l'échelle continentale, une menace extrêmement grave pour l'agriculture.

#### Imagos solitaires

A : femelle    B : mâle  
C : détails du pronotum



Imagos solitaires (antennes exclues) : femelles 6 à 9 cm de long ; mâles 4,5 à 6 cm

Imagos grégaires (antennes exclues) : femelles 5 à 6 cm de long ; mâles 4,5 à 5 cm

Les solitaires sont de grande taille, d'aspect robuste, bruns ou gris mais ne sont jamais verts. Lors de la maturation sexuelle, les mâles et les femelles typiquement solitaires ne changent pas de couleur, sauf un faible jaunissement chez le mâle. La tête porte des antennes filiformes, des yeux avec 6 à 7 stries selon le nombre de stades larvaires accomplis (5 à 6). Une bande claire longe la carène médiane du pronotum et constitue la **bande pronotale**. Le pronotum est comprimé dans sa moitié antérieure et son bord postérieur est anguleux. Latéralement, on distingue des bandes sombres et des taches claires. Les ailes dépassent

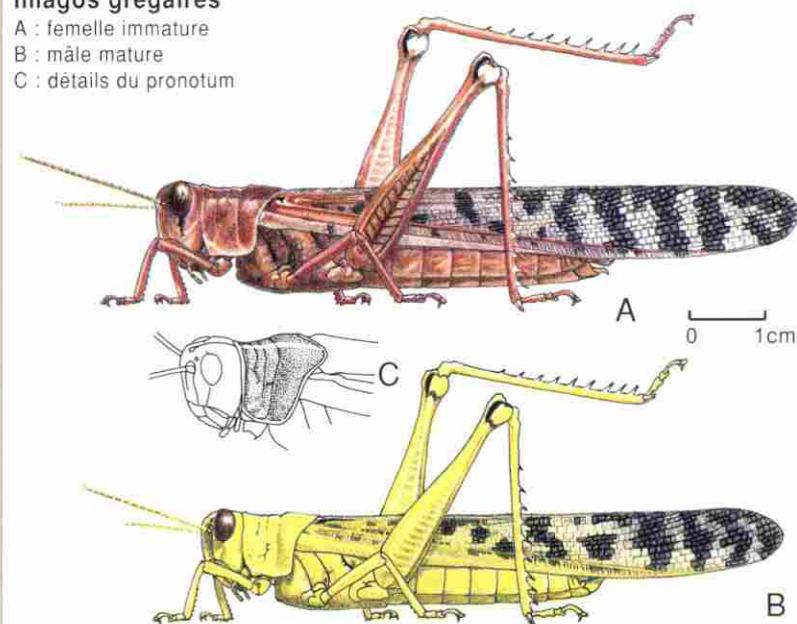
l'extrémité de l'abdomen. Les élytres sont ornés de nombreuses cellules brunes constituant une maculature diffuse. Les ailes sont hyalines ; elles deviennent jaunâtres à la base avec l'âge et surtout lors de la maturation sexuelle, chez les mâles comme chez les femelles. La face externe du fémur postérieur porte une bande noire continue appelée **ligne fémorale**.

La transformation phasaire s'accompagne, notamment, d'une série de modifications morphologiques et pigmentaires qui se réalisent à des vitesses différentes et sont plus ou moins accusées selon le degré de grégarité auquel l'insecte est parvenu.

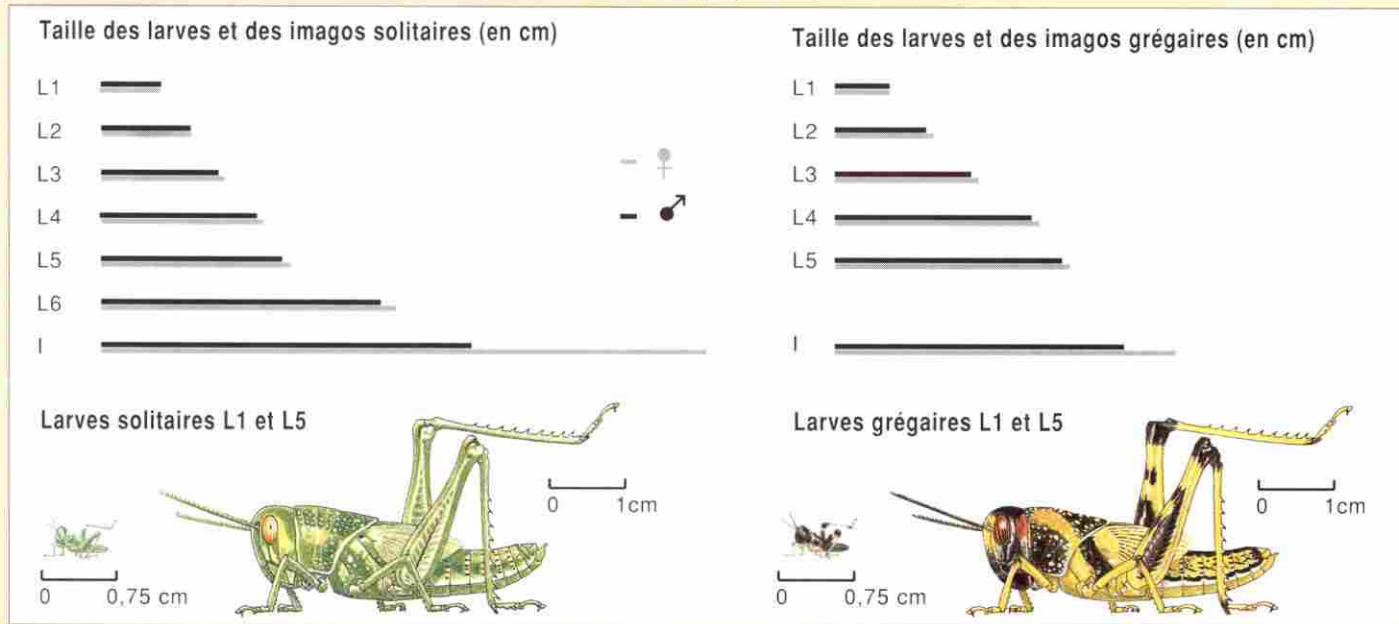
Les grégaires se caractérisent par la réduction de l'écart de taille entre mâles et femelles. Morphologiquement on les distingue à leur pronotum concave de profil, à la prozone resserrée et au bord postérieur arrondi. La tête s'élargit, la distance interoculaire augmente. La pigmentation évolue avec l'âge. Le très jeune imago est rose avec des ailes transparentes. Si la maturation sexuelle est retardée, en particulier par le froid, le corps fonce et devient rouge lie de vin. Durant cette période pré-reproductive les ailes se colorent en rouge ou en violet. Les élytres portent des maculatures contrastées en bandes nettement plus sombres que chez les solitaires. Avec la maturation, mâles et femelles jaunissent fortement. La couleur vire au brun puis devient jaune citron chez le mâle. La ligne fémorale et la bande pronotale, si elles existent, s'estompent puis disparaissent. Chez les grégaires, les yeux portent 6 stries souvent indistinctes car les yeux s'obscurcissent. La longueur de l'élytre (E) et du fémur postérieur (F), la largeur de la tête (C) changent, modifiant les rapports E/F et F/C. Chez les solitaires le rapport E/F est inférieur à 2,05 alors que chez les grégaires ce rapport dépasse 2,25. Dans le même temps, le rapport F/C est inférieur à 3,15 chez les grégaires et dépasse 3,75 chez les solitaires.

#### Imagos grégaires

A : femelle immature  
B : mâle mature  
C : détails du pronotum



**LARVES :** Les solitaires se développent en **5 ou 6 stades** et les grégaires en **5**. Jusqu'au 3<sup>e</sup> stade, les larves solitaires sont vertes ; par la suite, elles peuvent éventuellement devenir brunes. Par contre, toutes les larves grégaires sont noires et roses durant les deux premiers stades puis jaunes avec une maculature noire bien développée sur la tête, le pronotum et les segments abdominaux. Les yeux, clairs et striés chez les solitaires, sont obscurs, noirs ou marron rouge (acajou) chez les grégaires.



**L'OOTHEQUE :** Elle est grande et longue, composée d'une grappe ovigère nue, sans protection spumeuse latérale, surmontée d'un long bouchon de spume. Les œufs, d'abord jaune orangé et translucides, deviennent opaques et beiges parfois rosés. Ils sont disposés selon une symétrie radiale. L'oothèque des solitaires ressemble dans la forme et dans la taille à celle des grégaires mais elle contient des œufs plus petits et en plus grand nombre (au maximum 120 à 140 au lieu de 60 à 80 chez les grégaires).

## A NE PAS CONFONDRE AVEC

A ne pas confondre avec *Anacridium m. melanorhodon* (Walker, 1870) avec lequel les *Schistocerca gregaria* sont parfois en mélange. En vol ces deux espèces peuvent être confondues à cause de leur taille similaire et du type de vol d'évitement court et rapide. Cependant, pour les distinguer de loin, on constatera chez *A. melanorhodon* des antennes noires et la présence d'une large bande sombre à la base des ailes postérieures. Tout comme les larves de Criquet pèlerin, les larves d'*Anacridium* sont vertes, jaunes ou marron et sont diversement pigmentées selon le degré de regroupement des individus. Pour les discerner, on observera en particulier la forme et la distribution des taches pigmentaires sur le corps ainsi qu'au niveau des yeux.

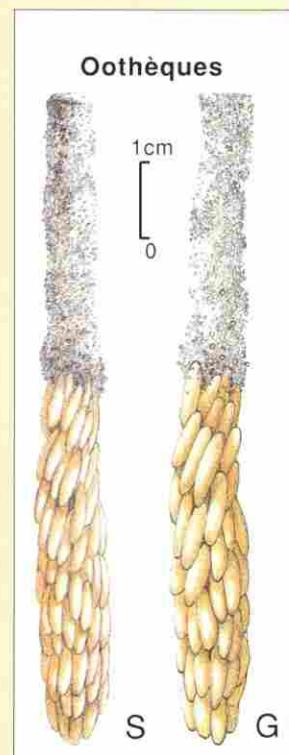
## ÉCOLOGIE

Le Criquet pèlerin vit en zone désertique chaude ; cependant les œufs ont directement besoin d'eau pour se développer (humidité édaphique) alors que les imagos, surtout les larves, recherchent une végétation turgescente pour survivre et se multiplier. **L'optimum pluviométrique** de l'espèce se situe entre **25 et 50 mm mensuels**. Les imagos grégaires sont phytophiles et les solitaires géophiles. Une tendance inverse est observée chez les larves. Les imagos se perchent fréquemment sur les arbres et les arbustes.

Les biotopes favorables à la reproduction, voire à la grégariation, sont généralement des zones d'épandage sablo-argileuses où se développent des espèces comme *Heliotropium ramosissimum* (Lehm.) DC, *Tribulus* spp, *Schouwia thebaica* Webb, *Acacia ehrenbergiana* Hayne ; les steppes à *Panicum turgidum* Forsk. constituent d'appréciables biotopes de survie.

Les solitaires volent la nuit, les déplacements sont discrets, mal connus, même si les captures aux lumières sont fréquentes dans les conditions favorables (absence de lune, vent faible, température de l'air supérieure à 25° C). Par contre les trajectoires d'essaims sont mieux étudiées. Les déplacements se font de jour, les radiations thermiques, jointes à des champs de vents, permettent aux criquets de voler plus loin et plus longtemps pour rallier des zones de pluies parfois éloignées de plusieurs milliers de kilomètres.

*Schistocerca gregaria* manifeste une **grégariaptitude** très élevée. Dans des conditions écologiques favorables, la transformation phasaire se déclenche dès que la densité imaginaire dépasse 250 à 500/ha et que la densité larvaire atteint 0,5 à 5/m<sup>2</sup>. Le passage de la phase solitaire à la pleine expression de la phase grégariaire (formation cohérente et persistante de grandes populations grégaires) nécessite le maintien de conditions grégariennes (pas obligatoirement réalisées sur un même biotope) pendant au moins 4 générations successives, soit près de 2 ans. La dégrégariation s'effectue généralement plus rapidement, en 1 ou 2 générations.



# SAS : OPÉRATION SURVEILLANCE DES ACRIDIENS AU SAHEL

## CRIQUET(S) RAVAGEUR(S)

OBSEERVATEUR	SGR	LMI	OSE	KAN	ASI	ZVA	HDA	CFU	CAX	AME	Autres
Nom :											
Prénom :											
Fonction :											
Service :											
Adresse postale B.P. :											
Ville :											
Pays :											

## SIGNALISATION

- Date de l'observation : \_\_\_\_\_  
 Lieu de l'observation : \_\_\_\_\_  
 Indiquer la grande ville la plus proche : \_\_\_\_\_  
 et sa distance : \_\_\_\_\_

## DÉGÂTS SUR CULTURES

1. Indiquer par une croix la ou les cultures attaquées ainsi que leur stade de développement.  
 2. La case « Autres » est réservée aux plantes cultivées non citées (indiquer lesquelles).

	Mil	Sorgho	Arachide	Niébé	Riz	Maïs	Maraî-chage	Autres
Germination								
Jeunes plants								
Floraison								
Maturisation								
Récolte								

## IMPORTANCE DES DÉGÂTS

Dégâts peu visibles	Mil	Sorgho	Arachide	Niébé	Riz	Maïs	Maraî-chage	Autres	Végétation naturelle
Dégâts nettement visibles									
Plus de la moitié de la récolte détruite									
100 % de la récolte détruite									

## IMPORTANCE DES PULLULATIONS

Surface infestée en hectares [1 hectare équivaut à 100 m x 100 m] : \_\_\_\_\_  
 Nombre de criquets au m<sup>2</sup> : maxi \_\_\_\_\_ min \_\_\_\_\_ moyen \_\_\_\_\_  
 Nombre moyen de criquets à l'ha (larves et ailes, toutes espèces confondues) : \_\_\_\_\_

CODE EN TROIS LETTRES DES ESPÈCES ACRIDIENNES CITÉES	SGR : Schistocerca gregaria ou Criquet pèlerin	LMI : Locusta migratoria ou Criquet migrateur	OSE : Oedaleus senegalensis ou Criquet sénégalais	KAN : Kraussaria angulifera	ASI : Aiolopus simulatrix ou Criquet Fouisseur	ZVA : Zonocerus variegatus ou Criquet puant	HDA : Hieroglyphus daganensis	CFU : Cataloipus fuscocoeruleipes	CAX : Diabolocatantops axillaris (ex. Catantops a.)	AME : Anacridium melanorhodon ou Criquet arboricole

## VOS REMARQUES COMPLÉMENTAIRES

ACTIONS DE LUTTE	OUI NON
- Y a-t-il eu des traitements ?	
Par qui ? Service PV : _____ Agriculteur : _____	
- Autre organisation : Laquelle ? _____	
- Formulation : Appât : _____ Poudre pour poudrage : _____ Poudre mouillable : _____ Liquide pour pulvérisation : _____ Concentré huileux : _____	
- Dose gm.a./ha. : _____	
- Concentration gm.a./l ou kg. : _____	
- Matériel d'épandage : Soc poudrage : _____ Pulvérisateur à dos : _____ Pulvérisateur ULV à piles : _____ Exhausi : _____ Traitement aérien : _____	
- Date du dernier traitement : _____	
- Nom de l'insecticide utilisé : _____	
- Surfaces traitées en ha : _____	

## USAGE DE LA FICHE SOIGNEUSEMENT REMPLIE ET AUTOCOPIÉE EN DEUX EXEMPLAIRES

1. L'observateur garde la copie jaune pour lui
2. La copie bleue est à communiquer au Service national de la Protection des Végétaux du pays :
 

PV BURKINA FASO	PV MALI	PV MAURITANIE	PV NIGER	PV SÉNÉGAL	PV TCHAD
B.P. 5362	B.P. 1560	B.P. 180	B.P. 323	B.P. 54	B.P. 441
OUAGADOUGOU	BAMAKO	NOUAKCHOTT	NIAMEY	DAKAR-THIAROYE	NDJAMENA
BURKINA FASO	MALI	MAURITANIE	NIGER	SENÉGAL	TCHAD
3. L'exemplaire blanc est à adresser d'urgence à : **OCLALAV - Conseiller PRIFAS - B.P. 1066 - DAKAR HANN - SÉNÉGAL**  
 Tout correspondant SAS recevra gracieusement les lettres périodiques d'information sur la situation

**Réservez au codage informatique. Ne pas utiliser. Merci.**  
 SAS 92 est une opération transsahélienne pluri-institutionnelle gérée par le PRIFAS. Votre contribution est précieuse pour le Sahel. Merci de vos informations.

Les 100 meilleurs correspondants SAS 92 feront l'objet d'une attention particulière



# SAS : OPÉRATION SURVEILLANCE DES ACRIDIENS AU SAHEL

## CRIQUET(S) RAVAGEUR(S)

OBSERVATEUR	
Nom :	
Prénom :	
Fonction :	
Service :	
Adresse postale B.P. :	
Ville :	
Pays :	

### SIGNALISATION

Date de l'observation : \_\_\_\_\_  
 Lieu de l'observation : \_\_\_\_\_  
 Indiquer la grande ville la plus proche : \_\_\_\_\_  
 et sa distance : \_\_\_\_\_

### DÉGÂTS SUR CULTURES

1. Indiquer par une croix la ou les cultures attaquées ainsi que leur stade de développement.
2. La case « Autres » est réservée aux plantes cultivées non citées (indiquer lesquelles).

	Mil	Sorgho	Arachide	Niébé	Riz	Maïs	Maraîche	Autres
Germination								
Jeunes plants								
Floraison								
Maturisation								
Récolte								

### IMPORTANCE DES DÉGÂTS

	Mil	Sorgho	Arachide	Niébé	Riz	Maïs	Maraîche	Autres	Végétation naturelle
Dégâts peu visibles									
Dégâts nettement visibles									
Plus de la moitié de la récole détruite									
100 % de la récole détruite									

### IMPORTANCE DES PULLULATIONS

Surface infestée en hectares (1 hectare équivaut à 100 m x 100 m) : \_\_\_\_\_  
 Nombre de criquets au m<sup>2</sup> : maxi \_\_\_\_\_ mini \_\_\_\_\_ moyen \_\_\_\_\_  
 Nombre moyen de criquets à l'ha (larves et ailes, toutes espèces confondues) : \_\_\_\_\_

**Réservez au codage informatique. Ne pas utiliser. Merci.**

1. Après avoir identifié le ou les criquets ravageurs et leur stade de développement, cocher la case correspondante.
2. S'il y a plusieurs espèces, entourer les plus abondantes.
3. Indiquer dans la case « Autres » le ou les noms des criquets qui ne figurent pas dans cette liste.

### ACTIONS DE LUTTE

#### OUI NON

##### - Y a-t-il eu des traitements ?

Par qui ? \_\_\_\_\_

Service PV :

Agriculteur :

##### - Autre organisation : Loquelle ?

##### - Formulation :

Appât :

Poudre pour poudrage :

Liquide pour pulvérisation :

Concentré huileux :

##### - Dose gm.a./ha :

##### - Concentration gm.a./l ou kg :

##### - Matériel d'aspersion : Sac poudreur :

##### Pulvérisateur à dos :

##### Pulvérisateur ULV à piles :

Exhaust :

Traitement aérien :

##### Date du dernier traitement :

##### Nom de l'insecticide utilisé :

##### Surfaces traitées en ha :

### Phytotoxicité :

### USAGE DE LA FICHE SOIGNEUSEMENT REMPLIE ET AUTOCOPIEE EN DEUX EXEMPLAIRES

1. L'observateur garde la copie jaune pour lui
2. La copie bleue est à communiquer au Service national de la Protection des Végétaux du pays :
 

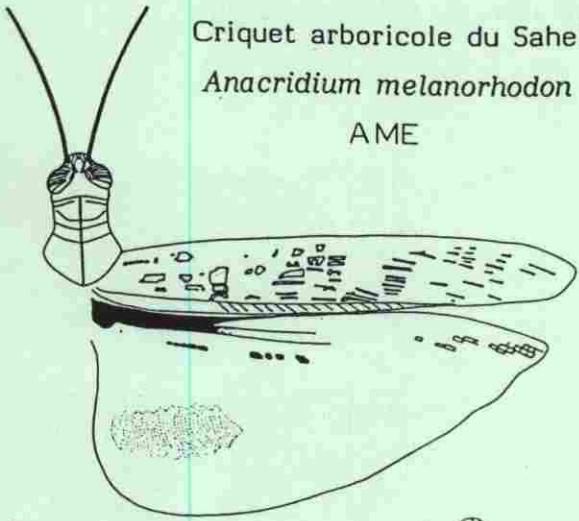
PV BURKINA FASO	PV MAURITANIE	PV TCHAD
B.P. 5362	B.P. 1560	B.P. 323
OUAGADOUGOU	BAMAKO	DAKAR-THIAROYE
BURKINA FASO	MAUL	NIAMEY
	MAURITANIE	N'DJAMENA
		TCHAD
3. L'exemplaire blanc est à adresser d'urgence à :

OCLALAV - Conseiller PRIFAS - B.P. 1066 - DAKAR HANN - SENÉGAL

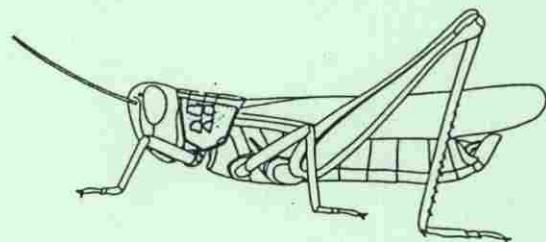
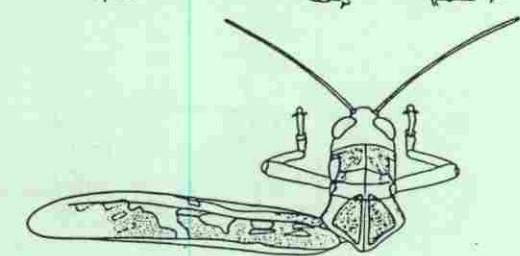
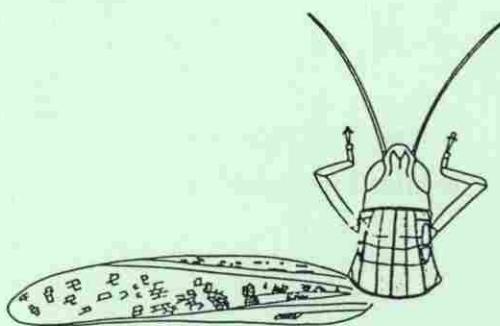
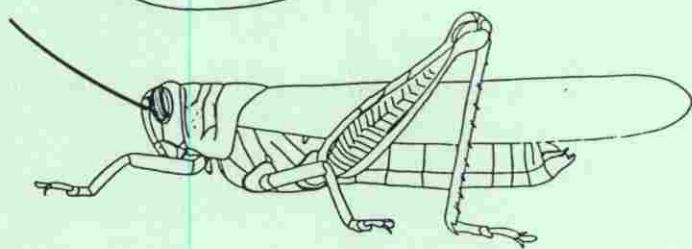
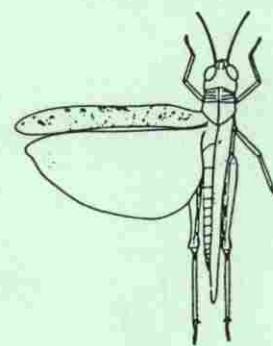
Tout correspondant SAS recevra gracieusement les lettres périodiques d'information sur la situation

SAS 92 est une opération transsahélienne pluri-institutionnelle gérée par le PRIFAS. Votre contribution est précieuse pour le Sahel. Merci de vos informations.

Les 100 meilleurs correspondants SAS 92 feront l'objet d'une attention particulière



*Aiolopus simulatrix simulatrix*  
ASI



*Cataloipus fuscoerulipes* CFU

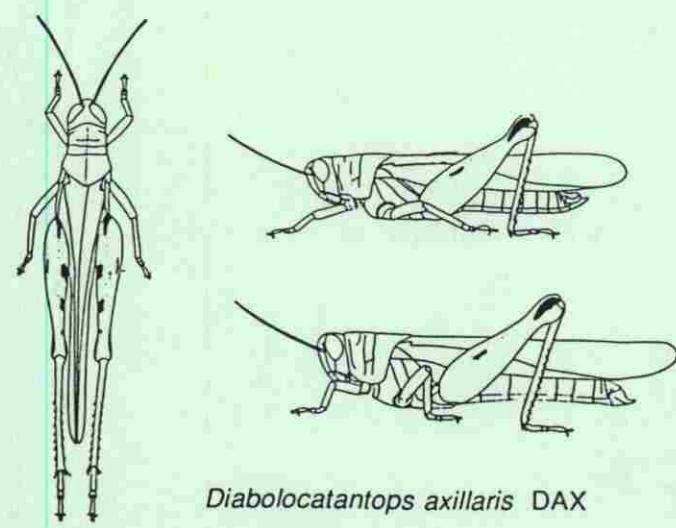
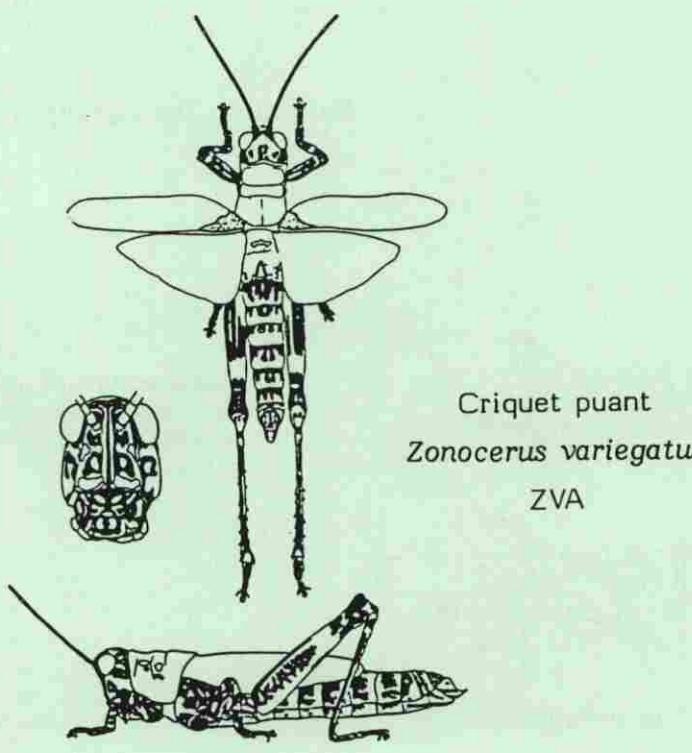
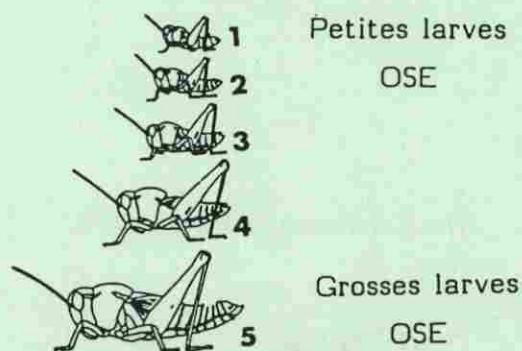
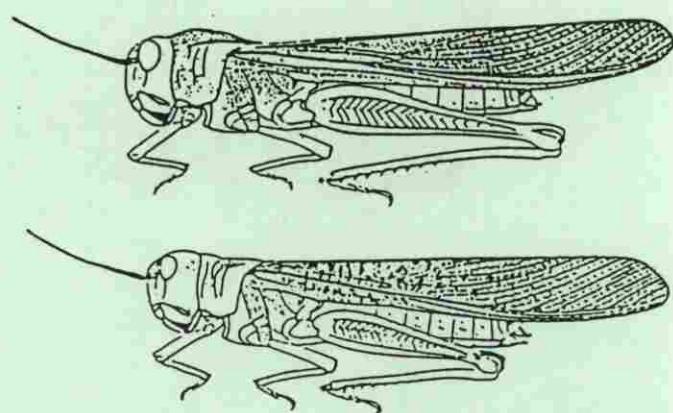
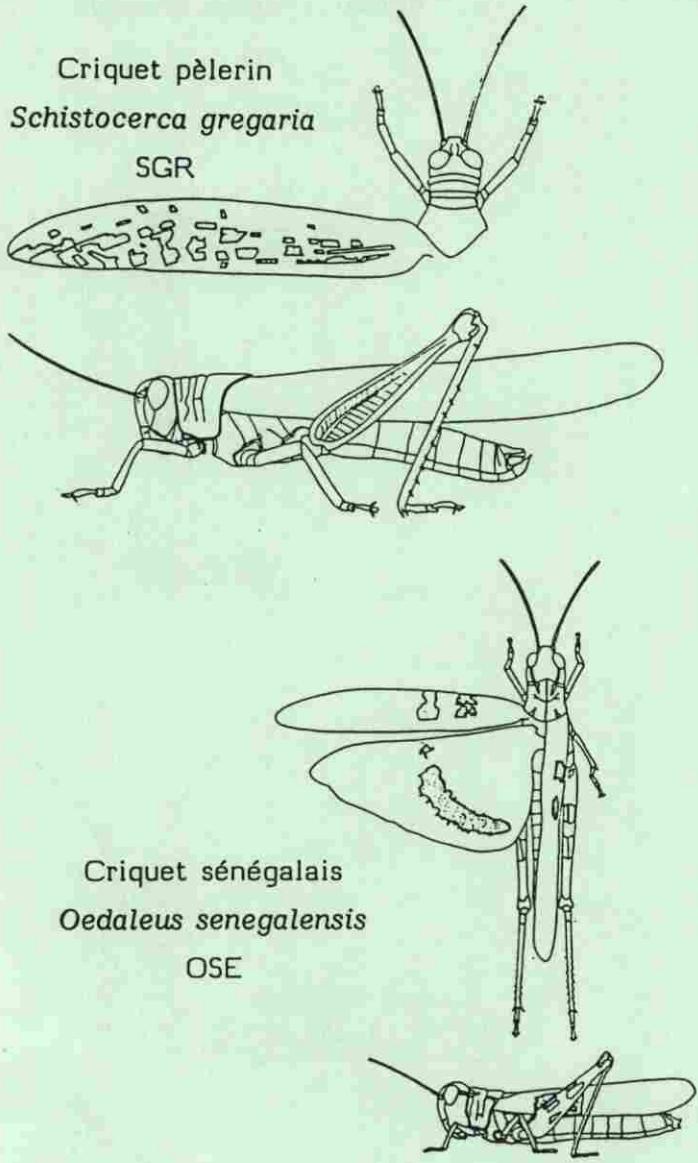


Illustration pouvant être conservée  
par l'utilisateur de la fiche de  
signalisation S.A.S. 1992.

OPÉRATION SURVEILLANCE DES ACRIDIENS AU SAHEL S.A.S. 1992



Les criquets sont à leur TAILLE RÉELLE

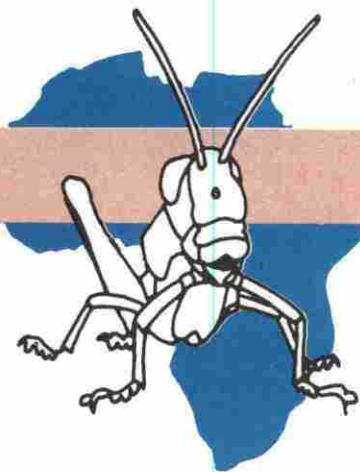
0 1 cm

# SAS 92

## SURVEILLANCE DES ACIDIENS AU SAHEL

LETTRE D'INFORMATION du 27 août 1992

04



L'opération SAS 1992 a pour objectif le suivi de l'actualité acridienne au Sahel pour mieux en prévenir les conséquences défavorables aux intérêts des hommes. En échange d'une contribution au fonctionnement du réseau par la fourniture de renseignements sur les criquets ravageurs, chaque correspondant reçoit régulièrement des lettres d'information dont il a le libre usage sans autorisation préalable dans la mesure où il en signale les sources.

### MADAGASCAR : ÉVITER LE SCÉNARIO DU PIRE

Une des conséquences de la sécheresse intervenue pendant la saison des pluies 1991-92 à Madagascar a été la grégarisation du Criquet migrateur, *Locusta migratoria capito* (Saussure, 1884) dans le sud-ouest de l'île suivie de la production d'essaims en mars 1992. Faute de moyens en hommes et en matériels, le service antiacridien n'a pu enrayer la propagation du fléau dans le Sud et sur le versant ouest de l'île. En juin, puis en juillet 1992, des experts internationaux de l'USAID, de la GTZ et du PRIFAS ont constaté la réalité d'un départ d'invasion et fait des recommandations d'assistance internationale immédiate.

Si rien n'est concrètement mis en place avant le mois d'octobre 1992, voici ce qui peut se produire si la saison des pluies 1992-93 est pluvieuse :

— au mois d'octobre 1992, les ailés grégaires vont revenir vers le sud-ouest de l'île, effectuer leur maturation sexuelle et pondre dès le début des pluies. Au mois de novembre, les éclosions vont se produire massivement et des bandes larvaires vont se constituer. Les populations larvaires vont être de plus en plus importantes de novembre 1992 à janvier 1993, alors que les populations imaginaires vont croître de décembre 1992 à février 1993.

— à partir du mois de février 1993, une deuxième génération de grégaires se mettra en place pour aboutir à des populations larvaires très importantes en avril et mai 1993, d'où se différencieront d'innombrables essaims qui nomadiseront sur les deux tiers de la Grand-Ile à partir du mois du juin suivant.

**La situation deviendra incontrôlable et la famine due aux dégâts des acridiens sur le maïs, le riz et autres céréales vivrières s'ajoutera aux difficultés de production agricole déjà bien connues à Madagascar. Le taux de multiplication d'une génération à la suivante peut atteindre un facteur 10.**

Pour éviter ce drame, il est impératif de pouvoir localiser et détruire les taches et les bandes larvaires dès les mois d'octobre et de novembre 1992. On peut bien sûr utiliser des organophosphorés comme le fénitrothion mais le PRIFAS suggère plutôt l'usage de dérégulateurs de croissance à cause de leur plus grande efficacité finale (mortalité par ingestion et non par contact, rémanence d'action sur plusieurs semaines). Un bon produit acridicide ne suffit pas, il faut aussi prévoir les appareils de pulvérisations, les moyens de les porter (véhicules terrestres, hélicoptères, avions) sans oublier la formation des hommes pour que soit respectées les modalités d'application.

Ces opérations de lutte devraient être systématiquement complétées par une étude d'impact sur la faune non-cible et une évaluation économique des dégâts des bandes larvaires et des essaims échappant à la lutte sur les cultures vivrières.

Depuis 1880, Madagascar a connu plusieurs invasions généralisées : 1880 à 1888, 1899 à 1904, 1909 à 1915, 1921 à 1929, 1939 à 1957, 1960 à 1962, 1981 à 1982. Devrons-nous ajouter 1992 à ? pour ceux qui feront l'Histoire ?

#### LA FICHE SGR

Le PRIFAS offre à tous les fidèles correspondants du réseau SAS une fiche d'information spécifique au Criquet pèlerin car ce redoutable ravageur prépare un retour offensif. Ce document en couleurs est disponible en français et en anglais. Il répond à une demande exprimée par les pays africains réunis en avril 1990 à la FAO. Il a pu être réalisé grâce aux avis, conseils et facilités offerts par la CCE, le FAC, l'OCLALAV et le CIRAD.



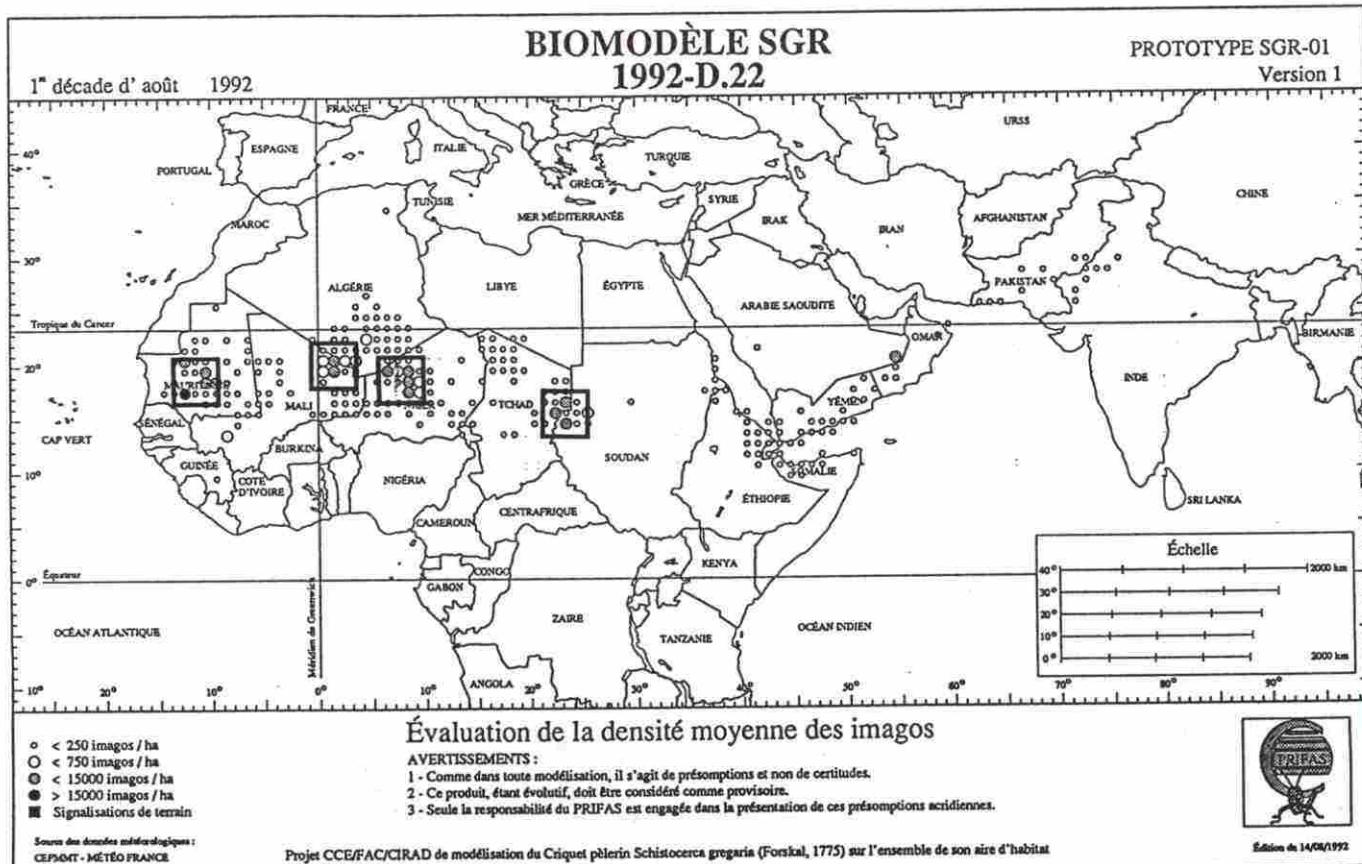
Opération transsahélienne pluri-institutionnelle soutenue financièrement par le CIRAD-GERDAT-PRIFAS

## SUR LA PISTE DU CRIQUET PÉLERIN

**Les indices :** en Mauritanie, des concentrations de Criquet pèlerin de couleur jaune, en forte densité, ont été observées à Rhallit, en juin 1992. Ailleurs, à Megsem El Hiran, au Barrage de Jraïf, près de Lebheir, des centaines d'hectares sont colonisés par plusieurs dizaines de milliers d'individus par hectare (seuil de transformation phasaire minimal : 250 ailés/ha). En début juillet, on découvre encore des groupes d'adultes en train de pondre. Des nomades ont même observé un essaim à Akredrille près de Oudane. En Arabie Saoudite, il y a eu des concentrations locales de larves et d'ailés à Dhahban. Au Pakistan, pendant la seconde moitié du mois de juillet, 14 localités ont été déclarées infestées. Les densités sont de plusieurs dizaines de milliers d'ailés par hectare (Sources : FAO Rome, FAO Alger, OCLALAV).

**Les lacunes :** Mali : aucune prospection possible au nord du pays. Tchad : des criquets sont signalés dans le BET (Borkou - Ennedi - Tibesti) sans aucune autre précision. Somalie : aucun rapport disponible, etc.

**Les présomptions :** Le Criquet pèlerin est présent, même à effectifs réduits, dans toute la zone centrale de son aire d'habitat. Il a réussi à effectuer localement des regroupements qui ont pu conduire à des débuts de grégariation. Des populations *transiens congregans* ont été rencontrées, spécialement en Mauritanie. Ailleurs, des phénomènes semblables devraient se produire.



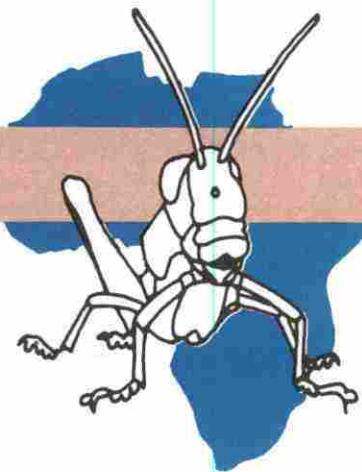
D'après le biomodèle SGR, les plus importantes populations du Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*, en fin juillet 1992 pourraient être rencontrées en Mauritanie, au Niger, à la frontière du Tchad et du Soudan et dans une moindre mesure au nord du Mali. Ailleurs, les densités sont très inférieures au seuil minimum de transformation phasaire. Il faut rappeler que dans sa dernière version opérationnelle, le biomodèle SGR prend en compte les observations de terrain lorsqu'elles existent. Cependant, les présomptions fournies par modélisation ne correspondent pas à des certitudes et les déductions fournies n'engagent que la responsabilité du PRIFAS et en aucun cas celle d'autres institutions, à quelque niveau que ce soit.

**La crainte :** Quelques essaims d'ailés *transiens congregans* pourraient sortir de l'aire d'habitat central en septembre ou octobre 1992 pour rejoindre des zones cultivées du Maghreb si les effectifs concernés sont importants. Il sera possible de les détruire assez rapidement car leur nombre sera limité. Si aucune précaution de contrôle efficace n'est prise, une reproduction aura lieu et l'inoculum d'une nouvelle invasion acridienne sera en place pour s'exprimer en 1993, à moins d'événements écométéorologiques majeurs défavorables.

### D'UNE RÉALITÉ À UNE LÉGENDE

Dans le nord du Yatenga, au Burkina-Faso, une des légendes rapportées par les Dogons veut que les criquets ravageurs viennent d'une grotte de la falaise de Bandiagara au Mali, leur patrie d'origine. Cette grotte est normalement fermée par une porte en fer. Mais quand les criquets réussissent à ronger cette porte, une invasion acridienne a lieu. Alors, le forgeron de Solé (et aucun autre) rassemble des lames de dabas et part pour la falaise afin de réparer et de renforcer la porte, permettant aux agriculteurs d'être à nouveau protégés des criquets.

Propos recueillis par M.-N. de VISSCHER et G. BALANÇA  
projet "Ecologie des traitements acridiens".  
B.P. 378 - OUAHIGOUYA - BURKINA FASO



Suite de la LETTRE D'INFORMATION du 27 août 1992

04

## LE DÉBUT DE LA FIN DE LA DIELDRINE

À la fin des années 80, près de 60 000 litres de formulations variées de dieldrine, dont une partie a plus de 30 ans, étaient stockés dans plusieurs sites stratégiques antiacridiens du Niger. À la suite de l'interdiction d'utilisation de la dieldrine, le Gouvernement du Niger, l'USAID, la GTZ et la Shell Nederland Chimie ont conjugué leurs compétences et leurs efforts pour apporter une solution originale et élégante à ce problème de stockage.

L'opération a commencé en septembre 1990 par un inventaire détaillé des stocks existants et des conditions de stockage. Un plan d'action a ensuite été dressé pour collecter et transporter le produit du Niger aux installations du Groupe Shell aux Pays-Bas, pour y être incinéré.

Tous les fûts et tonnelets de dieldrine recensés ont été regroupés à Agadez. Une citerne géante, isolée et spécialement aménagée a été acheminée par bateau des Pays-Bas jusqu'à Lomé (Togo), puis par camion jusqu'à Agadez via le Burkina-Faso. Une fois l'opération de transvasement terminée, la citerne a repris le chemin du retour jusqu'à l'installation d'incinération.

L'opération a nécessité la manipulation de 700 fûts et tonnelets, le transport de 70 000 litres de produits, y compris les solvants de rinçage des emballages, la décontamination du site de transvasement par le déplacement et l'enfouissement, dans un site isolé, de 35 m<sup>3</sup> de sol, l'isolement du site de transvasement, l'écrasement ou le découpage des emballages avant leur transport au Pays-Bas, l'agrément pour l'importation du Ministère du Logement, du Développement régional et de l'Environnement des Pays-Bas pour le transport et l'importation de la dieldrine. Le coût de l'opération s'est élevé à près de 400 000 dollars US.

Source : Shell agriculture n° 11, 1991  
"Desert operation clears unwanted dieldrin" - p. 11 et 12

Cette opération exemplaire a permis d'éliminer environ 20 % des stocks de dieldrine existant encore dans le Sahel.

## SAS TÉMOIGNE

Les correspondants SAS sont témoins de pullulations importantes de sauteriaux, ils doivent impérativement faire remonter le message au niveau du réseau pour que les services nationaux de protection des végétaux puissent apporter une aide plus efficace à la protection des cultures, soit dans un cadre national, soit dans un cadre régional. Pour mieux décrire la situation acridienne, le PRIFAS a édité de nouvelles fiches de signalisations acridiennes 1992 autocopiantes :

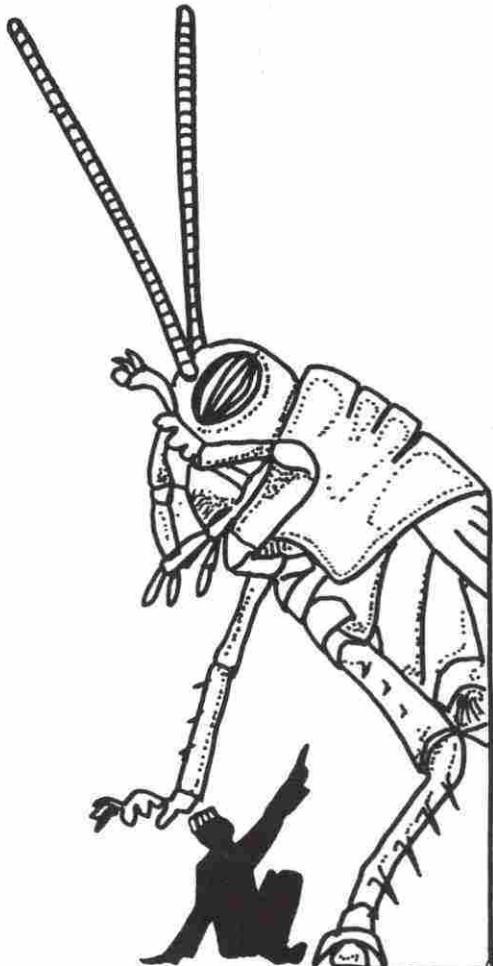
- un exemplaire peut être gardé par le correspondant,
- un exemplaire est à envoyer, si possible, au service national de la protection des végétaux du pays où il se trouve,
- un exemplaire est à adresser directement à la Direction générale de l'OCLALAV - B.P. 1066 - DAKAR-HANN - SÉNÉGAL au nom d'Annie MONARD-JAHIEL, Conseiller scientifique et technique du PRIFAS auprès de cette Organisation.

Chaque correspondant du Sahel recevra plusieurs fiches de signalisations. Il lui est demandé de prendre le soin de remplir au mieux chaque rubrique, en s'aidant pour l'identification des espèces des dessins fournis. L'opération commencera dès réception de ces fiches et se terminera en décembre 1992.

Il s'agit de pouvoir suivre l'évolution acridienne pendant la seconde partie de la saison des pluies et en début de saison sèche.

Les correspondants situés hors du Sahel recevront tous au moins une fiche pour information. S'ils pensent pouvoir s'en servir, le PRIFAS peut leur en procurer gracieusement d'autres exemplaires.

Les 100 meilleurs correspondants, jugés sur le plan de la qualité et de la quantité d'informations fournies, feront l'objet en début d'année 1993 d'une mesure particulière, certes modeste car nos moyens sont très limités, mais originale et encourageante pour témoigner de notre parfaite solidarité avec ceux d'entre vous qui sont les mieux informés et les plus actifs en acridologie pratique.



## DES ARGUMENTS POUR LES ANTI-MUES

La GTZ (Agence de coopération allemande) a financé des essais comparatifs sur les effets de deux dérégulateurs de croissance, le triflumuron d'une part, et le téflubenzuron d'autre part, sur les larves du Criquet pèlerin dans le sud du Tamesna au Niger. Quatre experts, Von O. NASSEH, H. WILPS, S. KRALL et G.M. SALISOSSOU ont fait connaître leurs observations dans la revue GESUNDE PFLANZEN, 44, Jahrg, Heft 7, 1992.

En cage comme dans la nature, la mortalité larvaire atteint 100 % après des délais allant de 10 à 15 jours, dans les deux suivis d'essais d'insecticides les décès étant un peu plus tardifs sur les populations naturelles. Les cadavres de larves restent accrochés au support servant de perchoir au moment de la mue. Ces deux dérégulateurs de croissance sont donc très efficaces, même si leur effet létal est différé à la mue.

Le triflumuron est un produit BAYER (nom commercial : ALSYSTIN, formulation : 250 g/l), le téflubenzuron est un produit SHELL (nom commercial : NOMOLT, formulation 25 g/l).

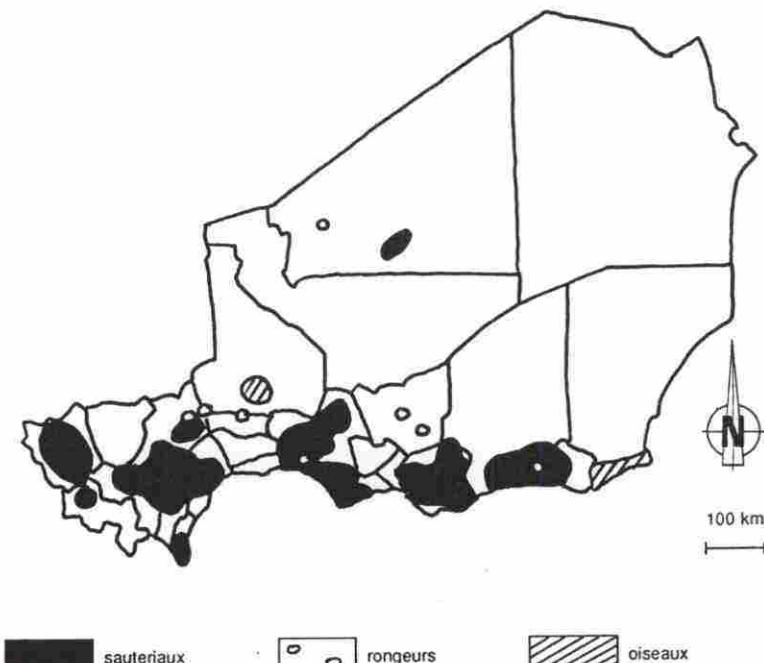
### BULLETIN PHYTOSANITAIRE DU NIGER : UN EXEMPLE À SUIVRE

La Direction de la protection des végétaux du Niger édite tous les dix jours un bulletin phytosanitaire national dans lequel les acridiens tiennent une bonne place. Ce témoignage décadaire est mis en œuvre par le Service d'interventions phytosanitaires et formation.

Le bulletin a les caractéristiques suivantes :

- format 21 x 29,7 cm (A4), une seule page imprimée recto-verso en noir et blanc, sans perte d'informations lors des photocopies ou des télécopies ;
- rubriques traitées, **au recto** :
  - les points importants en mots-titres,
  - une carte localisant les lieux à problèmes (sauteriaux, oiseaux granivores, rongeurs),
  - une brève description de la situation générale :
- au verso** :
  - la situation phytosanitaire par département,
  - les perspectives.

M. Ibrahim BAOUA, premier rédacteur de ce bulletin, mérite des compliments pour la clarté, la sobriété et la pertinence du texte. L'exemple donné par la Direction de la protection des végétaux du Niger mériterait d'être suivi par chacun des autres pays du Sahel car les donateurs, disposant d'une meilleure possibilité de suivi de la situation phytosanitaire, pourraient adapter leur aide à l'actualité sans négliger pour autant l'aide au développement à long terme, sans oublier l'impact didactique sur les agents de la protection des végétaux qui sont les capteurs de situation phytosanitaire.



#### Adresse de correspondance :

Protection des Végétaux du Niger  
B.P. 323 - NIAMEY - NIGER  
Téléphone : (227) 73 44 92  
Télécopie : (227) 73 20 30

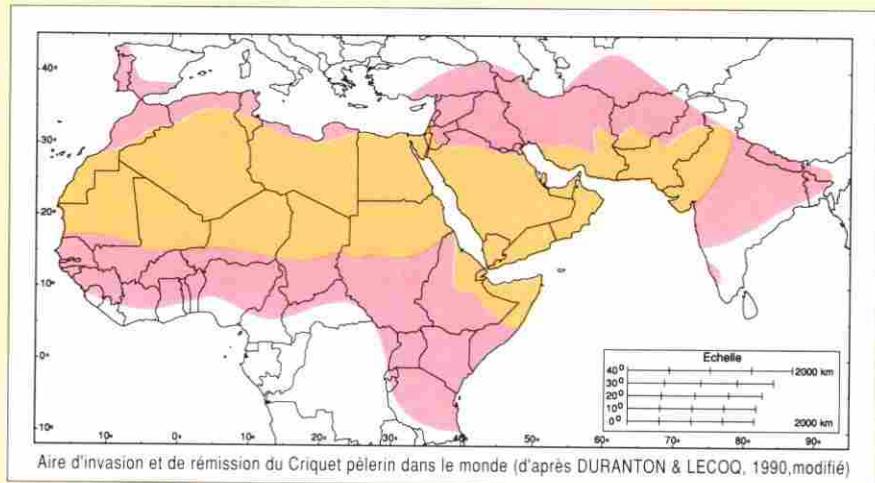
Carte établie à partir des observations cumulées rapportées par les bulletins phytosanitaires de la première décennie de juin à la troisième décennie de juillet 1992 pour mettre en évidence les régions concernées respectivement par les sauteriaux, les oiseaux et les rongeurs en début de saison des pluies 1992.

### BRÈVES NOUVELLES ACIDIENNES

À partir du 19 juin 1992, envahissement par des sauteriaux du Cercle de KORO au Mali et spécialement de l'arrondissement de Madougou. Ils disparaissent naturellement une semaine plus tard, d'après Yoro GUINDO, Agent de déclaration -STOP- Toujours dans le Cercle de KORO, les jeunes plants de mil sont détruits. Les Pères Blancs vendent des moyens légers de protection des cultures. Amako POUDIOUGO, cultivateur à Youdiou, témoigne. Par recoupement avec des signalisations du Burkina-Faso, on a établi que ces sauteriaux venaient de la région du Yatenga -STOP-. À compter du 10 juillet 1992, invasion de sauteriaux notée dans la région de KAOLACK au Sénégal d'après Ibrahima Khalil DIARRA, horticulteur-paysagiste de Mbambara -STOP-. Les pertes agricoles causées par les sauteriaux en 1986 dans sept pays du Sahel ont été estimées à 77 millions de dollars US (FAO, 1990), soit environ 8 % de la valeur commerciale des céréales. On estime que le coût de la lutte antiacridienne a été de 31 millions de dollars US -STOP-. Chaque année, 25 à 50 millions de tonnes de poussières sahariennes sont transportées au-dessus de l'océan Atlantique. Une partie atteint les Caraïbes, en 5 ou 6 jours en voyageant entre 1 500 et 3 500 mètres d'altitude. Le Criquet pèlerin à l'état grégaire avait effectué le même parcours en octobre 1988 à partir du nord de la Mauritanie -STOP-. La 32<sup>e</sup> session du Comité de lutte contre le Criquet pèlerin (Desert Locust Control Committee - DLCC) se tiendra à la FAO (Rome - Italie) du 12 au 16 octobre 1992 -STOP-. Des criquets ont détruit des milliers d'hectares de maïs au Yucatán (Mexique) en juin 1992 -STOP-. Les paroisses du diocèse de MOPTI (Mali) - Ségué, Pel, Barapérali, Bandiagara, Mopti - sont très engagées dans la lutte antiacridienne. Elles encadrent une bonne centaine de brigades villageoises, de 10 paysans chacune, leur devise : "Agir maintenant ou pleurer demain" -STOP-. Le Ministère de la Recherche et de l'Espace a accordé, à la demande du PRIFAS, une bourse de neuf mois en acridologie au bénéfice d'Alexandre LATCHININSKY, Acridologue du VIZR (Russie) -STOP-. Le Conseil des experts, suivi du Conseil des Ministres de l'OCLALAV, aura lieu à COTONOU (Bénin) du 1<sup>er</sup> au 4 septembre 1992. Les pays-membres sont le Bénin, le Burkina-Faso, le Cameroun, la Côte d'Ivoire, la Gambie, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal, le Tchad. À titre de comparaison, les pays-membres de l'Organisation de lutte contre le Criquet pèlerin dans l'Est-africain (Desert Locust Control Organization for Eastern Africa - DLCO-EA) dont le siège est à Addis-Abéba (Ethiopie) sont : Djibouti, l'Ethiopie, le Kenya, la Somalie, le Soudan, la Tanzanie, l'Ouganda -STOP-.

## DISTRIBUTION

L'aire d'invasion du Criquet pèlerin est extrêmement vaste. Elle couvre l'Afrique au nord de l'équateur en empiétant sur l'Europe méditerranéenne, le Moyen-Orient, les péninsules Arabique et Indo-Pakistanaise. Ces régions sont tour à tour touchées par des essaims au cours des migrations saisonnières. En période de rémission, les populations de solitaires se replient dans des zones plus arides, principalement au pied des massifs montagneux désertiques, pour bénéficier de l'effet différé de l'écoulement et de concentration des eaux (zones d'épandages). En Afrique de l'Ouest, en période d'invasion, les essaims atteignent, au nord, la côte méditerranéenne et, au sud, la zone guinéenne. En période de rémission, les biotopes favorables sont dispersés aux abords des massifs sahariens méridionaux et centraux : le Tibesti, l'Ennedi, le Tassili des Ajjer, le Hoggar, l'Adrar des Iforas, l'Aïr, le Tamesna, l'Adrar mauritanien, le Zemmour, dans la limite comprise entre 50 mm et 300 mm de pluie par an, regroupant les zones sud-sahariennes et sahélio-sahariennes.



## CYCLE BIOLOGIQUE ANNUEL

Le Criquet pèlerin effectue **2 à 3 générations par an**, avec un arrêt de développement facultatif à l'état imaginal (**quiescence**) au cours des périodes sèches. En fonction de la température, les œufs mettent 11 à 60 jours pour se développer. Les larves grégaires passent par 5 stades, mais certaines femelles solitaires, et plus rarement les mâles, peuvent doubler le stade 3 (3 bis).

Les grégaires effectuent leur développement larvaire en 25 à 50 jours. La durée de la période pré-reproductive est très variable selon les conditions écologiques rencontrées. Elle peut durer de 15 jours en saison pluvieuse à 6 mois, en saison sèche, période pendant laquelle l'insecte peut parcourir des distances considérables. Les femelles pondent en moyenne 2 ou 3 fois (plus rarement 4) dans leur vie. La durée globale d'une génération de criquets pèlerins, solitaires ou grégaires, varie de 2 à 6 mois.

Trois périodes de reproduction d'importance inégale se succèdent dans l'année pour les solitaires comme pour les grégaires.

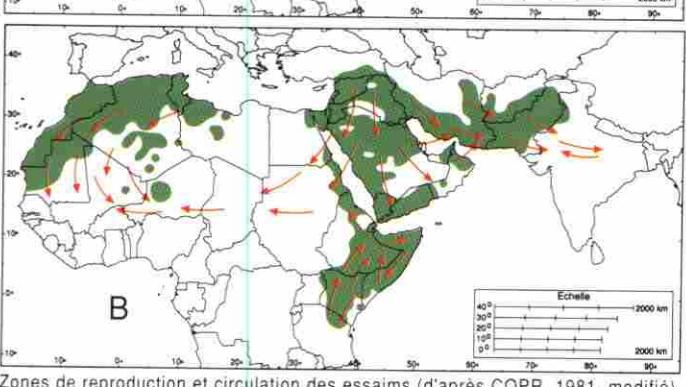
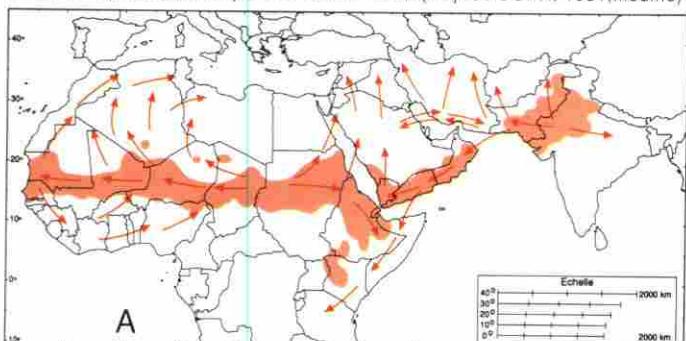
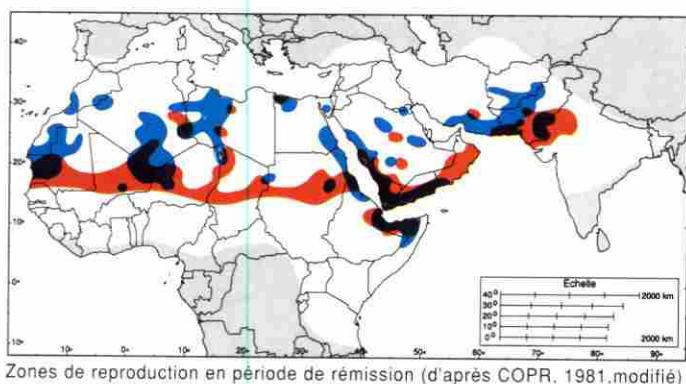
**Les solitaires** effectuent :

1 ou 2 reproductions estivales au sud du Sahara pendant les pluies de mousson et après la mousson et 1 reproduction printanière subméditerranéenne. Seule la reproduction moussonnière est régulièrement assurée.

**Les grégaires** effectuent :

1 reproduction de mousson en zone sahélienne, occasionnellement, 1 reproduction automno-hivernale dans l'ouest et plus rarement dans le Sahara central, 1 reproduction hiverno-printanière souvent suivie d'1 reproduction printano-estivale en zone méditerranéenne.

**Les solitaires** se reproduisent dans une aire limitée à l'Afrique saharienne, tandis que les grégaires, grâce à leur capacité de déplacement plus importante et à leur tempérament écologique moins xérophile, pondent aussi en Afrique du Nord et dans le Sahel des cultures. Chez les solitaires, les générations successives sont mal individualisées. Les reproductions se suivent sans interruption, tant que les conditions sont favorables, d'avril-mai à décembre, ce qui permet le développement de 2 (exceptionnellement 3) générations estivales suivies d'1 génération hiverno-printanière en zone saharo-méditerranéenne. Les échanges entre les reproductions estivale et hiverno-printanière restent hypothétiques. En période de rémission, en zone saharienne sous influence méditerranéenne, on peut observer localement une reproduction hiverno-printanière dont l'importance dépend des conditions écométéorologiques de l'année.



Zones de reproduction et circulation des essaims (d'après COPR, 1981, modifié)

A. reproduction estivale en période d'invasion  
B. reproduction printanière en période d'invasion

Les grégaires produisent 1 (ou 2) génération de mousson en zone sahélienne puis 1 ou 2 générations successives au printemps en zone méditerranéenne. La complémentarité de fonctionnement entre les zones méditerranéenne et sahélienne est par contre bien établie par la circulation des essaims. La situation du Criquet pèlerin dans l'Ouest africain est aussi sous la dépendance de la zone centrale, en particulier des foyers grégariens de la mer Rouge.

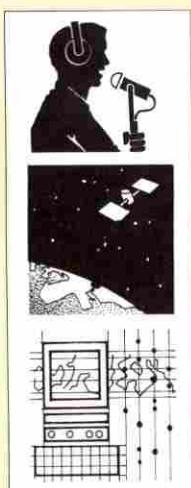
## INCIDENCE ECONOMIQUE



1968. Plus récemment, 1987 et 1988 ont vu la résurgence d'un fléau qui s'est éteint en 1989. Durant ces trois années, pour faire face à la menace d'un nouveau départ d'invasion généralisée, les pays concernés, avec l'aide de la communauté internationale, ont traité plus de 30 millions d'hectares et ont dépensé plus de 300 millions de dollars US.

Le Criquet pèlerin grégaire est extrêmement polyphage. En dehors de la végétation naturelle, la liste des cultures et des plantations touchées est longue : dans le Maghreb on relève principalement le blé, l'orge, la vigne, les agrumes, les palmiers dattiers; au Sahel, le mil, le sorgho, les cultures maraîchères.

## CONSEILS PRATIQUES DE LUTTE



La surveillance et la lutte contre le Criquet pèlerin sont difficiles à mener : l'espèce vit en zone désertique très inhospitalière, son aire d'habitat couvre des surfaces considérables et les populations sont extrêmement mobiles. Les nombreux foyers de grégariation, géographiquement bien délimités, ne fonctionnent qu'à la suite de pluies qui permettent le développement d'une végétation indispensable à la survie et à la reproduction de l'acridien. Seule la **lutte préventive** rationnellement conduite peut prévenir ou contenir de manière efficace et économique les départs d'invasion en intervenant sur de petites populations juste au moment de la transformation phasaire. En effet, une fois le fléau déclenché, les dimensions du problème sont telles que toute action de lutte n'a, au mieux, qu'une portée ponctuelle et temporaire. En Afrique de l'Ouest, cette stratégie préventive a été menée efficacement jusqu'en 1986 grâce à l'action d'une organisation régionale, l'OCLALAV (Organisation Commune de Lutte Antiacridienne et de Lutte antiAViaire). Depuis, la responsabilité de la surveillance et de la lutte préventive incombe aux pays concernés (Mauritanie, Mali, Niger et Tchad). Si l'efficacité de la lutte préventive n'est plus à prouver, il reste à assurer le maintien des moyens humains et matériels spécifiques à la lutte contre le Criquet pèlerin dans chaque pays abritant des foyers de grégariation. La nécessité d'entretenir des équipes de prospection bien équipées, bien formées et régulièrement recyclées et motivées reste la seule garantie d'une lutte préventive efficace. Aujourd'hui, aux prospections au sol à une échelle régionale, complétées éventuellement par des prospections aériennes, s'ajoute la perspective de l'utilisation des techniques de modélisation, du système d'informations géographique et de l'imagerie satellitaire pour améliorer l'efficacité de la surveillance antiacridienne en particulier dans les zones peu accessibles.

Les traitements ont lieu sur des sites souvent très éloignés les uns des autres, dans des zones fréquemment désertiques et difficiles d'accès. L'utilisation d'acridicides rémanents est nécessaire pour lutter efficacement contre le Criquet pèlerin et réduire au maximum le nombre des interventions. La diieldrine, longtemps considérée comme l'acridicide de référence, est maintenant interdite d'emploi. D'autres produits sont à l'étude, mais il reste à les tester en conditions réelles d'utilisation. En attendant, des insecticides comme le fénitrothion demeurent largement utilisés. C'est au cours de la lutte contre le Criquet pèlerin que la technique d'épandage en ultra bas volume (UBV) à l'aide d'un dispositif de pulvérisation monté sur le pot d'échappement d'un véhicule tout-terrain fut mise au point. D'autres systèmes sont également utilisés, mais le principe général des pulvérisations UBV au sol ou aérienne en dérive demeure. Selon l'ampleur des pullulations larvaires ou des essaims posés au sol et leur accessibilité, les traitements se font par voie terrestre ou par voie aérienne. À cause de la grande mobilité des essaims, les criquets doivent être détruits immédiatement par des produits à effet de choc, par contact ou ingestion. Quant aux larves, une action différée est tolérable, aussi l'emploi des inhibiteurs de croissance, peu polluants, nouvellement testés en lutte antiacridienne, doit-il être encouragé en remplacement des produits organochlorés rémanents employés jadis mais condamnés aujourd'hui en raison de leur toxicité.

## BIOMODELISATION ET SIMULATION OPERATIONNELLE

Après plusieurs années d'études approfondies, le PRIFAS a pu mettre au point un premier modèle opérationnel permettant de reconstituer dans l'espace et dans le temps la dynamique des populations la plus probable du Criquet pèlerin à une échelle synoptique et sur l'ensemble de son aire d'habitat. Cet outil descriptif et prédictif a pu être finalisé grâce aux soutiens successifs de la FAO, de l'OCLALAV, de l'OMM, de MÉTÉO-FRANCE et tout particulièrement du Ministère français de la Coopération et du Développement, de la Commission des Communautés Européennes et du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, de 1989 à 1992. Il constitue une aide pour mieux comprendre les grands événements acridiens et prendre les mesures adéquates pour se prémunir contre les dégâts que cet insecte peut occasionner, en complément des prospections de terrain qui resteront toujours indispensables.

 Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement GERDAT - PRIFAS		Ministère de la Coopération et du Développement		Commission des Communautés Européennes		Organisation Commune de Lutte Antiacridienne et de Lutte antiAViaire
---	---	---	--	--	---	--