

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

**CENTRE REGIONAL AGRHYMET**

**COMMENT GENERALISER L'UTILISATION  
DES INFORMATIONS AGROMETEOROLOGIQUES  
EN AGRICULTURE ET EN VULGARISATION DANS LES PAYS DU SAHEL**

**RAPPORT DE CONSULTATION**

**Charles Baldy  
Docteur ès-Sciences  
Directeur de recherches  
En Bioclimatologie INRA (e.r.)**

**Mai 1998**

**Etude financée par le Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française  
Projet 162/CD/93**

## AVANT – PROPOS

Cette consultation relative à l'intensification de l'utilisation des informations météorologiques en agriculture et à la vulgarisation agrométéorologique au Sahel a comporté deux visites sur le terrain, du 20 juillet au 27 août 1997 puis du 21 février au 14 mars 1998. Elle a été effectuée dans le cadre du Programme majeur Information du Centre Régional AGRHYMET sur financement français FAC 162/CD/93.

Bien qu'assez longue, en additionnant les deux missions de juillet-août 1997 et février-mars 1998, cette consultation a été brève à très brève *dans chaque pays en particulier*, y compris au Centre AGRHYMET de Niamey. Beaucoup de questions de détails n'ont pu être abordées, et certains services coopérateurs aux GTP ont été rencontrés et questionnés trop superficiellement pour obtenir des réponses précises à chacun des problèmes qui peuvent se trouver en filigrane dans les termes très généraux de la lettre de mission.

Un grand nombre de thèmes ont été abordés, et des voies de recherches de solutions proposées dans de nombreux cas, qu'il s'agisse de l'exploitation des données des programmes de vulgarisation déjà en exécution sur le terrain, de nouvelles pistes de travail, ou la préparation des manuels de formation en agrométéorologie, dont l'utilité est apparue avec acuité dans chaque pays, et presque dans chaque service visité.

Beaucoup d'idées très utiles et d'informations précieuses proviennent tant des personnels rencontrés dans les services nationaux de météorologie, que des différents participants aux GTP de chaque pays. D'autres sont dues aux experts du Centre AGRHYMET. Le consultant ne saurait trop remercier l'ensemble des experts sahéliens rencontrés pour les heures passées à *éclairer sa lanterne*. Il s'agit en particulièrement d'Abdallah Samba, Faustin Gnoumou et Jean-Pierre Triboulet, mais aussi bien d'autres, et tout particulièrement le Directeur Général du Centre AGRHYMET, Jorge Santos Oliveira. Il souhaite remercier tous les personnels de la Météorologie du Mali, (en particulier MM. Konaré et Konaté, Coulibaly, Tékété, et Mme Tanja), du Tchad (et particulièrement M. Betolum), et du Burkina Faso (M. A. Diallo) qui ont tout mis en œuvre pour faciliter cette consultation, qui espère être un reflet fidèle de leurs activités et de la foi qu'ils manifestent dans leur mission.



## PLAN DU RAPPORT

	Pages
Liste des tableaux, figures et cartes	5
Liste des acronymes utilisés dans le rapport	6
<b>Chapitre I. Introduction</b>	<b>7</b>
11. Missions assignées par le CILSS à AGRHYMET	7
12. Présentation sommaire de la consultation	8
<b>Chapitre II. Situation actuelle</b>	<b>10</b>
21. Introduction	10
22. Importance et rôles des Groupes de Travail Pluridisciplinaires (GTP)	10
23. Actions réalisées sur le plan agricole	18
24. Conseils concernant les pâturages et l'élevage	20
25. Conseils concernant la protection des végétaux	21
26. Relations avec les organismes de recherche agronomique	22
27. Conclusion du chapitre	22
<b>Chapitre III. Fonctionnement des programmes d'agrométéorologie dans les Pays visités</b>	<b>24</b>
31. Personnels d'agrométéorologie dans les CNA	24
32. Moyens de travail des CNA et appui logistique du CRA aux CNA	25
33. Réseaux d'encadrement et de formation des agriculteurs	26
34. Extension des informations à d'autres utilisateurs potentiels	26
<b>Chapitre IV. Analyse des résultats obtenus de 1982 à 1996 par les projets-pilotes en agrométéorologie</b>	<b>28</b>
41. Projets-pilotes en fonctionnement en 1993 et en 1996	28
42. Choix et localisation des sites	28
43. Protocoles d'essais	29
44. Mise en oeuvre et fonctionnement de l'assistance météorologique	33
45. Pertinence des analyses de performance de l'utilisation par les agriculteurs des informations recueillies par les projets-pilotes	35
46. Effets induits de l'assistance agrométéorologique sur les pratiques agricoles et les comportements villageois	37
47. Utilisation des données d'assistance agrométéorologique pour améliorer l'alerte précoce des risques courus par les cultures	38
48. Conclusion : acquis majeurs de ces projets-pilotes	38
<b>Chapitre V. Propositions d'appuis aux programmes nationaux</b>	<b>41</b>
51. Appui aux formations destinées aux agents de terrain	41
52. Appui aux programmes de vulgarisation des services nationaux	45
53. Appui à la vulgarisation des conseils agrométéorologiques	49
54. Conclusions : coopération entre l'agrométéorologie et les autres participants des GTP	51
<b>Chapitre VI. Exploitation et valorisation des données</b>	<b>52</b>
61. Développement de services décentralisés	52
62. Collecte, traitement des données et relations avec le Centre régional	52
63. Exploitation des données : cas du Mali	53

64. Utilisation de la radiodiffusion et de la télévision	56
65. Mise au point de nouveaux types de conseils au Centre régional	57
<b>Chapitre VII. Canevas de manuels de pratiques agrométéorologiques</b>	<b>59</b>
71. Manuel pratique de formation et d'information des agents de terrain	59
72. Manuel didactique pour la formation et le recyclage des ingénieurs et techniciens supérieurs	59
73. Conclusion	60
<b>Chapitre VIII. Recommandations</b>	<b>61</b>
<b>Liste des annexes</b>	<b>64</b>
Annexe 1 Chronologie des deux consultations	65
Annexe 2 Informations sur les projets-pilotes	68
Annexe 3 Propositions de financements	73
Annexe 4 Canevas des manuels de formation	80
Annexe 5 Liste des documents et publications consultés	92





## LISTE DES TABLEAUX, FIGURES ET CARTES

	Pages
Tableau 2-1	Grandes tranches climatiques de la zone CILSS et leur importance économique, classées selon trois critères
	11
Tableau 2-2	Composition du GTPA au Mali
	13
Tableau 2-3	Exemple de conseils agrométéorologiques décennaux.
	15
Tableau 2-4	Hauteurs des cours d'eau
	15
Carte 2.1	Pluviosité au Mali depuis le 1 <sup>er</sup> mai
	16
Carte 2-2	Pluviométrie de la décennie
	16
Tableau 4-1	Etat actuel de fonctionnement des projets
	28
Tableau 4-2	Comparaison entre les parcelles d'essais au champ
	31
Tableau 4-3	Gains de rendement dus à l'utilisation des conseils
	35
Figures 5-1, 5-2	Productions céréalières des neuf pays du CILSS de 1988 à 1997
	49
Tableau 6-1	Exemple de données recueillies
	53
Tableau 6-2	Rendements et caractéristiques des groupes d'agriculteurs dans la zone encadrée par l'OHVN
	54
Tableau 6-3	Exemple de comparaison de données
	55
Tableau 6-4	Rendements des arachides dans des groupements féminins
	56



## LISTE DES ACRONYMES UTILISES DANS LE RAPPORT

ACMAD	Centre africain pour les applications de la météorologie au développement
BLU	Système d'émission-réception radio à bande latérale unique.
Centre AGRHYMET	Centre régional de formation et d'applications en agro-hydro-météorologie
CESAO	Centre d'études économiques et sociales d'Afrique Occidentale
CILSS	Comité permanent Inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel
CIRAD	Centre international de recherches agronomiques pour le développement
CNA	Composante nationale AGRHYMET
CRA	Centre régional AGRHYMET (Niamey)
CSE	Centre de suivi écologique (Sénégal)
CTA	Centre technique agricole de l'Union européenne (Wageningen)
DHC	Diagnostic hydrique des cultures : logiciel de simulation des bilans hydriques et des rendements (mis au point par le Centre AGRHYMET avec l'appui du CIRAD)
DMN	Direction de la météorologie nationale
FAC	Fond d'aide et de coopération (France)
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GRAAP	Groupe de recherches et action d'auto-promotion des populations
GTP	Groupe de travail pluridisciplinaire
GTPA	Groupe de travail pluridisciplinaire agrométéorologique
ICRISAT	Institut international de recherches agricoles sur les tropiques semi-arides
IIRI	Institut international de recherches rizicoles
INADES	Institut africain de développement économique et d'action sociale
INRA	Institut national de la recherche agronomique (France)
INERA	Institut de l'environnement et de recherches agricoles (Burkina Faso)
ISRA	Institut sénégalais de recherche agronomique
ODIMO	Office de développement intégré du Mali Ouest
OHVN	Office de mise en valeur de la Haute vallée du Niger
OMM	Organisation météorologique mondiale
ONG	Organisation non-gouvernementale
ORSTOM	Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
Programme AGRHYMET	Programme régional de formation et d'applications en agro-hydro-météorologie
SAP	Système d'alerte précoce

# CHAPITRE I

## INTRODUCTION

### 11. Missions assignées par le CILSS à AGRHYMET

Les missions initiales assignées au Programme AGRHYMET étaient :

- **Développer des enseignements** adaptés aux conditions climatiques et hydrologiques de la sous-région à tous les niveaux.
- **Recueillir, classer et traiter** l'ensemble des **données pertinentes** ; étudier en particulier les effets des variations aléatoires du climat sur l'auto-suffisance alimentaire, telles qu'elles sont constatées entre années et entre zones dans la sous-région ; contribuer à mettre en évidence les effets que différents prédateurs ou parasites, inféodés à ces variations climatiques, peuvent avoir sur les récoltes.
- **Développer des systèmes d'information rapide** avec l'ensemble de ses partenaires, tant à partir du CRA de Niamey que des CNA de chaque pays participant. Ils sont destinés à faciliter la mise en place et la diffusion :
  - de **méthodes assurant une plus grande sécurité des productions agricoles** et
  - de **méthodes d'alerte précoce** concernant les **risques** courus par l'ensemble des productions végétales (et animales) dans chaque zone de la sous-région.

Les actions du Programme AGRHYMET portent actuellement sur :

- L'appui aux **divisions d'agrométéorologie** de chaque service météorologique des neuf pays qui constituent le CILSS et le maintien de **relations** (institutionnelles ou non, selon les cas) avec les services **hydrologiques** nationaux ;
- L'organisation à Niamey de **formations** adéquates pour les ingénieurs et techniciens supérieurs en agrométéorologie et en hydrologie opérationnelles, et des stages de formation permanente et de recyclage « à la carte ».

Après une première phase intensive orientée vers les formations des cadres destinés aux services météorologiques et hydrologiques nationaux, le Centre AGRHYMET a développé la conception et la mise au point de différentes applications :

- Etude fréquentielle des paramètres du climat** agissant sur la production agricole ;
- Traitement des données** (satellitaires, agrométéorologiques ou de protection des végétaux, etc) collectées et étudiées au Centre AGRHYMET ;
- Méthodes** permettant d'appliquer l'ensemble de ces informations sur le terrain.

A l'origine, ce programme prévoyait seulement le suivi des principales céréales vivrières (sorgho, mil et maïs). Les organismes spécialisés dans le développement de cultures industrielles (telles que le cotonnier ou l'arachide), ne se sont donc pas trouvés directement concernés.

Dès l'origine du Projet, les services nationaux devaient **aider** les services officiels et les producteurs à utiliser dès leur apparition, **rapidement et efficacement**, les informations concernant les

effets des phénomènes climatiques (pluies et autres phénomènes...) sur les rendements, en temps réel pendant chaque campagne, en tout point du territoire.

## 12. Présentation sommaire de la consultation

Elle s'est déroulée en deux phases ; la première a eu lieu du 21 juillet au 28 août 1997 cinq pays ont été visités, Burkina-Faso, Mali, Niger, Sénégal et Tchad. L'accent a été mis particulièrement sur le Mali et le Tchad, où des projets opérationnels fonctionnent actuellement sur financement suisse. La seconde, du 21 février au 15 mars 1998, a eu trait plus particulièrement à la mise au point du canevas de deux manuels de formation en agrométéorologie. Leur chronologie est détaillée dans l'annexe 1.

### a. Lettre de mission du 9 juillet 1997

#### 1. Les objectifs

La consultation demandée par le Centre Régional AGRHYMET (CRA) a pour objectifs « de passer en revue les principales actions en cours au Sahel en matière d'utilisation des informations météorologiques [par] l'agriculture pour en tirer un bilan et les principes de [sa] transposition à d'autres zones. L'étude doit porter sur l'ensemble du processus d'assistance, sur le rôle des différents acteurs y compris la recherche agronomique, sur les critères d'évaluation des résultats et les résultats eux-mêmes. Elle donnera une appréciation des performances techniques et économiques, et identifiera les effets induits de l'assistance agrométéorologique sur les comportements individuels et collectifs des paysans.

« La consultation doit mettre en relief les avantages et les faiblesses éventuels des méthodes [et] proposer si nécessaire les mesures appropriées pour rendre l'assistance plus performante. D'une manière plus générale, il s'agira aussi de proposer l'application de toute technique relevant de l'agrométéorologie susceptible de contribuer à l'amélioration des pratiques culturelles au Sahel, ainsi que les actions d'accompagnement telles que la formation et la vulgarisation.

« Le bilan devrait permettre au Centre Régional et à ses partenaires de coopération de mieux comprendre les enjeux de l'application des pratiques agrométéorologiques et de définir le niveau de leur engagement ultérieur pour les vulgariser et les faire adopter dans le monde rural. »

#### 2. Les tâches assignées au consultant

**1) Visiter** pendant la saison des pluies 1997, et après la publication des résultats de la campagne agricole, quatre pays sahéliens qui ont ou ont eu des applications dans le domaine de l'utilisation des informations météorologiques en agriculture : le Mali, le Burkina Faso, le Sénégal et le Tchad ;

**2) Passer en revue** pour chaque cas le processus complet de mise en oeuvre :

- formation/vulgarisation ;
- collecte des informations de terrain et analyse des données ;
- diffusion des prévisions agrométéorologiques ;
- diffusion des avis et conseils agrométéorologiques ;
- encadrement rural, application des conseils par les agriculteurs, résultats de récoltes ;
- interprétation de ces résultats en fonction des facteurs temps et climat enregistrés.

**3) Analyser le rôle** de chaque intervenant dans le processus ;

**4) Définir des critères** d'analyse de performance (agronomique, économique) des effets de l'utilisation des informations agrométéorologiques en agriculture ;

**5) Conduire dans les pays** où les données sont disponibles et suffisantes, une analyse critique des résultats de la campagne 1997 et des années antérieures ;

- 6) **Evaluer les effets** induits de l'assistance météorologique sur les pratiques agricoles et les comportements villageois individuels et collectifs ;
- 7) **Identifier les éléments techniques** qui seraient de nature à rendre l'assistance plus performante, y compris ceux qui concernent les prévisions météorologiques et la recherche agronomique nationale, dans le domaine des cultures vivrières et des cultures agro-industrielles ;
- 8) **Proposer les actions complémentaires** éventuellement nécessaires pour renforcer la vulgarisation des pratiques agrométéorologiques dans le monde rural, y compris la formation des différents intervenants dans l'encadrement et la diffusion des prévisions et des conseils ;
- 9) **Examiner les possibilités** d'utilisation des données issues des activités d'assistance météorologique pour améliorer la fonction « alerte précoce » du suivi des cultures ;
- 10) **Fournir les éléments d'un canevas de manuel des pratiques agrométéorologiques** de terrain en Afrique sahélienne ;
- 11) **Rapporter et analyser** toute observation susceptible de contribuer à enrichir les propositions pour le développement de l'agrométéorologie au Sahel et de l'assistance agrométéorologique au monde rural en particulier.

*b. Lettre de mission du 10 février 1998*

**1. Les objectifs**

Les objectifs de la consultation, fixés dans la première lettre de mission, sont restés inchangés. Les tâches du consultant spécifiques à la deuxième phase sont énoncées ci-après.

**2. Les tâches assignées au consultant**

- 1) Examiner avec les experts nationaux concernés dans les pays visités lors de la première phase et les experts du centre régional les points mentionnés dans la note de commentaires du Centre AGRHYMET qui méritent encore discussion et analyse pour compléter le rapport, notamment en ce qui concerne les modes opératoires sur le terrain et l'appréciation de l'impact sur le monde rural de la mise en oeuvre d'une opération de conseil agrométéorologique.
- 2) Tirer les **nouveaux enseignements** éventuels en matière de conseils agrométéorologiques issus des résultats disponibles sur l'exécution de la campagne agricole 1997.
- 3) Etablir un **canevas détaillé des deux projets de manuels** d'agrométéorologie, l'un étant un manuel pratique destiné à la formation et l'information des techniciens de terrain, l'autre se présentant sous la forme d'un manuel didactique pour la formation et le recyclage des ingénieurs et techniciens supérieurs.
- 4) Finaliser le **rapport global de la consultation** intégrant l'ensemble des analyses et propositions.

« La deuxième phase commencera par une mission au Mali et au Niger du 21 février au 13 mars 1998. Afin de favoriser l'appropriation des résultats de cette consultation par le Centre AGRHYMET et les services nationaux, une équipe de travail comprenant le consultant, les experts maliens et un expert du Centre régional sera constituée au Mali, pays où les activités sont bien établies et sont source d'enseignement. (...) »

« Le rapport final contiendra l'ensemble des observations, des analyses et des propositions du consultant issues des première et deuxième phases de la consultation. Les programmes de missions et listes de personnes rencontrées, les compte rendus de visites sur le terrain, les tableaux de données, la bibliographie et tout autre document ou note susceptible d'améliorer la compréhension des analyses et des propositions feront l'objet d'annexes. »



## CHAPITRE II

### SITUATION ACTUELLE

L'analyse du fonctionnement du Centre AGRHYMET n'entre pas dans les termes de cette consultation. Il semble cependant utile de souligner l'efficacité et l'activité remarquable constatées au Centre AGRHYMET à Niamey au cours de ces consultations, la recherche permanente de compléments d'information de la part des différentes unités fonctionnelles, et la bonne volonté avec laquelle toute information utile est fournie, ainsi que la bonne organisation générale des deux phases de la mission.

#### 21. Introduction

Conformément aux lettres de mission reçues, les thèmes suivants ont été étudiés :

- a. Le rôle, les activités et le fonctionnement pratique des GTP de chaque pays visité ;
- b. Le rôle et l'importance de la radio dans la diffusion des informations agrométéorologiques : transmissions par l'intermédiaire de la radio nationale, de la radio rurale, ou de diverses radios privées locales, confessionnelles ou non ;
- c. L'impact sur les groupements d'agriculteurs des informations qui leur sont transmises, soit par les encadreurs de base ou les moniteurs de paysanat qui sont au contact et au service de chaque groupement villageois, soit par des informations reçues directement par les paysans par radio ;
- d. Les informations concernant les besoins en matériel, en formation (du personnel existant, aussi bien que de personnels nouveaux), en méthodes et matériels de formation et d'information, ont été particulièrement privilégiés ;
- e. Les méthodes de formation des agents de terrain, et en particulier les *possibilités locales* de formation, ont été particulièrement recherchées ;

#### 22. Importance et rôles des Groupes de Travail Pluridisciplinaires (GTP)

##### a. Les groupes de travail pluridisciplinaires

Tous les pays du CILSS assurent actuellement un suivi de campagne agropastorale à des fins d'alerte précoce, et éditent un ou plusieurs bulletins (communs ou pour chaque service). Il s'agit bien d'une volonté de **travail en commun**. Mais cette volonté serait à réveiller ou au moins à appuyer activement dans des pays où cet effort n'est pas (ou plus) consenti actuellement.

Plusieurs pays, et en particulier le Burkina Faso, le Mali, le Niger, le Sénégal et le Tchad, ont développé des systèmes d'informations agrométéorologiques des groupements paysans par radio (nationale ou rurale). Des réseaux de *radios BLU*,<sup>1</sup> permettent d'assurer dans la plupart des pays un *retour rapide de l'information* du terrain vers le Centre et *vice versa*. Ces systèmes d'information sont efficaces et très appréciés par les populations, là au moins où un financement extérieur permet aux Services concernés (météorologie, agriculture, etc) d'assurer leur bon fonctionnement (Samba A. & Lona I, 1997 ; Samba A. & Triboulet JP, 1997 ; Konaté M, 1993 ; OMM/CTA, 1992).

Les GTP ont été créés dans la plupart des pays au début des années 1980. Ils regroupent des responsables permanents (ou leur remplaçant, qui est également nommé), désignés par cha-

<sup>1</sup> BLU = Bande latérale unique. Mode de transmission en émission-réception radio très économique, très répandu en Afrique de l'Ouest.

cun des services concernés par le programme. Ces groupes de travail se réunissent pendant toute la durée de la saison des pluies, étendue aux semaines qui précèdent et suivent normalement celle-ci : en pratique, il se réunit tous les 10 jours de début juin à fin octobre.<sup>1</sup>

Pour assurer une couverture complète de la partie sud dans les pays où une **zone de climat soudanien** importante existe, il faudrait étendre le fonctionnement des GTP à toute la *saison pluvieuse*, (de mars à novembre), et élargir leur *champ d'étude* à l'ensemble des cultures existant en zone soudano-guinéenne, au moins là où elle a une grande importance agricole : Mali, Burkina Faso, Sénégal et Tchad (Snrech, 1997).

**Tableau 2-1.** Les grandes tranches climatiques de la Zone CILSS et leur importance, classée selon trois critères (Snrech, 1997)

Tranches climatiques des précipitations (mm/an)	Part de l'espace CILSS %	Part de la population totale %	Part de la valeur ajoutée des cultures %
< 400 mm	73	21	13
400 à 600 mm	11	27	22
600 à 800 mm	6	21	23
> 800 mm	10	31	42

Le tableau 2-1 montre bien que l'absence ou la faiblesse de conseils pertinents aux cultures dans la zone à plus de 800 mm aboutit à négliger près de **la moitié de la valeur ajoutée régionale** ! Ceci ne signifie nullement bien entendu qu'il faudrait négliger la zone à moins de 400 mm, mais bien plutôt élargir le spectre des cultures conseillées.

L'extension des conseils agrométéorologiques aux **cultures irriguées** amènerait en fait à **créer un autre GTP complémentaire**, destiné à fournir des *conseils adaptés* aux situations très diverses rencontrées en saison sèche. Le poids économique potentiel des cultures irriguées dans le développement national est sans commune mesure avec les superficies irriguées en saison sèche. Et d'autre part, il faudra bien que les *irrigations de complément* soient sérieusement prises en compte un jour ou l'autre dans la sous-région sous analyse : ces points seront revus en détails au **chapitre V**.

#### *b. Le rôle et le fonctionnement des GTP*

La composition des GTP est variable d'un pays à l'autre. Dans le cas du Mali, les services officiels faisant partie du GTPA (groupe de travail pluridisciplinaire agrométéorologique) sont indiqués dans le tableau *Tableau 2-2*.

Les avis et conseils diffusés par chaque GTP, sont destinés à faciliter les prises de décisions locales. Ils portent actuellement sur les points suivants :

- *la période de préparation des moyens de production*, basés sur les calendriers agroclimatiques de référence : il s'agit d'informer aussi tôt que possible les agriculteurs de l'arrivée de la période des cultures, pour que les outils et les différents moyens à mettre en oeuvre (semences, engrais, etc) soient en état de fonctionner ;
- *le début de la période des labours*, définie en fonction du bilan hydrique : cet aspect est assez délicat, du fait de la très grande variabilité spatio-temporelle des premières pluies dans une

<sup>1</sup> N.B. Jusqu'en 1996, le Mali distinguait une Equipe de travail pluridisciplinaire (ETP) restreinte et opérationnelle, du GTP : ces deux structures ont été fusionnées alors pour donner le Groupe de Travail Pluridisciplinaire Agrométéorologique (GTPA).

zone donnée, et demande une interprétation des situations locales par les agents de vulgarisations de terrain ;

- *le moment opportun des semis*, établi en fonction du calendrier prévisionnel, du bilan hydrique et des perspectives météorologiques. La division d'agrométéorologie de chacun des pays du CILSS a mis au point ce calendrier prévisionnel pour chaque unité territoriale (département, sous préfecture ou cercle, selon les dénominations locales) à partir des *chroniques pluviales de longue durée* qui existent dans chaque Pays. La séquence pluviométrique *normale* est confrontée par le GTP à la *situation réelle* constatée dans chaque unité territoriale. En cas de retard, le calendrier sera modifié et les agriculteurs seront informés des règles à respecter l'année considérée : durée du cycle des variétés cultivées, apports éventuels d'engrais, attaques de prédateurs ou de maladies, etc ;

- *l'ensemble des autres opérations culturales* : démariages, sarclages, épandages d'engrais (azoté en particulier) est analysé ;

- *les avertissements* concernant l'apparition de certains insectes ou maladies, et les périodes favorables aux traitements phytosanitaires sont diffusés dès qu'un risque apparaît ;

- *le moment où la récolte peut débuter* est également indiqué pour chaque zone ;

#### c. Les GTP dans les différents pays

Au moment de la mission, les structures des GTP sont analogues au Mali et au Tchad. Elles sont plus légères au Sénégal et au Niger. Au Burkina, le GTP est à remettre en activité, suite à de nombreuses réformes structurelles récentes de l'Etat. Dans les autres pays du CILSS, la situation est variable. Dans les pays visités, les zones concernées par les activités des GTP sont citées en **annexe 2**, ainsi que les services concernés par les GTP.

Dans plusieurs pays, les GTP sont actuellement en sommeil, faute d'un financement extérieur qui permette le fonctionnement des **programmes de travail sur le terrain** ; par ailleurs, les informations passées par radio restent parfois encore assez sommaires, soit du fait que les radios rurales ont des niveaux d'activités et des financements très différents d'un pays à l'autre, soit simplement parce que, dans certains pays, la couverture radiophonique reste encore très imparfaite (cf Ortolí et al. 1997).

La faiblesse des budgets nationaux réduit ou annule les déplacements sur le terrain et l'entretien des appareillages, (y compris des radios BLU). Mais la distribution de *primes*, trop souvent de règle durant les *années fastes*, entrave le *volontarisme* sur lequel devrait être basé ce type d'activité (cf. Buirette O., 1997).

Cette situation se traduit dans certains pays par un désintérêt (au moins partiel) des pouvoirs publics pour ces programmes. Le fonctionnement basique des GTP ne devrait pas être subordonné à des financements extérieurs, car les frais engagés au niveau central sont faibles, et l'utilité nationale est évidente (Amat B. ; Zinnah M., 1997).

Le consultant croit utile de rappeler que le fonctionnement d'activités d'intérêt général au niveau *national* ne devrait pas être subordonné au versement d'indemnités à des services qui participent à des réunions *régulières* de préparation de bulletins d'intérêt national dans la capitale. Il est normal par contre que des indemnités soient versées lors des *déplacements* sur le terrain, en raison des dépenses que ces déplacements occasionnent.

#### d. Les bulletins d'information nationaux

Dans les cas du Mali, du Sénégal et du Tchad, un **bulletin d'information décadaire** est rédigé au cours de chaque réunion les 4, 14 et 24 de chaque mois. Il est fourni à tous les membres,



Tableau 2-2. Composition du GTPA du Mali

**a. La Météorologie nationale.**

(1) La division d'**agrométéorologie** effectue la collecte et le traitement des données recueillies sur le terrain et les analyses de simulation du bilan hydrique (y compris des éléments concernant les types de sols et de cultures) à l'aide du logiciel DHC4 ; elle assure la logistique de base pour tout le GTPA.

(2) La division de **climatologie** collecte, traite et archive l'ensemble des données climatiques du Pays.

(3) Le service de **prévision** de la Météorologie aéronautique à l'Aéroport de Bamako-Sénou, réalise les études de prévisions des situations météorologiques (de 24 h à 10 jours) en exploitant les informations provenant tant des données de radio-sondages, que satellitaires, et les analyses fournies par des organismes africains (ACMAD), européens et américains (Africa Desk).

b. La Direction nationale de l'**Hydraulique** et de l'Energie fournit notamment des informations sur les crues, l'état des réserves hydrauliques, etc ;

c. La Direction de la **Protection des végétaux** informe des problèmes phytopathologiques, des attaques de ravageurs, oiseaux mange-mils, etc ;

d. La Direction de l'**élevage** fournit des informations sur les mouvements des troupeaux, sur leur état sanitaire, et sur l'état des pâturages ;

**e. La Recherche agronomique**

(1) La Direction de la recherche et du développement agricole, et

(2) l'IER (institut d'économie rurale = recherche agronomique), s'informent des besoins en études et fournissent des propositions de solutions techniques ;

f. La **DNAMR**, Direction nationale d'Appui au Monde Rural, a pour tâche de coordonner l'ensemble des activités sur le terrain, y compris la formation continue des agents ;

g. Le Programme national de **vulgarisation agricole** coordonne l'ensemble des structures de vulgarisation. Il assure le transfert des informations vers le niveau paysan, en liaison avec les différents Offices et Organismes de développement nationaux .

h. Le **Système d'Alerte Précoce** (SAP) collecte les informations sur la situation alimentaire et assure la mise en oeuvre des mesures nécessaires en cas de situations de pénuries ou de détresse ;

i. L'**ORTM**, service de la radio rurale, assure la transmission des informations traitées par le GTPA vers l'ensemble de la population, tant en français qu'en langues nationales, grâce à des bulletins quotidiens et décadaires adaptés aux situations régionales ;

j. L'**USAID** fournit notamment des informations satellitaires rapides reçues des USA.

k. L'Office de mise en valeur de la Haute vallée du Niger (**OHVM**), les Offices de mise en valeur de Kayes, Ségou, Mopti, et d'autres Organismes publics, tels que la CMDT (cotonnier), et d'autres Offices de mise en valeur, sont également partie prenante. Ni le riz et le cotonnier ne faisant actuellement l'objet de conseils, les organismes plus spécifiquement orientés vers ces cultures sont logiquement moins concernés.

l. Différentes **ONG** participent aux réunions et fournissent des informations.

qui le diffusent à leur tour à leurs services locaux. Un exemple de conseils mis au point et diffusés au Mali est donné dans le **tableau 2-3**, qui est complété par des annexes (tableaux 2-4 et 2-5).

Ce bulletin est également diffusé le jour même, en plusieurs langues (trois au Mali comme au Tchad) par la radio nationale ; une version un peu abrégée est préparée pour le bulletin télévisé. Mais le contenu exact de ce résumé peut parfois poser problème, car il est parfois trop concis et rend mal l'état de l'ensemble des situations locales.

Un **bulletin mensuel**, regroupe, analyse et complète éventuellement les bulletins décennaires ; il peut devenir éventuellement trimestriel dans certains pays. Enfin, un **rapport annuel** fait le point sur la campagne de la saison humide et les rendements observés.

Au Mali, un **bulletin agroclimatologique quotidien**, essentiellement *pluviométrique*, mais souvent complété de conseils touchant aux travaux agricoles, est réalisé pendant toute la saison des pluies grâce à une collaboration étroite entre les Services d'**agrométéorologie**, de **climatologie** et de **prévision** de la Météorologie nationale. Il utilise aussi les informations reçues (éventuellement en temps quasi-réel) des Services de l'Hydrologie, de l'Agriculture ou de l'Elevage. Ce bulletin est retransmis et largement utilisé par la radio nationale, service de la Radio rurale ; certaines radios privées reprennent également ces informations.

Le **Centre météorologique principal** de Bamako Sénou (CMP) joue un *rôle essentiel* en matière de prévisions météorologiques. En début de campagne, il réalise une prévision saisonnière, qui est réactualisée chaque mois, en utilisant les informations fournies par la NOAA, Africa Desk (Washington). L'ACMAD assure une diffusion rapide de ces informations à chaque Service national.

Le 3 de chaque mois, le CMP prépare un bulletin de prévision pour la décade à venir, présenté le 4 au GTPA (tendance pour les 7 jours suivants). Il établit également *trois bulletins quotidiens* de prévision qui sont transmis par l'ORTM, à 7, 13 et 19 h chaque jour.

Le CMP établit les prévisions à l'aide des cartes de données au sol du réseau météorologique Asecna, une chaîne Wefax, et un radar-pluie (rayon : 400 km autour de Bamako) et des équipements récepteurs de Météosat.

Dans les pays de la région où ils sont réalisés, chaque bulletin comporte actuellement une partie générale, et une partie spécifiquement orientée vers l'agriculture, individualisée par Cercle au Mali, ou toute autre unité administrative, selon les pays. Chaque unité où existe une *probabilité de pluie* est citée.

Ces bulletins font état des températures (maximales et minimales sous abri), des pluies relevées entre 6 h (le jour précédent) et 6 h (ce jour), et les probabilités zonales de pluies pour le jour et le lendemain, y compris l'évolution de lignes de grains ou de zones orageuses, le cas échéant.

Ces prévisions quotidiennes font l'objet d'une très grande attention de la part de toute la population, avec de très nombreuses demandes de précisions, adressées à la radio, mais aussi à la météo et aux services de l'agriculture.

Soulignons que ces différents bulletins comportent aussi d'autres informations diverses. Elles couvrent un domaine beaucoup plus large que les pures analyses agrométéorologiques des situations. Cet ensemble d'informations fait une grande partie de leur intérêt, et **met en évidence le rôle essentiel des GTP** là où ils fonctionnent.

#### *e. Les bulletins produits par le Centre régional AGRHYMET*

Des bulletins analogues sont émis par le **Centre AGRHYMET** à Niamey. Ils utilisent l'ensemble des informations reçues des pays ; ils présentent les résultats de traitements spécifiques effectués par le Centre, et aussi des informations pertinentes qui peuvent être transmises, par

**Tableau 2-3. Exemple de conseils agrométéorologiques décennaires au Mali**

Ministère des travaux publics et des transports	République du MALI
Direction Nationale de la Météorologie	Un Peuple, un but, une foi
GROUPE DE TRAVAIL PLURIDISCIPLINAIRE d'assistance agro-hydro-météorologique (GTPA)	
<b>BULLETIN D'INFORMATIONS AGRO-HYDRO-METEOROLOGIQUES DECADEIRE</b>	
Décade du 21 au 31 juillet 1997	
<b>1° Situations météorologique et hydrologique</b>	
Sur le plan météorologique, la décade a été caractérisée par un gonflement des hautes pressions de l'hémisphère Nord et une forte poussée de celles de l'hémisphère Sud. La rentrée de l'air humide a atteint la latitude de Tessalit.	
Les hauteurs de pluies recueillies ont été normales à excédentaires à : BAMAKO-Ville, BAMAKO-Sénou, KOUTIALA, BOUGOUNI, KATIBOUGOU et N'TARBA. Ailleurs, elles ont été déficitaires à très déficitaires.	
Les cumuls pluviométriques du 1° mai au 31 juillet sont supérieurs ou égaux aux valeurs normales dans la majorité des stations du Pays. Ils sont supérieurs aux cumuls de l'année dernière à la même date à : SEGOU, BAMAKO-Sénou, BOUGOUNI, SIKASSO, KATIBOUGOU et N'TARNA. Ailleurs, ils sont inférieurs.	
<b>2° Perspectives :</b>	
sur le plan météorologique, la décade du 1° au 10 Août sera favorable à des manifestations pluvio-orageuses dans les régions de : KAYES, KOULIKORO, SIKASSO, SEGOU et MOPTI.	
En conséquence, l'état hydrique des sols devra y être satisfaisant pour les cultures.	
<b>3° Etat des cultures.</b>	
Dans l'ensemble, les mils, sorgho et maïs sont à la montaison, l'arachide à la levée-feuilles, le cotonnier à la ramification. L'état végétatif et l'aspect général des champs sont bons dans l'ensemble.	
<b>4° Bulletin hydrologique décennaire N° 9.</b>	
La situation se traduit par une montée franche des eaux sur tous les fleuves principaux du Pays. Les hauteurs sont supérieures à celles de 1996 sauf à Goubassy sur la Falémé et à Bougouni sur le Baoulé. Elles ont partout été inférieures à la moyenne interannuelle, sauf sur le Niger à Gao et Banankoro (frontière guinéenne). De façon générale, la crue est légèrement meilleure qu'en 1996.	
En perspective, les niveaux des cours d'eau sur tous les hauts bassins du pays connaîtront une montée franche, sauf sur le Bani, où elle devrait être relativement plus faible.	
<b>5° Conseils agrométéorologiques valables du 1° au 10 août 1997.</b>	
Les semis sont encore possibles pour les variétés de mil, sorgho et maïs de 90 jours jusqu'au 10 août dans les localités de Bancoumana, Ouléssébougou, Gouani, les cercles de Kita, Kéniéba, Kangaba, Dioila, Koutiala, Bafoulabé, et le District de Bamako.	
Le GTP attire l'attention des paysans des villages de Dafara, Tiemba, Korona, Kaban 2, Farani, M'Pana, Tamala, Dongorona, Manako, Bamakoni, Sido, Sofé, Korien, se trouvant dans l'arrondissement de Ouellesébougou et ceux des localités de Kayes et Bougouni sur le fait que les conditions agrométéorologiques au cours de la décade du 21 au 31 juillet ont été favorables pour l'apparition du mildiou.	

NB. Le **tableau 2.5.** suivant est joint au bulletin et donne les pluies journalières de la décade, le cumul de la décade, le cumul depuis le 1<sup>er</sup> mai (avec pourcentages par rapport aux normales et aux cumuls de l'année précédente). Le **tableau 2-4.** Indique les hauteurs moyennes décennales des cours d'eau en cm pour la décade du 21 au 31/07/1997.

Stations	Cours d'eau	3 <sup>e</sup> décade de juillet		Décade préc	
		1996	1997	Moyenne	
Banankoro	Niger	241	315	311	268
Bamako	Niger	116	160	161	133
Koulikoro	Niger	200	261	293	226
Gao	Niger	108	113	95	91
Dire	Niger	124	186	181	128
Mopti	Bani	199	294	312	258
Douna	Bani	126	130	201	116
Sélingué	Sankarani *	339,53	340,62	* (Hauteur SNM)	
Beneny-Kegnny	Bani	92		144	
Bougouni	Baoulé	165	130	163	76
Kayes	Sénégal	263	271	317	212
Bafing Makana	Bafing	394	410	437	
Daka Saidou	Bafing	193	207	248	
Goubassy	Falémé	170	136	209	

Bamako, le 5 août 1997

le GTPA

**PLUVIOMETRIE DECADEAIRE**  
**DECADE DU 21 AU 31/07/1997**

STATIONS	RELEVÉ PLUVIOMETRIQUE QUOTIDIEN											TOTAL DE LA DECADE (D) mm	% DE D PAR RA- PPO RT A LA NORMA LE (%)	NBRE D JOURS MOYENS INTER ANNUEL DE PLUIE DECA- DAIRE	CUMUL DES PLUIES DEPUIS LE 1er mai-97 C 97	NBRE CUMUL DE JOURS DE PLUIES DEPUIS LE 1er mai-97	%DEC97 PAR RA- PPO RT A LA NORMA- LE CUMULE (%)	MOYENN INTER ANNUEL LE DE NBR DE JOURS CUMULE DEPUIS LE 1er MAI	%DEC97 PAR RA- PPO RT AU CUMUL EN 96
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31								
TESSALIT		4.3										4.3	49.0	1.8	24.7	5.0	90.0	5.6	69.0
KIDAL												0.0	0.0	2.5	27.1	10.0	58.0	9.5	45.0
TOMBOUCT		0.6								0.5		1.1	5.0	3.0	31.7	9.0	49.0	10.8	73.0
GAO			3.1		2.5		2.0					7.6	32.0	3.2	62.4	14.0	74.0	13.0	65.0
NIORO	1.2			0.2							19.8	21.2	36.0	3.9	196.7	17.0	106.0	19.2	60.0
NARA	2.5			0.7	1.0		1.4					5.6	11.0	3.9	65.8	23.0	39.0	17.4	19.0
HOMBORI	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	3.8	-99.0	4.0	-99.0	17.9	-99.0
MENAKA	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	-99.0	3.0	-99.0	9.0	-99.0	12.8	-99.0
KAYES	43.7			0.7	0.2			0.2				44.8	67.0	4.7	138.9	15.0	53.0	24.1	46.0
MOPTI	5.3		3.4	0.5			1.2				2.1	12.5	25.0	4.6	141.1	18.0	68.0	23.6	61.0
KITA	32.5			19.2			12.8				1.7	66.2	73.0	7.2	420.3	32.0	111.0	35.4	41.0
SEGOU	14.3										13.0	27.3	41.0	5.7	276.8	21.0	104.0	28.2	157.0
SAN	1.5				0.6		1.6				0.6	4.3	7.0	5.1	232.4	22.0	77.0	27.8	46.0
KENIEBA	21.5	4.6		6.5		4.4		8.0		33.0		78.0	68.0	6.9	340.7	39.0	74.0	36.3	76.0
BAMAKO V	30.1						8.0	3.2	24.4		22.0	87.7	90.0	6.9	372.9	30.0	92.0	34.7	47.0
BAMAKO S	14.5			16.6	0.1		14.2	3.9	31.2	13.0	12.3	105.8	114.0	6.5	381.6	42.0	99.0	33.3	*
KOUTIALA	0.2	1.0	10.5	35.2			6.8		28.6	36.7	22.5	141.5	151.0	5.6	425.6	47.0	104.0	33.0	62.0
BOUGOUNI				22.9			55.3		1.5	0.1	48.6	128.4	135.0	6.9	567.5	39.0	115.0	39.0	95.0
SIKASSO			7.3	16.1					9.1	1.7	17.3	51.5	48.0	6.9	532.2	44.0	110.0	39.2	133.0
KATIBOUG	27.1			18.5	2.3		27.8			1.9	83.0	160.6	*	5.6	405.0	29.0	114.0	29.8	133.0
N'TARLA				4.5			41.0		40.0		-99.0	85.5	*	0.0	411.3	28.0	*	0.0	*
YELIMANE	4.9					1.2						6.1	11.0	3.5	213.4	20.0	106.0	14.3	*

NB: LES STATIONS DONT LES DONNEES NE SONT PAS PARVENUES N'ONT PAS ÉTÉ PRISES EN COMPTE

-99.0= DONNEES MANQUANTES

-9.0= PLUIES 1996 NULLE (NORMALE A EXCEDENTAIRE)

\* = POURCENTAGE SUPERIEUR A 200%

Tableau 2.5.



exemple par le Centre ACMAD. Ces dernières informations peuvent porter plus particulièrement sur la **situation dans des pays limitrophes**, non couverts par le programme AGRHYMET du CILSS, mais qui intéressent directement la sous-région. Ces bulletins permettent très efficacement aux composantes nationales de s'informer rapidement des situations existant dans les pays voisins, et de développer éventuellement une politique adéquate (attaques de ravageurs, par exemple). Des cartes d'indice de végétation, des conseils et informations diverses, sont ainsi diffusées le plus rapidement et le plus largement possible.

Un exemple de *synthèse mensuelle* est donné en **annexe 2b-1** : il porte notamment sur la situation agricole et l'indice de végétation en septembre 1997 au Mali.

Un exemple de *synthèse de l'année agricole*, telle qu'elle est présentée dans le *Bulletin Mensuel Agrhymet du mois d'octobre 1997*, est donné en **annexe 2b-2**.

#### *f. Commentaires et recommandations concernant les bulletins nationaux et régionaux*

Dans leur forme actuelle, les bulletins régionaux diffusés par le Centre Agrhymet sont tout à fait satisfaisants. Leur seul problème réside dans une diffusion rapide aux différents pays. On peut suggérer de remplacer progressivement les systèmes actuellement utilisés (DHL ou Fax), grâce à une utilisation accrue du courrier électronique. Il permettrait des économies notables, en garantissant une réception instantanée (et éventuellement diversifiée) à un plus grand nombre de destinataires. Il apparaît cependant qu'à court terme, ces systèmes restent encore quelque peu expérimentaux, et parfois même « boudés » par leurs utilisateurs potentiels... et que les télécommunications, même via satellite, ne sont pas toujours à la hauteur des espoirs.

Dans les pays visités, les bulletins nationaux sont généralement réalisés avec un grand souci d'information du public, mais ont parfois une diffusion très limitée sous la forme *papier*, du fait de l'absence de financements adéquats pour assurer une large diffusion postale, mais surtout du faible impact pratique que cette diffusion pourrait avoir, du fait du fonctionnement souvent lent ou aléatoire des services postaux à l'intérieur des pays.

Il serait cependant souhaitable que ces bulletins comportent partout des cartes des précipitations relevées durant la décade, une carte des dates de semis potentielles et réelles, et des cartes de prévision des rendements estimés, toutes établies à l'aide du logiciel DHC-4, actuellement opérationnel dans chacun des pays.

Ces cartes permettraient aux responsables nationaux de mieux **visualiser l'évolution des risques et des potentialités** de l'année en cours, sans dépense excessive. Le consultant conseille vivement *l'établissement décadaire de telles informations*, et leur diffusion aux *services nationaux* responsables dans les plus brefs délais. Il recommande cependant que ces cartes soient établies et publiées en noir et blanc, afin de réduire les frais d'impression, et de faciliter leur photocopie éventuelle.

Certains pays ne fournissent pas actuellement les cartes décadaires de pluviométrie. Ceci est d'autant plus regrettable que tous les pays sous analyse possèdent actuellement les éléments et les outils nécessaires pour les réaliser, sans difficulté particulière.

On reverra plus loin (**chapitre VI**) le problème du développement de la diffusion des informations par le canal de la radio, émetteurs publics ou privés, et surtout radio rurale. Il est certain qu'un effort tout particulier doit être fait en ce sens, avant même d'envisager des actions de vulgarisation de terrain : quand les agriculteurs et moniteurs auront entendu pendant un ou deux ans l'émission régulière (et répétée plusieurs fois au cours de chaque décade) de conseils agricoles simples, et qu'ils auront pu se convaincre que ces conseils concordent bien avec leurs propres observations concernant le climat, il sera infiniment plus facile de développer des programmes de vulgarisation de terrain : l'exemple du Mali montre que la demande viendra de la base, dans les régions non conseillées déjà.

Il est certain que la télévision fournit un support idéal pour l'information météorologique et agrométéorologique. Il serait certainement intéressant et profitable de faire commenter les cartes de potentialité réalisées avec DHC-4 ; encore faudrait-il que les services nationaux de télé-

vision acceptent de consacrer plus d'espace à ce type d'information ! Il faut cependant bien souligner que cette information ne touche actuellement qu'une très petite partie du public, dans la plupart des pays sous étude. Il est vain d'espérer influencer réellement ainsi les agriculteurs-cibles qui vivent en brousse, souvent sans même avoir une radio par famille, voire par village !

### 23. Actions réalisées sur le plan agricole

Actuellement, deux pays (le Mali et le Tchad) poursuivent activement des actions de **démonstration et/ou de vulgarisation** au niveau paysan, grâce à des financements spécifiques de la Coopération suisse, mis à disposition par l'intermédiaire de l'OMM.

#### a. Le cas du Mali

La Direction de la Météorologie du Mali a cherché d'emblée à coopérer avec tous les acteurs du développement rural, en s'appuyant sur des structures telles que les Offices de développement régionalisés, et autant que faire se pouvait, sur des programmes de Recherche-développement déjà mis en place, en partant de zones pilotes de taille réduite, pour aboutir à une généralisation progressive des conseils sur de vastes régions.

Le fonctionnement du GTPA du Mali a été analysé au paragraphe précédent. Pendant **toute la saison de culture**, les membres du GTPA se rencontrent tous les 10 jours (les 4, 14 et 24 de chaque mois). Chaque membre apporte les informations dont il dispose et les met à la disposition du groupe. Elles sont confrontées entre elles, ce qui peut amener à corriger certaines données (migrations des troupeaux, en cas de sécheresse persistante, par exemple). Les moyens de transmission rapide dont dispose chaque organisme membre du GTP permettent de collecter l'ensemble des informations d'une zone donnée, ce qui évite de nombreux *doublons* et des économies d'échelles (Radio BLU par exemple).

Grâce à l'obtention de **financements** extérieurs assez réguliers, mais surtout à une **volonté inébranlable** de la part des différents services concernés, qui ont surmonté toutes les péripéties économiques et politiques que le pays a connu depuis vingt ans, le Mali est parvenu à développer un véritable programme de **vulgarisation**, qui touche un **ensemble de pratiques agronomiques et agrométéorologiques**. Il est basé sur un calendrier cultural prévisionnel, adapté à chaque situation zonale, et sur des conseils agrométéorologiques **transmis et expliqués sur le terrain** par le personnel de plusieurs organismes de développement rural, avec l'appui d'une équipe de la division d'agrométéorologie, mais qui sont également **diffusés par radio** et écoutés par l'ensemble des agriculteurs concernés.

Après une première phase *pilote* basée sur quelques dizaines d'agriculteurs, l'action touche maintenant des villages, voire des **groupes de villages**, dans lesquels des **groupements paysans** actifs appliquent régulièrement les « *paquets d'informations et de conseils* » fournis tant par radio que par des messages envoyés aux techniciens encadreurs des Services de développement agricole. Ils intéressent plus ou moins complètement plusieurs régions, comme par exemple les **10 secteurs** de l'OHVN (Office de Développement agricole de la Haute Vallée du Niger).

Les programmes s'appuient sur des informations transmises régulièrement **par la radio nationale** pendant des émissions qui visent spécifiquement les ruraux, tant en français qu'en langues nationales (en bamanan et pulaar). Des radios rurales privées assurent parfois le relais des informations agrométéorologiques et des conseils aux agriculteurs.

L'information agrométéorologique diffusée au niveau régional au Mali a des effets en *tache d'huile* très notables : Le consultant a pu constater que des agriculteurs situés à plusieurs km d'un Groupement coopératif ou d'un Centre d'appui s'informent et exploitent les bulletins diffusés par radio ; ils n'hésitent pas à se déplacer pour demander conseil.

Il faut souligner encore une fois que le succès remarquable du programme est dû pour l'essentiel à la mobilisation paysanne que la Division d'Agrométéorologie et plus généralement la Météorologie malienne a pu promouvoir, et à la collaboration exemplaire qu'elle a pu pérenniser pendant cette longue période avec la quasi-totalité des structures nationales de développement agricole. Il ne faut pas chercher ailleurs la clé de la réussite !

#### *b. Le cas du Tchad*

Des difficultés de divers ordres ont fait qu'il a fallu attendre le début des années 1990 pour mettre sur pied un programme, qui a pris pour modèle celui qui avait été développé déjà au Mali avec succès.

Il s'agit encore d'un programme *pilote*, c'est à dire *ciblé sur quelques villages*. Il s'appuie sur des conseillers-vulgarisateurs qui dépendent de l'Office national de Développement rural, et sur le terrain, sur des paysans observateurs qui encadrent eux-même des paysans coopérants. Ces groupes sont suivis régulièrement et visités par la Division d'agrométéorologie, qui fournit des pluviomètres, des radios, des émetteurs-récepteurs BLU en certains points, et un appui matériel au personnel de terrain de l'Office national de Développement rural, pour faciliter la mise en oeuvre des **opérations spécifiques** demandées par le Programme-pilote, telles que la délimitation et la récolte de plots de rendement sur des parcelles témoins et encadrées, par exemple. Les zones d'action du programme actuel sont détaillées dans l'**annexe 2a**.

Au Tchad aussi, les programmes s'appuient sur des informations transmises régulièrement **par la radio nationale** pendant des émissions qui visent spécifiquement les ruraux, tant en français qu'en langues nationales (en arabe et sara). Des radios rurales privées relaient localement des informations agrométéorologiques et donnent certains conseils aux agriculteurs.

#### *c. Le cas du Sénégal*

Ce pays a débuté en 1994 la phase d'extension du programme à la vulgarisation. L'absence de financement a arrêté ce processus, qui sera repris dès 1998 si les moyens financiers le permettent. Un **plan de développement** ambitieux, qui fait suite à plusieurs phases successives de programmes-pilotes, est actuellement présenté aux bailleurs de fonds pour financement. Il est basé sur la **décentralisation des activités** dans chaque région du Pays, qui comporte notamment la vulgarisation des conseils agrométéorologiques dans l'ensemble du pays... Le programme AGRHYMET proprement dit est lié, **au niveau du Ministère du Plan**, à toute une série d'actions complémentaires déjà mises en oeuvre depuis plus ou moins longtemps, dans le but de réduire les doublons et les frais.

Des études en temps réel des indices de végétation et de leurs effets pour les cultures, les forêts, l'élevage et les pâturages sont réalisées par le Centre de suivi écologique de Dakar (P.B. Soumaré), et les occurrences de pluies à partir des nuages à sommets froids sont suivies également en temps quasi-réel par le Dr M. Diagne à l'Unité de Traitement des Images Satellitaires (ISRA-ORSTOM) de Dakar, la Météo sénégalaise suivant, elle, l'ensemble des données au sol.

Un aspect assez préoccupant pour l'avenir de ce programme est que, malgré sa longue durée, il semble n'avoir provoqué qu'une faible sensibilisation des agriculteurs dans leur ensemble, du fait peut être d'un certain *manque de continuité* dans les opérations dans une région donnée. Il faut en effet un assez grand nombre d'années d'efforts en un lieu donné pour faire accepter des nouveautés, *surtout dans des milieux religieux* : ceux-ci ont souvent tendance à considérer que l'homme n'a pas à se substituer à la Main de Dieu ... La brièveté de la visite du consultant ne lui a pas permis d'élucider les raisons profondes de cette situation.



#### d. Les autres pays

Le **Burkina** (en 1985) et le **Niger** (en 1986) avaient choisi de tester les méthodes agrométéorologiques recommandées sur des *zones-pilotes*, avec un personnel dépendant directement des services météorologiques ; ils n'ont pas dépassé le stade initial. Les programmes de vulgarisation des *conseils agrométéorologiques* y sont actuellement suspendus, faute de financement, ou en raison de choix différents du bailleur de fonds. On a vu plus haut que le Burkina ne diffuse plus de cartes dans ses bulletins décennaires.

Le Niger a développé durant cette période, avec l'appui de la Coopération italienne, **des méthodes d'alerte rapide**, adaptées à ses besoins spécifiques. Elles ont abouti à mettre au point le Logiciel SISP (système intégré de suivi et de prévision des rendements), qui a valorisé les données recueillies sur les zones-pilotes. La DMN utilise notamment ce logiciel pour tracer les cartes de pluies diffusées dans les bulletins décennaires. On notera aussi l'utilisation exemplaire des moyens de **transmission** de nombreux services (dont la Gendarmerie) qui fournissent en temps réel les *relevés pluviométriques* de très nombreuses stations, et des informations sur la *situation agricole* et de l'élevage dans chaque zone. Ces transmissions jouissent d'une priorité complète. Des conseils et une alerte précoce efficace basée également sur l'exploitation de données satellitaires pourraient ainsi transiter vers la plus grande partie des zones du Pays.

La **Mauritanie** développe une information, basée sur des données satellitaires (NDVI, Météosat), qui concerne surtout les régions d'élevage, sahélienne et sub-désertique.

La **Gambie** a mis tardivement en place un programme d'application des informations agrométéorologiques à l'Agriculture vivrière.

Pour des raisons différentes, c'est également le cas du **Cap Vert**.

Quant à la **Guinée Bissau**, son entrée tardive dans le programme ne lui a pas encore permis de mettre en place une structure opérationnelle.

#### e. En conclusion

**Tous les responsables** de Directions du développement rural, ou d'Offices de développement rural, rencontrés au cours de la tournée ont unanimement souligné le très grand intérêt qu'ils portent aux informations fournies, et l'impact constaté **au niveau de leurs services de terrain**, grâce à l'utilisation pratique des données agrométéorologiques par les agriculteurs. Ils ont tous relevé les **changements fondamentaux de mentalité** que ces actions ont provoqués en peu d'années dans les esprits. Nous y reviendrons.

### 24. Conseils concernant les pâturages et l'élevage

Il n'existe pas actuellement de programme spécifiquement orienté vers ce type de conseils. Mais les **informations décennaires basées sur les indices de végétation** (NDVI) et sur des études *d'estimations de pluies* basées sur les occurrences de nuages à sommets froids (obtenues à partir des données des satellites Météosat), sont très utiles aux services de l'élevage, *quand ces données sont disponibles en temps utile*. Des demandes de développement des activités dans ce domaine ont été exprimées de façon particulièrement forte au Sénégal et au Mali.

Les trois Services de l'élevage rencontrés durant cette consultation sont **demandeurs d'un renforcement notable** de telles informations et surtout de leur mise à disposition **en temps réel** et si possible de façon décentralisée. La Mauritanie (non visitée) paraît être actuellement le pays le plus impliqué en ce domaine. Il y aurait certainement une étude spécifique à réaliser en la matière, car il s'agit d'un thème important de réflexion concernant l'organisation de la *remontée des demandes des pays* aussi bien vers les Services météorologiques nationaux que vers le Centre Agrhymet. Il ne faut pas oublier que l'**aspect sécurité de l'élevage** est essentiel ou très important, dans **tous** les pays du CILSS.



Une proposition de programme précise fournie par le Sénégal (**annexe 3b**), explicite les moyens matériels nécessaires au développement d'une information mieux ciblée vers les zones d'élevage prédominant. Les moyens en personnel ne sont indiqués qu'en filigrane, sous forme de demandes de formations complémentaires. Mais cette proposition peut servir de base à une réflexion sur l'importance et l'impact que de tels conseils pertinents pourraient avoir sur la rentabilité des élevages soudaniens et sahéliens.

Il faudrait certainement prendre plus attentivement en compte, outre les élevages **migrants** actuels de bovins et de camélidés, les élevages **sédentaires** de bovins, caprins et ovins (mais aussi de volailles...) de plus en plus développés par les paysans sédentaires. Des conseils concernant l'alimentation et les soins à donner aux animaux, en liaison avec les conditions climatiques, permettraient certainement de grands progrès dans la productivité (et l'utilité économique) de ces élevages *non conventionnels*.

## 25. Conseils concernant la protection des végétaux

Le caractère très extensif des **cultures vivrières** ne permet pas d'envisager des traitements pesticides, en dehors de la lutte contre les pullulations de sautériaux et d'interventions locales lors de la formation dans les zones grégariques d'essaims de criquets pèlerins : ces dernières sont liées à l'occurrence des pluies en zones sahélienne et désertique, que les analyses combinées des données Météosat et des NDVI permettent de mettre en évidence la plupart du temps, dans des zones où les informations phénologiques sont rares et où les relevés pluviométriques sont peu nombreux (voire peu fiables).

Des conseils spécifiques, diffusés **par radio** aux agriculteurs, peuvent faciliter la lutte contre les sautériaux, différents autres insectes parasites, et les oiseaux granivores pendant la période des récoltes. L'ensemble des informations obtenues au sol et fournies par voie satellitaire est d'un grand secours dans ce domaine, comme l'ont montré plusieurs congrès récents en protection phytosanitaire.

Il apparaît aussi que des conseils agrométéorologiques concernant l'exécution des traitements (ou permettant au contraire de les retarder si les conditions climatiques le rendent souhaitable) auraient un grand intérêt pour la protection des végétaux dans le domaine des **cultures de rente** en culture pluviale (cotonnier ou tabac, par exemple) et des **cultures maraîchères et fruitières** irriguées et intensives pendant la saison sèche, domaines où les traitements phytosanitaires (y compris le désherbage chimique) sont souvent réalisés sans que toutes les précautions nécessaires soient prises (par exemple avec un vent trop fort, ou des températures trop basses le matin).

Des conseils concernant des méthodes de traitements insecticides dans les greniers et magasins et de protection des récoltes, qui tiennent compte d'événements météorologiques particuliers (pluies tardives, par exemple), pourraient utilement être diffusés par radio pendant la saison sèche, sans coûts excessifs.

Ces deux derniers points ont été soulevés souvent lors de rencontres de **groupements féminins**. Ils sont bien mis en évidence dans une enquête sur les **besoins des femmes en matière de conseils agrométéorologiques** menée récemment au Mali (*Sissoko, 1995*). Un appui spécifique des GTP, et plus particulièrement des conseils agrométéorologiques spécifiques, adaptés aux besoins particuliers des femmes sur le terrain, serait certainement à développer le plus rapidement possible. De nombreux exemples sont donnés dans chaque pays, et un certain nombre de demandes précises de conseils sont actuellement recensés dans diverses publications (*Faure et al., 1996 ; Ouattara M., 1997 ; Zinnah M. 1997*).

## 26. Relations avec les organismes de recherche agronomique

A la lumière tant des rapports annuels que des visites effectuées dans les pays, et d'informations personnelles obtenues, il apparaît nettement que les liens existant entre recherche agronomique et services agrométéorologiques sont encore trop distendus : soit les organismes de recherche ne comportent pas de spécialistes d'agrométéorologie, de bioclimatologie ou de sciences de l'environnement ; soit ces spécialistes existent, mais aucun lien organique n'a pu être encore réellement noué. Le Mali, le Sénégal et le Burkina Faso font partiellement exceptions à la règle.

Ceci est d'autant plus regrettable que, dans la plupart des pays concernés, les Instituts de Recherche agronomique et/ou de l'Environnement ont mis au point depuis maintenant plus de dix ans des méthodes efficaces d'enquêtes. Dans la plupart des Pays, ces études portent souvent sur de vastes régions. Elles décrivent les **systèmes de culture** actuellement développés et analysent l'adaptation ou l'adoption de différentes **techniques culturelles**. Elles sont souvent **transposables** aux pays voisins.

De nombreux **programmes de recherche-développement** ont analysé des zones (plus ou moins vastes) tant sous l'angle socio-économique qu'agronomique : fonctionnement actuel des sociétés agraires (confrontées notamment à la juxtaposition de groupes ethniques), développement de cultures, ou de techniques culturelles nouvelles. Ils ont étudié aussi les **typologies des exploitations** rurales. Coopérer ou au moins exploiter les résultats obtenus par ces programmes ferait gagner du temps et de l'efficacité pour diffuser les applications de l'agrométéorologie dans le monde rural (p. ex. *Spore-CTA, 1997 ; Faure et al., 1996*).

Plusieurs Instituts de recherches ont déployé des efforts considérables en matière de description et d'analyse des **potentialités** des variétés (traditionnelles ou améliorées) cultivées dans les différentes **zones écologiques** de chaque pays. Ces données existent dans la plupart des pays, mais ne se trouvent généralement pas sous des formes directement utilisables par les modèles utilisés (SIG, par exemple).

Des travaux très approfondis ont été menés à bien depuis une vingtaine d'années par les Instituts de recherche agronomique des différents états du CILSS. Beaucoup de ces résultats ont paru sous forme de thèse, ou d'articles dans différentes revues. Il serait **indispensable de demander à chaque Institut** une information précise sur les éléments qui permettraient de moderniser, développer, et étendre à d'autres cultures, les modèles actuellement utilisés par AGRHYMET. Il est certain qu'un financement spécifique, qui correspondrait par exemple à la collecte et à la photocopie systématique de l'ensemble des données et résultats existants, permettrait de gagner beaucoup de temps.

Par ailleurs, le Centre AGRHYMET devrait *revoir et compléter* les modèles de calcul des **potentialités de rendement** utilisés, pour mieux prendre en compte les caractéristiques *hydrodynamiques* ou la *fertilité* intrinsèque des **sols** de chaque zone pédo-climatique ; le rendement d'une culture dépend fortement *aussi* du **précédent culturel** et des **techniques** culturelles utilisées, toutes choses égales par ailleurs. Cet aspect serait, lui aussi, à mieux prendre en compte dans le futur.

## 27. Conclusion du chapitre

Des financements extérieurs **spécifiques** ont permis de développer des *projets-pilotes* dans plusieurs pays ; mais le stade d'une *vulgarisation* (au moins zonale) n'est atteint actuellement qu'au Mali, et en voie d'être atteint au Tchad et au Sénégal. Ceci amène à **constater** que le *stade pilote* a été atteint là où la **coopération** entre *agrométéorologie, services de développement agricole et radiodiffusion nationale* a été étroite, et où les **GTP** sont restés constamment **opérationnels**, grâce aux solides *relations personnelles* nouées entre les responsables des différents services concernés.

Dans d'autres pays, comme au Burkina Faso, ou au Tchad pendant de longues années, les financements reçus du PNUD dans le cadre CILSS/AGRHYMET n'ont pas permis un développement comparable, car la part allouée à l'agrométéorologie *de terrain* était assez réduite, le budget étant destiné pour l'essentiel à la formation du personnel et au fonctionnement des services d'agrométéorologie.

On verra au **chapitre IV** que les projets-pilotes fournissent de précieux enseignements en ce qui concerne l'application de conseils agrométéorologiques sur le terrain. Encore faut-il pouvoir diffuser ces informations aux utilisateurs finaux. L'agrométéorologie ne peut rester confinée aux agrométéorologistes. L'atelier de Niamey de 1993 fait parfaitement le point de la question (*Atelier CILSS-Italie, 1993*).

Le volet de **formation** des agents des **services de l'agriculture** reste encore plus ou moins le parent pauvre. Le développement initial par l'OMM du **Centre Agrhymet** avait pour *but prioritaire* de former des cadres en agrométéorologie et en hydrologie pour les services météorologiques et hydrologiques nationaux. La participation active de la FAO, dès l'origine du programme, aurait dû amener logiquement cet organisme à encourager plus activement des formations destinées aux services de l'agriculture.

La formation de **vulgarisateurs** destinés aux Services de l'Agriculture (y compris les Offices de développement rural) n'avait pas été prévue à l'origine, et il a manqué au niveau du CILSS une volonté active de concertation et de coordination entre les différents ministères concernés, quand les besoins en agrométéorologistes destinés aux Services météorologiques ont été satisfaits, pour mieux utiliser en ce domaine les potentialités du Centre AGRHYMET.

La situation actuelle de l'ensemble des pays du CILSS commande non seulement de poursuivre la formation d'agrométéorologistes destinés aux Services météorologiques nationaux, mais de développer parallèlement des formations spécialisées d'agrométéorologistes (aux niveaux de techniciens supérieurs et d'ingénieurs) pour fournir des éléments compétents en agrométéorologie (et conservation de l'environnement) aux Ministères de l'Agriculture et du Développement rural, aux organismes agricoles, aux services de l'élevage et forestiers nationaux et aux Ministères de l'Environnement. On envisagera plus en détails au **chapitre V** comment de telles formations pourraient être encouragées dans l'avenir.



## CHAPITRE III

# FONCTIONNEMENT DES PROGRAMMES D'AGROMETEOROLOGIE DANS LES PAYS VISITES

### 31. Personnels d'agrométéorologie dans les CNA

#### a. Le renouvellement nécessaire des cadres

De façon tout à fait générale, les personnels des cinq centres visités sont bien formés et motivés. On constate cependant un **déficit grave en effectifs** de tous niveaux, du fait du non-remplacement (ou du remplacement trop partiel) de cadres passés à une classe supérieure, ou du départ d'autres agents (à la retraite, ou vers d'autres activités), alors que les progrès dus aux programmes de vulgarisation amènent sans cesse à envisager de **développer des tâches nouvelles**, ou d'**approfondir** des tâches déjà mises en oeuvre.

Cette situation est extrêmement grave. Elle **obérera à court terme tout l'avenir des Services agrométéorologiques nationaux**, mais aussi celui du **Centre de Niamey**. Trop souvent, des agrométéorologistes sont employés à des tâches périphériques (prévision, climatologie, informatique...) faute de cadres adéquats disponibles, et ce, au détriment des activités principales de l'agrométéorologie.

**D'ici dix ans**, plus de la moitié des cadres actuels (Classes I, II, III, IV) <sup>1</sup> sera partie à la retraite dans l'ensemble des pays, (près de 75 p. cent au Burkina Faso !). Il est **utile de rappeler** que les politiques d'ajustement structurel (PAS) et de réduction des cadres dans la Fonction publique n'ont pas pour but d'amener à un tel résultat, mais bien de **dégraisser** des postes qui faisaient double emploi dans les services. Les Directions de la Météorologie sont très loin d'une telle situation de pléthore !

#### b. Les besoins en cadres supplémentaires

La politique actuelle dans l'ensemble des pays du CILSS vise à **décentraliser les décisions**, et donc à **disséminer les personnels existants dans l'ensemble des régions**. Elle a pour but de permettre un meilleur fonctionnement local, et la prise plus rapide des décisions là où le besoin s'en fait sentir. Une telle politique, excellente, ne peut qu'être encouragée. Encore faut-il posséder la **masse critique de personnel** nécessaire.

Les différents responsables rencontrés dans les pays visités s'accordent à dire qu'il faudrait **tripler au moins** les effectifs actuels en météorologie comme en agrométéorologie : certaines stations météorologiques **synoptiques** fonctionnent avec **2 agents** de Classe IV. Rappelons que la norme française exige **9 personnes** (de Classe III au moins, dont au moins un ingénieur de Classe II) par **département**. Dans certains départements, où une forte demande d'informations existe, ce nombre s'avère insuffisant... Que dire de la situation dans le Sahel où l'élément climatique est pourtant

---

<sup>1</sup> En météorologie : Classe IV = niveau baccalauréat ; Classe III = Bac + 2 ; Classe II = Bac + 4 ; Classe I = Bac + 5 ou 6.



*fondamental* ? Il faut donc non seulement **compenser** les départs en retraite, mais encore **renforcer** les cadres existants. Des propositions concrètes seront faites en ce domaine au **chapitre V**.

### 32. Moyens de travail des CNA et appui logistique du CRA aux CNA

Les moyens de travail des services météorologiques nationaux visités varient beaucoup, en fonction notamment de l'intérêt porté par les ministères de tutelle à leurs activités et de l'existence ou non d'un *financement* extérieur. Le cas le plus extrême est celui du Tchad, qui ne possédait plus **qu'un seul véhicule** en état de fonctionner à la fin août, du fait notamment du déblocage local tardif par le PNUD (en 1997 comme en 1996) des fonds du *projet-pilote* financé par la Suisse.

Dans tous les cas, des moyens informatiques et de télécommunication *modernes* existent en nombre à peu près suffisant, grâce notamment aux fournitures de matériel faites sur des financements gérés par le Centre AGRHYMET, et par des *contributions volontaires de matériel* reçues de l'OMM, et un budget de fonctionnement **minimal** est assuré. Toutefois leur fonctionnement est parfois aléatoire car il dépend du déblocage des dotations.

Les liaisons par radio BLU fonctionnent bien, et permettent de collecter rapidement un grand nombre de données. Mais, l'entretien (ou surtout le **dépannage**) des émetteurs-récepteurs exige le **déplacement rapide** du personnel vers des zones éloignées de la Capitale. La disponibilité des pièces détachées et le bon état des véhicules sont essentiels. Ceci signifie l'existence d'un **budget de fonctionnement adéquat**.

Mais, une meilleure **coordination** des moyens existants entre services permettrait souvent de mieux *gérer la pénurie* : ainsi, des BLU sont souvent disponibles dans **d'autres services** délocalisés ; il faudrait peu de chose (un accord sur les fréquences et les horaires, par exemple) pour faciliter le recueil rapide d'informations diversifiées, sans multiplier les BLU... ou au moins de garantir la **transmission rapide** des informations aux différents services concernés en cas de panne d'un des émetteurs.

L'exemple donné par le Niger, où les informations pluviométriques sont mises chaque jour à la disposition du Service météorologique par la Gendarmerie, est à généraliser, comme aussi *l'utilisation commune* de BLU financés par d'autres programmes (Offices de développement, Agriculture, Protection des végétaux ou Elevage...), comme on l'observe par exemple au Burkina ou au Mali, comme aussi au Sénégal et au Niger.

Il arrive cependant que des **informations transmises en temps quasi-réel** par le CRA aux CNA sont mal exploitées par les autres services ministériels, faute qu'un **relais efficace** fonctionne entre les services <sup>1</sup>. Il n'est pas évident qu'un véhicule 4x4 soit le meilleur vecteur de transport de quelques feuilles de papier d'un bout à l'autre d'une capitale. Il est évident que l'utilisation du téléfax n'est nullement *entrée dans les mœurs* de la plupart des services... Il serait utile de comparer le coût de 50 km de déplacements en ville en 4x4 et l'envoi d'un fax de 3 ou 4 pages à une dizaine de destinataires... Encore faut-il que les téléfax soient pourvus de papier et d'encre, et que le téléphone ne soit pas coupé... Il est évident cependant que les réseaux téléphoniques restent souvent à améliorer entre la capitale et les provinces éloignées...

Actuellement le Centre AGRHYMET fournit tous les dix jours des **cartes d'indices de végétation** (envoyées par DHL sous forme papier et disquette) aux différents services météorologiques nationaux, car la réception de ces informations n'est pas disponible dans tous les pays. Toutefois, l'utilisation intensive d'imprimantes en couleurs, qui fournissent de magnifiques cartes ou graphes au format A0, constitue-t-elle réellement une solution logique, dans des pays où il est difficile de budgétiser même l'achat de papier *qualité laser* ou d'encre noire pour l'imprimante ? Ces cartes ou

<sup>1</sup> C'est la conclusion tirée par le consultant de conversations avec différents services dans différents pays.

graphes sont souvent illisibles une fois photocopiés en **noir et blanc** (surtout s'ils sont réduits pour gagner de la place). L'utilisation de logiciels de cartographie en **noir et blanc**, avec des figurés bien différenciés, **reste nécessaire** dans la plupart des cas pour assurer une **large diffusion** de l'information, même si la couleur apporte un *plus* évident.

### 33. Réseaux d'encadrement et de formation des agriculteurs

#### a. Disponibilité des agents de terrain

Ce sujet a été abordé déjà au **chapitre II, § 2-1b** dans le cas du Mali. Les GTP jouent actuellement un rôle plus limité dans les autres pays, sauf au Tchad et au Sénégal. Les pouvoirs publics n'ont peut-être pas toujours attaché assez d'importance à assurer leur fonctionnement *dans la durée*. On peut y voir une retombée nocive de la notion de **projet** financé par l'extérieur, qui est conçu comme ayant un début et une fin, alors qu'il s'agit ici de **programmes** à durée indéfinie. Les contacts de terrain et les rencontres avec les responsables nationaux des différents services ou directions représentés dans les différents GTP montrent clairement que le **taux de renouvellement** des agents de terrain est rapide. Cette constatation amène donc à prévoir :

d'une part, que des **agents déjà formés à l'agrométéorologie** sont rapidement nommés dans des zones où ces pratiques ne sont pas encore développées, (mais où des informations et des conseils émis par radio peuvent souvent être parfaitement reçus) ;

d'autre part, que des **agents nouveaux**, et donc **non encore formés**, ni même informés, sont rapidement nommés dans les zones *encadrées*.

Le problème de la formation permanente sera vu en détails au **chapitre V**.

#### b. Les canaux de formation et d'information des agriculteurs.

Actuellement, la formation des agriculteurs est assurée au Mali et au Tchad :

- par des stages organisés sur le terrain à leur intention avant chaque saison des pluies, en liaison avec les agents des Offices ou d'autres organismes de développement rural, puis par un suivi réalisé grâce à des tournées effectuées à partir de la capitale.
- par des informations et des conseils journaliers, radiodiffusés en langues nationales et en français, et captés par les groupes d'agriculteurs grâce à des appareils de radio fournis à ceux-ci dans le cadre des programmes-pilotes ou de vulgarisation.

Il faut remarquer que le nombre de langues nationales parlées dans chaque pays est généralement élevé, alors que, pour des raisons d'économie, la diffusion quotidienne ne peut se faire qu'en un petit nombre de langues, les plus communes, en l'absence de financements suffisants et de réseaux suffisamment décentralisés de radiodiffusion, qui permettraient seuls d'adapter l'information à chaque zone.

De nombreux agriculteurs vivant à la *périphérie* d'une zone encadrée captent ces conseils et informations quand ils possèdent des radios ; mais ils ne sont pas toujours aptes à comprendre les explications techniques, si l'agent de développement local n'est pas lui-même formé et informé.

### 34. Extension des informations à d'autres utilisateurs potentiels

Les informations diffusées actuellement portent pour l'essentiel sur les cultures de **Sorgho** et de **Mil** de saison des pluies : préparation des sols, dates de semis en humide, choix des variétés en fonction de la durée de leur cycle et de la durée probable de la saison des pluies, désherbages, fertilisation, conseils de culture et de récolte...

Il existe une demande importante de conseils dans d'autres domaines. On citera :

- \* les risques de pluies, qui peuvent entraver certaines opérations non agricoles (teinture des tissus, par exemple) ;
- \* des conseils pour améliorer la conservation des récoltes (qui dépend directement de paramètres agrométéorologiques, tels que l'humidité de l'air ou les températures maximales) \* ou encore des conseils pour l'irrigation et la conduite des cultures de plus en plus nombreuses et étendues réalisées en saison sèche.

On peut citer à titre d'exemple l'utilité de conseils sur les thèmes suivants :

- \* estimation des doses d'eau apportées, d'apports d'engrais,
- \* estimation de la maturité de cultures maraîchères nouvelles,
- \* utilisation des composts et fumiers,
- \* repiquage des plants ;
- \* heures pendant lesquelles les traitements phytosanitaires sont inefficaces ; etc.



## CHAPITRE IV

### ANALYSE DES RÉSULTATS OBTENUS DE 1982 A 1996 PAR LES PROJETS-PILOTES EN AGROMETEOROLOGIE

Une analyse complète et efficace de l'ensemble de ces résultats vient d'être réalisée par *Samba et Lona (1997a)*. Elle reprend et complète la synthèse présentée par *Also et al. (1993)* et résume clairement l'ensemble des rapports nationaux annuels consultés. Avec l'autorisation des auteurs, cette analyse sera largement utilisée dans les pages suivantes.

#### 41. Projets-pilotes en fonctionnement en 1993 et en 1996

Il avait été prévu dès l'origine que les programmes-pilotes se dérouleraient en deux temps successifs, comportant une phase d'expérimentation, puis une phase d'extension. Trois programmes sont actuellement stoppés, faute de financement. La Mauritanie n'apparaît pas ici, car elle a porté ses efforts sur la fourniture d'informations concernant l'élevage. La Gambie n'a pas réellement mis en place de programme national durable, et la Guinée Bissau n'a aucun programme en ce sens jusqu'à présent, faute de financement spécifique. Au Niger, le *plan d'alerte rapide* des pouvoirs publics appuyé sur le Programme SAP a pris actuellement l'avantage sur la vulgarisation d'informations agrométéorologiques au niveau paysan.

Tableau 4-1. Etat actuel de fonctionnement des projets

Projet-Pilote	Année de début	Financement	Phase atteinte en 1993	Phase atteinte en 1996
Burkina Faso	1985	PNUD	Expérimentale	Arrêté
Cap Vert	1991	Pays Bas	Expérimentale	Arrêté
Mali	1982	Suisse	Extension	Extension
Niger	1986	Italie	Expérimentale	Arrêté
Sénégal	1986	Pays Bas	Expérimentale	Extension
Tchad	1991	Suisse	Expérimentale	Extension

Au Mali, au Tchad et au Sénégal, les programmes évoluent actuellement vers une extension rapide aux différentes régions écologiques de chaque pays, et vers une diffusion de l'information et des conseils agrométéorologiques à des groupes étendus de paysans.

#### 42. Choix et localisation des sites

Les sites des projets-pilotes ont été choisis en tenant compte des spécificités de chaque pays :



Au **Cap Vert**, deux zones ont été retenues. L'une (Santa Cruz) se situe sur un relief irrégulier, avec des sols fragiles, dégradés et en forte pente, sous une pluviométrie très irrégulière de l'ordre de 300 - 450 mm/an. L'autre, (Santa Catarina, Ile de Santiago) a un relief peu marqué, une altitude de 550 m et une pluviosité moyenne de 500 mm/an. Les sites n'ont été suivis que pendant deux ans, et aucun résultat de rendement n'est réellement exploitable, en raison des conditions climatiques et de l'arrêt des financements.

Au **Burkina Faso**, les essais se sont poursuivis au stade expérimental de 1985 à 1995, dans trois villages situés en climat soudano-sahélien sur le *Plateau mossi*, au voisinage de Ouagadougou : Tanghin-Dassouri à l'ouest, Pabré au nord, Gonsé à l'est. La pluie moyenne annuelle 1951-1980 à Ouagadougou est de 850 mm environ ; mais sa distribution spatio-temporelle est très erratique. Dans les trois cas, les essais ont été implantés sur des sols à sesquioxides (groupe des sols ferrugineux tropicaux) sur roche mère granitique. Leurs textures sont assez différenciées : à Tanghin-Dassouri, les sols sont sablo-argileux à sableux ; à Pabré, ils sont sableux à faiblement argilo-sableux et à Gonsé, leur texture varie d'argileux à sableux. Compte tenu du nombre important d'agriculteurs et de parcelles suivis pendant dix ans, il serait probablement possible de tirer de ces essais beaucoup plus d'informations agronomiques qu'il n'en apparaît dans les compte-rendus.

Au **Mali**, d'un seul site en 1982, le projet est passé en 1990 à la phase d'extension avec dix secteurs de l'OHVN et deux zones de l'ODIMO ; il s'est étendu depuis 1993 à d'autres régions. Il recouvre presque toute la région de Koulikoro, et une partie des régions de Koutiala, Ségou, Mopti et Kayes, représentant plus de 80 p. cent des zones climatiques soudanienne et soudano-sahélienne du Mali (jusqu'à l'isohyète 600 mm actuel) (*Samba et Triboulet, 1997*).

Au **Niger**, le projet a fonctionné de 1986 à 1994 ; après une phase expérimentale, il a été étendu en 1993 à 22 villages représentatifs de 5 arrondissements du département de Tillabéry (DMN Niger, 1993). Il a été remplacé ensuite, pendant quelques années, par des actions d'alerte précoce, suite aux recommandations du bailleur de fonds, l'Italie.

Au **Sénégal**, l'expérience-pilote a démarré sur un site, pour toucher 11 villages en 1992 et 1993. Dès 1994, une première phase d'extension a intéressé l'ensemble de la région de Thiès (Centre-nord). Ce programme est actuellement arrêté du fait du retrait du bailleur de fonds. Il est prévu qu'il reprenne, en phase d'extension-vulgarisation, sur l'ensemble (ou au moins une plus large partie) du territoire, en s'inspirant du projet PNUD intitulé « 7 villages-pilotes » et en s'appuyant sur 10 GTP régionaux.

Au **Tchad**, sept sites couvrent un gradient bioclimatique allant du sahélien (de 350-500 mm/an à Massakori) au soudano-sahélien (avec plus de 600-800 mm à Tchendjou). Ils sont actuellement suivis avec de grosses difficultés, du fait du versement local erratique des fonds du projet financé par la Suisse, via l'OMM et le PNUD.

Il faut souligner ici que les financements accordés portent essentiellement sur le développement des activités de *vulgarisation des conseils agrométéorologiques*, et nullement sur le *fonctionnement de routine* des Services météorologiques. Une action obstinée auprès des Gouvernements devrait être poursuivie par le CILSS pour faire comprendre l'utilité et l'intérêt de ces Services, et que leurs financements sont du ressort du budget de l'état, et nullement des bailleurs de fonds, car les conseils donnés (s'ils sont suivis) amènent une forte *valeur ajoutée*. Cependant, ceci exige que les différents services concernés donnent plus de *visibilité* aux résultats concrets obtenus dans chaque pays grâce aux informations et aux conseils météorologiques fournis à la communauté agricole.

#### 43. Protocoles d'essais

Les processus de formulation des avis, conseils et stratégies agrométéorologiques utilisés par les Services agrométéorologiques et les GTP sont comparables dans tous les projets-pilotes nationaux. Toutefois, le contenu réel de chaque projet-pilote est fonction des systèmes culturels, du ni-

veau de technicité et de la qualité de l'encadrement des agriculteurs, qui sont spécifiques à chaque pays, et même à chaque zone suivie.

#### a. Le choix des agriculteurs

**Au Burkina Faso**, faute d'avoir pu obtenir des financements adéquats, le programme a été conduit de bout en bout par le service d'agrométéorologie sur les fonds fournis par le projet d'appui général PNUD/OMM, et n'a donc bénéficié que de ressources assez réduites. Les paysans volontaires ont été choisis après une enquête menée conjointement par l'encadrement agricole de base et les responsables du projet : elle concernait les activités principales du paysan, le nombre, la superficie et la situation de ses champs, les cultures envisagées, les moyens et le mode de travail de chaque agriculteur, les difficultés rencontrées et les solutions envisagées pour les résoudre.

Les compte-rendus consultés ne fournissent malheureusement pas toutes les données qui permettraient de comparer les caractéristiques (pédologiques et culturales) de chaque parcelle suivie et les rendements obtenus **avec** et **sans** conseils agrométéorologiques. Compte tenu de l'effet considérable de la micro-topographie sur les rendements dans la zone, il est souhaitable, et certainement possible, de reprendre ces données de base pour les *réexaminer plus attentivement*, en tenant compte de l'ensemble des paramètres pédo-climatiques et agronomiques (systèmes de culture, succession des cultures sur les parcelles suivies, etc) et des **motivations** de chaque agriculteur participant. Celles-ci peuvent être mises en évidence en réexaminant les résultats individuels. **Cet examen pourrait constituer un bon sujet de mémoire pour un étudiant de l'IDR<sup>1</sup>, ou d'AGRHYMET !**

**Au Cap-Vert**, les agriculteurs ont été sélectionnés par le Service de l'animation rurale (vulgarisation), sur la base d'un volontariat qu'on exigeait *actif*. Les rapports consultés ne fournissent malheureusement pas suffisamment d'éléments pour en tirer des conclusions applicables dans la durée.

**Au Mali**, la sélection des paysans pendant la phase d'expérimentation s'est faite sur la base du volontariat, dans des secteurs où un encadrement agricole important existait de longue date. Les paysans, convoqués par l'intermédiaire de l'encadreur ou du Chef de village, étaient informés des *buts poursuivis* par l'expérience. Dans un deuxième temps, les agriculteurs dont les motivations et la situation des champs paraissent les plus représentatives ont été retenus.

Dans chaque sous-secteur, un paysan observateur est retenu comme animateur du groupe de vulgarisation. Celui-ci comporte une dizaine de paysans-coopérateurs à l'origine, mais peut varier notablement d'année en année. Néo-alphabétisé dans sa langue, il est formé aux observations pluviométriques et aux notations de l'état des cultures.

A partir de 1996, la démarche a consisté à s'appuyer plus complètement sur les organisations rurales, les ONG, les partenaires privés et les structures de vulgarisation agricole. L'information agrométéorologique devient un élément intégrant du *paquet technologique* que ces organismes sont chargés de faire à l'ensemble des paysans du secteur considéré.

Cette dernière démarche s'avère plus efficace, en raison de *l'implication plus forte* des différents partenaires. Les observations faites sur le terrain en 1997, tant au Tchad qu'au Mali, le confirment. Elle permet de faciliter le transfert des compétences en utilisant mieux le relais que constituent les organisations paysannes et de prendre finalement mieux en compte la durabilité du programme. Nous présentons dans le **chapitre V** quelques propositions pratiques destinées à améliorer l'exploitation des données actuellement recueillies. Elles permettraient de mieux valoriser ces acquis dans les publications annuelles.

<sup>1</sup> Institut de Développement rural de l'Université du Burkina Faso

**Au Niger**, l'équipe chargée du suivi du projet et l'encadreur ont procédé au recensement des champs du village de Tagabati. Il a ensuite, en fonction des besoins de l'expérimentation, sélectionné des champs. Les agriculteurs propriétaires de ces champs ont alors été contactés, sur la base du volontariat, et un nombre limité de champs et d'agriculteurs a finalement été sélectionné.

**Au Sénégal**, la sélection des agriculteurs en phase d'expérimentation a été faite sur la base du volontariat par le GTP du Projet (Konaté, mars 1993). A partir de 1994, le projet-pilote a travaillé avec les paysans dans la région de Thiès (Centre-Nord du pays), dans le cadre du Programme national de Vulgarisation agricole (PNVA), exécuté par la Direction de l'Agriculture.

**Au Tchad**, les agriculteurs ont été sélectionnés de 1991 à 1994 sur la base du volontariat. Ils devaient cultiver chacun au moins 1,5 ha. A partir de 1995, la priorité dans le choix a été donnée à des *groupements villageois* d'hommes et/ou de femmes.

#### *b. Les dispositifs expérimentaux*

Les **méthodes d'approche** ont varié considérablement dans chaque pays au cours du temps, ce qui complique considérablement l'exploitation des données. On rappellera ici l'état des projets en 1992, et en 1997 pour le Mali et le Tchad.

**Au Cap Vert** : chez chaque agriculteur, 2 parcelles (30 x 30 m) ont été sélectionnées, l'une témoin, et l'autre conseillée.

**Au Burkina Faso et au Sénégal** : chez chaque agriculteur, quatre parcelles sont choisies dans un même champ ; selon les cas, plusieurs champs peuvent être retenus chez un même agriculteur, avec une ou plusieurs cultures. Les dimensions des parcelles varient d'un projet à l'autre, de 1500 à 2500 m<sup>2</sup> chacune. Le tableau 4-2 donne les comparaisons faites entre E1C1 et E1C0, et entre E0C1 et E0C0.

**Au Niger**, le dispositif comportait **trois** niveaux d'étude : zones centrale, d'extension et de contrôle. La *zone centrale* comportait **trois** champs d'au moins 6000 m<sup>2</sup> chacun, dans chacun desquels **trois** parcelles étaient délimitées. La *zone d'extension* comportait huit champs d'au moins 2000 m<sup>2</sup>, dans lesquels deux parcelles étaient isolées et suivies. La *zone de contrôle* comportait huit champs, dans lesquels deux carrés étaient délimités pour estimer la production. La superficie unitaire des parcelles pouvait varier de 600 à 1600 m<sup>2</sup>. Dans chaque parcelle, 2 à 5 carrés de rendement de 5 x 5 m étaient mis en place.

**Tableau 4-2.** Comparaison entre parcelles d'essais au champ

E1C1	avec engrais,	avec conseils agrométéorologiques ;
E1C0	avec engrais,	sans conseils agrométéorologiques ;
E0C1	sans engrais,	avec conseils agrométéorologiques ;
E0C0	sans engrais,	sans conseil (témoin).

**Au Mali**, le système des parcelles d'expérimentation n'est plus utilisé depuis 1992. Actuellement, on compare les rendements obtenus dans chaque zone par des *paysans observateurs*, au rendement moyen du secteur ou de la zone. Ces *paysans observateurs* animent un *groupe de vulgarisation*, qui compte en moyenne une dizaine de paysans coopérateurs. Il ne s'agit plus de faire une simple comparaison entre champs *expérimentaux* et *témoins*, mais bien plutôt d'assurer une assistance continue à l'ensemble des activités du groupe de paysans, avec le support *conjoint* de la radio et de vulgarisateurs qui appartiennent aux Offices et organismes régionaux de développement.



D'après les renseignements obtenus à Bamako et sur le terrain, on peut estimer à *plus de 20 000* les agriculteurs directement touchés **par le programme actuel**, et au moins **au double** les paysans, situés *hors circuit direct*, qui écoutent les informations données par radio, et qui appliquent (plus ou moins complètement) les conseils. Les conseils les plus suivis concernent surtout les *dates de semis et de démarrages ou binages*. On peut admettre que ce programme influence près de 200 000 familles, de façon directe ou indirecte.

Au Tchad, le système mis en place est analogue à celui du Mali. En 1997, il appuie 342 villageois, dont **144 femmes**, qui travaillent autour de 7 centres répartis sur un fort gradient climatique Nord-Sud (entre 500 et 800 mm/an de pluviosité), et implantés, pour des raisons d'économies budgétaires, de part et d'autre de N'Djaména.

Le but de la phase actuelle est d'installer au moins une centaine de pluviomètres *de terrain*, autour des stations météorologiques ou de centres de vulgarisation agricole pourvus d'émetteurs-récepteurs BLU, de faciliter la diffusion des conseils agrométéorologiques au plus grand nombre possible d'agriculteurs, d'assurer une formation de base au plus grand nombre possible d'agents du service national de vulgarisation agricole, et de faire remonter le plus possible d'informations (pluies et événements phénologiques) vers N'Djaména, en attendant de décentraliser le système sur chaque grande région agricole du pays à la phase suivante du programme. On verra au chapitre V quels financements complémentaires seraient nécessaires pour appliquer ce plan.

#### *c. Les variétés cultivées*

Elles correspondent aux variétés locales utilisées par les paysans, sauf au Sénégal et au Niger, où les projets-pilotes donnaient en 1992 les recommandations suivantes :

**au Sénégal** : Mil : variétés de mil Souna III et IBV 8001 ; Arachide cv. 55-437.

**au Niger** : Mil : Variétés améliorées de mil CIVT (90-100 j), ou HKP (80-90 j) ; Niébé : TN 5/78.

#### *d. La modélisation des cultures et les conseils donnés aux agriculteurs*

On remarquera qu'à la demande du CILSS et des bailleurs de fonds à l'origine du programme, le Centre et les composantes nationales d'AGRHYMET ont étroitement centré leurs efforts sur **deux espèces**, le **Sorgho** (*Sorghum*) et le **Mil** à chandelles (*Pennisetum*), qui correspondaient aux cultures les plus développées **il y a 25 ans** dans la zone *Soudano-sahélienne à Sud-sahélienne* (entre 500 à 900 mm de pluviosité moyenne).

Le **maïs**, qui occupe actuellement des **superficies comparables ou supérieures** à celles du **sorgho** en *zones centre et sud soudaniennes*, pas plus que le **fonio**, ou les **sorghos** repiqués en décrue au voisinage des cours d'eau, ne sont pris en compte dans les simulations ou dans les projets-pilotes. Le maïs est traité par le programme de simulation des rendements comme une dérivée du Sorgho, bien que la **physiologie du développement reproductif** du Genre *Zea* soit différente de celles des Genres *Sorghum* et *Pennisetum*.

Les **riz** (avec toutes les variantes de leurs différentes méthodes de culture) sont **totale-ment ignorés**, bien qu'il constitue souvent la **troisième céréale** cultivée en **pluvial**, au **sud du 11° parallèle** et en **irrigué** dans les *vallées des fleuves*, et que leur gestion par rapport aux événements climatiques et hydrologiques soit précaire dans la plupart des cas !.

Il en va de même d'espèces vivrières traditionnelles comme l'**igname**, la **patate douce** et surtout les **maniocs**, dont les cultures se développent et se vulgarisent plus chaque année dans l'ensemble de la zone soudanienne, au sud de 12° N.

La conduite des principales *cultures de rente*, comme le **cotonnier** et l'**arachide**, mais aussi de nos jours des cultures vivrières telles que le **soja**, le **niébé** et le **voandzou**, profiteraient également d'un appui et de conseils agrométéorologiques adaptés. On a vu plus haut que certains organismes, chargés de certaines de ces cultures, coopèrent peu avec les programmes de vulgarisation générale : il serait très important d'inciter les pouvoirs publics à les faire impliquer plus ; mais ils ne

pourront être motivés que si des informations réellement utiles leur sont fournies. Et il faudra plusieurs années pour que l'ensemble de ces conseils et de ces suivis devienne fonctionnel.

#### *e. Les opérations culturales*

Les techniques culturales conseillées dans les différents projets correspondent à celles que les services de recherche agronomique et de vulgarisation (ou de développement agricole) préconisent actuellement, tels que le **semis en humide** après une pluie suffisante survenant à une période où le risque de sécheresse devient faible ( $< 20\%$ ), l'utilisation de **semis en lignes**, le **démariage** à 2-3 plantes par poquet pour les sorghos et mils, les **sarclages** (en conseillant d'éviter de les effectuer avant une pluie probable), des apports de **fertilisation organique** (là où la chose est possible), et de fumure minérale (engrais *coton* ou urée) si l'année est propice, etc.

Certaines **pratiques agricoles** particulières (*zaï*, cultures en bandes, etc...) ne peuvent actuellement être prises en compte par les conseils, forcément très généraux, fournis par radio. Il sera utile de réexaminer cette question localement, à mesure que les programmes de décentralisation nationaux verront le jour.

### **44. Mise en oeuvre et fonctionnement de l'assistance météorologique**

#### *a. Les activités d'assistance agrométéorologique*

On a vu déjà qu'au Mali et au Tchad, elles sont actuellement mises en oeuvre par un GTPA (Groupe de travail pluridisciplinaire agrométéorologique), qui réunit les services des Directions de la Météorologie, de l'Hydrologie, de l'Agriculture, de la Recherche agronomique, de la Protection des végétaux, de l'Elevage et des Statistiques agricoles, la radio rurale, des Offices de développement rural et plusieurs ONG (au Mali). Dans les autres pays, le programme est plus ou moins en sommeil (Burkina, Mauritanie, Gambie, Niger).

Au Niger, la DMN n'a pas d'action directe de conseils. Mais certains projets de développement diffusent des conseils sur le terrain ; la spécificité actuelle des opérations actuelles dans ce pays est due à la concentration rapide à Niamey des hauteurs de précipitations journalières, et à la mise à la disposition de cette information à différents utilisateurs (dont le SAP). Les hauteurs de pluies sont également lues à la radio, et un bulletin météorologique est présenté chaque jour à la télévision pendant la saison des pluies (avec l'appui matériel de l'ACMAD). Enfin, la DMN du Niger utilise, on l'a vu plus haut, le logiciel SISP comme outil d'analyse de l'alerte précoce.

#### *b. Le fonctionnement actuel de l'assistance*

##### **1. Préparation des informations de base**

On étudiera ici surtout le cas du Mali.

Le calendrier prévisionnel des dates de semis par zone est établi à partir de la banque de données agroclimatologiques. Celle-ci a été établie dans chaque pays à l'aide des données de longue durée accumulées par les services climatologiques de chaque DMN. Elles portent sur les pluies, l'évapotranspiration potentielle, les coefficients de consommation d'eau pour chaque culture étudiée, à chaque stade de son développement, etc.

Des traitements statistiques ont permis d'en tirer les dates les plus favorables de semis pour des cultures dont les durées de cycle et les besoins en eau ont été définis à partir des données recueillies notamment par les services de recherche agronomique et vérifiés par les services de vulgarisation.

Ces mêmes études permettent aussi de fixer la longueur normale du cycle de culture acceptable dans chaque zone, et donc de conseiller utilement les agriculteurs (et les encadreurs) sur les cultures les mieux aptes à donner de bons résultats zonalement.

L'obtention de données précises sur les caractéristiques des sols (capacité en eau, profondeur d'enracinement des cultures, etc) est souvent plus délicate, compte tenu du manque d'indications précises à cet égard sur les cartes pédologiques *classiques*, et la rareté des cartes d'aptitudes des sols à différentes cultures.

## 2. Formation et suivi des agents d'encadrement rural sur le terrain.

Les formations des participants à des groupements villageois et des paysans-observateurs est assurée grâce à des sessions organisées sur place en langues nationales avant le début de la campagne : ces sessions, forcément assez brèves quand elles sont organisées par les agents du GTP, puisque ceux-ci doivent en assurer plusieurs dans un assez court laps de temps, sont à faire prendre en charge progressivement par les vulgarisateurs eux-mêmes, *en leur fournissant un matériel didactique adapté.*

## 3. Recueil et analyse des données

Les *données pluviométriques et d'état des cultures* sont collectées chaque décade : chaque paysan observateur note chaque jour la pluie éventuellement tombée et différentes observations (phénologiques, etc) et les transmet (en se déplaçant souvent en bicyclette ou en cyclomoteur) à l'agent de terrain qui les répercute au GTPA, par radio BLU, ou parfois par téléphone ou courrier interne.

Ces données, *analysées* par les membres du GTPA, en s'appuyant notamment sur le modèle de bilan hydrique standardisé, sont confrontées entre elles, et complétées par des informations fournies par les autres membres du GTP. A l'issue de la réunion décadaire, le GTP rédige les conseils destinés aux agents de terrain en matière d'opérations culturales, qui sont transmis par radio, BLU ou tous autres moyens).

La prise en compte de la *prévision météorologique à court terme* (fournie par le service de *prévision* de la météorologie) permet d'établir des bulletins radio quotidiens de conseils adaptés à chaque grande zone écologique, voire à des situations particulières pour lesquelles des informations spécifiques sont obtenues ; ce type d'activité a été analysé au **chapitre II** dans le cas du Mali.

## 4. Transmission des données

Ces conseils sont répercutés soit par l'intermédiaire des vulgarisateurs, *via* les radios BLU dont sont équipés les Offices de développement régionaux, soit directement aux agriculteurs, *via* les radios rurales, et certaines radios privées qui les relaient éventuellement.

Le bilan de campagne, effectué localement en fin de saison par les groupements d'agriculteurs est répercuté au niveau national. Il permet d'établir le rapport de campagne. Les informations ainsi recueillies sont beaucoup plus détaillées que celles qui apparaissent *in-fine* dans le rapport de campagne. Cette source d'information serait à mieux exploiter.

## c. Dans les autres pays

Les projets-pilotes ont été conduits, pour des raisons opérationnelles liées aux financements obtenus, par des groupes pluridisciplinaires restreints, et sont parfois même restés confiés essentiellement au personnel d'agrométéorologie, qui prenait presque tout en charge, de la collecte des données à la diffusion des conseils et directives, ce qui n'a pas contribué à motiver les autres services du GTP ...

d. Les programmes de décentralisation et de vulgarisation

Ils ne peuvent être efficaces que si un appui permanent est fourni par les structures de vulgarisation agricole. Ces structures permanentes sont à renforcer pendant les **phases de formation des agents de terrain** par des missions d'agrométéorologistes.

45. Pertinence des analyses de performance de l'utilisation par les agriculteurs des informations recueillies par les projets-pilotes

Tableau 4-3. Gains de rendement dus à l'utilisation des conseils

Pays/ années	Burkina Faso		Mali		Niger		Sénégal		Tchad
Cultures	M	S	M	S	M	S	M	A	M
1986	ND	ND	-	25	33	-	16	5	-
1987	ND	ND	51 72	31 92	42	-	24	12	-
1988	ND	ND	25 37	40 46	39	40	ND	ND	-
1989	ND	ND	ND	ND	ND	ND	28 40	17 12	-
1990	34 10	28 29	ND	ND	81 86	-	-	-	-
1991	ND	ND	24	18 26	ND	ND	17	26	25 68
1992	ND	ND	65 92	25 37	ND	ND	ND	ND	ND
1993	ND	ND	35 56	41 55	ND	ND	ND	ND	ND
1994	ND	ND	25 38	25 60	ND	ND	ND	ND	ND

**Légende :** Cultures : M = Mil ; S = Sorgho ; A = Arachide ; ND = Non disponible ; - absent. Dans les cases à deux chiffres, le premier correspond, en pourcentage, à l'accroissement de rendement sans engrais, et le second avec engrais.

a. Les résultats obtenus.

Le tableau ci-dessus donne, pays par pays, les valeurs moyennes des augmentations de rendement des principales cultures encadrées, par rapport au rendement de cultures-témoins non encadrées. Seuls sont portés ici les années et les pays où des observations pertinentes ont pu être collationnées. Ces résultats sont donnés *sous toutes réserves*, car il est très difficile d'appréhender la part jouée par l'agrométéorologie dans les effets des *paquets technologiques* actuellement mis en oeuvre un peu partout.

**Certains gains** de rendement indiqués paraissent tout à fait irréalistes, d'autant qu'il s'agit dans le présent tableau de la **moyenne de toutes** les parcelles suivies. Même si l'utilisation d'une date de semis optimale peut effectivement jouer un rôle conséquent dans le rendement final, d'autres critères agronomiques, utilisés de façon concomitante, ont également joué un rôle notable, mais sont mal pris en compte dans ces comparaisons : c'est ainsi que l'utilisation des engrais s'est le plus souvent traduite par une augmentation notable des rendements. La méthode utilisée a consisté partout à considérer chaque parcelle de façon indépendante, sans tenir compte (ou au moins sans indiquer dans les rapports) sa situation dans le cycle de culture du paysan. Elle laisse plus de questions sans réponses qu'elle ne donne de réponse aux questions !

b. La pertinence des méthodes statistiques utilisées.

Dans les cas du Mali et même du Tchad, il est très difficile de voir comment rendre plus crédible le calcul des rendements potentiels à l'échelle d'une région, à partir d'un très **petit nombre de petites parcelles** soigneusement suivies et encadrées : il est facile de constater sur le terrain qu'un peu partout, les cultures de sorgho et de mil sont assez irrégulières, et que des poquets qui com-



portent 4 à 6 pieds compensent très mal des zones où aucune plante ne pousse, pour des raisons diverses. Les rendements obtenus sur des plots *de rendement* bien réguliers sont par eux-mêmes supérieurs au *tout venant* dans le champ du même agriculteur ! Des propositions pratiques concernant une exploitation plus complète des données disponibles sont faites au **chapitre VI**.

NB. L'effet positif d'une *micro-parcelle* bien cultivée était généralement supérieur à 10 p. cent dans des champs à *haut rendement* étudiés dans la Région Parisienne dans les années 70 (Baldy, 1986). Il est peu probable qu'il soit inférieur en Afrique sahélienne...

### c. Les critères d'analyse des performances

Les résultats chiffrés fournis par les différents *projets-pilotes* sont généralement exprimés en pourcentages d'augmentation des rendements comparés de parcelles *encadrées* et *témoin*. Mais il n'est pas évident que l'agriculteur n'ait pas été influencé, pour conduire les travaux sur sa parcelle *témoin*, par les conseils donnés pour sa parcelle *encadrée*, surtout quand quelques années de comparaisons lui ont bien démontré l'intérêt de ces pratiques !

Le seul critère retenu est le rendement en grain final ; il traduit très imparfaitement l'évolution temporelle des effets du bioclimat sur la culture. On peut s'interroger par exemple sur les points suivants :

- \* Quel rapport existe entre *tallage* de chaque pied et *nombre* de pieds par poquet ?
- \* Y a-t-il eu compensation de poquets manquant par un plus fort développement des poquets avoisinants ?
- \* Combien d'épis sont récoltés par plot de récolte, sur combien de poquets et de pieds ?
- \* Y a-t-il eu un avortement généralisé des épis tardifs, ou au contraire remplacement d'épis précoces avortés par des épis tardifs ?
- \* Quel est le poids spécifique des grains ?
- \* Y a-t-il eu des attaques d'insectes ou d'oiseaux granivores ?
- \* Quels effets l'engrais apporté a-t-il eu sur la céréale étudiée avec et sans conseils agrométéorologiques, pendant la phase de croissance, pendant le développement reproductif ?
- \* Comment les conseils agrométéorologiques ont-ils permis d'améliorer l'utilisation des pluies par la culture ? ...

Il est difficile aussi de faire la part des *gains* dus aux conseils agrométéorologiques et de ceux dus à l'amélioration du *paquet technologique*, plus ou moins explicitement lié à ces conseils. Il apparaît nettement que les agriculteurs *volontaires* ont souvent été choisis en fait sur des critères d'excellence : alphabétisation en langue nationale, ou même ouverture à l'expérimentation de techniques nouvelles. Des **incitations financières** ont **trop souvent** été liées à ces programmes. Elles constituent un **handicap supplémentaire** pour toute comparaison statistique des résultats avec ceux des régions *non encadrées* voisines.

D'autres questions restent pratiquement sans réponse claire dans les rapports annuels : comment a évolué le *comportement* des agriculteurs conseillés au cours des années ?

- \* Quelles différences, dues à leurs *leaders*, existent entre les *groupements d'agriculteurs* ?
- \* Prennent-ils progressivement en charge le coût d'un apport d'engrais, après avoir constaté plusieurs années de suite l'intérêt de celui-ci ? Et inversement :
- \* Le prix de l'engrais apporté est-il vraiment compensé par l'amélioration du rendement ?

Un excellent exemple a été cité dans le séminaire de Niamey en mars 1993 sur l'arachide au Sénégal : cette culture est encadrée depuis longtemps et il est donc normal que les écarts de rendement soient souvent négligeables. Et le gain considérable observé parfois par rapport au *reste du champ* s'explique surtout par le soin apporté à la petite parcelle *suivie*. Cet effet, bien connu en expérimentation agronomique, est tout à fait général.



#### *d. Les informations réellement exploitables et leur intérêt*

Plutôt que de trop vouloir prouver l'intérêt majeur des pratiques agrométéorologiques recommandées, mieux vaut **s'intéresser à l'impact obtenu sur les paysans voisins** après quelques années de mise en place des champs de démonstration. Ils paraissent tout à fait significatifs, au moins au Mali, au Tchad et au Sénégal. Il se traduit par le fait que des agriculteurs **non concernés directement** par le programme, deviennent demandeurs de conseils, de pluviomètres, provoquent la création sui-generis de groupements d'agriculteurs qui demandent aux vulgarisateurs de s'intéresser à eux à leur tour.

Il se traduit aussi, comme plusieurs responsables d'offices ou de programmes de développement l'ont bien souligné, par le fait que l'ensemble des paysans d'une zone prennent conscience de la manière d'organiser leur temps, en particulier choix de la succession de leurs semis des différentes espèces et variétés. Ils sont moins inquiets, et organisent ainsi plus sereinement leurs opérations culturales. Les femmes insistent beaucoup sur le fait qu'elles sont moins surmenées grâce à ces informations, et qu'elles peuvent ainsi poursuivre des tâches qu'elles devraient abandonner autrement.

#### *e. Des propositions pour l'avenir*

L'auto-développement rural a été bien analysé et quantifié par des organismes (ONG) tels que le GRAAP, le CESAIO et l'INADES, en Afrique de l'Ouest. Ils ont mis au point des techniques d'approche qui permettent d'accélérer considérablement les processus d'accession des groupes d'agriculteurs au progrès agricole, tout en se préoccupant particulièrement d'encourager une agriculture durable.

Il paraît nécessaire de rechercher, en développant des collaborations avec de telles ONG, comment faire passer plus vite et plus efficacement les conseils agrométéorologiques, dont les programmes-pilotes ont incontestablement montré l'intérêt dans tous les pays où ils ont eu une durée et une diffusion suffisantes. On a souligné déjà tout l'intérêt que portent depuis de nombreuses années les recherches agronomiques nationales à ce type d'étude.

Il n'est pas possible de continuer à mettre en place des programmes isolés, sans coordination approfondie avec les organismes les mieux à même d'apporter des conseils techniques adéquats pour aboutir rapidement à des résultats réellement généralisables.

### **46. Effets induits de l'assistance agrométéorologique sur les pratiques agricoles et les comportements villageois**

#### *a. Quelques constatations sur le terrain*

Un peu partout, même loin des grandes routes, le progrès agricole s'est largement généralisé depuis une vingtaine d'années : semis en lignes ; utilisation de la traction animale ; travail du sol avant et après les semis ; récolte et stockage des résidus de cultures hors des champs ; production de fumiers ou de composts ; réduction des incendies de chaumes. Par contre, les **succès de la même culture sur un même sol** et le raccourcissement de la durée des jachères sont de plus en plus fréquents, du fait de l'augmentation de la densité de population dans les zones de « bonnes terres ». Il est donc **essentiel de bien connaître les précédents culturaux de chaque parcelle étudiée**. Cette information est généralement difficile à obtenir *a-posteriori*, alors qu'elle peut, à elle seule, expliquer le succès ou l'échec apparent d'une comparaison de rendements.

En posant les questions sur le terrain, on apprend que, souvent, le sorgho ou le mil de la parcelle de démonstration constitue la quatrième ou cinquième année de culture après jachère. Il est généralement aisé de s'en rendre compte, du fait du grand nombre de plantes (ou poquets) manquant.

tes, et de l'état du sol. Un apport d'engrais sur un tel sol pourra bien sûr avoir un effet plus important que le même apport sur une défriche de jachère. Mais quelle conclusion peut-on en tirer en ce qui concerne l'intérêt de l'application de pratiques agrométéorologiques ?

Une des retombées les plus claires de tout l'ensemble des essais réalisés paraît être le meilleur choix des durées des cycles des variétés cultivées. Cependant, les réponses obtenues sur le terrain concernant la disponibilité en variétés à cycle court en année à pluies tardives étaient peu convaincantes : d'où proviennent ces semences si, l'année précédente, toute la zone a semé des variétés à cycle long ? Il n'est pas question de nier la réalité des cultures, mais de *mieux analyser* comment les groupements d'agriculteurs organisent leurs prises de décision concernant le choix des parcelles semées avec ces variétés, qui permettront d'obtenir le cas échéant des semences adaptées l'année suivante... Sinon, à quoi sert de conseiller des semis tardifs ?

Des informations rapides concernant les *risques d'inondations* dans des zones voisines de cours d'eau comme le Niger seraient certainement à améliorer. Encore faudrait-il que les groupements paysans aient les moyens de lutter contre un envahissement des eaux dans certaines zones basses. Il serait en tous cas nécessaire d'effectuer des relevés topographiques précis là où ces phénomènes se produisent avec fréquence.

#### *b. L'importance des informations radio-diffusées*

Tant au Mali qu'au Tchad, le rôle et l'importance donnée par les agriculteurs aux **conseils transmis par radio** ressortent de façon remarquable. Les demandes portent sur l'aménagement des horaires, sur l'allongement et la diversification des informations données, sur l'intérêt d'informations quotidiennes, etc.

La demande d'une **diversification des conseils vers d'autres cultures** apparaît clairement lors des réunions avec des groupements d'agriculteurs ; elle provient en particulier des **groupements féminins**, qui souhaitent aussi voir se développer des conseils destinés à des activités variées, pendant toute l'année, et pas seulement en saison des pluies.

### **47. Utilisation des données d'assistance agrométéorologique pour améliorer l'alerte précoce des risques courus par les cultures**

Là où des programmes actifs existent, il serait possible d'améliorer les systèmes d'alerte précoce en utilisant les informations de type agrométéorologiques fournies par les services de vulgarisation, dans la mesure où celles-ci sont transmises rapidement et sûrement : dans la situation actuelle, la solution la meilleure paraît résider dans une **utilisation beaucoup plus intensive** des émetteurs-récepteurs BLU. Dans les zones où d'autres productions importantes existent, il faudrait examiner comment transmettre plus complètement toutes les informations disponibles concernant la situation de l'ensemble des cultures de chaque zone, sans se limiter aux maïs, sorghos et mils.

### **48. Conclusion : acquis majeurs de ces projets-pilotes**

#### *a. Des résultats encore fragmentaires*

Seuls les résultats des rendements en grains du Mali, du Tchad, et dans une moindre mesure, du Burkina et du Sénégal peuvent prétendre être soumis à une analyse statistique, en appliquant éventuellement un critère interannuel de signification, tel que l'Indice de stress hydrique du modèle de bilan hydrique théorique, et en regroupant toutes les données d'un même site, voire en exploitant l'ensemble des données d'un seul pays. Il faudrait retourner aux carnets ou feuillets originaux de notations des observations ; il n'a pas été possible d'en demander communication dans le temps très bref des différentes visites.

Il serait extrêmement utile de connaître les rendements en *biomasse aérienne totale*, car il ne faut pas oublier que dans toute la sous-région les *pailles* de céréales jouent un rôle presque aussi important que les récoltes de *grains* dans le bilan économique villageois.

Rappelons seulement que l'insuccès massif des variétés naines de sorgho, de mil et de maïs mises au point par certains Instituts internationaux dans le passé, était plus dû à leur biomasse de paille (très insuffisante aux yeux des paysans) qu'à leurs qualités organoleptiques (discutables) !

#### *b. Des acquis majeurs tangibles*

Les acquis ont été mis en évidence dans les rapports rédigés sur l'état des projets (OMM-CTA, 1992 ; CILSS-ITALIE-OMM, 1993) et dans la synthèse de Samba et Lona (1997) :

- Prise de conscience au niveau des paysans encadrés de l'intérêt de la prise en compte de l'information agrométéorologique ; début de prise en compte de ces informations dans certains cas par les services de recherche-développement et de vulgarisation.
- Amélioration des rendements de cultures pluviales telles que le mil, le sorgho et le maïs du fait de l'application des conseils (en particulier de semis et de desherbage).
- Prise de conscience par les participants aux GTP (et même par d'autres acteurs du développement) de retombées économiques potentielles dues aux conseils agrométéorologiques (une fois ceux-ci généralisés), pour les pays concernés.
- Intérêt marqué par les membres de chaque GTP pour cette approche pluridisciplinaire.
- Intérêt pour les responsables des radios de la diffusion de ces informations (vérifiée en retour par les questions adressées directement par des agriculteurs à la radio).

#### *c. Des espoirs pour l'avenir*

Les programmes évoluent actuellement au Sénégal, au Mali et au Tchad, vers une extension et une généralisation progressive de l'information à l'ensemble des paysans, via des formations de techniciens de l'agriculture et via la généralisation des informations et conseils agrométéorologiques diffusés par radio (et même par télévision). Le programme est actuellement arrêté au Burkina, faute de financement. On a vu qu'il a été réorienté au Niger vers un système d'alerte rapide, qui ne répond que partiellement aux buts poursuivis à l'origine du programme.

La reprise de *programmes nationaux de vulgarisation agrométéorologique* est nécessaire dans les pays où ils sont actuellement suspendus, et il serait souhaitable que des projets analogues voient le jour dans les autres pays du CILSS. Il faut toutefois d'abord **assurer les formations adéquates des agents de terrain**, et **recréer** ou réveiller des **structures d'appui** (GTPA) efficaces dans ces pays, y compris la diffusion quasi quotidienne des informations et conseils agrométéorologiques par radio. Ceci passe par une meilleure coordination entre les services et un réel désir de co-participer à cette oeuvre au niveau national, mais aussi par un meilleur retour des informations du terrain vers le centre de décision, grâce à des réseaux d'émetteurs-récepteurs BLU mieux coordonnés entre les différents services.

Il est intéressant de noter que les participants burkinabè au GTP (actuellement en sommeil) proposent que cette structure soit réorganisée et structurée sous forme d'un protocole d'accord entre les services intéressés présenté et discuté en Conseil des Ministres. Cette idée recoupe le fonctionnement actuel des transmissions de données (pluviométriques et autres) du réseau du Niger avec un accord entre la Météorologie et la Gendarmerie. Par ailleurs, le développement de stations automatiques dans le réseau national permet de réduire les sujétions du personnel (observations de nuit automatisées).

La mission, telle qu'elle était programmée, ne pouvait faire un point complet *dans chaque pays* du fonctionnement des **réseaux BLU appartenant à d'autres services** que la Météorologie. Des informations partielles (sociétés cotonnières, services de l'élevage et Protection des végétaux au

Tchad, au Mali et au Burkina) ont pu être obtenues. Une **enquête systématique** serait à réaliser par les Directions de la météorologie auprès de l'ensemble des services concernés, pour proposer la mise sur pied d'un plan national de transmission rapide des informations. Les SAP établis dans les différents pays pourraient peut-être fournir ce type d'information ?





## CHAPITRE V

### PROPOSITIONS D'APPUI AUX PROGRAMMES NATIONAUX

La situation actuelle des fonctions publiques dans l'ensemble des pays du CILSS amène à recommander :

- la poursuite de formations d'agrométéorologistes destinées à assurer le maintien des cadres des Services météorologiques nationaux;
- la mise sur pied de formations spécialisées dans les organismes agricoles nationaux et dans les services de l'élevage, de techniciens supérieurs et d'ingénieurs, capables d'utiliser les applications agrométéorologiques

#### 51. Appui aux formations destinées aux agents de terrain

Comment les envisager dans l'avenir ? Il faut promouvoir la poursuite des formations **existantes**, et la mise au point de formations **nouvelles à plusieurs niveaux**. Nous verrons combien ces dernières sont nécessaires pour assurer un bon fonctionnement des *programmes nationaux* de développement et de vulgarisation de l'agriculture et d'élevage.

##### a. Les formations à Niamey

##### 1. Formations des cadres en agrométéorologie

Elles sont à réaliser aux trois niveaux supérieurs définis par l'OMM <sup>1</sup> : ingénieur d'Etat, ingénieur des travaux de l'Etat et techniciens supérieurs. Des formations en hydrologie sont également nécessaires, mais sortent du cadre de notre mission. Elles sont destinées :

- à assurer le remplacement des cadres existants qui approchent de l'âge de la retraite, ou qui ont déjà disparu des listes (par décès, démissions ou autres causes) ;
- à compléter des équipes de travail, aux effectifs actuellement notoirement insuffisants ;
- à fournir les éléments nécessaires au redéploiement dans les régions les différentes tâches administratives et de terrain actuellement concentrées trop exclusivement dans la Capitale. Cette nécessité découle de la politique de *décentralisation* prévue par les Etats.

##### 2. Formations de cadres opérationnels pour différentes structures nationales

Ces formations sont potentiellement utiles à l'ensemble des services nationaux. Une partie des activités réalisées dans les services de l'Agriculture, de l'Environnement, des Forêts, de la Recherche agronomique, des offices ou autres organismes de développement et de vulgarisation agricole, est directement concernée par l'*agrométéorologie*. Ces formations doivent donc être envisagées à la carte : une partie des enseignements doit être modulée et *spécialisée* en fonction des objectifs poursuivis par chaque structure. Cependant, ils peuvent aisément être organisés pour l'ensemble des pays concernés, car les problèmes et les méthodes pour les résoudre sont évidemment semblables.

<sup>1</sup> Classification de l'OMM des Classes I, II, III.

### 3. Formation continue des cadres

Cette activité est *essentielle* : tout agent doit pouvoir bénéficier au cours de sa carrière de formations complémentaires. Compte tenu de l'évolution actuelle des connaissances, un recyclage devrait pouvoir être obtenu au moins une fois tous les cinq ans, sous peine que les cadres soient vite dépassés par les méthodes, les systèmes informatiques, ou simplement les connaissances scientifiques.

### 4. Mise à jour des connaissances

Elle est à réaliser, pour les agents qui ont déjà acquis les niveaux de base requis, en organisant au Centre AGRHYMET des *stages-missions* de courte ou moyenne durées (1 à 6 mois). Ces stages permettraient à la fois : de fournir les moyens humains pour la *mise au point de nouveaux produits*, et d'assurer une *formation continue* complémentaire des intéressés. Ces derniers prendraient ainsi du recul par rapport à des activités souvent *routinières* et pourraient être mieux informés de l'utilisation de méthodes nouvelles.

Ceci permettrait de **développer de nouvelles applications** utiles à l'ensemble de la sous-région, tels par exemple que des **modèles de prévision** pour le maïs et le cotonnier, mais aussi pour les riz dans différentes conditions de culture et d'irrigation, à partir du régime naturel des crues des cours d'eau, mais aussi en irrigation contrôlée.

On citera aussi des modèles de prévision concernant les besoins en eau et les risques culturels pour chacune des cultures (maraichères et fruitières) conduites sur d'assez grandes surfaces pendant la saison sèche dans la sous-région.

**Une solution profitable serait que 2 ou 3 agents de différentes DNA passent à Niamey 1 à 6 mois tous les 3 à 5 ans pour développer des programmes qui correspondent aux priorités de leur pays.**

**Des agents originaires d'autres ministères pourraient y participer.**

Ainsi, le *travail conjoint* de deux *agrométéorologistes* (sénégalais et tchadien, par exemple), permettrait de prendre *beaucoup mieux en compte* l'ensemble des problèmes rencontrés dans l'ensemble de la sous-région, quel que soit le sujet traité. De très nombreux thèmes pourraient ainsi être étudiés avec profit : cette démarche est d'ailleurs déjà largement appliquée avec succès, tant au Centre AGRHYMET qu'à l'ACMAD.

### 5. En conclusion

Si la poursuite de la formation de base des cadres est indispensable au maintien du bon fonctionnement des programmes nationaux, il faut que les programmes de formation soient conçus de façon à répondre à l'ensemble des besoins de l'agrométéorologie de terrain, telle qu'elle est pratiquée actuellement au Mali, mise en oeuvre au Tchad, et souhaitée par les responsables rencontrés des autres pays.

Les cadres agrométéorologistes diplômés, dès leur sortie du Centre AGRHYMET, doivent être en mesure de faire face à l'ensemble des problèmes rencontrés sur le terrain et de maîtriser et d'accomplir l'ensemble des tâches de suivi et de conseil, sans avoir à suivre une formation complémentaire.

Ces formations complémentaires deviennent *indispensables* au fur et à mesure que les programmes se développent et s'enrichissent, pour éviter que les cadres de terrain ne se sentent pas *impuissants* vis à vis des nouveaux besoins qui apparaissent.

#### *b. Dans chaque pays*

La politique de décentralisation actuellement développée par les pays pourra devenir réellement efficace que si, **et seulement si**, *l'ensemble des techniciens polyvalents présents sur le terrain*

(qu'ils dépendent ou non des ministères de l'Agriculture) sont formés à l'utilisation des *conseils agrométéorologiques radiodiffusés*. La formation des instituteurs, serait un avantage certain ! Elle est souvent demandée par ceux-ci.

La diffusion de documents écrits à l'intention des instituteurs, des vulgarisateurs et des agents des différents services qui sont au contact étroit des agriculteurs est à encourager et à développer (à condition de trouver des fonds à cet effet...). La rédaction d'un manuel réellement mis à la portée des agents (et des agriculteurs lettrés) est tout à fait nécessaire. Elle sera étudiée au **chapitre VII**.

La **radiodiffusion** des informations (agrométéorologiques, mais aussi d'agronomie générale) en *langues nationales* permettra **seule** de développer aux moindres frais une véritable *politique nationale de vulgarisation* des progrès techniques.

Les **revues** sont rares et trop coûteuses, et ne peuvent être qu'un complément *utile* à l'information parlée. Les instituteurs, pourraient répercuter ces informations sous forme de cours (ou dictées !) à leurs élèves.

Le complément idéal de la radio rurale est constitué d'émetteurs-récepteurs BLU installés dans les services de vulgarisation décentralisés, qui permettent de faire transiter **rapidement** des informations **plus complètes** entre le terrain et les centres de décision.

Plusieurs *types de formations* sont à envisager. Soulignons que toute formation doit être *diplômante*, pour faciliter recrutements et avancements d'échelons dans les différents services nationaux.

#### 1. Les agents de Classe IV

Les agents de Classe IV sont indispensables au bon fonctionnement des **stations des réseaux synoptique et agrométéorologique de chaque pays**. Celles-ci sont trop souvent extrêmement *sous-peuplées* actuellement. Il faut souligner que les **stations agrométéorologiques** des services extérieurs à la Météorologie nationale emploient généralement des agents peu ou pas formés (autrement que par une pratique *sur le tas*).

La solution la moins coûteuse, déjà mise en application dans plusieurs pays, est de les former **en un an dans chaque Direction nationale de la Météorologie**. Un **stage probatoire de plusieurs mois** doit être effectué dans des stations (météorologiques ou agrométéorologiques) principales *bien équipées et possédant l'encadrement adéquat*, avant d'intégrer ces agents dans les différents services de la *fonction publique* : **il faudrait que la Recherche agronomique et les offices agricoles** (quel que soit le nom local de ces structures) **en recrutent après cette formation pour leurs propres réseaux de stations**.

Des **programmes de formation** ont été mis sur pied par plusieurs services. Ils suivent généralement les manuels fournis par l'OMM en la matière, éventuellement adaptés aux situations locales. Ils comportent une connaissance des grands principes de la météorologie et de la climatologie, souvent un contrôle des connaissances en français, une formation théorique et pratique à l'entretien de l'ensemble des appareils existants sur le terrain dans le pays, une forte formation aux observations dans toutes les situations (sous la pluie de mousson, ou sous une chaleur sèche importante, notamment) et les précautions à prendre en matière d'observations et de notations dans tous les cas, la mise en ordre des carnets d'observations et des différents bulletins et rapports définis par les *notam* des services météorologiques nationaux. Le manuel destiné aux techniciens, proposé dans ce travail, pourrait servir de base aux *formateurs* nationaux.

Dans le cas d'agents destinés à des stations agrométéorologiques, la formation doit comporter des cours d'*agronomie* : conservation de l'eau dans le sol, enracinement des plantes, travail et fertilisation du sol, de *phénologie* et d'observation des principales *maladies* des cultures pluviales. Ils doivent apprendre *comment s'informer* en ce qui concerne les traitements phytosanitaires, en s'adressant aux services nationaux spécialisés. Ceci est **essentiel** pour les agents des *stations agrométéorologiques*. Les observations actuellement faites et transmises sont plus comparables à celles de stations *climatiques* simples. Elles ne comportent en général aucune donnée *phénologique* ou *d'état des cultures*.



Le **stage probatoire avant le recrutement est essentiel**. Le dernier ne peut avoir lieu qu'après sa réussite, certifiée par le rapport du chef de centre et par un **examen final**.

On citera le cas du Tchad, qui réalise ces formations avec succès (mais avec des problèmes de classement dans la Fonction publique pour la seconde promotion). Les meilleurs éléments de **Classe IV** (recrutés avec le *baccalauréat*) pourront aisément passer l'examen d'entrée en **Classe III** après quelques années de pratique. Il faudrait prévoir la possibilité qu'ils suivent alors une *formation adaptée* à Niamey, comme cela se pratique actuellement pour les passages de **Classe III à Classe II**.

## 2. Formation à l'agrométéorologie des agents de terrain des différents services

Les contacts de terrain et les rencontres avec les responsables nationaux des différents services ou directions représentés dans les différents GTPA montrent clairement que le **taux de renouvellement des agents de terrain** est rapide. Il faut donc prévoir :

- que des **agents déjà formés à l'agrométéorologie** soient rapidement nommés dans des zones où ces pratiques ne sont pas développées, (mais où des informations et des conseils transmis par radio peuvent parfaitement être reçus) ;
- que des **agents nouveaux, et donc non formés ni informés**, seront rapidement nommés dans des zones *encadrées*.

Ces formations ou recyclages diplômants sont indispensables, pour **inciter des agents déjà formés** à exploiter les informations et conseils agrométéorologiques **là où ils seront nommés**, en organisant éventuellement des visites de terrain d'un agent de la Division d'agrométéorologie (si le budget le permet), ce qui permettra une large diffusion de l'utilisation des conseils et informations donnés par radio, dans des zones *non encadrées*, et **former systématiquement** les agents nommés dans les zones *encadrées*. Ces derniers pourraient servir de précurseurs à une **vulgarisation généralisée** des pratiques agrométéorologiques (comme à l'ensemble des autres pratiques ou innovations).

Cette double démarche permettrait d'accélérer notablement les effets de la décentralisation sur la diffusion des informations et conseils agrométéorologiques, si et seulement si les **responsables de chaque service participant au GTP national** peuvent informer précisément des **mutations et nominations** de ces agents déjà formés dans les différentes zones où des **GTP régionaux** pourront éventuellement voir le jour.

## 3. Deux types de formations de courte durée sont nécessaires

Des **stages d'une à quatre semaines**, destinées aux agents de la vulgarisation agricole, de l'agriculture, de la protection des végétaux, de l'élevage, de l'environnement ou des forêts (aux niveaux Techniciens ou Techniciens supérieurs, essentiellement). Ils sont appelés à effectuer des relevés, à utiliser les données agrométéorologiques, et à transmettre informations et conseils et à les expliquer aux agriculteurs (et agricultrices) dans la (les) langue(s) nationale(s) de la zone où ils travaillent. Un **conseiller linguistique** serait à associer à ces formations, pour rendre la transmission des informations techniques en langues nationales plus performante.

Des **recyclages et perfectionnements**, d'une semaine au plus, destinées à *réaligner* les connaissances d'agents de tous niveaux, y compris ingénieur, formés depuis plusieurs années, et à fournir des *éléments complémentaires*, comme par exemple l'utilisation des conseils destinés à de nouvelles cultures, ou l'application de nouvelles techniques.

- **N.B.** Les *agents de terrain formés aux observations nécessaires au développement de statistiques agricoles* fiables pourraient être utilisés de façon efficace. Ils connaissent bien déjà les observations, les techniques de prélèvements d'échantillons et les notations nécessaires à l'établissement de statistiques agricoles plus fiables, et parfois l'utilisation des informations provenant des systèmes d'alerte précoce (**Projet DIAPER, ou son successeur**), basées sur la vérification sur le terrain des analyses satellitaires. Il serait rapide et peu coûteux d'élargir leur formation (sous forme de recyclage) à la vulgarisation agrométéorologique, là où cette conjonction



n'a pas déjà été réalisée. Ceci permettrait certainement d'améliorer la différenciation des parcelles conseillées et témoin en matière d'agrométéorologie.

#### 4. Autres types de formations à envisager

Il s'agit de *formations spécialisées*. On citera des initiations à l'expression à la radio et à la télévision pour des agents de la Météorologie (agrométéorologie ou prévision) et de l'Agriculture, amenés à faire passer des messages lors d'émissions régulières, en appui aux professionnels de la radio-télévision. Des demandes précises ont été formulées à ce sujet, tant par les *services techniques* de l'agriculture et de la météorologie, que par les *responsables des radios rurales* rencontrés au cours de cette mission. Un **financement adéquat** est important à programmer en la matière.

De nombreuses autres formations *ad-hoc* seraient à développer. Elles renforceraient les *capacités des services météorologiques* (dépannage d'ordinateurs ou de matériel météorologique sophistiqué, par exemple), mais on citera aussi de façon non exhaustive, des formations concernant les besoins spécifiques de nombreuses catégories de la population rurale (femmes, commerçants, tisseurs, potiers, etc...)

## 52. Appui aux programmes de vulgarisation des services nationaux

Trois types d'appuis sont à envisager.

Le premier concerne des **activités à développer au Centre régional à Niamey (CRA), à l'intention des CNA.**

Le second porte sur des **actions de démonstration de vulgarisation régionalisée à grande échelle**, sur des zones agricoles étendues, à réaliser par les CNA dans le cadre des GTP (nationaux ou régionaux), dans des pays où la vulgarisation a pas ou peu été entreprise. Ces actions leur permettraient de tester **en vraie grandeur** les résultats obtenus par les projets-pilotes, sur le modèle établi par le Mali.

Enfin, des **appuis ponctuels** aux agents **déjà formés et motivés**, quand ils sont mutés dans des zones où la vulgarisation de ces techniques n'a pas encore débuté. Ce dernier point est valable surtout dans l'immédiat pour le Mali et le Tchad.

#### a. Activités à développer au Centre Régional à Niamey

Il s'agit d'études concernant :

- les effets sur les cultures de la répartition des pluies et de l'humidité dans le sol,
- la fréquence et la répartition des nuages à sommets froids sur l'ensemble de la sous-région pendant les saisons des pluies, et
- les utilisations à des fins agro-pastorales des données satellitaires d'*Indice de vert* et de ses dérivées telles que l'analyse de la biomasse en zones surtout pastorales et des potentialités de rendement des cultures dans les zones les plus densément agricoles.

Il paraît urgent d'envisager les développements suivants :

#### 1. Des modèles de rendements plus différenciés et plus régionalisés

Ils doivent tenir **réellement compte** des *progrès agronomiques* réalisés depuis une vingtaine d'années, **pour toutes les principales cultures**. La voie la plus simple serait de mettre en place des **sous-modèles** qui prennent en compte la *technicité croissante des agriculteurs*, les effets dus à l'application de certaines techniques culturales (type *Zaï*, par exemple) et l'utilisation d'intrants (fertilisants, produits de traitements, techniques culturales, etc).

Les **particularités de chaque région** de la sous-zone sont à mieux intégrer dans les modélisations, notamment la présence ou l'absence d'un littoral maritime proche, ou de massifs montagneux importants. Ils créent des facteurs de risques climatiques différents (*Sagna, 1995 ; Ndong, 1995 ; Guillot, Dagome, Lahuec, 1995*, par exemple).

## 2. Des systèmes d'information rapide diversifiés

Il convient de développer des *systèmes d'information rapide* plus ciblés concernant les risques phytosanitaires dus à des **anomalies thermohygrométriques et pluviométriques** zonales constatées en début et surtout en fin de saison des pluies. Celles-ci peuvent avoir une forte influence sur les récoltes et sur leur conservation (cf p. ex. travaux du Pr Mathys).

**Il est utile de préciser que les programmes de vulgarisation doivent s'appliquer à des zones où des programmes d'encadrement rural fonctionnent de longue date, et où les conditions pluviométriques ne sont pas trop marginales.**

**Il serait en effet illusoire de croire qu'on peut transformer tout un système agraire à partir d'une seule technique, si valable soit-elle.**

**C'est la principale critique à faire aux programmes mis en place dans le passé, en dehors de ceux du Mali et du Tchad.**

L'utilisation de **stages-missions** de 3 à 6 mois paraît pouvoir répondre aux moindres frais à cette préoccupation. Des appuis extérieurs (ICRISAT, IRRI, IITA, Pays Bas, Italie, Suisse, ORSTOM, CIRAD, INRA, etc.) peuvent être nécessaires, ainsi que l'appui éventuel du PNUD, de la FAO ou de l'OMM, voire de la Banque Mondiale, en ce domaine.

Ces stages peuvent être faits soit par le personnel du Centre régional, soit par des agents des différents pays, à condition de faire **diffuser largement leurs compte-rendus** de mission et les résultats obtenus dans l'ensemble des pays du CILSS.

### b. Activités au niveau des pays

Trois propositions sont présentées ici. Elles concernent des pays où des projets-pilotes d'agrométéorologie ont fonctionné. La vulgarisation des conseils pourrait y être rapidement développée, mais ils n'ont plus actuellement d'appui programmé en la matière. Les **Annexes 3** présentent des propositions *sommaires et provisoires* de financements, basées sur les éléments recueillis durant cette mission. Les budgets proposés peuvent paraître *faibles* par rapport aux besoins des pays concernés. Mais le temps des projets luxueux est terminé, et les programmes de développement doivent tenir compte le plus possible des niveaux de vie des agriculteurs qu'on souhaite appuyer !

#### 1. Au Niger

Le cas du Niger est un peu particulier. On a vu qu'un financement externe du Service météorologique national assure le fonctionnement de certaines activités agrométéorologiques. Il serait souhaitable que le Centre Agrhymet puisse suivre, à proximité de Niamey, une **zone d'application directe des programmes**. Il faudrait donc déterminer comment introduire un ensemble de conseils agrométéorologiques **dans le cadre de programmes existants de vulgarisation**, éventuellement orientés vers des productions différentes (agriculture sèche, élevage, irrigations de complément en saison des pluies, cultures maraichères...). Le programme actuel porte essentiellement sur l'alerte précoce et l'application d'un modèle de prévision des rendements, comparé à des évaluations faites sur le terrain.

L'action est à entreprendre dans le cadre du GTP-Niger. Elle permettrait d'organiser certains **stages de formation à l'agrométéorologie d'agents de la vulgarisation agricole** pour l'ensemble du pays, réalisés par le personnel d'agrométéorologie de la DNA du Niger, avec l'appui éventuel des personnels du Centre AGRHYMET. Ceux-ci pourraient trouver là l'occasion de mettre en application sur le terrain différents programmes, actuels ou futurs : outre les **modèles** concernant le mil et le sorgho, des programmes d'information sur l'état des pâturages et **des conseils à l'élevage** pourraient être testés, comme aussi des conseils de **gestion du bioclimat** et de

l'irrigation de quelques cultures, d'hivernage comme de contre-saison. Il s'agit ici de simples suggestions, aucun contact n'ayant été possible en la matière, à l'exception de brèves réunions à la Direction de la Météorologie.

**Ce point reste à préciser avec les services concernés.  
La base de travail pourrait être la phase d'extension  
débutée en 1994 dans le Département de Tillabéry.  
Les suggestions faites n'ont pas paru entrer dans les  
préoccupations actuelles du pays.**

## 2. Au Burkina Faso

La vulgarisation des **conseils d'agrométéorologie** pourrait probablement se développer assez aisément dans l'ouest du pays dans la zone cotonnière, pour l'ensemble **des cultures autres que le cotonnier**. Cette dernière culture est aussi bien encadrée au Burkina que dans les pays voisins. Toutefois on constate, comme dans les pays voisins, que dans les systèmes basés sur le cotonnier, les autres cultures sont souvent mal suivies.

Plusieurs programmes de recherche-développement sont ou ont été récemment actifs dans cette zone (p. ex. *Faure, Kleene, Ouedraogo, 1996*). La Division d'agrométéorologie de la Météorologie nationale a mis au point et diffusé depuis plus de quinze ans des informations précises concernant les **risques probables** en fonction des dates de semis dans cette zone où la forte densité de stations météorologiques synoptiques, agrométéorologiques, climatologiques et pluviométriques de longues durées garantit une excellente fiabilité des données de base.

Des réunions de travail avec les responsables de la Météorologie, de l'Hydrologie, de la Recherche agronomique, de la Vulgarisation agricole, de la Protection des végétaux et de la Radio rurale ont permis d'envisager et de discuter avec chaque intervenant potentiel un embryon de **programme de vulgarisation et de conseils agrométéorologiques**, qui porterait notamment sur le sorgho et le mil, mais aussi sur le **maïs**, dont la culture se développe sans cesse dans la région. Il pourrait **tester rapidement** aussi des conseils concernant des cultures telles que le *riz pluvial* et *l'oignon*, ou sur la gestion des semis précoces des *cultures en bas-fonds* (par exemple). Des cultures de **plantes-racines** (manioc, igname, patate douce...) seraient à prendre en compte pour la partie sud du pays.

Un programme de conseils agrométéorologiques pour la **culture et la protection phytosanitaire du cotonnier** pourrait probablement être développé : Ce point serait à préciser avec la Direction de la Sofitex dans le cadre du GTP. Tous ces programmes sont à mettre au point avec le concours des chercheurs en bioclimatologie, vulgarisation, agrométéorologie et protection des végétaux de la Recherche agronomique nationale (INERA) et avec les services régionaux et nationaux de vulgarisation et de protection des végétaux.

La proposition de financement (**annexe 3a**) est destinée à permettre l'insertion de conseils agrométéorologiques dans le *cadre de structures existantes*, et nullement à développer un programme spécifique.

## 3. Au Sénégal

Le support potentiel à un véritable programme de vulgarisation régionalisé existe actuellement dans la région de Kaolack, avec le POGV (Projet d'organisation et de gestion des exploitations villageoises) (M. W. Ndiaye, Mme Sarr), financé par le FIDA, où des groupements d'agriculteurs et de paysannes reçoivent de façon opérationnelle des conseils, notamment agronomiques, sur lesquels il serait particulièrement facile de greffer : le *paquet agrométéorologique*, un suivi pluviométrique local, effectué par chaque groupement paysan, et la fourniture (éventuelle) de postes de radio (**vendus à prix réduit**) qui faciliterait l'écoute de conseils donnés par radio. Le programme comporte aussi un volet micro-crédit, et M. W. Ndiaye est parfaitement informé en matière d'agrométéorologie. Ce programme pourrait servir à *mettre au point la généralisation de la vulgarisation décentralisée* de l'agrométéorologie à l'ensemble du pays dans un délai de 3 à 5 ans.



D'autres programmes analogues existent certainement ; le brièveté du séjour n'a pas permis de les connaître.

Le Sénégal possède actuellement un réseau de plus de 50 émetteurs-récepteurs BLU répartis sur l'ensemble du territoire, et des émissions radiophoniques de conseils (y compris agrométéorologiques) sont diffusées en langues nationales. Il pourrait donc fournir à peu de frais un excellent modèle de développement rapide, en partant d'une zone où une culture de rente (l'arachide) pèse très lourdement sur les activités agricoles, mais où les conditions climatiques sont moins précaires que plus au nord.

Une proposition de programme, comportant le chiffrage précis du financement, a été transmise **spontanément** par la Direction de la Météorologie. Un résumé est donné en **annexe 3b** (la proposition complète se trouve en annexe). Elle comporte des volets de *vulgarisation agrométéorologique* orientés vers l'agriculture et l'élevage, et fait bien ressortir l'importance des *contacts personnels* et la nécessité d'organiser des *formations des agents de terrain* de courte durée en agrométéorologie, du fait de l'absence presque totale d'enseignement de cette matière dans les cursus agronomiques actuels.

#### 4. Au Tchad

La demande d'appui remise par la Direction de la Météorologie du Tchad, donnée en **annexe 3c**, met en évidence les nécessités de développement des systèmes de collecte des données dans ce vaste pays. Elle propose des solutions aussi peu onéreuses que possible, et particulièrement raisonnables, compte tenu de l'étendue du territoire à gérer et des besoins nouveaux créés par la **décentralisation** en cours dans le pays (Le coût unitaire des véhicules, exorbitant, est à vérifier).

#### 5. Au Mali

Un autre type de proposition émane d'un Office de développement agricole du Mali. Il est également donné à titre d'exemple (**annexe 3d**). Il met bien en évidence les besoins tels qu'ils sont perçus à la base. On notera la grande modicité des demandes.

#### 6. Dans l'ensemble des pays

Dans tous les pays du CILSS, y compris ceux qui ont dépassé le *stade-pilote*, il faut appuyer à très bref délai une *formation pratique des agents de terrain* en agrométéorologie : des *sessions d'information d'une semaine*, regroupant chacune un maximum de 30 agents, sont à organiser en saison sèche **sur une base de volontariat**, dans le cadre et avec l'appui des organismes nationaux de développement et de vulgarisation. Elle permettrait d'envisager la mise en place rapide de structures de *vulgarisation basées sur des conseils transmis par radio*, et la **remontée d'information** en utilisant les réseaux existants, plus ou moins lâches, d'émetteurs-récepteurs BLU.

Un **financement ad-hoc** serait nécessaire pour pérenniser ces formations et les faire aboutir à un vrai développement des pays. Ceci devrait faire l'objet d'un *programme spécifique à proposer au CILSS* et aux différents ministères et services concernés, dans le cadre des programmes de **décentralisation** actuellement développés dans tous les pays de la sous-région.

A partir des estimations présentées par les différents pays,  
on peut estimer à un million de FF (cent millions FCFA)  
le coût total sur trois ans de telles formations,  
c'est à dire environ dix millions CFA (en moyenne)  
par pays du CILSS  
et dix millions CFA au titre des frais spécifiques  
du Centre AGRHYMET.

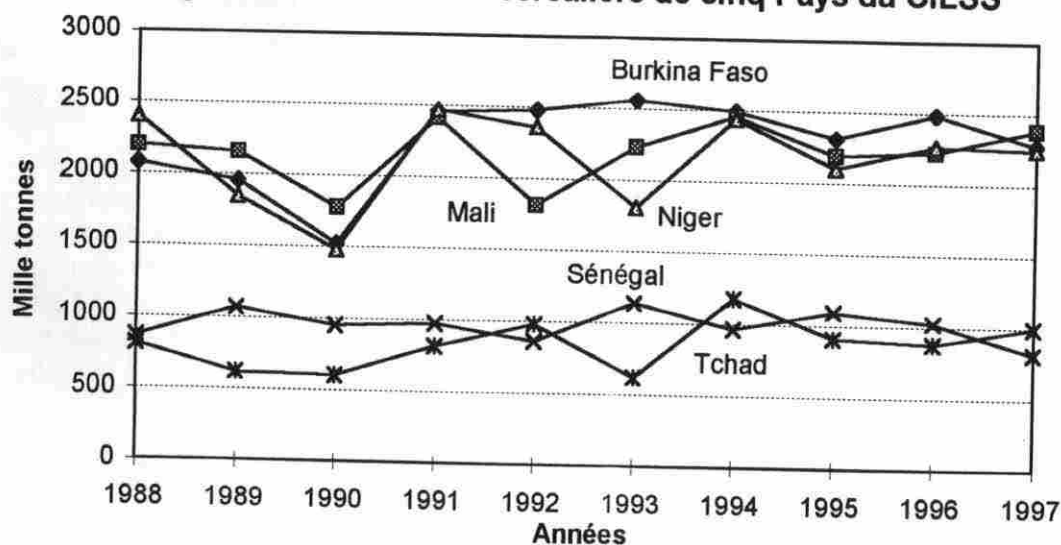


### 53. Appui à la vulgarisation des conseils agrométéorologiques

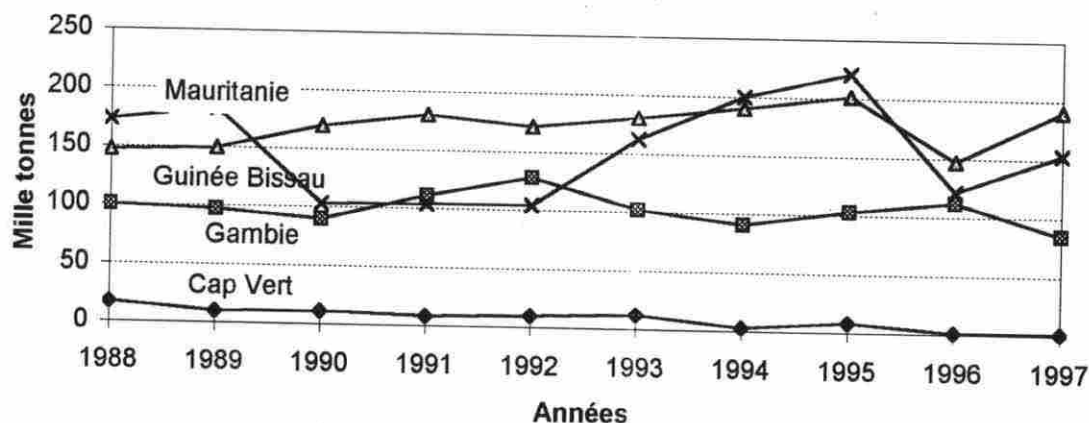
A l'exception du Mali, et pour des raisons diverses, la plupart des pays du CILSS, concernés par des programmes-pilotes d'utilisation de conseils agrométéorologiques visant à améliorer la sécurité alimentaire et la production agricole, ne sont pas parvenus à dépasser le stade des démonstrations. Celles-ci étaient faites chez un petit nombre d'agriculteurs choisis et fortement encadrés, et sur de petites parcelles. On a vu au **chapitre IV** qu'il est impossible d'extrapoler valablement ces données à l'ensemble des surfaces agricoles consacrées aux cultures vivrières de base, essentiellement le mil et le sorgho, et plus secondairement le maïs.

Les **figures 5-1 et 5-2** ci-dessous (Pons, 1997) résument les données statistiques concernant les productions de céréales dans les pays du CILSS. On constate que, dans leur ensemble, les principaux pays producteurs parviennent à peu près à assurer actuellement leur auto-suffisance en ce

**Figure 5-1. Production céréalière de cinq Pays du CILSS**



**Figure 5-2. Production céréalière de quatre Pays du CILSS**



**LEGENDE.** De 1988 à 1997, les quatre pays du graphe 5-2 sont déficitaires à très déficitaires. Mais les productions de **racines féculentes** et de **bananes-plantains** ne sont pas incluses dans les statistiques utilisées ici. Elles peuvent modifier considérablement la situation alimentaire dans le cas de la Guinée-Bissau. Il en va de même pour des pays comme le Mali, le Burkina Faso et le Tchad (graphe 5-1).

domaine, mais que la situation est précaire, et que, bon an mal an, des compléments fournis par l'importation sont nécessaires.

Il faut noter cependant qu'une partie importante de ces importations **concerne le blé panifiable**, du fait du développement important de l'industrie boulangère dans l'ensemble des pays, et le **riz**, dans certains pays. Si l'autosuffisance en blé paraît illusoire dans l'état actuel des connaissances concernant cette céréale, l'ensemble des acteurs sahéliens du développement s'accordent à dire que l'auto-suffisance en riz pourrait aisément être atteinte *au niveau de la Sous-région*.

#### *a. Les modèles de prévision des rendements*

Le modèle DHC4 actuellement utilisé par AGRHYMET traduit bien la réalité des rendements et des aléas pluviométriques subis par des cultures très extensives, sans intrants et sans succession (ou plus encore système) culturale bien définie. Les comparaisons des données du modèle et des enquêtes de terrain montrent bien que, de façon générale, il prend correctement en compte les paramètres majeurs du sol, du climat et de la culture.

S'il estime **bien** les rendements obtenus par la fraction la moins évoluée de la population agricole, il rend **mal** compte des changements de **comportement** de ladite population vis à vis de *pratiques agricoles nouvelles* (bonnes ou mauvaises !). Or celles-ci diffusent progressivement depuis plus de vingt ans dans tous les pays de la sous-région.

Ce modèle devient très **insuffisant** (même dans ses dernières versions) quand on cherche à y introduire les effets de **pratiques de conservation des eaux et des sols**, voire des comparaisons de **systèmes de cultures**, car les algorithmes permettant d'introduire de tels facteurs interviennent de façon trop secondaire dans le processus de traitement de l'information. Il ne faut pas voir là une critique : le modèle, tel qu'il avait été développé à l'origine par F. Forest et son équipe, reste parfaitement adapté à la grande majorité des situations actuelles. Il n'était pas orienté vers la prise en compte du progrès agricole.

Il manque de souplesse pour permettre une prise en compte de **techniques culturales**, d'apports de **fertilisation**, mais surtout d'une meilleure utilisation de l'eau des différents **horizons du sol** grâce à l'introduction de *pratiques agricoles* différentes. Du fait même des algorithmes de base qui gèrent son fonctionnement, il est encore moins adapté à l'étude du fonctionnement de variétés génétiquement plus résistantes, mieux adaptées à la sécheresse, ou simplement plus aptes à développer rapidement un **enracinement profond**, et donc moins sensibles à des aléas climatiques.

En ce qui concerne le **Maïs**, et les **Riz** (pluviaux et irrigués) actuellement cultivés, il serait certainement facile d'appliquer au **logiciel DHC** les très nombreux travaux effectués par les Instituts de recherche agronomique nationaux et internationaux de la Sous-région en ce qui concerne leurs besoins en eau et leurs fonctionnements physiologiques spécifiques. Des demandes d'appui précises sont à adresser aux Instituts de recherches, sans attendre la sortie éventuelle du manuel que plusieurs chercheurs de ces organismes envisagent de publier à ce sujet !

Il serait nécessaire de mettre au point et d'appliquer en vraie grandeur des modèles (qui peuvent être très voisins de DHC) qui soient réellement adaptés à des cultures « de rente » telles que le **Cotonnier** et les **Légumineuses** à graines (arachide, niébé, voandzou, soja...). Dans ce cas aussi, les Instituts de recherches possèdent dans leurs archives toutes les informations de base nécessaires à la mise au point et à l'adaptation de modèles du type de DHC à ces cultures.

Il serait enfin nécessaire de prévoir la mise au point de modèles intégrés de **cultures maraîchères**, du type de ceux qui sont actuellement utilisés dans d'autres zones climatiques (y compris tropicales). Un appui éventuel de la FAO, ou de la coopération des Pays Bas, pourrait être envisagé, pour profiter de la très grande expérience acquise en ce domaine dans le reste du Monde !

**N.B.** Un modèle concernant la gestion de la culture de l'oignon en saison sèche est en cours de mise au point à l'INERA (Burkina Faso) par M. Sanon.

D'autres modèles de prévision seraient à rechercher pour les principales *plantes-racines* (Manioc, Ignames, Ipomées-Patates, etc), dont le rôle alimentaire de **remplacement des céréales** semble actuellement trop méconnu par les statistiques agricoles.

### b. Les conseils agrométéorologiques

Les conseils diffusés actuellement concernent principalement les durées de cycle des cultures, les dates de semis, les binages, etc. Ils ont fait la preuve de leur intérêt dans tous les pays où ils ont été testés et appliqués. Toutefois, ils doivent être vus comme *un élément* important dans un *paquet technologique* d'ensemble, qui comporte aussi des conseils sur le *travail du sol*, le *semis en ligne*, l'*écartement rationnel des rangs*, la *conservation* dans les champs de *certaines végétaux naturels* utiles (*Acacia albida*, *Karité*, *Nérés*, etc), l'exécution de *plantations anti-érosives* et/ou de pratiques de culture en courbes de niveau, l'utilisation d'engrais ou de produits de traitements phytosanitaires (naturels ou chimiques), etc.

Comme l'ont parfaitement bien compris le Mali ou le Tchad, et comme le Plan de développement du Sénégal le met bien en évidence, ces conseils seront diffusés avec plus d'efficacité s'ils sont **coordonnés dans un plan d'ensemble de soutien** aux agriculteurs, au niveau national, mais fortement régionalisé, pour prendre réellement en compte les problèmes spécifiques liés à chaque région, voire à certaines **coutumes**.

### 54. Conclusions : coopération entre l'agrométéorologie et les autres participants des GTP

Les méthodes et les buts de la diffusion par radio (et éventuellement par télévision) d'émissions régulières, ciblées, réalisées en *langues nationales* et en *français*, qui présentent *de façon didactique et vivante* l'ensemble des thèmes à faire passer ont été longuement étudiées dans le document sur la Radio Rurale (OMM, CTA, 1992) et plus récemment, par la revue Grain de sel (N° 8, 1997). Un effort prioritaire, relativement peu coûteux et gratifiant serait à faire en ce domaine. Mais, il nécessite que des *séances d'explication* soient tenues chaque année *dans les principales zones agricoles de chaque pays*.

Des efforts comparables seraient à réaliser à destination des systèmes d'élevages extensifs, itinérants ou non, en vue de mieux protéger le milieu naturel : on citera la meilleure utilisation des pailles et résidus de cultures, plutôt que de feux de brousse, même précoces, la gestion des forêts et des reboisements, et la lutte contre l'érosion en terres agricoles... Il existe à ce sujet une riche littérature, dont de nombreux éléments sont cités dans la Bibliographie donnée en **annexe 5**. Elle sera à exploiter dans le cadre des *manuels de formation* qui sont vus au **chapitre VII**.



## CHAPITRE VI

### EXPLOITATION ET VALORISATION DES DONNÉES

Les pages qui suivent proposent des améliorations dans l'exploitation de l'ensemble extrêmement riche et diversifié d'informations accumulées depuis maintenant près de vingt ans par la plupart des pays de la sous-région, et tout particulièrement des données accumulées dans les différents services d'agrométéorologie et par les GTP nationaux.

#### 61. Développement de services décentralisés

Le développement de services décentralisés dans chaque pays amène à envisager la création de *structures d'agrométéorologie opérationnelle régionalisées*, reliées aux autres services décentralisés concernés, et un GTP dans chaque région. Des moyens de transmission spécifiques seront donc nécessaires : BLU, mais aussi FAX et E-mail, ainsi qu'un minimum de moyens **locaux** de déplacement et de traitement des données : ordinateur, imprimante protégés par un **onduleur**, etc.

Un budget non négligeable de déplacements et de fonctionnement est strictement **indispensable**, comme aussi une *coordination étroite avec les services de l'agriculture et de l'élevage*. Elle ne peut pas être basée simplement sur de bonnes *relations personnelles*. Elle exige la *signature de conventions interministérielles* qui concernent, notamment, **l'utilisation en commun** de matériels et de personnels. Il s'agit donc bien d'une véritable **révolution** dans les habitudes acquises ...! Les demandes de financement du Tchad et du Sénégal mettent très précisément en évidence ces **besoins minimaux**.

#### 62. Collecte, traitement des données et relations avec le Centre régional

##### a. Des banques de données nationales

Chaque centre national doit faire un effort important pour accélérer la collecte, le traitement en temps réel, et la transmission de *l'ensemble* des données pertinentes à *l'ensemble* de ses partenaires nationaux. On constate actuellement de très nombreux retards, qui provoquent des hiatus dans le tissu régional d'informations. Il est certain que la **pénurie de personnel** relevée dans chaque service explique (au moins en partie) cette situation.

##### b. Banque de données phénologiques et phytosanitaires

L'analyse des fiches de suivi réalisées **au Mali**, montre qu'un grand nombre de données sont actuellement *enregistrées* dans chaque groupement de producteurs, et que beaucoup ne sont pas *exploitées* autant qu'il serait souhaitable. Nous avons pu noter que pour chaque village, et pour chaque agriculteur de chaque groupe, un grand nombre d'informations sont collectées chaque année. Le **tableau 6-1** ci-dessous, résume un exemple pris en 1996. Les intitulés mis en grisés mettent en évidence que des **informations utiles et pertinentes ne sont pas exploitées actuellement** par les compte-rendus annuels.

Il serait extrêmement utile de reprendre très rapidement cet ensemble de données, accumulées depuis plus de dix ans, et de le mettre sous la forme d'une banque de données phénologiques et



de techniques culturales. Il sera ensuite très facile de confronter celle-ci avec la succession (également connue et enregistrée) des pluies en chaque lieu et chaque année. La banque de données climatiques existe déjà en effet dans chaque pays du CILSS, sous une forme identique.

**Tableau 6-1. Exemple de fiches de données recueillies**

Nom Prenom	Desi- Gnation	Date semis	Surface	culture	Variete	duree cycle	Sarclages			buttage	Date récolte	Carre kg/ 25 m <sup>2</sup>	Rendt Kg/ha
							1 <sup>oo</sup> date	2 <sup>o</sup> date	3 <sup>oo</sup> date				
Salif Bagayoko	PO	22/06	1,0	Mil	Locale	120	5/07	21/07		9/08	20/11	4,0	1 600
Soungalo Sama- ké	PC	13/07	0,5	Maïs	Tlément	105	29/07	17/08		22/08	15/10	3,5	1 400

*N.B. En grisés, on a fait ressortir les données actuellement inexploitées. \* PO Paysan observateur ; PC paysan coopérant.*

Pour perfectionner de telles banques de données dans l'avenir, il serait utile d'y adjoindre, quand la chose est possible, des indications concernant :

- les resemis éventuels,
- les *techniques culturales* utilisées par chaque agriculteur (houe, houe attelée, labour avec des boeufs...),
- l'apport éventuel de *fumure* (organique : parcage des animaux en saison sèche, ou apport de fumier ; fumure minérale éventuelle),
- les cultures faites **les deux années antérieures** (ou s'il s'agit d'une *défriche*),
- des informations concernant des **attaques parasitaires** éventuelles,
- les accidents durant la culture (sols ennoyés, sécheresse persistante, etc).

Il serait très intéressant de **faire figurer sur chaque tableau résumé annuel** correspondant aux *superficies et rendements des cultures dans les zones d'assistance météorologique opérationnelle au Monde rural* la **pluviométrie totale** de la saison, la pluviométrie entre le semis et la récolte de la culture, le **nombre de jours** de pluie relevés au niveau des localités (quand ils sont connus, c'est à dire quand au moins un paysan observateur existe dans la localité) et les **trous de pluviométrie** principaux au cours de la culture.

Ces éléments permettraient de mieux comprendre les problèmes rencontrés, et l'impact exact des phénomènes climatiques sur les rendements.

Il faut absolument organiser et **accélérer la transmission** de toutes ces informations pertinentes vers le **Centre régional AGRHYMET à Niamey**, pour faciliter le développement d'études régionales. Celles-ci sont indispensables : elles permettraient à chaque pays de mieux percevoir les problèmes qui sont observés au delà de ses frontières.

Ceci pose aussi le **problème de la réception des données** des pays voisins qui ne font pas partie du CILSS. Ils sont d'un intérêt vital pour comprendre l'étendue et la gravité des phénomènes dans toutes les zones frontalières, et il est très difficile de les connaître en temps réel, en dehors des informations venant de stations météorologiques professionnelles, reçues par l'intermédiaire de l'ACMAD.

### 63. Exploitation des données : cas du Mali

#### a. Exemple d'analyse des résultats

Nous prendrons comme exemple le tableau N° 19 du rapport 1996-1997 (**tableau 6-2**).

Il s'agit d'une des zones de l'OHVN (Office de la Haute Vallée du Niger), où l'encadrement est développé, depuis longtemps. Plusieurs remarques sont à faire :

- 1) On trouve en moyenne 6,7 paysans membres du groupe (PMG) par paysan observateur (PO), avec une forte variation : de 2 à Sirakorola à 19 (?) à Dangassa. On est loin des dix PMG encadrés par chaque PO annoncés dans le texte.
- 2) Les rendements exprimés par hectare sont très fréquemment supérieurs chez les PO que chez les autres membres du groupe, et plus encore par rapport à la donnée statistique du Secteur. Toutefois, il n'est pas normal d'effectuer la comparaison entre des données moyennes qui correspondent à des superficies et des nombres de participants très différents.
- 3) Les moyennes des rendements obtenus par chaque participant sont faites sans se référer à la superficie réelle de chaque champ étudié.

**Tableau 6-2.** Rendements et caractéristiques des groupes d'agriculteurs. Zone encadrée par l'OHVN (Office de la Haute Vallée du Niger) Données du rapport 1996-1997.

Localités	Nb Paysans		Superf. ha	Rendement moyen kg/ha			Rapports %		
	PO *	PMG*		PO	PMG	Secteur	PO/ PMG	PO/ Secteur	PMG/ Secteur
Kangaba	5	26	34	1450	1282	1100	113	132	117
Bancoumana	10	70	80	1483	1308	1080	113	137	121
Kati	10	92	146	1287	1054	960	122	134	110
Ouélessébougou	7	39	31,5	1406	1454	1183	97	119	123
Dangassa	2	38	15	1748	1183	1090	148	160	109
Gouani	9	40	43,2	1756	1734	1199	101	146	145
Koulikoro	7	46	37	1332	1210	1060	110	126	114
Sirakorola	3	6	9	1451	1166	1052	124	138	111
Total /Moyenne	53	357	395,7	1489	1299	1091	116	137	119

*Cultures de sorgho. \* PO = Paysans observateurs ; PMG paysans membres du groupe*

On va voir dans l'exemple suivant (**tableau 6-3**) que cette absence de référence provoque un biais important dans l'analyse. Il s'agit de données de l'OHVN pour le sorgho en 1997 :

Le **Cas N°1** correspond aux données de surfaces et de rendements pour le PO et 10 paysans : les superficies et les rendements correspondent à chaque champ.

Dans le **Cas N°2**, les superficies sont les mêmes, mais elles sont classées de la plus forte à la plus faible, de même que les rendements.

Dans le **Cas N°3**, les classements des rendements sont inversés par rapport au cas 2.

Pour une même somme totale de 15 ha cultivés, les rendements diffèrent notablement, selon que leurs valeurs unitaires sont rapportées à des surfaces cultivées différentes. De ce fait, les écarts-types sur l'analyse des rendements varient considérablement aussi.

**Cas N° 1 :** Si on additionne simplement les rendements à l'hectare sans tenir compte des surfaces, on aboutit à un rendement moyen de **1903 kg/ha**, alors qu'en pondérant les rendements par les surfaces, le rendement moyen n'est plus que de **1884 kg/ha**.

**Cas N° 2 :** le rendement moyen est maximisé quand aux plus fortes superficies correspondent les plus forts rendements (**2107 kg/ha** contre 1903).

**Cas N° 3 :** le rendement moyen est minimisé (**1740 kg/ha** contre 1903).

**Tableau 6-3.** Comparaison de données de rendements de sorgho obtenues par 11 agriculteurs en 1997 à Bancoumana (OHVN), au Mali.

Cas N°1	Surf. ha	Rendt kg/ha	Rend. champs	Cas N°2	Surf ha	Rendt kg/ha	Rend. champs	Cas N°3	Surf ha	Rendt kg/ha	Rend. champs
1PO	1,5	2200	3300	2PO	3,0	2800	8400	3PO	3,0	1480	4440
1PMG1	0,8	1480	1184	2PMG1	2,2	2500	5500	3PMG1	2,2	1550	3410
1PMG2	0,8	1580	1264	2PMG2	1,9	2200	4180	3PMG2	1,9	1580	3002
1PMG3	2,2	1700	3740	2PMG3	1,8	1950	3510	3PMG3	1,8	1620	2916
1PMG4	3,0	1750	5250	2PMG4	1,5	1800	2700	3PMG4	1,5	1700	2550
1PMG5	0,7	1550	1085	2PMG5	1,1	1750	1925	3PMG5	1,1	1750	1925
1PMG6	1,0	1950	1950	2PMG6	1,0	1700	1700	3PMG6	1,0	1800	1800
1PMG7	1,8	2500	4500	2PMG7	0,8	1620	1296	3PMG7	0,8	1950	1560
1PMG8	0,6	2800	1680	2PMG8	0,8	1580	1264	3PMG8	0,8	2200	1760
1PMG9	1,9	1620	3078	2PMG9	0,7	1550	1085	3PMG9	0,7	2500	1750
1PMG10	1,1	1800	1980	2PMG10	0,6	1480	888	3PMG10	0,6	2800	1680
Sommes	15	20930	29011	Sommes	15,4	20930	32448	Sommes	15,4	20930	26793
Moyennes	1,4	1903	2637,4	Moyennes	1,4	1903	2949,8	Moyennes	1,4	1903	2436
moyennes pondérées											
kg / ha			1884				2107				1740
Ecart type kg/ha			1427,4				2324,1				920

**Tableau 6-4.** Rendements des arachides produites par des groupements féminins (OHVN / DRA de Koulikoro, Mali, (rapport 1996-1997).

Localités Culture d'arachide	Nb de Paysans		Superf. (ha)	Rendement moyen kg/ha			Rapports %		
	PO *	PMG *		PO	PMG	Secteur	PO/ PMG	PO/ Secteur	PMG/ Secteur
Kollé	1	9	3,6	1600	1560	868	103	184	180
Samako		8	6,0		1745	868			201
Massantola		9	5,0		819	705			116
Manfara		10	4,5		1025	850			121

Il est difficile d'admettre que l'unique (paysanne-observateur(?)) ait pu influencer un aussi grand nombre de personnes, et ce, dans plusieurs villages (?). En reprenant les documents de base, on constate qu'un paysan observateur ne possède souvent pas lui-même toutes les cultures faites dans sa zone. Il est probable que le tableau ci-dessus exprime simplement cette constatation. Mais il donne alors une idée peu exacte de la réalité.

Par contre, le nombre élevé de paysannes participantes pour une culture qui leur est **fortement propre est très intéressant**. Il met bien en évidence l'impact du programme, y compris auprès de groupements féminins.

#### 64. Utilisation de la radiodiffusion et de la télévision

##### a. La diffusion en français

Dans les pays où des informations météorologiques et agrométéorologiques sont actuellement diffusées, on a pu mettre en évidence le grand intérêt porté par les auditeurs et téléspectateurs à celles-ci. De nombreuses lettres sont adressées aux présentateurs, mais aussi aux services météorologiques concernés. Il est très important de bien prendre conscience de cet impact.

Notons à titre d'exemple qu'actuellement le créneau publicitaire le plus recherché (et donc le plus cher...) à la télévision française est celui qui entoure la diffusion des bulletins météorologiques. L'exemple français est malheureusement difficilement transposable, car l'information agrométéorologique est actuellement reçue par les agriculteurs de façon privilégiée par répondeur téléphonique (ou par Minitel).

##### b. La diffusion en langues nationales

Force est de constater qu'actuellement la régionalisation de la diffusion des informations et conseils, tant agrométéorologiques qu'agronomiques, par les systèmes nationaux de radiodiffusion reste encore faible. Un effort d'information et de formation à tous les niveaux devrait être entrepris très rapidement pour permettre aux agents des radios nationales qui font de valeureux et méritoires efforts de diffusion en langues nationales de ces informations d'avoir à leur disposition des créneaux horaires importants et soigneusement choisis en fonction des heures d'écoutes des paysans et des paysannes, pour faire passer des émissions d'information et de conseil développés, établis et diffusés en concertation avec les techniciens d'agronomie et d'agrométéorologie concernés.

##### c. Mise à la disposition des agriculteurs de postes de radio sans piles

La diffusion en milieu rural de postes de radio autonomes, ne nécessitant ni piles ou batteries coûteuses, ni panneaux solaires assez fragiles, paraît très intéressante. Au cours de visites de ter-



rain, des agriculteurs, au Mali comme au Tchad, ont été enthousiasmés à l'idée de pouvoir écouter la radio pendant une demi-heure en remontant simplement une sorte de ressort de réveil (il s'agit des appareils *Freeplay* fournis à titre de démonstration par l'ACMAD). La demande est très forte également au niveau des services de vulgarisation nationaux : les frais de piles électriques représentent en effet une dépense qui est loin d'être négligeable en milieu paysan. La diffusion des informations et conseils (agricoles ou autres) par radio constitue actuellement une priorité très générale dans toute la sous-région.

Dans un village où des *postes à piles* ont été fournis par le Projet Suisse-OMM, à la question : *achèteriez-vous cet appareil 5000 F CFA* (c'est à dire à environ 25 % de son prix de revient), la réponse a été claire et rapide : *on l'achète dès la fin septembre* (date des premières ventes de mils précoces...), *car les piles nous coûtent beaucoup plus de 5000 F CFA par an ...* Le remontage régulier du ressort ne paraît pas faire problème ... et le poste s'arrête automatiquement dès que le ressort est déroulé.

Sans avoir testé d'autres propositions, il paraît raisonnable de tabler sur un prix (subventionné) variant de 30 à 70 % du prix réel, selon les pays (c'est à dire 8 000 à 15 000 FCFA). Il reste à vérifier comment se comporte l'appareil, laissé sans protection sous la pluie ? Sur un plan sociologique et économique, il paraît souhaitable de privilégier la **vente** de ce type de radio plutôt que le **don** de postes classiques, qui fonctionnent jour et nuit (jusqu'à décharge complète des piles). Tant au Tchad qu'au Mali, certaines radios (données durant la phase précédente du programme) étaient en piteux état. Achetées, elles seraient certainement mieux entretenues, mais il faudra prévoir la formation de réparateurs disséminés dans les pays, et la fourniture des pièces de rechange à ceux-ci.

Dans le cadre du développement de conseils et informations destinés à l'**élevage transhumant**, ce type d'appareil paraît vraiment le **seul envisageable** car l'alimentation en piles électriques est totalement aléatoire dans les zones arides de la sous-région (et leur coût est prohibitif). Dans ce cas précis, il sera nécessaire de développer dans chaque pays des émetteurs radio susceptibles d'être entendus dans le désert... et des émissions en langues nationales (Pulaar, Tamacheq...) proposant des solutions aux problèmes rencontrés sur le terrain par les éleveurs.

## 65. Mise au point de nouveaux types de conseils au Centre régional

### a. Relations avec les organismes de recherche-développement

Il est nécessaire de tenir compte, **dans tous les pays concernés**, des progrès considérables réalisés depuis quelques années tant en matière de connaissances des systèmes de **conservation de la terre et des eaux**, que de conseils de **gestion des exploitations agricoles**. De nombreux programmes de recherche-développement ont abouti à des succès en ce domaine. La démarche actuelle se base surtout sur des appuis à des groupements paysans (**d'hommes et de femmes**).

La vulgarisation de nouvelles techniques, tels que les conseils agrométéorologiques, est infiniment plus simple et rapide quand elle vient se greffer sur un ensemble d'acquis déjà obtenus. Les succès obtenus par les programmes dans différents pays, et plus particulièrement au Mali, en sont la preuve vivante.

### b. Développement de nouveaux types de conseils

En zone cotonnière, l'agriculteur qui cultive des maïs modernes, tire profit des *résidus de fumure* du cotonnier de l'année précédente. S'il apporte un complément d'urée à sa céréale, il atteint couramment 25 à 35 qx/ha, quand l'année pluviométrique le permet, et/ou s'il a appliqué des *méthodes de rétention maximale des eaux de pluie* pendant les phases critiques de la culture (du semis à la floraison). Il comprend mal qu'on lui annonce à la radio que sa culture a un **rendement potentiel** de 1 500 kg/ha ... ! Ce cas se rencontre de plus en plus souvent dans presque tous les pays sous analyse, en zones cotonnières, mais aussi là où une bonne utilisation des bas-fonds existe.

Aucun conseil ou modèle conceptuel de simulation des rendements n'a encore été rendu opérationnel pour des cultures agro-industrielles aussi importantes que le cotonnier, le tabac, le manioc, le riz (pluvial aussi bien qu'irrigué) ou l'arachide, en dehors du Sénégal où un effort a été réalisé pour cette culture à partir des années 1990. Il faut introduire rapidement dans les **modèles de prévision des rendements** des algorithmes réellement pertinents qui prennent en compte les facteurs de **progrès technique** et s'intéresser à une **gamme de cultures très élargie**. Les organismes de recherche agronomique nationaux ont tous eu ou ont encore des programmes actifs de recherche en ce domaine.

En **saison des pluies**, des **cultures maraîchères** sont réalisées de façon souvent extensive, mais à une grande échelle. Il s'agit, soulignons-le, essentiellement de cultures appartenant à des femmes. Il serait certainement intéressant de conseiller de façon spécifique celles-ci en ce qui concerne, par exemple, les dates de semis de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa*), le repiquage des tomates *type Roma*, le semis des différentes aubergines (*tomate africaine*, aubergines « européennes »...), la plantation des patates douces, du manioc..., mais aussi du **Soya** (*Glycine max* (L) Merrill). A l'exception de l'oseille et de la tomate africaine, toutes ces plantes sont introduites et sont souvent cultivées actuellement. Cependant, elles sont mal connues **agronomiquement** par les paysans, et donc très souvent mal soignées, ou placées dans des **conditions incompatibles** avec un bon rendement (forte ombre, ou terrains trop humides, par exemple).

En **saison sèche**, de nombreux points d'eau, petits barrages, etc, existent en dehors des grands périmètres irrigués ; les agriculteurs y réalisent des **cultures maraîchères et fruitières**. Ces cultures maraîchères sont de plus en plus souvent poursuivies en saison des pluies, grâce au développement des techniques, et à des cultivars mieux adaptés.

Ces activités *pèsent* un poids économique de plus en plus important. Il est très regrettable qu'elles ne soient pas mieux prises en compte dans les conseils agrométéorologiques, compte tenu de l'influence dominante du climat sur les rendements et la qualité de ces cultures. Il est important de rappeler ici qu'un hectare de cultures irriguées (portant 2 ou 3 cultures *de rente* par an) est **financièrement équivalent** à 10 à 50 ha de cultures pluviales extensives, et qu'il **occupe sur l'ensemble de l'année** une main d'oeuvre également équivalente à celle d'au moins 10 ha de cultures extensives de saison des pluies !

Des conseils de **traitements** (fumigations...) insecticides des **greniers et magasins** et de protection des récoltes par des toits ou des bâches (en cas de pluies tardives, pour le coton et l'arachide en particulier) pourraient assez aisément être diffusés par radio pendant la période de conservation.



## CHAPITRE VII

### CANEVAS DE MANUELS DE PRATIQUES AGROMÉTÉOROLOGIQUES

Deux manuels sont proposés. Les titres proposés sont tout à fait provisoires, et doivent être revus attentivement par les rédacteurs. Leurs contenus sont détaillés dans les **annexes 4**.

#### 71. Manuel pratique de formation et d'information des agents de terrain

##### *a. Un manuel simple à utiliser*

Il doit s'appuyer sur la pratique quotidienne des agents. Il est à réaliser en liaison étroite avec les différents services participants aux GTPA, afin de bien répondre à l'ensemble des questions que se posent les agents de terrain. Il doit s'adapter aux besoins de formation et de recyclage des **techniciens ordinaires** et des **techniciens supérieurs** en agronomie et en météorologie.

##### *b. Un manuel évolutif*

Pour répondre aussi complètement que possible aux différentes demandes de **formation** et d'**information** recueillies sur le terrain, il doit être rendu utilisable aussi, sous sa forme primitive ou *sous une forme dérivée*, aussi bien par des techniciens de terrain ayant reçu des **formations** diverses que par des **agriculteurs** alphabétisés. Il doit enfin pouvoir être mis à la disposition d'**instituteurs**, afin que ces derniers puissent l'utiliser comme *base d'information et d'illustration* dans leur enseignement.

C'est dire qu'un tel manuel doit être soigneusement *pensé, préparé, écrit et illustré*. Il est nécessaire qu'un groupe de travail soit organisé le plus rapidement possible, sur la base des propositions présentées par MM. Samba et Baldy (**annexe 4a**).

#### 72. Manuel didactique pour la formation et le recyclage des ingénieurs et techniciens supérieurs

Le canevas de ce manuel est présenté dans l'**annexe 4b**.

Il sera destiné aussi bien à la formation en agrométéorologie d'ingénieurs dont les formations de base auront pu être faites en météorologie, en hydrologie, en agronomie ou en sciences de l'environnement. Il doit fournir tout l'ensemble des informations de base dont un ingénieur aura besoin, mais, il doit servir aussi à la formation continue de ces cadres, et mettre à leur disposition les instruments leur permettant d'**utiliser** efficacement l'ensemble des informations agrométéorologiques disponibles.

Pour rendre ce manuel aussi polyvalent que possible, il a été prévu qu'il soit divisé en **trois parties** : la *première* est destinée à fournir à des agronomes (ou à des ingénieurs de l'environnement) les compléments nécessaires en matière de météorologie, et plus généralement de physique de l'atmosphère. La *deuxième* est destinée à des ingénieurs en météorologie (ou en hydrologie) : elle leur apporte les connaissances agronomiques de base nécessaires à la compréhension du problème. La *troisième*, enfin, constitue un tronc commun qui fait le point des connaissances actuelles en agrométéorologie opérationnelle.

### 73. Conclusion

Il est impératif que ces deux manuels soient réalisés en collaboration étroite entre le Centre AGRHYMET et les ingénieurs et les techniciens supérieurs de chaque Service météorologique de la sous région, en utilisant au maximum les exemples et les connaissances acquises par chacun de ceux-ci dans l'accomplissement de leurs tâches. Ils doivent également intégrer des réponses claires et pratiques à l'ensemble des questionnements que les autres membres des GTP peuvent avoir en matière d'applications des informations agrométéorologiques dans des domaines aussi variés que possible. Une relecture critique est donc nécessaire. Plusieurs chercheurs appartenant aux différents organismes de recherches agronomiques de la sous-région ont donné déjà leur accord de principe pour effectuer celle-ci.





## CHAPITRE VIII

### RECOMMANDATIONS

En conclusion, il paraît nécessaire de souligner que cette étude n'est que le début d'un processus de redynamisation des pratiques agrométéorologiques au Sahel. Pour conférer à ce travail un impact durable, il est nécessaire de le prolonger sans délais par la mise en oeuvre des recommandations suivantes :

1. Rédiger et publier rapidement les deux manuels envisagés au cours de la consultation, en étroite coordination avec les ingénieurs et les responsables nationaux intéressés par l'agrométéorologie, et avec l'appui des services de vulgarisation (agricole, élevage, forêts...) et les services intéressés des différents organismes de recherches agronomiques nationaux.
2. Promouvoir dans le cadre du CILSS des actions d'explication des besoins en formation agrométéorologique des différents services concernés dans chaque pays.
  - a. Formations destinées au renouvellement des cadres nationaux
  - b. Formations destinées à la prise en compte par les services nationaux de vulgarisation de l'utilisation pratique et de l'utilité de l'agrométéorologie dans le développement national.
  - c. Formations et recyclages des agents sur le terrain dans les pays où des actions d'envergure ont déjà été menées, et sessions de sensibilisation, puis stages de formation de ces agents de vulgarisation dans chaque zone où des actions de développement sont entreprises.
3. Mettre au point avec les services de vulgarisation agricole et de recherche agronomique les voies et moyens permettant la mise au point de banques de données phénologiques :
  - a. Elles doivent porter sur les principales cultures annuelles réalisées dans la sous-région et prendre en compte le mieux possible tant les différences variétales existant, dans chaque zone agricole de chaque pays que chaque durée du cycle de chaque culture.
  - b. Pour débiter ce travail, on aura avantage à utiliser les fichiers déjà réalisés (fiches 01, etc) dans chaque pays, particulièrement au Mali, au Tchad et au Sénégal. Il sera aisé d'enrichir par la suite cette base de données de base.
4. Analyser plus complètement (sur les dix dernières années, par exemple) dans les différents pays les données de rendement par zone agricole recueillies dans le cadre des programmes du Centre AGRHYMET (y compris DIAPER), afin de mettre mieux en évidence les causes agrométéorologiques (et autres) qui ont provoqué des baisses significatives locales de rendement. Il s'agit en particulier :
  - a. des périodes sans pluies ;
  - b. mais aussi de pluies de trop fortes quantités et/ou intensités, au moment de la floraison des mils, sorghos et maïs ;
  - c. et aussi d'inondations temporaires, provoquées par des crues de rivières, ou par des remontées de nappes (?), par exemple ;
  - d. et enfin, les zones où les récoltes ont été perturbées par d'autres causes ...

5. Introduire autant que faire se peut dans les notations les indications suivantes :

- a. la culture faite l'année précédente (ou la jachère ou une défriche, etc) ;
- b. si le champ a servi de pacage durable au bétail (avec dépôt de fèces) ;
- c. si possible, donner une indication sur les caractéristiques du sol (sableux, ou argileux ; profond ou superficiel ; situation en haut ou en bas de pente...) ;
- d. évaluer si des risques éventuels d'engorgement du sol existent ;
- e. et tous autres éléments qui paraîtront pertinents, au cas par cas.

6. Introduire progressivement dans le modèle de simulation DHC, mais aussi rechercher ou mettre au point des modèles de simulation spécialisés pour diversifier les cultures étudiées, en y comprenant le cotonnier, le riz, l'arachide et les cultures-racines. Utiliser pour ce faire l'ensemble des informations actuellement disponibles dans les différents organismes de recherches agronomiques nationaux et tous renseignements pertinents que des organismes comme la FAO, l'IITA, l'ICRISAT ou le CIRAD (entre autres) peuvent fournir.

7. Développer la diffusion des informations par radio, émetteurs publics ou privés, et surtout radio rurale. Il est certain qu'un effort tout particulier doit être fait en ce sens, avant même d'envisager des actions de vulgarisation de terrain : quand les agriculteurs et moniteurs auront entendu pendant un ou deux ans l'émission régulière (et répétée plusieurs fois au cours de chaque décade) de conseils agricoles simples, et qu'ils auront pu se convaincre que ces conseils concordent bien avec leurs propres observations concernant le climat, il sera infiniment plus facile de développer des programmes de vulgarisation de terrain : l'exemple du Mali montre que la demande viendra de la base, dans les régions encore non conseillées.

8. Appuyer fortement le développement des informations transmises par radio à l'intention des groupements d'agriculteurs :

- a. en assurant une formation aussi large que possible à l'utilisation des informations agrométéorologiques diffusées par radio pour les agents de vulgarisation, instituteurs, et autres cadres locaux ;
- b. en promouvant la vente (à des conditions favorables de prix) d'appareils de radio à remontoir ;
- c. en favorisant la formation de journalistes motivés par la diffusion de ces informations, sur le modèle des résultats acquis au Mali. Le centre CIERRO de Ouagadougou devrait logiquement pouvoir servir de base à une telle opération.
- d. en promouvant la diffusion de ces informations dans le plus grand nombre possible de langues nationales dans chaque pays,
- e. en régionalisant ces informations pour qu'elles répondent aux besoins particuliers de chaque zone agricole,
- f. et en favorisant aussi le développement et l'enrichissement de la diffusion d'informations (météorologiques et agrométéorologiques) par les réseaux nationaux de télévision.

9. Développer des méthodes adaptées aux besoins spécifiques d'information agrométéorologiques des femmes : plusieurs études récentes ont mis en évidence l'effet essentiel que de telles informations, bien ciblées, peuvent avoir sur les comportements et surtout sur le taux de réussite des activités des femmes pendant la saison des pluies.

10. Développer des méthodes adaptées aux besoins spécifiques d'information agrométéorologiques des éleveurs. Les différents services de l'élevage des pays du CILSS ont accumulé une riche expérience et des connaissances étendues en la matière, et il serait certai-

nement très utile de développer des informations par radio (en langues nationales!) des éleveurs en la matière.

11. Envisager les voies et moyens qui permettraient de développer des conseils agrométéorologiques qui soient destinés notamment :

- a. à la conduite des cultures irriguées en saison sèche,
- b. à une meilleure gestion de l'irrigation en saison des pluies (pour les cultures de riz essentiellement), et
- c. à la promotion des irrigations de complément en saison des pluies, dans les vastes zones où de telles pratiques peuvent être mises en oeuvre sans frais excessifs, afin d'éviter (comme on le constate trop souvent de nos jours) que des cultures de mil, de sorgho ou de maïs, voire de cotonnier ou d'arachide, ne périssent en pleine saison des pluies, alors que des réserves d'eau, ainsi que des systèmes de pompage et des moyens d'exhaure sont disponibles dans la zone considérée !



## LISTE DES ANNEXES

<b>ANNEXE 1</b>	<b>CHRONOLOGIE DES DEUX CONSULTATIONS</b>	<b>65</b>
<b>ANNEXES 2</b>		<b>68</b>
Annexe 2a1	Zones concernées par les différents projets-pilotes	69
Annexe 2a2	Services participants au GRP (Mali, Tchad)	69
Annexe 2b	Extraits de bulletins mensuels AGRHYMET	70
<b>ANNEXES 3</b>	<b>PROPOSITIONS DE FINANCEMENTS</b>	<b>73</b>
Annexe 3a	Burkina Faso	74
Annexe 3b	Sénégal	77
Annexe 3c	Tchad	78
Annexe 3d	Mali (Ségou)	79
<b>ANNEXES 4</b>	<b>CANEVAS DES MANUELS DE FORMATION</b>	<b>80</b>
Annexe 4a	Manuel technique pour l'encadreur rural	80
Annexe 4b	Manuel pour le niveau ingénieur	84
<b>ANNEXE 5</b>	<b>LISTE DES DOCUMENTS ET PUBLICATIONS CONSULTEES</b>	<b>93</b>





## ANNEXE 1

### A. CHRONOLOGIE DE LA 1<sup>o</sup> PHASE DE LA CONSULTATION

21 juillet 1997	Niamey	M. JP Triboulet ; M. A. Samba ; M. M. Diouf
22 juillet	Niamey	M. Oliveira ; F. Gnoumou ; Etude Documents F. Ouattara
23 juillet	Niamey	M. Boulahya (ACMAD) ; M. Triboulet ; M. A. Samba ; Etude documents
24 juillet	Niamey	Conférence étudiants CI III (F. Gnoumou) ; Etude documents.
25 juillet	Niamey	M. Faugère (MCAC) ; A. Samba ; Mme Tandja ; Départ pour Ouaga
26-27 juillet	Ouaga	M. L. Somé ; V. Hien ; F. Lompo (INERA) ; F. Nikiéma (Météo)
28 juillet	Ouaga	M. A. Diallo ; F. Nikiéma ; D. Ouédraogo ; Didier Ouédraogo (H. Diallo ; M. K. Konaré ; M. Obasi ; OMM)
29 juillet	Ouaga	F. Nikiéma ; L. Somé (DCRST) ; Départ pour Bamako
30 juillet	Bamako	Dir Météo ; CONACILSS ; Consultation documents
31 juillet	Bamako	Centre météo principal ; SAP ; DNAMR
1 <sup>o</sup> août	Bamako	OHVN ; ORTM ; Consultation documents
4 août	Bamako	Visite Ouélessébougou Programme vulgarisation.
5 août	Bamako	Matin M. Konaté ; Réunion GTPA ; Ap. midi : départ Ségou
6 août	Bamako	Ségou : Office Riz ; PNVA
7 août	Bamako	Visite PNVA A. Kontao ;
8 août	Bamako	visite DNAER S. Samaké ; Ministère Transports ; Synthèse
9 août	Bamako	Soir : Départ pour Dakar
11 août	Dakar	matin : Coordinateur national AGRHYMET M. A. Djigo ; 11 h Dir. Agriculture : M. Abdou Diop ; 12 h 30 P.V. M. Sam Guèye ; SAP Dasse Mariko ; Ap. midi Dn Elevage Dr Ndeki ; Ing B. Niang
12 août	Dakar	10 h Réunion GTP ; 12 h visite Météo ; 15 h Visite Ecologie ; 16 h Visite ISRA Madiagne Diagne (Bioclimatologie Recherche agronomique ; télédétection) Discussion avec Dir. Techn. POGV M. Waly Ndiaye (Kaolack)
13 août matin	Départ pour N'Djaména	arrivée 20 h
14 août	N'Djaména	Météo Coord. AGRHYMET Midebel ; Bagdra Gag ; Gabsoubou Hinnéné
15 août	N'Djaména	Météo : Bétoloum ; Midebel ; Gabsoubou
18 août	N'Djaména	Bétoloum ; visites ONDR M. Belembaye ; Tongargar. ; DPVC (Protection des végétaux) A. Dorsouma ; M. Dakoussan. 12 h 30 Stat. agricoles M. Laoukouba ; système des enquêtes.
19 août	N'Djaména	Visite de terrain Secteur Mandalia Chef Secteur ADER M. Mahamat Ahmat Tchendjou ; M. Elie Mbaitoubam (observateur du projet) ; discussion avec un Groupe de 18 paysans et 12 paysannes ; visite de champs.
20 août	N'Djaména	9 h Réunion avec le GTP ; 12 h ONADEH (maraichage)
21 août	N'Djaména	Visite Ministre de l'Environnement E. Ngarbaroum ; Discussions de Synthèse soir : départ pour Niamey
22 août	Niamey	9h rencontre Météo Nationale Niger avec F. Gnoumou ; A. Samba ; Visite M. Sagna ;
25 août	Niamey	Débriefing AGRHYMET J.S. Oliveira, etc.

26 août	Niamey	Débriefing 12 30 O. Faugère ;
27 août	Niamey	Soir : départ pour Paris
28 août	Paris-Satolas-Chambéry	

## B. CHRONOLOGIE DE LA 2<sup>e</sup> PHASE DE LA MISSION

21 février 1998		Départ de Paris ; arrivée à Bamako.
22 février	Bamako	Arrivée de M. A. Samba de Niamey. NB Toutes les réunions, visites et discussions ont été conduites en commun par MM Samba et Baldy
23 février	Bamako	9-10 h rencontre avec la Direction Météo 10-12 h Entretien avec la Division Agrométéo 13 h 30-16 h 1 <sup>re</sup> séance de réflexion sur la rédaction, des manuels et l'utilisation des données de terrain recueillies
24 février	Bancoumana	Participation à la mission de restitution de la campagne 1997/98 à Bancoumana (cf en annexe la liste des participants à la restitution)
25 - 27 février	Bamako	Etude des documents et discussions de travail
2 mars	Bamako	Matin : visite Direction de l'IER Après midi : visite Labo Sol-Eau-Plante à Sotuba ; discussion de travail avec le Dr Mamadou Doumbia et le Dr Michel Vaksman (CIRAD)
3 mars	Bamako	Matin : séance de travail avec des membres du GTP A. midi : synthèse avec la Direction de la Météo
4 mars	Bamako Ouaga	Matin : Départ pour Ouagadougou Après midi : Direction de la météo.
5 mars	Ouaga	Matin Direction de l'INERA Réunion A. Diallo, F. Nikiema, L. Somé, V. Hien Ap. midi visite au Directeur de la Radio rurale du B. Faso M. Alphousseni Bassolet avec A. Diallo, F. Nikiema, L. Somé
6 mars	Ouaga	Matin : avec A. Diallo : Production végétale, Protection des végétaux, DVA (Direction de la valorisation agricole) Ap. midi visite au Secrétaire Général Ministère des transports et du tourisme M. Jean Bertin Ouedraogo Soir : réunion de travail INERA avec L. Somé et Y. Dembélé
7 mars	Ouaga	Matin : départ pour Niamey
9 mars	Niamey	Rencontre avec M. Oliveira Réunions de travail avec JP. Triboulet, A. Samba
10 mars	Niamey	Matin Réunion de travail Météo Nationale avec MM. Also I., Labo Moussa Pr Ben Mohamed (Physique, Université Niamey) et des membres du GTP du Niger (recherche agronomique, Mme Ousseini, SAP, et JP. Triboulet, A. Samba AGRHYMET. Ap. midi : Conférence à AGRHYMET (sujet en annexe)
11 mars	Niamey	Matin : Débriefing avec MM. Oliveira, Samba, Triboulet. Ap. midi : Séances de travail avec A. Samba, JP. Triboulet
12 mars	Niamey	Matin ACMAD : conférence à un groupe de météorologistes climatologistes et discussion de travail.

Midi : réunion avec M. Faugère (MCAC) et M. Triboulet

Ap. midi : poursuite du travail avec M. Samba

13 mars

Niamey

Départ pour Bamako via Abidjan, puis Bamako-Paris

14 mars

Paris-Chambéry



## **ANNEXES 2**

### **2a1. ZONES CONCERNÉES**

#### **PAR LES DIFFERENTS PROJETS-PILOTES**

##### **Mali en 1997 :**

Office de développement de la Haute Vallée du Niger (OHVN) ;  
Office de Développement Intégré de Kayes (ODIK) ;  
Compagnie malienne de Développement des Textiles (CMDT) ;  
Office du Riz de Ségou (ORS)  
Office du Riz de Mopti (ORM) ;  
Programme Fonds de Développement Villageois de Ségou (PFDVS) ;  
Projet de Réhabilitation de Baguinéda (PRB) ;  
Direction Nationale de l'Agriculture, services semenciers et plusieurs directions régionales de l'Agriculture (Kayes, Koulikoro, Ségou, Mopti).

##### **Tchad en 1997 :**

Groupements villageois dans des villages dépendant de l'Office National de Développement Rural : répartis sur un gradient climatique nord-sud entre la zone sahélienne et la zone soudanienne : Massakori ; Bandaro ; Gounou-Gaya ; Darda ; Mailao ; Tchendjou ; Koutoumoussouri ; Gueledeng ; Bokoro ; Léré ; Fianga.

##### **Sénégal :**

Le projet était de débiter en 1998 une vulgarisation dans 10 régions du pays, en s'appuyant sur 7 villages-pilotes. Il a été modifié après ma visite.

##### **Burkina-Faso : de 1985 à 1995 :**

3 villages situés à la périphérie de Ouagadougou : Tanghin-Dassouri ; Pabré ; Gonsé.

##### **Niger:**

Plusieurs villages dans le département de Tillabéry, jusqu'en 1994.





## 2a2. LISTE DES SERVICES PARTICIPANTS AUX GTP

### AU MALI

C.f . texte

### AU TCHAD

Direction des ressources en eau et de la Météorologie (DREM)

DREM Agrométéorologie

DREM Climatologie

DREM Service hydrologique

ASECNA (prévision météorologique)

Direction des ressources hydrauliques (DRH/FRP)

Office national de développement rural (ONDR)

Direction de la protection des végétaux (DPVC)

DFPE

Système d'alerte précoce (SAP/AEDES)

Radio rurale

Radio nationale du Tchad (RNT)

Direction des services agricoles (DSA)

Programme de diagnostic précoce (DIAPER)



**ANNEXE 2b****EXTRAITS DE BULLETINS MENSUELS AGRHYMET**

- Page 6 du Bulletin mensuel de septembre 1997 : situation au Mali
- Page 1 du Bulletin mensuel d'octobre 1997 : synthèse de la situation dans les pays du CILSS

Koulikoro, et le nord de Sikasso). Ces cumuls saisonniers sont équivalentes ou supérieurs à ceux de l'an passé, excepté pour Mopti (fig. 5) ; par rapport à la normale, les régions déficitaires intéressent le centre (Mopti), le nord (Tombouctou) et l'extrême ouest du pays (ouest de Kayes), et dans une moindre mesure, l'extrême sud de Sikasso (fig. 6). ■ Au cours du mois, les cultures de cycle long ont continué de bénéficier de bonnes conditions hydriques pour leur développement végétatif, notamment dans la partie sud du pays. Pour les cultures céréalières de cycle court en majorité en cours de maturation à récolte dans la partie septentrionale du pays, la situation hydrique a été moins favorable dans certains endroits, notamment dans le nord-ouest de Kayes. Les travaux de repiquage de riz se sont poursuivis également dans de bonnes conditions. L'état végétatif et l'aspect général des champs ont été dans l'ensemble bons. Compte tenu de la configuration de l'hivernage de cette année, les rendements de mil estimés au 30 septembre 1997 seront compris entre 300 et 600 kg/ha dans l'extrême-nord des cercles de Kayes, de Yélimane, de Nara, de Niono, dans les cercles de Niafunké et de Douentza. Ils seront compris entre 600 et 800 kg/ha dans le centre du cercle de Kayes, dans le centre et le sud du cercle de Yélimane, dans le cercle de Niono, dans l'extrême-nord de ceux de Bafoulabé et de Kita, dans le centre et le sud de celui de Nara, dans la majeure partie du cercle de Niono, dans les cercles de Ténenkou et de Mopti, dans le nord du cercle de Bandiagara, dans le sud-ouest de celui de Douentza et dans le nord-est de celui de Koro. Ils seront supérieurs 800 kg/ha dans le reste de la zone agricole du pays (fig. 7). En comparaison avec l'année dernière, les rendements de 1997 seront déficitaires dans le centre-est du cercle de Kayes, dans le cercle de Yélimane et dans l'extrême nord-est du cercle de Koro. Ailleurs, ils seront identiques à excédentaires (fig. 8). Par rapport à la moyenne pluri-annuelle 1961-1990, les rendements de cette année seront identiques dans le nord du cercle de Kayes, dans le cercle de Yélimane, dans le nord-est du cercle de Nara, dans le nord du cercle de Niono et par endroits dans le nord-est du cercle de Douentza. Partout ailleurs, ils seront excédentaires à très excédentaires (fig. 9). ■ Les prospections réalisées en première décennie dans les secteurs de Kidal et d'Aguel Hoc ont révélé la présence de populations composées d'adultes et de larves de criquet pèlerin à des densités de 50 à 60 /ha pour les adultes et de 20.000/ha pour les larves. Les densités les plus fortes ont été observées à In Aouassou (20°11 N/02°21 E) avec 250 ailés/ha et 10.000 à 20.000 larves/ha (fig. 15). Environ 15 ha ont été traités contre les infestations de larves (4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> stades) et d'adultes. Quelques ailés isolés ont été observés près du Lac Faguibine, à Fati et autour de la mare de Takadji. Les densités d'adultes matures et immatures observées au cours des deuxième et troisième décades dans le Timétrine et le versant ouest de l'Adrar des Iforas ont varié entre 50 et 2000 individus/ha. Au cours de la troisième décennie, environ 60 ha ont été traités à Markouba (18°41 N/0°40 E). Le criquet nomade et le criquet migrateur africain étaient présents à des densités faibles dans le secteur de Ténenkou. De petites poches

d'infestation de sauteriaux avec des densités variant entre 5 et 30 individus/m<sup>2</sup> ont été notées dans la bande sahélienne. Dans l'aire de reproduction du criquet pèlerin et dans les zones septentrionales, la tendance générale est au dessèchement progressif du milieu. On s'attend cependant à des pontes dans les zones vertes et à l'apparition de nouveaux adultes. Les infestations du criquet migrateur et du criquet nomade auront tendance à persister.

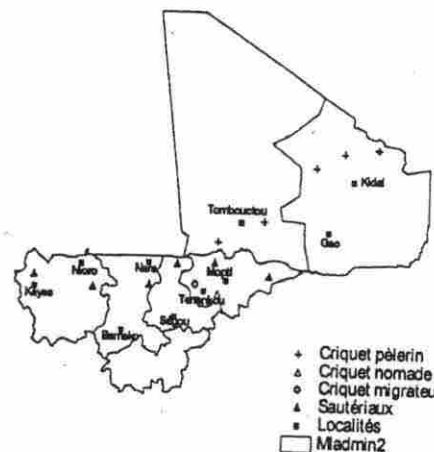


Fig. 15 - Mali : observations des ennemis des cultures

■ Dans les zones pastorales du Mali, on note une évolution de l'indice de végétation à partir de la première décennie sur les cercles de Nioro, Macina, Djenné, Bankass et Koro (fig. 16). Quelques poches de végétation encore actives sont observées dans la partie nord de Ténenkou. A partir de la deuxième décennie, on note une régression de l'indice dans les localités de Tombouctou et Gao. Dans ces régions, l'arrêt des pluies a provoqué le flétrissement précoce des herbacées, notamment dans le nord de Almoustarat, Ménaka et Inékar. Le cercle de Koro, la partie nord du cercle de Ténenkou, toute la partie sud et centrale du cercle Gourma-Rharous et le sud du cercle de Ménaka ont des niveaux de biomasse maximale très inférieure aux productions normales de la région en cette période de l'année et inférieures à celles de 1994. Cependant, on note des situations d'ensemble satisfaisantes à Gossi et Ouinarden et dans le nord de Goudam. En effet, sur le plan des mouvements de bétail, une affluence considérable est toujours signalée autour de la mare de Gossi suite à un déficit pluviométrique dans les régions dunaires environnantes.

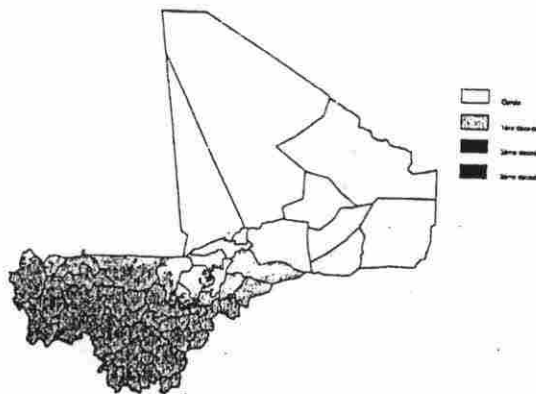


Fig. 16 - Limite nord de la végétation : septembre 1997

# MENSUEL AGRHYMET

OCTOBRE 1997



Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

## SYNTHESE

Globalement, la campagne a été caractérisée par des situations très contrastées présentant un fort gradient négatif est/ouest dans l'installation des cultures et une hétérogénéité du développement végétatif.

L'installation des pluies a été normale à précoce excepté au Cap Vert où le démarrage n'a eu lieu qu'à la fin du mois de juillet. Cette situation a permis partout une bonne réussite des semis et une levée générale des cultures.

Une période plus sèche durant le mois de juillet a pu perdurer jusqu'à la première décennie d'août, caractérisée par une diminution globale de la pluviométrie et des périodes de sécheresse allant de 10 à 40 jours suivant les zones et les pays.

Un stress hydrique parfois important voire irréversible a été noté sur les plants arrivés aux stades de levée voire de montaison pour les cultures les plus précoces (maïs, mil cycle court). Des pertes importantes sur les pépinières de riz ont provoqué un retard non négligeable dans les opérations de repiquage des riz de bas-fonds. Des ressemis ont pu se prolonger jusqu'à la reprise des pluies au mois d'août.

A partir de mi août et jusqu'en septembre, la pluviométrie redevenant normale, voire abondante dans la plupart des pays, a favorisé la reprise du développement végétatif des cultures jusqu'au stade de l'épiaison, l'installation des cultures de riz dans les zones de bas-fonds et les mangroves et un remplissage satisfaisant des cours d'eau et des barrages, ce qui permettrait d'envisager de bonnes perspectives pour les cultures de décrue et les cultures irriguées.

L'arrêt presque généralisé des pluies est intervenu à partir de la deuxième décennie d'octobre, à l'exception de la zone soudano-sahélienne où des pluies ont été enregistrées jusqu'en fin octobre. Il est à noter que par endroits dans le centre du Sahel (Burkina Faso notamment), il a été ressenti un net fléchissement de la pluviométrie à partir de la deuxième décennie de septembre. Actuellement, les récoltes sont en cours dans l'ensemble des pays, excepté le Cap-Vert. Cependant, les semis tardifs de sorgho, de maïs et de mil ont encore besoin d'eau pour boucler leur cycle au Cap-Vert, en Mauritanie et au Sénégal. S'il n'y a pas d'inquiétude majeure en ce qui concerne le sorgho qui peut arriver à maturité avec la rosée et la fraîcheur dans certaines zones, il n'en est pas de même pour le maïs (seule céréale cultivée au Cap-Vert) et le mil (Sénégal et Gambie) dont les rendements peuvent être sérieusement affectés. La situation des semis tardifs est donc particulièrement préoccupante.

Pendant la majeure partie de la campagne (mai à septembre), les populations autochtones de criquet pèlerin observées ou signalées en Mauritanie, au Mali et au Niger étaient faibles. Toutefois, des reproductions à petite échelle ont eu lieu notamment au Mali et au Niger. Au cours du mois d'octobre, une augmentation des effectifs d'adultes a été constatée dans le nord du Mali où les conditions écologiques étaient encore bonnes à la fin de la deuxième décennie. Le fait le plus marquant au cours de cette campagne sur le plan phytosanitaire a été sans nul doute la résurgence du criquet migrateur africain au Tchad. L'infestation de ce ravageur a touché le nord Cameroun et peut-être le nord Nigéria. Dans la zone agricole des pays du CILSS notamment du Mali, du Niger et du Tchad, la situation phytosanitaire a été également marquée par des attaques de sautériaux, d'insectes floricoles et d'oiseaux déprédateurs qui ont occasionné parfois des dégâts significatifs ainsi que par des infestations de ravageurs opportunistes qui ont proliféré pendant les périodes de sécheresse.

Les prévisions de la campagne agricole pour 1997/1998 ont donné une production céréalière brute de près de 9,1 millions de tonnes pour l'ensemble des neuf pays du CILSS. Cette production estimée est équivalente à celle de la campagne 1996/1997 et à la production moyenne des cinq dernières années. Si l'on tient compte de la croissance de la population, la campagne 1997-1998 est déficitaire à moyenne suivant les pays et les zones de production par pays. Outre les zones structurelles de déficit de production, il s'est ajouté encore cette année d'autres régions avec des productions déficitaires qui pourront augurer des situations alimentaires alarmantes. Ces régions de productions déficitaires conjoncturelles, sont très localisées dans les différents pays.

## SOMMAIRE

Synthèse du mois .....	p.1
Synthèse du mois (suite) .....	p.2
Cap Vert .....	p.2
Mauritanie .....	p.3
Sénégal .....	p.4
Gambie .....	p.5
Guinée-Bissau .....	p.6
Mali .....	p.7
Burkina Faso .....	p.8
Niger .....	p.10
Tchad .....	p.11



## ANNEXE 3

### PROPOSITIONS DE FINANCEMENT CONCERNANT DES ACTIONS DE VULGARISATION

#### Introduction

Les programmes suivants ont été envisagés après étude et discussion des thèmes et besoins avec les différentes DNA rencontrées.

#### a. Burkina Faso

- La proposition consiste à **appliquer les conseils et méthodes agrométéorologiques** dans le cadre de programmes de développement basés sur des **groupements paysans déjà existants** et fonctionnels en appui à la production des autres cultures dans la zone cotonnière au centre-ouest du pays, avant de généraliser les méthodes ainsi validées à l'ensemble du pays. Un projet de budget est donné en **annexe 3a**.

#### b. Sénégal

- Au Sénégal, il s'agit de **poursuivre les activités déjà développées** précédemment. Pour permettre la mise au point d'actions de formation qui touchent aussi bien les services de l'élevage que les services de l'agriculture, il paraîtrait souhaitable de développer ces actions **de façon décentralisée**, en se basant autant que faire se peut sur des **programmes de vulgarisation déjà en place et financés**, sur lesquels se grefferont les conseils et la mise en oeuvre des pratiques agrométéorologiques, conformément au programme de développement des régions conduit par le Gouvernement sénégalais.
- Le suivi de l'état de l'élevage est déjà effectué au Sénégal depuis plusieurs années, avec l'appui notamment du CSE pour l'utilisation des images satellitaires. Il faudrait donc surtout **améliorer la situation existante**. Ceci amènera dans un premier temps de centrer ce **programme** sur les régions dans lesquelles les animaux trouvent leur nourriture dans le cadre de la transhumance traditionnelle.

Le fait que ce type de programme soit relativement nouveau au niveau des pays du CILSS amène à recommander la mise en place d'une *enveloppe financière notable* pour sa mise en route. Il faudra mettre sur pied avec le service de l'élevage un véritable projet de suivi des troupeaux et de l'état des pâturages dans l'ensemble de la zone pastorale, et effectuer un suivi plus pointu sur une zone à définir dans le cadre du GTP par la météorologie et l'élevage, en fonction des stations météorologiques fonctionnelles.

- **Pour l'agriculture** il s'agit de porter l'effort dans un premier temps sur le bassin arachidier de Kaolack, où les conditions de production permettent de *garantir que des récoltes, pourront être effectuées* et donc que des *résultats analysables* seront obtenus. Il sera nécessaire de rendre très rapidement opérationnel un modèle de bilan hydrique concernant l'arachide, et mettre en place une *action de vulgarisation auprès de groupements d'agriculteurs* (et non de poursuivre

des opérations de comparaisons ponctuelles de rendements). Ces actions sont à conduire dans le cadre de programmes déjà mis en place par les services de vulgarisation de l'agriculture. La météorologie n'aura donc qu'un rôle de conseil et de soutien. Il sera par contre nécessaire d'assurer une formation sérieuse des paysans-observateurs et des encadrateurs, ce qui justifie le budget prévu. Le document présenté en **annexe 3b** dérive étroitement de la demande rédigée par la Direction de la Météorologie ; il explique bien les activités à envisager.

N.B1. Le tableau a été corrigé pour tenir compte d'erreurs manifestes dans les sommes indiquées, et d'une modération dans les achats de véhicules.

N.B2. La **recherche de situations marginales** pour mettre en application un ensemble de nouveautés au niveau paysan constitue plus une garantie d'échec que de réussite ! Cette démarche, poursuivie avec trop de constance depuis quinze ans dans le cadre des programmes des différents pays, explique à la fois beaucoup d'insuccès, et la lassitude des bailleurs de fonds.

### c. Tchad

Le Tchad est un pays sahélien de 1 284 000 km<sup>2</sup> essentiellement dépendant de l'agriculture et de l'élevage, très fortement enclavé, et qui subit les contre-coups d'une variabilité exacerbée des conditions climatiques. Il compte actuellement un réseau de 240 stations d'observations hydro- et agro-météorologiques, qui est loin de couvrir toutes les situations pédo-climatiques du pays. Actuellement, 15 stations seulement sont équipées de radios BLU et transmettent *de façon sûre et durable* les informations agro-hydro-météorologiques. Les stations secondaires sont reçues souvent avec un grand retard, faute de moyens de communication adaptés à la situation locale. Le projet vise à améliorer la transmission et la collecte des données hydro-agro-météorologiques en organisant des réseaux de stations secondaires développées autour du réseau des stations météorologiques principales, et en facilitant la transmission rapide des données de 83 stations supplémentaires.

Il nécessite donc l'acquisition : des moyens de déplacement et de télécommunication adéquats ; un budget de fonctionnement et de maintenance des véhicules et des appareillages ; un budget de déplacements des agents pour la mise en place, puis le fonctionnement du programme. Le budget s'élève à 1 790 000 FF (en ignorant les 5 % d'imprévus...). Le projet détaillé a été rédigé par la Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie (DREM) du Tchad. On présente ici les éléments essentiels du budget indicatif, en regroupant des items de faible valeur unitaire.

### d. Mali

Il s'agit d'un pré-projet préparé par l'Office Riz Ségou en 1992. Il serait probablement à réviser un peu pour tenir compte de certains changements récents des politiques nationales, mais reste très intéressant, car il reflète exactement les besoins constatés par les techniciens agronomes nationaux en matière d'agrométéorologie opérationnelle, en zone sahélienne à 400-600mm de pluie, mais où une grande partie des cultures est commandée par le déroulement de la crue du Fleuve, pour un espace géographique de près de 26 000 ha aménagés, où plus de 7 000 paysans pratiquent à la fois la riziculture et des cultures sèches subissent des contraintes agricoles particulières, les semis des cultures sèches pouvant être influencés par l'arrivée de la crue et la priorité donnée aux rizières.

Les indications budgétaires indiquées ici reprennent le projet initial, tel qu'il avait été formulé. Les achats de pluviomètres ont été pris en compte, ainsi que 3 stations BLU, et non le réseau de 16 BLU proposé : la transmission d'une donnée pluviométrique peut se réaliser avec un accord avec d'autres organismes susceptibles de transmettre l'information par radio (gendarmerie, par exemple, comme au Niger).

Dans tous les cas, les budgets sont *présentés ici en francs français*. Les budgets à prévoir sont au minimum de l'ordre de celui qui est donné à titre **indicatif** pour le Burkina Faso. Il paraît difficile de réaliser un programme de vulgarisation comportant de nombreuses activités de terrain avec des sommes inférieures. Les demandes présentées spontanément par le Mali, le Tchad et le Sénégal sont jointes à ce rapport. Par rapport au Burkina Faso, les annexes concernant le Sénégal et le Tchad reflètent aussi fidèlement que possible les demandes reçues, d'où des différences de présentations notables.

## ANNEXE 3a

### Proposition de budget pour le Burkina Faso

(en francs français, 1 FF = 100 FCFA)

Rubrique		Total	1 <sup>e</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année
<b>Equipements agrométéo</b>					
Pluviomètres	50	10 000	5 000		5 000
Petit matériel * (voir détail)	3 ans	30 000	10 000	15 000	5 000
Radio BLU (et panneaux solai-	4	100 000	50 000	25 000	25 000
	<b>S/total</b>	<b>140 000</b>	<b>65 000</b>	<b>40 000</b>	<b>35 000</b>
<b>Equipements informatiques</b>					
Microordinateurs et logiciels	3	45 000	30 000	15 000	
Onduleurs	3	6 000	4 000	2 000	
Accès Internet	3	6 000	2 000	2 000	2 000
Télécopieurs sur papier	3	15 000	15 000		
Imprimantes Laser (noir et blanc)	3	12 000	8 000	4 000	
Photocopieuse	1	6 000		6 000	
	<b>S/total</b>	<b>90 000</b>	<b>59 000</b>	<b>29 000</b>	<b>2 000</b>
<b>Déplacements</b>					
Achat d'un véhicule tout-terrain destiné à assurer les tournées	1	80 000	80 000		
Remise en état de véhicules de service	2	70 000	40 000	20 000	10 000
Cyclomoteurs	10	30 000	18 000	12 000	
Bicyclettes	10	10 000	5 000	5 000	
Carburant et entretien courant des véhicules (y compris cyclomoteurs)	sur 3 ans	225 000	75 000	75 000	75 000
	<b>S/total</b>	<b>415 000</b>	<b>218 000</b>	<b>112 000</b>	<b>85 000</b>
<b>Activités de terrain</b>					
Frais de déplacements encadreurs et paysans	sur 3 ans	150 000	65 000	50 000	35 000
Frais de formation des encadreurs (30 personnes + encadrement)	sur 3 ans	90 000	40 000	30 000	20 000
Séminaires de début de campagne (3 sites par an)	sur 3 ans	90 000	30 000	30 000	30 000
Appuis divers **	sur 3 ans	60 000	20 000	20 000	20 000
	<b>S/total</b>	<b>390 000</b>	<b>155 000</b>	<b>130 000</b>	<b>105 000</b>
<b>Consommables</b>					
Consommables divers ***	sur 3 ans	45 000	12 000	15 000	18 000
	<b>S/total</b>	<b>45 000</b>	<b>12 000</b>	<b>15 000</b>	<b>18 000</b>
<b>Total</b>		<b>1 080 000</b>	<b>509 000</b>	<b>326 000</b>	<b>245 000</b>

N.B. \*Petit matériel météo: thermomètres maxi et mini ; thermomètres pour psychromètres, mousseline pour psychromètres ; dotations annuelles pour héliographes ; diagrammes pour thermographes et hygrographes

\*\* frais d'alphabétisation, achats de manuels ou supports

\*\*\* Papier pour photocopie, cartouches pour photocopieuse, entretien photocopieuse



## ANNEXE 3b

## Proposition de budget pour le Sénégal

(en francs français, 1 FF = 100 FCFA)

Rubrique	Total	1 <sup>e</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année
<b>Equipement agrométéo.</b>				
3 Sta. automatiques	270 000	90 000	90 000	90 000
150 pluviomètres	120 000	40 000	40 000	40 000
3 Radio BLU + pan.sol	45 000	30 000	15 000	
<b>S/total</b>	<b>435 000</b>	<b>160 000</b>	<b>145 000</b>	<b>130 000</b>
<b>Equipement informatique et reprographie</b>				
5 ordinateurs + onduleur +	100 000	60 000	40 000	
5 séries logiciels	60 000	18 000	12 000	
1 Photocopieuse	20 000	20 000		
<b>S/total</b>	<b>180 000</b>	<b>98 000</b>	<b>52 000</b>	
<b>Consommables</b>				
entretien du matériel	60 000	20 000	20 000	20 000
papeterie, divers	30 000	10 000	10 000	10 000
<b>S/total</b>	<b>90 000</b>	<b>30 000</b>	<b>30 000</b>	<b>30 000</b>
<b>Moyens de déplacement</b>				
1 Véhicule 4x4	100 000	100 000		
15 Motos	300 000	200 000	100 000	
Entretien véhicules	60 000	10 000	25 000	25 000
<b>S/total</b>	<b>460 000</b>	<b>310 000</b>	<b>125 000</b>	<b>25 000</b>
<b>Activités de terrain</b>				
30 observateurs	90 000	30 000	30 000	30 000
Indemnités déplacement	100 000	30 000	35 000	35 000
Indemnités déplacement	100 000	45 000	30 000	25 000
Carburant	150 000	50 000	50 000	50 000
<b>S/total</b>	<b>440 000</b>	<b>155 000</b>	<b>145 000</b>	<b>140 000</b>
<b>Formation</b>				
Formations de groupe	60 000	20 000	20 000	20 000
Séminaires de début de	150 000	50 000	50 000	50 000
Formation de formateur à	50 000		50 000	
<b>S/total</b>	<b>260 000</b>	<b>70 000</b>	<b>120 000</b>	<b>70 000</b>
<b>Total</b>	<b>1 655 000</b>	<b>823 000</b>	<b>587 000</b>	<b>395 000</b>

## ANNEXE 3c

# Développement du réseau d'observation et de transmission de la Direction des ressources en eau et de la Météorologie (Tchad)

Les valeurs diffèrent un peu de celles de la demande du Tchad, pour tenir compte des buts généraux de cette étude.

(en francs français, 1 FF = 100 FCFA)

Rubrique	Total	1° année	2° année	3° année
<b>Véhicules</b>				
Tout-terrains	750 000	350 000	400 000	
Motocyclettes	300 000	200 000	100 000	
<b>S/total</b>	<b>1 050 000</b>	<b>550 000</b>	<b>500 000</b>	
<b>Fonctionnement véhicules</b>				
Carburant	200 000	70 000	70 000	
Pneumatiques (voiture + moto)	45 000	5 000	20 000	20 000
Entretien et réparations (v + m)	175 000	45 000	60 000	70 000
<b>S/total</b>	<b>420 000</b>	<b>120 000</b>	<b>150 000</b>	<b>150 000</b>
<b>Télétransmissions</b>				
Radios BLU	85 000	85 000		
Panneaux solaires, Batteries	35 000	25 000		10 000
Entretien	35 000	5 000	15 000	15 000
<b>S/total</b>	<b>155 000</b>	<b>115 000</b>	<b>15 000</b>	<b>25 000</b>
<b>Consommables</b>				
Vêtements de travail	12 000	4 000	4 000	4 000
Papeterie	6 000	2 000	2 000	2 000
Divers	12 000	4 000	4 000	4 000
<b>S/total</b>	<b>30 000</b>	<b>10 000</b>	<b>10 000</b>	<b>10 000</b>
<b>Déplacements</b>				
Installation matériel	20 000	10 000	10 000	
Inspections, maintenance	15 000	5 000	5 000	5 000
Réunions de formation	100 000	60 000	20 000	20 000
<b>S/total</b>	<b>135 000</b>	<b>75 000</b>	<b>35 000</b>	<b>25 000</b>
<b>Total</b>	<b>1 790 000</b>	<b>870 000</b>	<b>710 000</b>	<b>210 000</b>

## ANNEXE 3d

## Proposition de budget pour l'Office de Ségou (Mali)

(en francs français, 1 FF = 100 FCFA)

Désignation	Total	1 <sup>e</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année
<b>Formation</b>				
600 paysans	12 000	6 000		6 000
50 encadreurs	10 000	5 000		5 000
<b>S/total</b>	<b>22 000</b>	<b>11 000</b>		<b>11 000</b>
<b>Recyclage</b>				
200 paysans	4 000		4 000	
50 encadreurs	1 000		1 000	
<b>S/total</b>	<b>5 000</b>		<b>5 000</b>	
<b>Indemnités de déplacement Formation et suivi</b>				
7 Superviseurs	100 800	33 600	33 600	33 600
50 encadreurs	270 000	90 000	90 000	90 000
<b>S/Total</b>	<b>370 800</b>	<b>123 600</b>	<b>123 600</b>	<b>123 600</b>
<b>Equipement</b>				
16 pluviomètres	12 000	12 000		
3 BLU	45 000	45 000		
20 bicyclettes	20 000	20 000		
20 radios	5 000	5 000		
<b>S/Total</b>	<b>82 000</b>	<b>82 000</b>		
<b>Consommables</b>				
Fournitures bureau	15 000	5 000	5 000	5 000
vêtements impermé.	2 000	2 000		
<b>S/total</b>	<b>17 000</b>	<b>7 000</b>	<b>5 000</b>	<b>5 000</b>
<b>Total</b>	<b>496 800</b>	<b>223 600</b>	<b>133 600</b>	<b>139 600</b>

## ANNEXES 4

### CANEVAS DES MANUELS DE FORMATION

Le consultant n'a nullement vocation à imposer des **titres** pour des *manuels qu'il ne rédigera pas lui-même*. Il s'est contenté de rechercher, avec l'appui de plusieurs autres ingénieurs sahéliens concernés, les **contenus à prévoir dans ces manuels**, afin qu'ils couvrent le plus complètement possible les besoins de formation dans les différents pays, en tenant compte des sensibilités différentes, et des problèmes spécifiques à chaque pays.

#### ANNEXE 4a

#### CANEVAS POUR LA PRÉPARATION D'UN

**Manuel technique pour l'encadreur rural  
en agrométéorologie**

**AGROMETEOROLOGIE APPLIQUEE AUX ZONES  
TROPICALES A LONGUE SAISON SECHE**

*N.B. Ce manuel est destiné à être également traduit (au moins en partie) dans différentes langues (portugais, anglais, mais aussi bambara ou môoré, par exemple). Il est indispensable de tenir compte de cette contrainte dans la réalisation des chapitres, en particulier dans la mise en page des illustrations et des exemples.*

#### I. INTRODUCTION

L'utilité et les applications de l'agrométéorologie.

La présentation de ce manuel doit être plus simple que celle destinée au niveau ingénieur, et doit comporter encore plus d'illustrations. Les figures doivent pouvoir être réutilisées, dans la même pagination et avec la même présentation, pour créer des versions traduites en langues nationales.

#### II. GENERALITES SUR LE CLIMAT

Les données de base à retenir sont celles des manuels et notes de cours déjà mises au point au Centre AGRHYMET. Il sera cependant nécessaire de bien prévoir une illustration soignée et détaillée de chaque thème abordé. Il faut donner quelques indications générales sur le climat, et les climats tropicaux en particulier, mais insister surtout sur les climats à longue saison sèche. Des exemples illustrant les analogies avec les climats analogues de l'hémisphère sud (Angola, Nami-



bie, Afrique du Sud, mais aussi d'Afrique de l'Est (Somalie, Kenya, Tanzanie...) sont souhaitables. Il faut envisager la mise à disposition d'un tel manuel bien au delà des pays du CILSS actuels.

### III. LES OUTILS DE BASE

3.1 Les instruments météorologiques : bien illustrer, donner des schémas détaillés et le mode d'emploi général de chaque appareil.

3.2 Les instruments de mesure sur le terrain : ici aussi, bien illustrer chaque outil : (cf. Dupriez et De Leener)

3.2.1 Humidité dans le sol.

3.2.2 Mesures des distances, de l'orientation, de la pente et de pesage.

3.2.3 Traçage au sol.

3.3 Outils agricoles (cf. Manuel de l'Agronome)

3.3.1 Rappels d'agriculture générale.

3.3.2 Outils traditionnels : ils ne sont pas à négliger, car il s'agit de ceux qui sont toujours employés par l'immense majorité des paysans !

3.3.3 Outils modernes : ils doivent être connus des vulgarisateurs, afin de faciliter leur introduction progressive, dans la mesure où ils s'avèrent réellement supérieurs aux outils traditionnels.

3.3.4 autres outils utiles.

3.4 Instruments de transmission

(à bien développer et à illustrer)

### IV. OBSERVATIONS

4.1 Observations météorologiques.

**Chaque opération est à expliquer et à illustrer clairement** ; l'enregistrement des données sur les carnets d'observation est à expliquer et à illustrer, notamment par des copies des pages des carnets utilisés réellement dans chaque pays.

4.1.1 Pluviométrie

4.1.2 Température

4.1.3 Evapotranspiration potentielle (ETP) :

On expliquera clairement, et on illustrera par des schémas et des exemples l'utilisation de **formules** (Penman et dérivées, Eagleman, etc), sans chercher à démontrer celles-ci, et bien faire comprendre leur utilisation et les précautions à prendre pour la lecture et l'entretien des **bacs d'évaporation**. Les effets du vent, de l'insolation, de l'humidité de l'air, de la température seront détaillés à propos de l'utilisation de la notion d'évapotranspiration. Les notions d'évapotranspiration maximale (ETM) et d'évapotranspiration réelle (ETR) seront définies et illustrées aussi.

4.1.4 Humidité du sol

Les méthodes de mesure simples de l'humidité des sols seront définies et illustrées, ainsi que les notions de capacité au champ, de point de flétrissement, etc. L'importance des excès d'eau dans le sol en saison des pluies, et de capacité en eau permettant des cultures de décrue dans des zones de sols bas seront décrites et illustrées.

4.2 Observations hydrologiques

Donner les éléments essentiels à l'observation et à l'utilisation locale des observations simples (niveau des cours d'eau et des puits ; piézométrie ; lecture d'échelles).

#### 4.3 Observations phénologiques et agricoles.

Tout cet ensemble doit être abondamment illustré et explicité par de petits exercices pratiques à faire réaliser.

##### 4.3.1 Coefficients cultureux

##### 4.3.2 Durée des cycles

##### 4.3.3 Stades phénologiques

##### 4.3.4 Stades critiques

##### 4.3.5 Observations phytosanitaires

Elles doivent comprendre la notation de l'apparition des principales mauvaises herbes et de l'état des cultures.

#### 4.4 Référentiel des cultures

Il ne s'agit nullement de rédiger un manuel d'agronomie générale, mais simplement de donner les éléments essentiels. L'excellent document déjà réalisé par AGRHYMET sur les notations concernant le sorgho et le mil est à exploiter dans son entier.

##### 4.4.1 Principales cultures

##### 4.4.2 Localisation

##### 4.4.3 Précédent cultural

###### 4.4.3.1 Importance d'une succession organisée des cultures

###### 4.4.3.2 Effets de la monoculture sur l'état des récoltes et les rendements

##### 4.4.4 Fumures organique et minérale

###### 4.4.4.1 Intérêt des apports de fumures

###### 4.4.4.2 Méthodes d'apport

###### 4.4.4.3 Gestion de la fumure des cultures

##### 4.4.5 Suivi des travaux cultureux

##### 4.4.6 Pratiques d'irrigation d'appoint et de drainage

##### 4.4.7 Pratiques de conservation des sols

#### 4.5 Dispositifs statistiques de terrain et statistiques agricoles

### V. ASSISTANCE METEOROLOGIQUE A L'AGRICULTURE

Formation de base des agents sur les points où ils doivent pouvoir conseiller les agriculteurs : suivi des parcelles de démonstration ; comparaison avec les témoins ; signification des résultats statistiques ; précautions à prendre pour ne pas biaiser les résultats ; utilisation des dates de semis en fonction des durées des cycles des cultures, de la pluviométrie réelle de l'année, des dates-butoir permettant le semis, etc ; utilisation des engrais, des pesticides ; méthodes de récolte : importance des pesées d'épis et de pailles (alimentation du bétail), etc.

Toute cette partie doit être essentiellement faite d'illustration, et autant que possible de travaux dirigés de terrain.

## **VI. COLLECTE, ENREGISTREMENT ET TRANSMISSION DES DONNEES**

Toute cette partie doit être essentiellement formée d'illustrations, d'exemples, et de petits exercices à exécuter.

- 6.1 Formation des formateurs et transferts participatifs
- 6.2 Périodicité des observations
- 6.3 Fiches, carnets ou cahiers de terrain
- 6.4 Fiches et tableaux d'enregistrement
- 6.5 Fiabilité des données

## **VII. EXPLOITATION ET VALORISATION DES DONNEES**

Ici aussi, les illustrations et les exemples concrets doivent prédominer sur la théorie.

- 7.1 Elaboration et utilisation des prévisions météorologiques.
- 7.2 Elaboration et utilisation des conseils agro-météorologiques.
- 7.3 Interprétation et utilisation des informations hydrologiques.

## **VIII. INFORMATION SUR LA GESTION DES BANQUES DE DONNEES**

Ici encore, il s'agit d'illustrer chaque opération par des exemples.

- 8.1 Saisie des données de base
- 8.2 Valorisation des produits des banques de données

## **IX. ANALYSE DES RESULTATS**

Quelques indications sur l'utilisation pratique de méthodes statistiques peuvent être utiles.

- 9.1 pour les besoins des GTPA
- 9.2 pour les utilisations locales

## **X. EVALUATION DE L'IMPACT LOCAL DES CONSEILS AGROMETEOROLOGIQUES.**

- 10.1 Importance d'une évaluation régulière et objective des résultats obtenus
- 10.2 Effets de « tache d'huile » chez les paysans non encadrés, mais voisins
- 10.3 Effets des informations transmises par radio, etc.

## **XI. PROBLEMES DE GESTION DU PERSONNEL**

Il ne s'agit nullement de transformer les agents en gestionnaires, mais de leur donner quelques ouvertures sur la complexité et les contraintes de la gestion du personnel.

## ANNEXE 4b

## CANEVAS DU MANUEL POUR LE NIVEAU INGÉNIEUR

**N.B. Ce manuel est également destiné à la formation des techniciens supérieurs.**

*N.B. 1. Ni les titres et sous-titres, ni même le détail du contenu ne sont définitivement arrêtés : il s'agit de propositions, qui seront logiquement amendées à mesure que la rédaction du manuel amènera à envisager tel ou tel complément.*

*N.B. 2. Pour que ce manuel soit utilisable à différents niveaux de formation, il sera utile de faire en sorte que, dans chaque chapitre, des **typographies différentes** présentent d'une part les données de bases essentielles utiles aux **techniciens** et d'autre part des compléments plus approfondis, destinés aux **ingénieurs**. Des exercices situés à ces deux niveaux compléteront chaque chapitre (avec des corrigés modèles en fin de manuel).*

*N.B. 3. De nombreuses indications bibliographiques sont données dans la Bibliographie donnée en annexe 5.*

## AGROMETEOROLOGIE APPLIQUEE AUX ZONES TROPICALES A LONGUE SAISON SECHE

### PREMIERE PARTIE

#### BASES METEOROLOGIQUES POUR LES AGRONOMES

#### I. GRANDES NOTIONS DE BASE

##### 1.1 Généralités sur le profil de l'atmosphère

##### 1.2. Energie solaire

###### 1.2.1. Energie émise par le soleil

###### 1.2.2. Rayonnements arrivant au sol

###### 1.2.2.1 Rayonnements de courtes longueurs d'onde (direct, diffus et réfléchi)

###### 1.2.2.2 Rayonnements de grandes longueurs d'onde (terrestre et extra-atmosphérique)

##### 1.3. Caractéristiques de l'atmosphère tropicale



1.3.1 Notion de couche limite : couches-limites terrestre et agronomique (2 premiers mètres au dessus de la culture), etc.

1.3.2 Atmosphère libre

1.3.3 Circulation générale tropicale

1.3.3.1 Anticyclones et basses pressions

1.3.3.2 Equateur météorologique

1.3.3.3 Courants jets équatorial et tropicaux (lignes de grains)

1.4. Interactions océan/atmosphère et sol/atmosphère

1.4.1 Interactions océan/atmosphère

1.4.1.1 Formation des pluies.

1.4.1.2 Déplacements des masses d'air

1.4.1.3 Principaux effets connus

1.4.1.3.1 Phénomène ENSO

1.4.1.3.2 Oscillation Nord-Atlantique (Gulf Stream)

1.4.1.3.3 Courant de Benguela

1.4.1.3.4 Courant des Canaries

1.4.1.3.5 Autres Courants des Océans Atlantique et Indien

1.4.2 Interactions sol/atmosphère

1.4.2.1 Effets liés au désert saharien (harmattan)

1.4.2.2 Effets liés à la position latitudinale du FIT

1.4.2.3 Masses d'air d'origine atlantique

Leurs effets à leur arrivée sur le continent

1.4.2.4 Différents types de pluies

## II. PARAMETRES DE L'ATMOSPHERE

2.1 Structure de l'atmosphère tropicale

2.2 Composantes de atmosphère

2.2.1 Composantes normales :  $N^2$ ,  $CO^2$ ,  $O^2$

2.2.2 Différents polluants ,  $O_3$ ,  $NO_x$

2.2.3 Poussières

2.3 Facteurs du climat.

2.3.1 Rayonnement solaire

2.3.2 Pression atmosphérique (et vent)

2.3.2.1 Gradient vertical de pression

2.3.2.2 Gradient horizontal de pression et vents

2.3.3 Température

2.3.4 Humidité de l'air

2.3.5 Pluie

- 2.3.6 Gradients et variabilité spatiale du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ )
- 2.4 Analyse statistique des composantes (facteurs)
- 2.5 Prévision du temps
  - 2.5.1 Différents types de prévisions météorologiques
  - 2.5.2 Basée sur des données recueillies au sol
  - 2.5.3 Basée sur des données satellitaires
  - 2.5.4 Modèles météorologiques à court, moyen et long terme

### III. INSTRUMENTS ET OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

(Chapitre à détailler classiquement)

- 3.1 Description et étude des instruments météorologiques
- 3.2 Théorie et pratique des observations météorologiques



## DEUXIEME PARTIE

### **BASES AGRONOMIQUES POUR LES METEOROLOGISTES**

#### **I. CONNAISSANCES AGRONOMIQUES DE BASE**

##### **1.1 Le sol**

##### **1.1.1 Types agronomiques de sols :**

*N.B. : il ne s'agit nullement de donner une classification pédologique des sols, mais des indications pratiques concernant les caractéristiques des principaux types agronomiques de sols cultivés dans la zone.*

##### **1.1.2 Notions de texture et structure d'un sol**

##### **1.1.3 Capacité en eau d'un sol.**

Notions d'horizons successifs et d'enracinement des cultures dans le sol en fonction de l'eau disponible dans chaque horizon.

##### **1.1.4 Biologie du sol**

Facteurs biotiques dans le sol : faune et flore du sol ; activité et efficacité de la matière organique ; conservation de la fertilité organique d'un sol.

##### **1.2 Les plantes cultivées et les adventices**

Principales cultures à considérer, en insistant sur les cultures annuelles : céréales (Maïs, Sorgho, Mils, Fonio...) ; légumineuses : arachides, niébés, voandzou, haricots ; cotonnier ; plantes-racines : manioc, igname, patate douce, (pomme de terre).

Effets affaiblissant des principales adventices sur les cultures dans la Région.

##### **1.3 Les ennemis des cultures**

Nématodes, papillons borers, sautériaux, etc ; bactéries et champignons provoquant des maladies.

##### **1.4 Les animaux de trait**

Notions sommaire d'élevage des animaux de trait au voisinage des fermes : alimentation et boisson ; maladies principales, etc.

#### **II. PRATIQUES AGRICOLES**

Chaque chapitre doit donner les éléments essentiels à connaître, sans chercher à approfondir chaque thème abordé. De nombreux diagrammes, figures et photographies illustreront et serviront de base au texte.

##### **2.1 Travail du sol**

##### **2.2 Entretien du sol**

##### **2.3 Conservation du sol**

##### **2.4 Succession des cultures**

##### **2.5 Fertilisation**

##### **2.6 Traitements phytosanitaires**

### III. CONSERVATION DES PRODUITS

3.1 Récolte

3.2 Stockage

3.3 Produits transformés

### IV. ETUDE DES RENDEMENTS

4.1 Méthodes statistiques de base

4.2 Signification des données de rendement



## TROISIEME PARTIE

### CONNAISSANCES DE BASE ET COMPLEMENTS COMMUNS AUX AGRONOMES ET AUX METEOROLOGISTES

#### I. ELEMENTS DU CLIMAT

##### 1.1 Bases théoriques et calculs de l'ETP

##### 1.2 Pluviométrie

##### 1.3 Humidité atmosphérique

###### 1.3.1 Pression partielle dans l'air

###### 1.3.2 Brouillard, brumes et précipitations occultes

##### 1.4 Effets du vent sur les cultures

Y compris un paragraphe sur l'utilisation des brise-vent, haies vives et arbres associés dans les champs pour modifier la vitesse du vent au sol et diminuer les échanges sol-plante-atmosphère.

##### 1.5 Températures

##### 1.6 Effets de la photopériode sur les cultures sensibles

Cas des céréales photopériodiques notamment.

#### II. EAU DANS LE SOL

##### 2.1 Profondeur du sol

Distinguer la profondeur totale d'un sol et sa profondeur utile, fonction de l'enracinement de la culture.

##### 2.2 Profondeur d'enracinement

##### 2.3 Profil d'humidité et bilan hydrique

##### 2.4 Saturation et point de flétrissement d'un sol

Notions de capacité au champ et de quantité d'eau utile.

##### 2.5 Irrigation des cultures

Bien distinguer les notions d'irrigations d'appoint en saison des pluies et d'irrigations en saison sèche.

#### III. HYDROLOGIE

##### 3.1 Ressources en eau pour l'irrigation

###### 3.1.1 Potentialités

###### 3.1.2 Ressources facilement exploitables

##### 3.2 Niveau de l'eau et expression des débits

(suivis qualitatif et quantitatif des cours d'eau, des nappes, des sources...)



- 3.3 Techniques de prévision des crues et décrues
- 3.4 Pollutions des eaux de surfaces et des nappes
- 3.5. Importance de la conservation de l'eau en zones à longues saisons sèches

#### **IV. PARAMETRES CULTURAUX**

- 4.1 Phénologie et stades critiques d'une culture
- 4.2 Durée du cycle d'une culture
- 4.3 Notions de coefficients cultureux
- 4.4 Estimation de la biomasse produite par une culture
- 4.5 Ennemis des cultures
- 4.6 Rendements

Rendement en grain ; rendement en paille-fourrage ; production de biomasse souterraine (racines...).

#### **V. MODELISATIONS**

- 5.1 Bases théoriques
  - 5.1.1 Présentation de modèles concernant quelques cultures
  - 5.1.2. Comment la modélisation fournit-elle des informations utiles ?
- 5.2 Potentialités et contraintes
  - 5.2.1 Amélioration des modèles
  - 5.2.2 Diversification des modèles

#### **VI. ANALYSES CARTOGRAPHIQUES ET GEOGRAPHIQUES**

- 6.1 Utilisations des méthodes de cartographie
- 6.2 Principes d'utilisation des systèmes d'information géographique
- 6.3 Création, gestion et exploitation des banques de données
- 6.4 Exploitations diverses des données satellitaires

#### **VII. ALERTE PRECOCE**

Insister dans le cas du risque couru sur l'estimation des dates de semis et de la durée des cycles des cultures dans les différents contextes pédo-climatiques et en fonction de certaines méthodes de cultures (p. ex. Zaï) pour l'ensemble de la région.

- 7.1 Prévision saisonnière
- 7.2 Estimation des dates de semis les plus favorables
- 7.3 Zones à risques
- 7.4 Prévision des rendements
  - 7.4.1 Taux d'autosuffisance alimentaire
  - 7.4.2 Gestion des déficits et excédents locaux

7.4.3 Gestion des déficits et excédents régionaux

7.4.4 Méthodes de péréquation et de gestion des risques

## VIII. TYPES D'ASSISTANCES METEOROLOGIQUES

### 8.1 Prévision saisonnière

Différentes méthodes utilisées ; perspectives et probabilités statistiques ; prédétermination des dates de semis par voie statistique et décision finale une année donnée...

### 8.2 Assistance basée sur l'utilisation des données satellitaires

### 8.3 Assistance à l'agriculture

*N.B. Ce chapitre doit constituer une synthèse des éléments donnés dans l'ensemble du manuel. Il doit montrer comment réaliser des croisements entre différentes méthodes pour tenir compte des situations locales.*

#### 8.3.1 Dispositifs de mesures

#### 8.3.2 Choix des espèces et des variétés en fonction des contextes pédo-climatiques

##### 8.3.2.1 Etudes de cas en zone sahélienne

##### 8.3.2.2 Etudes de cas en zone soudanienne

##### 8.3.2.3 Etudes de cas en zone à influence maritime

##### 8.3.2.4 Etudes de cas en zone rizicole

#### 8.3.3 Conseils pour le suivi des travaux cultureux (avec renvois au chapitre IV, et à la 2<sup>e</sup> partie, formation des météorologistes)

#### 8.3.4 Suivi/évaluation de l'impact des conseils

#### 8.3.5 Critères d'analyse des performances

*N.B. Les § 8.4 et 8.5 sont à développer et à mettre en place avec des spécialistes des disciplines « élevage » et « pêche ».*

### 8.4 Assistance à l'élevage

Utilisation des NDVI ; conseils concernant les épidémies et l'état des points d'eau, etc.

### 8.5 Assistance à la pêche :

Selon les pays, pêche en rivière et en lac, ou pêche côtière et hauturière.

### 8.6 Conseils aux autres activités socio-économiques

(travaux féminins, cérémonies de funérailles, etc). Ce paragraphe sera à envisager avec des spécialistes de ces différents domaines (en particulier avec des femmes sociologues, agro-économistes, etc).

## IX. COMMUNICATION

### 9.1 Formation à la communication

### 9.2 Transmission des informations à l'ensemble des usagers

### 9.3 Différents médias d'information

#### 9.3.1 Bulletins écrits

#### 9.3.2 Radios (rurales officielles et privées)

#### 9.3.3 Télévision

#### 9.3.4 Autres médias



## ANNEXE 5

### LISTE DES DOCUMENTS ET PUBLICATIONS CONSULTÉS ET PUBLICATIONS UTILES A L'ELABORATION DES MANUELS

N.B. La collection « Le technicien d'Agriculture tropicale » (CTA/ Maisonneuve et Larose Edit ) donne tous les éléments nécessaires à l'élaboration de la partie agronomie des manuels prévus : en particulier N° 1 Le riz pluvial ; 2 Le maïs ; 4 Le stockage des produits vivriers ; 5 Le cotonnier en Afrique tropicale ; 6 Le Manioc ; 18 Le sorgho ; 20 Manuel pratique de vulgarisation agricole ; 30 l'igname.

- AMAT B. 1998. Ajustement structurel et éducation. Le Courrier ACP N° 167 pp. 67-69.
- ANONYME 1997. Produire plus avec moins d'eau. Spore 70, p. 5.
- ANONYME 1997. Vulgarisation agricole : convaincre pour mieux produire. Afrique Agric. 246, Sp. Cameroun, p. 25.
- ANONYME 1997. Vulgarisation agricole : redéfinir la notion de service. Spore N° 68 p.1-3.
- ANONYME 1997. Synthèse des travaux de la 5<sup>e</sup> réunion du comité technique régional du centre régional de recherche agronomique de Sotuba. 28-30 avril 1997. 16 pp.
- ARRAUDEAU M., VERGARA B.S. 1992 Manuel illustré de riziculture pluviale CIRAD-CA / IRRI 284 pp.
- BALDY C. 1986a. Agrométéorologie et développement des régions arides et semi-arides. INRA Ed. 114 pp.
- BALDY C. 1986b. Agrométéorologie et irrigation en zone soudano-sahélienne. La Météorologie VII (14) 36-41
- BALDY C. STIGTER C.J. 1993. Agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes. Du Labo au terrain CTA-Wageningen, INRAParis Edit. 246 pp.
- BAUMER M. 1987. Agroforesterie et désertification. ICRAF / CTA Edit. 260 pp.
- BELEM P.C. 1985. Coton et systèmes de production dans l'Ouest du Burkina Faso. Thèse Doctorat U. P. Valéry Montpellier 344 pp.
- BERBIGIER P. 1988. Bioclimatologie des ruminants domestiques en zone tropicale. INRA Edit. Paris. 237 pp.
- BUIRETTE O. 1997. Les états du Sahel privilégient l'expérience plutôt que la technologie (réunion du CILSS de Banjul) La Croix 9 sept. 1997.
- CENTRE DE SUIVI ECOLOGIQUE (SENEGAL) 1995. L'Imagerie NOAA / AVHRR dans la veille environnementale. 57 pp.
- CENTRE DE SUIVI ECOLOGIQUE (SENEGAL) 1996. Utilisation de l'imagerie satellitaire à haute résolution. 68 pp.
- CILSS-OMM-ITALIE 1993. Séminaire sur les projets pilotes et les stratégies agrométéorologiques de Niamey 1-5 mars 1993 Document de synthèse régionale février 1992. Rédacteurs : I Also, M Diouf, M. Martini, M. Sacko. 43 pp.
- CIRAD 1988-1990. Traction animale et développement agricole. 3 volumes de bibliographies annotées CIRAD Montpellier 254 + 421 + 240 pp.
- CIRAD-CEEMAT 1984. L'érosion en zone tropicale. N° spécial Machinisme agricole N° 87 67 pp.
- CIRAD-SAR 1993. Systèmes irrigués. Actes des rencontres CIRAD-SAR de 1992. CIRAD Montpellier, 143 pp.
- CORTIER B. 1994. Le diagnostic hydrique des cultures et la prévision des rendements en mil en zone sahélienne. Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. J. Libbey Edit. Paris 349-362.

- DABO MF., FONGANG S. 1996. Caractérisation des systèmes précipitants en zone sahélienne en été 1994 par imagerie micro-onde SSM/I et infrarouge Météosat. Publ. Assoc. Intern. Clim. Vol 9 : 23-31.
- DHONNEUR G. 1985. Traité de météorologie tropicale. MétéoFrance Ed. (ref. 234950) 350 pp.
- DIALLO A.D. 1997. Guinée : vif succès pour le riz local. Grain de Sel N° 6 pp. 6-7.
- DIARRA B., KONARE K. 1994. Réduction de l'impact du climat sur le calendrier agricole au Sahel. Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. J. Libbey Edit. Paris 31-38.
- DIOP M., HOUNDENOU C., RICHARD Y. 1996. Variabilité des dates de début et de fin de l'hivernage au Sénégal (1950-1991) Publ. Assoc. Intern. Clim. Vol 9 : 430-436.
- DJIME A. 1992. Atelier sur la production et la protection des légumes en Afrique. TCHAD ONADEH Atelier de Dakar 23-30/11/92. 13 pp.
- DJOULET B., FORTIER R. 1994. Influence des techniques culturales sur le développement racinaire du cotonnier. Conséquences sur l'alimentation hydrique et minérale. Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. J. Libbey Edit. Paris 205-216.
- Document interne ISRA 1997. 2 pp.
- DUGUE P., RODRIGUEZ L., OUOBA B., SAWADOGO I. 1994 Techniques d'amélioration de la production agricole en zone soudano-sahélienne
- DUFUMIER M. 1997 Concevoir autrement les projets de développement rural. Grain de sel N° 5 p. 7.
- DUPRIEZ H., DE LEENER Ph., 1983. Agriculture tropicale en milieu paysan africain. Terre et Vie/Enda/Harmattan Coedit. 280 pp.
- FAO 1986. Guide pour la formation des vulgarisateurs. Cahiers FAO Formation N° 11 148 pp.
- FAUGERE O., FAUGERE B. 1993 Panurge : suivi individuel dans les systèmes d'élevage traditionnel. CIRAD-EMVT / ISRA Maisons Alfort 350 pp.
- FAURE G., KLEENE P., OUEDRAOGO S. 1996. Le conseil de gestion aux exploitations agricoles de l'Ouest du Burkina Faso, outil de vulgarisation. Agric. Développement N° 11 pp. 16-30.
- FAYE B., LEFEVRE P.C., LANCELOT R., QUIRIN R. 1994 Ecopathologie animale : méthodologie, application au milieu tropical. INRA / CIRAD-EMVT Coll; INRA du Labo au Terrain 120 pp.
- FOFANA B., ORTOLI Ph. 1997 Céréale oubliée, le fonio revient. Grain de sel N° 5 p. 10-11.
- FOREST F., CLOPES A.. Contribution à l'exploitation de la variabilité du rendement d'une culture de maïs plus ou moins intensifiée à l'aide d'un modèle de bilan hydrique amélioré. Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. J. Libbey Edit. Paris 3-16.
- GUYOT G. 1996. Climatologie de l'Environnement. Masson Edit. Paris 505 pp.
- GUILLOT B., DAGORNE D., LAHUEC J.P. 1995. Satellite et surveillance du climat : le programme veille climatique. Rev. Géogr. Lyon : 70 (3-4) 267-274.
- HALLE F. 1993. Un monde sans hivers : les tropiques, nature et sociétés. Seuil, Paris 370 pp.
- IFS - CTA 1991. Influence du climat sur la production des cultures tropicales. Colloque de Ouagadougou (Burkina Faso) Sept. 1991. 506 pp.
- KONATE M. 1993. Amélioration des projets pilotes d'assistance météorologique à l'agriculture. Centre Agrhymet Niamey 9 pp.
- LECOQ M. 1988. Les criquets du Sahel CIRAD-PRIFAS Coll. Acridologie opérationnelle CILSS DFPV Edit. 130 pp.
- LE HOUEROU H.N. 1995. Dégénération, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique. in : l'Homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? R. Pontanier et al. Co-edit. J. Libbey Eurotext Paris. 65-104.
- MADIAGNE DIAGNE 1997. Suivi de la campagne 1997-1998 au Sénégal. Analyse de la pluviométrie, des conditions d'alimentation en eau des cultures et évaluation de l'impact de l'information agrométéorologique.
- MALI 1990. Quelques méthodologies utilisables pour l'assistance agrométéorologique. Réunion des experts Agrhymet Niamey 5-9 /3/ 1990.
- MALI 1997. Rapport agrométéorologique. Campagne 1996-1997. Document N° 1 mars 1997.



- MALI 1998. Rapport technique de la campagne agricole 1996-1997 Projet MLI/FIT/SWISS. Direction de la météorologie du Mali., Bamako. 131 pp.
- MALI SUISSE OMM. 1996. Projet : extension de l'assistance météorologique opérationnelle au monde rural Phase II. juin 1996. 17 pp.
- MALI. Anonyme 1996. Conclusions et recommandations du 2<sup>e</sup> séminaire-atelier sur l'auto-évaluation du projet d'assistance météorologique opérationnelle au monde rural. Mali Tabacoro 27-29 mai 1996. 6 pp.
- MARLET S. LIDON B. 1994. Exploitation d'un réseau d'irrigation pendant l'hivernage et efficience des pluies : cas d'un périmètre de polyculture dans la région de Tillabery (Niger) Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. J. Libbey Edit. Paris 375-386.
- MODI AI, DRUILHET A., FONTAN J., DOMERGUE J.L., 1997. Etude de la dynamique de l'atmosphère en zone sahélienne du Niger. Sécheresse 8 (3) 169-178.
- MOREL R. 1992. Atlas agroclimatoologique des pays de la zone du CILSS. Centre Agrhymet, Niamey Edit. 11 vol. dont 3 de cartes.
- MOREL R. 1995. La sécheresse en Afrique de l'Ouest. Rev. Géogr. Lyon :70 (3-4) 215-222.
- MOREL R. Evaluation des sécheresses en Afrique de l'Ouest. Publ. Assoc. Intern. Clim. Vol 9 : 145-152.
- NDIAYE P. 1995. Le potentiel de reconstitution de la végétation herbacée au Sahel : réflexions sur le rôle des graines. Rev. Géogr. Lyon :70 (3-4) 261-266.
- NDONG JB. 1995. L'évolution de la pluviométrie au Sénégal et les incidences de la sécheresse récente sur l'environnement. Rev. Géogr. Lyon :70 (3-4) 193-198.
- OFFICE RIZ SEGOU MALI. 1992. Avant projet d'agrométéorologie en milieu paysan présenté par l'ORZ avril 1992. 6 pp. + annexes.
- OLUFAYO A. BALDY C. 1997. Pour une meilleure utilisation de l'agrométéorologie dans les pays en développement. Cahiers Agricultures 6 : 293-298.
- OLUFAYO A. BALDY C. SOME L. TRAORE I. 1994. Tillage effects on grain sorghum development and plant water status in Burkina Faso. Soil and Tillage Res. 32 : 105-116.
- OMM 1997. Entrée en vigueur de la Convention sur la désertification. Climat mondial N° 11 p. 11.
- OMM 1997. Le climat mondial en 1996. Climat mondial N° 11 p. 9.
- OMM/CTA 1992. La radio rurale et la diffusion des informations agrométéorologiques. OMM Genève Edit. 340 pp.
- ORTOLI Ph. et al. 1997. Le nouveau visage des radios rurales Dossier. Grain de sel N° 8 pp. 9-25.
- OUATTARA B. SEDOGO MP. LOMPO F. OUATTARA K. 1994. Effets des techniques culturales sur l'alimentation hydrique du sorgho et le bilan minéral du sol dans le plateau central du Burkina Faso Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. J. Libbey Edit. Paris 91-102.
- OUATTARA B., SEDOGO MP., LOMPO F., OUATTARA K., FORTIER M., 1998. Modifications de la porosité du sol après labour d'enfouissement du fumier au Burkina Faso. Cahiers Agricultures 7(1) 9-14.
- OUATTARA M. 1997 (?). Savoirs paysans et prise en compte des risques climatiques dans la production du sorgho. Choix variétal et calage des cycles de culture. Cas des paysans de la zone de Loulouni. Mémoire DEA Inst. Sup. Formation Rech. appliquée. Mali. 34 pp.
- PARCEVAUX S., PAYEN D., BROCHET P., SAMIE C., HALLAIRE M., MERIAUX S. 1990. Dictionnaire encyclopédique d'agrométéorologie. CILF/INRA/MétéoFrance 320 pp.
- PESCHE D. 1996. Le conseil en gestion, une idée qui fait son chemin. Grain de sel N° 3 p. 3.
- PIERI C. 1989 Fertilité des terres de savanes : bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. CIRAD / Min. Coopération (Agridoc International) 448 pp.
- PONS R., 1997. Encore une récolte céréalière moyenne au Sahel. Marchés Tropicaux N° 2717, 5 dec. 1997 pp. 2643-2644.
- PONTANIER R., et al. Edit. 1995. L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? Colloques et Congrès John Libbey Eurotext Edit Paris. 445 pp.
- RAUNET M., (edit) 1993. Actes du séminaire Bas fonds et riziculture FOFIFA/ORSTOM/CIRAD/ACCT. 517 pp.

- REYNIERS FN., NETOYO L. Co-edit. 1994. Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Colloques et Congrès John Libbey Eurotext Edit Paris. 415 pp.
- RIOU C. 1995. Micrométéorologie des phénomènes de dégradation et de restauration des terres : facteurs microclimatiques en jeu. in : *L'Homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* R. Pontanier et al. Co-edit. J. Libbey Eurotext Paris. 31-48.
- ROOSE E., KABORE V., GUENAT C. 1995. Le zaï, une technique traditionnelle africaine de réhabilitation des terres dégradées de la région soudano-sahélienne (Burkina Faso) in : *L'Homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* R. Pontanier et al. Co-edit. J. Libbey Eurotext Paris. 249-266.
- SAGNA P. 1995. L'évolution pluviométrique récente de la Grande Côte du Sénégal et de l'archipel du Cap Vert. *Rev. Géogr. Lyon* : 70 (3-4) 187-192
- SALL SM., FONGANG S., GAYE AT. 1996. Caractéristiques spatio-temporelles des ondes de période comprise entre 2 et 9 jours en été 1990 sur l'Afrique de l'Ouest. *Publ. Assoc. Intern. Clim. Vol 9* : 153-162.
- SAMBA A. 1997. Compte rendu de la mission d'évaluation des activités du projet de vulgarisation de l'agrométéorologie en milieu rural de la revue tripartite dudit projet au Tchad. 1-7 juin 1997 97-54/PMI/AGR/RM. 13 pp.
- SAMBA A., LONA I. 1997. Manuel pratique pour les observations phénologiques dans le cadre du suivi agrométéorologique des campagnes agricoles au Sahel. Agrhymet Programme majeur information Unité agrométéorologie. N° 97-30/PMI/AGM/RE. 20 pp. + 16 annexes.
- SAMBA A., LONA I. 1997. Note de synthèse sur les activités de vulgarisation agrométéorologique menées par les composantes nationales Agrhymet durant la période 1982-1996. Agrhymet Programme majeur information N° 97-31/PMI/AGM/RS. 24 pp.
- SAMBA A., TRIBOULET JP. 1997. Assistance météorologique opérationnelle au monde rural au Mali. CR de visite d'information sur les opérations. Centre régional Agrhymet Programme majeur Information N° 97-25 PMI/AGM/RM. 18 pp. + annexes.
- SANGARE B. 1997. Les radios privées en Afrique. *Le républicain (Niamey)* N° 297.
- SENEGAL Direction de la météorologie. Précisions concernant le projet d'assistance météorologique à l'agriculture et à l'élevage au Sénégal pour la période 1998-2000.
- SENEGAL Programme Cadre 1B. Préservation de l'environnement pour un développement rural. Projet Agrhymet. Propositions de Document de projet pour la période 1998-2000. Dakar mai 1997. 14 pp.
- SISSOKO ND (Mme) 1995. Rapport de mission de consultation dans le cadre des besoins des femmes en matière d'assistance météorologique (Projet OMM MLI DDA 700.9. Mali. 20 pp. + annexes.
- SNRECH S. 1997a.. Transformations structurelles de l'agriculture des savanes et du Sahel ouest-africain. *Sécheresse* 8 (3) 189-200.
- SNRECH S. 1997b. Enjeux du développement rural dans les pays sahéliens. *Sécheresse* 8 (4) 271-284.
- SOW CS. 1997. Variations diurnes des précipitations au Sénégal. *Sécheresse* 8 (3) 157-162
- SQUIRE GR. 1990. The physiology of tropical crop production. CAB /ODA Edit. ISBN0-85198-677-3 236 pp.
- TCHAD, SUISSE, OMM. 1996. Projet d'Application des informations et conseils agrométéorologiques à la production agricole. République du Tchad. Direction de la Météorologie. 13 pp. + annexes.
- TCHAD. 1997. Projet de vulgarisation de l'agrométéorologie en milieu rural. Synthèse des activités 1996. 6 pp. + ann.
- TCHAD. Anonyme. 1997. Avant-Projet d'appui à la direction des ressources en eau et de la météorologie (DREM). Développement du réseau agrométéorologique interactif dans le cadre du programme de décentralisation du Gouvernement tchadien
- TEKETE A., SIVAKUMAR MVK. 1990. Analyse de la longueur de la saison culturale en fonction de la date du début des pluies au Mali. ICRISAT, Centre sahélien Niamey.
- TRAORE T. F. (Mme). 1997. Rapport de stage Formation/Action en informatique appliquée en agrométéorologie. juin-août 1997 N° 97-69 PMI/AGM/RST Agrhymet Niamey 14 pp.
- VAKSMANN et al. 1994. Adéquation entre risque climatique et choix variétal du mil. in : *Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale*. J. Libbey Edit. Paris 113-123.

VAN DUIJN HJW., VAN DRIEL WF, KABORE O. 1994. Influence des cordons pierreux sur la relation entre le bilan hydrique et le rendement du mil dans le Bassin versant de Oualaga à Namsiguia au Burkina Faso. Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. J. Libbey Edit. Paris 275-288.

ZINNAH M. 1997 Le personnel de la vulgarisation agricole a besoin de programmes de formation innovants. Spore N° 72 p. 11.

ZOUNGRANA TP. 1995. Sécheresse et dynamique des agrosystèmes dans la plaine centrale du Burkina. Rev. Géogr. Lyon : 70 (3-4) 247-254.

